

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA – ICV
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

Andréia Franco da Silva

Sequências de ensino investigativas sobre a função dos microrganismos no nosso cotidiano

Governador Valadares

2025

Andréia Franco da Silva

Sequências de ensino investigativas sobre a função dos microrganismos no nosso cotidiano

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional –PROFBIO, Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências da Vida - ICV, como requisito parcial a obtenção do título de Mestra em Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Alessandro Pieri.

Governador Valadares

2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Franco da Silva, Andréia.

Sequências de ensino investigativas sobre a função dos microrganismos no nosso cotidiano / Andréia Franco da Silva. -- 2025.

111 p. : il.

Orientador: Fábio Alessandro Pieri

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2025.

1. Sequência de ensino investigativa . 2. Metodologias ativas. 3. Ensino de biologia. 4. Microbiologia. 5. Ensino médio. I. Alessandro Pieri, Fábio, orient. II. Título.

Andréia Franco da Silva

Sequências de ensino investigativas sobre a função dos microrganismos no nosso cotidiano

Dissertação
apresentada ao
Mestrado
Profissional em
Ensino de Biologia
da Universidade
Federal de Juiz de
Fora como requisito
parcial à obtenção do
título de Mestre em
Ensino de Biologia.
Área de
concentração:
Ensino de Biologia.

Aprovada em 21 de julho de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fábio Alessandro Pieri - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Marcelo Nagem Valério de Oliveira

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Cristian Ferreira de Souza

FIOCRUZ

Juiz de Fora, 04/07/2025.



Documento assinado eletronicamente por **Fábio Alessandro Pieri, Servidor(a)**, em 21/07/2025, às 16:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do



art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Nagem Valerio de Oliveira, Coordenador(a)**, em 21/07/2025, às 16:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **CRISTIAN FERREIRA DE SOUZA, Usuário Externo**, em 21/07/2025, às 16:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **2485259** e o código CRC **EAE9B8EE**.

Dedico esta pesquisa à minha família, em especial ao meu pai Carlile e minha mãe Eva, a minha prima Lúcia, ao meu marido Ivan, aos meus filhos Arthur e Théo, e aos meus alunos, que me apoiaram e não deixaram que eu desistisse.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado a vida e me manter com saúde diante de tantas dificuldades físicas e mentais. Por me proteger e guiar meus passos ao longo de todo esse período do mestrado.

À minha família, a quem eu serei eternamente grata por ter chegado até aqui. Todos vocês são meu porto seguro, minha dose diária de dopamina e serotonina, meu combustível de todos os momentos. Ah, meu papai, que sempre quis um filho médico e, mesmo tendo seis, isso não foi possível. Mas ele acreditou em mim e me ensinou a correr atrás daquilo que é certo e que acredita. Mas mostrou-me que a única solução é estudar e sempre me deu forças para que eu corresse atrás. Nunca me esquecerei de te ver na rodoviária, juntamente com minha mãe, me esperando chegar à noite. O olhar de vocês era como se eu estivesse há um bom tempo fora e vindo de muito longe. Sou grata por serem meu exemplo e abrigo.

Ao meu marido, que sempre de madrugada enfrentava o trajeto para me levar na rodoviária, e, mesmo diante de tantas tristezas, se manteve de pé para me ajudar, com paciência, suportando minhas ausências e falhas.

Aos meus filhos, toda essa luta é por eles, pois quero que um dia se orgulhem da mamãe, que queiram estudar, construir um futuro honesto e brilhante, sem esquecer suas raízes.

À minha eterna “Má”, assim a chamo desde criança. A senhora é muito mais que uma prima, é um anjo disfarçado de ser humano, uma verdadeira mãe para mim e minha família. Obrigada por cuidar tão bem de todos nós e nunca nos deixar sozinhos. Por me dar força e acreditar no meu sonho de ser mestra.

Ao meu querido enteado Juninho (*in memoriam*), que cuida de todos nós aí do céu. Durante esse mestrado Deus te recolheu. Eu até hoje não entendo o porquê, e confesso que ainda estou muito triste. Mas tenho a certeza de que a sua morada agora é a melhor que existe e que o seu jeito de ser jamais será esquecido. Nós te amamos!

Aos meus alunos da EEDJA, em especial a turma do 1º ano REG 01, obrigada pela dedicação de vocês nas atividades. Isso foi essencial para chegar ao resultado esperado

À direção da escola e professores, obrigada por permitirem a realização do projeto. Em especial, quero agradecer a minha amiga Ângela e ao meu amigo Tales. Vocês foram essenciais e muito solícitos.

À minha turma de colegas do Profbio/UFJF-GV – não teria como chegar onde cheguei sem vocês. Adriano, Alexandre, Celho, Elaine, Geílson, Jairo, Joyce e Roseane, cada um de

vocês representam uma luz no meu caminho. Deus escolheu vocês, um a um e reuniu nessa turma maravilhosa de 2023, da qual fiz parte. Cada um com suas características particulares, mas sempre muito solidários e confiantes. Vocês fazem histórias e vão conquistar todos os seus sonhos. Em especial, quero agradecer do fundo do coração às minhas colegas e amigas Alzimere, Karla e Marlene. Formamos um trio de quatro que deu muito certo, que caminhou segurando nas mãos umas das outras, sem deixar ninguém para trás. Ah, minhas amigas, eu não me esquecerei de um dia sequer das nossas sextas-feiras, dos sorrisos e histórias que contávamos umas para as outras, dos ensinamentos e trocas de experiências dos dias desafiadores que enfrentamos.

A cada professor/coordenador da UFJF-GV que colaborou para a construção do nosso conhecimento, obrigada! Eu aprendi muita coisa com cada um de vocês. Os ensinamentos passados contribuíram muito para a minha carreira profissional e jamais me esquecerei da forma como cada um de vocês nos ensinava.

Ao meu orientador e professor Dr. Fábio Pieri, obrigada pela paciência, dedicação, correções e por acreditar em mim e no meu projeto. Você é um profissional de excelência, um ser humano incrível e, sem dúvida, foi essencial para que cada etapa fosse realizada com sucesso. Fábio, você é único e muito especial!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código de Financiamento 001.

RELATO DA MESTRANDA

Desde criança já me interessava pela área das ciências e pela carreira de docente; brincava de ser professora. Meu pai é agricultor aposentado e professor na disciplina de matemática. Ele conseguiu ingressar na faculdade aos trinta e cinco anos e se efetivou como professor da rede estadual há pouco mais de nove anos. Com muita vontade de ensinar, mas com uma mente cansada e um corpo sofrido, ele ainda atua na docência aos sessenta e sete anos. Minha mãe sempre foi dona de casa e cuidou com muito carinho de todos nós, dando suporte nos estudos e nos ensinando os afazeres de casa. Casou-se muito cedo e, sendo mãe de muitos filhos, não concluiu o ensino médio enquanto jovem. Meu pai sempre nos incentivou a estudar e, tão logo, assim que eu e meus irmãos formamos no ensino médio, conseguimos ingressar na faculdade por meio de financiamento estudantil (FIES) /PROUNI e financiamento próprio. Meu irmão mais velho iniciou a faculdade de Física e foi o único que não conseguiu concluir o ensino superior, devido ao sonho de ir para o exterior e tentar uma vida melhor. Minha irmã mais velha concluiu a faculdade de Educação física, assim como minha irmã caçula. Meu irmão gêmeo foi o único a conquistar uma bolsa de estudos na federal e concluiu o curso de Administração na UFJF/Juiz de Fora. Meu outro irmão conseguiu, através de um financiamento, estudar Farmácia em uma faculdade particular.

Em 2004, comecei a cursar Ciências Biológicas – Licenciatura Plena no Centro Universitário de Caratinga, UNEC. Na época, não sabia direito se estava no caminho certo, mas gostei do curso e consegui concluir. Como era muito difícil estudar, ter que pagar uma porcentagem do valor da mensalidade e as passagens, tive que começar a trabalhar como professora, ainda no segundo período do curso, e desde então não parei mais. Trabalhei como professora de ciências e biologia em várias escolas e consegui me efetivar pelo concurso em 2014. Apesar de ter enfrentado muitas dificuldades nas escolas, como a indisciplina de muitos alunos, salas cheias e falta de estrutura, me apaixonei pela docência e hoje não tenho dúvidas de que escolhi a profissão certa.

Sempre fui uma professora que queria o melhor para os meus alunos e os incentivei a estudar e correr atrás dos sonhos. Fiz uma pós-graduação movida pela vontade de aprimorar meus conhecimentos e crescer enquanto profissional, resolvi cursar o mestrado em biologia no Profbio/UFJF-GV. Ser mestranda não tem sido fácil. Sinto-me falha com filhos, marido, família, no trabalho, e até mesmo comigo mesma. Mas ao ver a dedicação de cada professor, orientador e os colegas correndo atrás, nos tornamos fortes para continuar a caminhada.

RESUMO

O estudo dos microrganismos no ensino médio tem se tornado um desafio, sobretudo pela falta de infraestrutura adequada das escolas, o que tem contribuído para o aumento do nível de abstração dos estudantes. Além disso, os livros didáticos enfatizam aspectos negativos, devido a forma como o assunto é cobrado em questões de vestibulares. Como consequência, o tema microbiologia é apresentado na maioria das vezes de forma expositiva aos estudantes, que acabam tendo que decorar termos e assimilar conhecimentos distantes de sua realidade. Esta pesquisa, teve como objetivo promover a melhoria do ensino de microbiologia, para estudantes do ensino médio a partir de Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) sobre a função das bactérias e fungos no nosso cotidiano, a fim de analisar a importância desta metodologia ativa. As Sequências de Ensino Investigativas foram realizadas em fevereiro de 2025 com 26 estudantes de uma turma do 1º ano do Ensino Médio da Escola Estadual Dr. José Augusto, localizada em Entre Folhas, MG. As SEIs foram organizadas em cinco etapas (apresentação do problema, experimentação, análise de resultados, socialização dos resultados e conclusão), realizadas de forma interdisciplinar com a disciplina Projeto de vida, que faz parte de um itinerário formativo. Após aplicação das sequências “Papel dos fungos na produção do pão caseiro” e Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”, os dados foram colhidos e analisados de acordo com os indicadores de Sasseron. Constatou-se, portanto, que os estudantes participantes da pesquisa, através do ensino por investigação, conseguiram refletir de forma crítica sobre a função de bactérias e fungos em nosso cotidiano, construindo de forma individual e em grupo, conhecimentos importantes sobre microbiologia, além do desenvolvimento de habilidades cognitivas. Vale ressaltar que não houve tempo suficiente para aplicação das outras SEIs elaboradas, devido ao número de aulas destinado à sua realização e ao tempo para finalizar o projeto de pesquisa. Todas as SEIs elaboradas estão em anexo na dissertação e compõe o produto da pesquisa, o e-book.

Palavras-chave: Sequência de ensino investigativa; Metodologias ativas; Ensino de biologia; Microbiologia; Ensino médio.

ABSTRACT

The study of microorganisms in high school has become a challenge, particularly due to the lack of adequate infrastructure in schools, which has contributed to an increase in students' abstraction level. Furthermore, textbooks emphasize negative aspects due to the way the topic is assessed in university entrance exams. As a result, microbiology is often presented in an expository format to students, who end up having to memorize terms and assimilate knowledge that is far from their actual reality. This research aimed to improve microbiology teaching for high school students through Investigative Teaching Sequences (SEIs) on the role of bacteria and fungi in our daily lives, analyzing the importance of this active methodology. The Investigative Teaching Sequences were conducted in February 2025 with 26 students from a first-year high school class at Dr. José Augusto State School, located in Entre Folhas, Minas Gerais. The SEIs were organized into five stages (problem presentation, experimentation, results analysis, sharing of results, and conclusion), conducted interdisciplinarily within the Life Project course, which is part of a training itinerary. After applying the sequences "The Role of Fungi in Homemade Bread Production" and "Microorganisms Used in Food Production: Homemade Yogurt," data were collected and analyzed according to Sasseron's indicators. It was found, therefore, that the students participating in the research, through inquiry-based learning, were able to critically reflect on the role of bacteria and fungi in our daily lives, building, individually and as a group, important knowledge about microbiology, in addition to developing cognitive skills. It is worth noting that there was insufficient time to apply the other SEIs developed, due to the number of classes allocated for their completion and the time to complete the research project. All SEIs developed are attached to the dissertation and comprise the research product, the e-book.

Keywords: Investigative teaching sequence; Active methodologies; Biology teaching; Microbiology; High school.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escola Estadual Doutor José Augusto de Entre Folhas, Minas Gerais onde a pesquisa foi desenvolvida	25
Figura 2 - Laboratório de Biologia/Química da Escola Estadual Doutor José Augusto onde os grupos de estudantes realizaram algumas etapas das Sequências de Ensino Investigativas (SEIs)	26
Figura 3 - Tópicos estruturantes das Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) elaboradas	27
Figura 4 - Descrição das cinco etapas das Sequências de Ensino Investigativas elaboradas (SEIs)	28
Figura 5 - Assinatura de documentos, apresentação e explicação sobre a participação nas etapas do projeto de pesquisa “Sequências de ensino investigativas sobre a função dos microrganismos no nosso cotidiano”	30
Figura 6 - Estudantes participando primeira etapa da Sequência de Ensino Investigativa sobre o papel dos fungos na produção do pão caseiro	43
Figura 7 - Estudantes participando da segunda etapa da Sequência de Ensino Investigativa referente à experimentação, no qual produziram o pão caseiro	45
Figura 8 - Estudantes realizando pesquisas, responder às perguntas e elaborar os mapas mentais	47
Figura 9 - Grupos de estudantes apresentando os mapas mentais em forma de seminário, referente à quarta etapa, socialização dos resultados da Sequência de Ensino Investigativa	49
Figura 10 - Realização da etapa 1 referente a apresentação do problema onde os grupos de estudantes elaboraram hipóteses investigativas, o brainstorming, compararam alguns alimentos produzidos a partir de microrganismos e responderam às perguntas	53
Figura 11 - Estudantes participando da segunda etapa da Sequência de Ensino Investigativa sobre “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”	56
Figura 12 - Estudantes realizando pesquisas e finalizando a elaboração dos mapas mentais ..	60
Figura 13 - Mapa mental elaborado pelos estudantes do grupo 1 sobre as principais informações obtidas a partir da realização das etapas 1 e 2 da Sequência de Ensino Investigativa “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”	60
Figura 14 - Mapa mental elaborado pelos estudantes do grupo 2 sobre as principais	

informações obtidas a partir da realização das etapas 1 e 2 da Sequência de Ensino Investigava “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”

..... 61

Figura 15 - Mapa mental elaborado pelos estudantes do grupo 3 sobre as principais informações obtidas a partir da realização das etapas 1 e 2 da Sequência de Ensino Investigava “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”

..... 61

Figura 16 - Mapa mental elaborado pelos estudantes do grupo 4 sobre as principais informações obtidas a partir da realização das etapas 1 e 2 da Sequência de Ensino Investigava “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”

..... 62

Figura 17 - Mapa mental elaborado pelos estudantes do grupo 5 sobre as principais informações obtidas a partir da realização das etapas 1 e 2 da Sequência de Ensino Investigava “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”

..... 62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Indicadores desenvolvidos pelos grupos de estudantes após a participação nas etapas 1, 2 e 3 da pesquisa	47
Quadro 2 - Indicadores desenvolvidos pelos grupos de estudantes após a participação nas etapas 1, 2, 3 e 4 da pesquisa	63

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AC	Alfabetização Científica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CNS	Conselho Nacional de Saúde
CRMG	Currículo Referência de Minas Gerais
EEDJA	Escola Estadual Doutor José Augusto
EnCI	Ensino de Ciências por Investigação
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FIES	Fundo de Financiamento Estudantil
GV	Governador Valadares
ICV	Instituto de Ciências da Vida
MEC	Ministério da Educação
MG	Minas Gerais
PROFBIO	Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
PROUNI	Programa Universidade para Todos
SEE	Secretaria de Estado de Educação
SEI	Sequência de Ensino Investigativa
SEIs	Sequências de Ensino Investigativas
SD	Sequência Didática
SIN	Saberes da Investigação da Natureza
SRE	Superintendência Regional de Ensino
TALE	Termo de Assentimento Livre Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NAS AULAS DE BIOLOGIA	18
2.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	21
2.3 FUNÇÃO DAS BACTÉRIAS E FUNGOS NA SOCIEDADE.....	21
3 OBJETIVOS	24
3.1 OBJETIVO GERAL	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4 METODOLOGIA.....	25
4.1 LOCAL DE ESTUDO.....	25
4.2 PÚBLICO-ALVO.....	26
4.3 METODOLOGIAS PROPOSTAS PARA AS CINCO SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS ELABORADAS	27
4.4 DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS	29
4.4.1 Material e Métodos da sequência de ensino investigativa: Papel dos fungos na produção do pão caseiro (APÊNDICE F)	30
4.4.1.1 Apresentação do problema – 1 Aula	30
4.4.1.2 Experimentação – 1 Aula	31
4.4.1.3 Análise de resultados – 1 Aula	31
4.4.1.4 Socialização dos resultados – 1 Aula.....	32
4.4.1.5 Conclusão – 1 Aula	32
4.4.2 Material e Métodos da sequência de ensino investigativa: Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro (APÊNDICE G).....	32
4.4.2.1 Apresentação do problema – 1 Aula	32
4.4.2.2 Experimentação – 1 Aula	33
4.4.2.3 Análise de resultados – 1 Aula	33
4.4.2.4 Socialização dos resultados – 1 Aula.....	34
4.4.2.5 Conclusão – 1 Aula	34
4.5 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS	34
4.6 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37

5.1 IMPORTÂNCIA DOS MICRORGANISMOS NA PRODUÇÃO DE GÁS METANO. BIODIGESTORES: O USO DO GÁS METANO COMO FONTE DE ENERGIA LIMPA E SUSTENTÁVEL (APÊNDICE D).....	37
5.2 FUNÇÃO DOS MICRORGANISMOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE ETANOL (APÊNDICE E)	38
5.3 PAPEL DOS FUNGOS DECOMPOSITORES NOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS (APÊNDICE H).....	39
5.4 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: PAPEL DOS FUNGOS NA PRODUÇÃO DO PÃO CASEIRO (APÊNDICE F)	40
5.5 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: MICRORGANISMOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: IOGURTE CASEIRO. (APÊNDICE G).....	50
6 PRODUTO DA PESQUISA	65
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICES	71
APÊNDICE A – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	71
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	73
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS	75
APÊNDICE D – SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 1	77
APÊNDICE E – SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 2	82
APÊNDICE F – SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 3.....	89
APÊNDICE G – SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 4.....	94
APÊNDICE H – SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 5	100
APÊNDICE I – MODELO DE RELATÓRIO.....	104
ANEXO.....	106
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	106

1 INTRODUÇÃO

A grande maioria dos estudantes, ao chegarem no ensino médio, apresentam dificuldades em compreender a função dos microrganismos no nosso cotidiano. Isso se justifica devido ao fato que, durante os anos iniciais e finais do ensino fundamental, há destaque para os aspectos negativos dos microrganismos, enfatizando as doenças causadas pelos mesmos, assim como sintomas e medidas profiláticas. Por mais que os livros didáticos geralmente enfatizem questões vestibulares e apesar dos malefícios dos microrganismos, é importante compreender a função destes para a sociedade e planeta, visto que eles estão por toda parte, vivendo dentro do corpo dos seres vivos ou associados a eles.

O tema microbiologia por diversas vezes é apresentado de forma expositiva aos estudantes, levando os mesmos a decorar em termos e assimilar conhecimentos de algo que não vê. Por esse motivo, desenvolver atividades que condizem com a realidade deles, pode tornar o estudo da microbiologia mais fácil de ser compreendido e prazeroso, uma vez que os estudantes já vivenciam processos no qual os microrganismos participam, mas dependem de uma direção para relacioná-los.

Assim, a microbiologia merece atenção, pois é fundamental para que os estudantes possam compreender, construir e assimilar quem são e como vivem os microrganismos, compreendendo melhor a sua importância, relacionando-os a hábitos de higiene pessoal, à saúde e ao meio ambiente (Cassanti; Andrade; Alves, 2008; Gitti; Oliveira; Ferreira, 2014; Kimura *et al.*, 2013; Madigan *et al.*, 2016; Santos; Costa, 2012; Tortora; Funke; Case, 2017).

Para Tortora, Funke e Case (2017), a microbiologia é uma ciência voltada para o estudo de microrganismos, sendo a área da biologia que estuda os papéis que seres microscópicos desempenham de maneira fundamental em nossas vidas, na vida de outros seres vivos e em relação ao meio ambiente

Dentro dos campos de estudo da Biologia, a área da Microbiologia tem destaque na atualidade, devido às inúmeras contribuições em benefício da humanidade, seja na área da saúde, na agricultura, na indústria, no meio ambiente ou na biotecnologia (Cândido *et al.*, 2015). Existem inúmeros microrganismos que estabelecem relações benéficas com o corpo humano, por exemplo, a microbiota, que consiste em um conjunto de variados microrganismos presentes no corpo humano, contribuindo para a digestão de alimentos, produção de vitaminas e proteção contra patógenos (Ceribeli *et al.*, 2017). Além disso, pode-se observar no cotidiano importantes funções realizadas no meio ambiente por meio da ação dos microrganismos, como: processo de decomposição, reciclagem de elementos químicos

(carbono, nitrogênio, enxofre, fósforo e outros), tratamento de esgoto e também produção de alimentos (Tortora; Funke; Case, 2017).

Portanto, é visível a necessidade de utilizar metodologias de ensino por investigação que além de proporcionar melhorias no ensino de microbiologia, despertem nos estudantes o interesse pelas aulas de biologia, fazendo-os compreender que os microrganismos, apesar de invisíveis aos nossos olhos, são de grande importância ao ser humano e à manutenção do equilíbrio do planeta.

Nesta perspectiva, as atividades apresentadas neste trabalho de conclusão de mestrado visam melhorar a qualidade no ensino de microbiologia para estudantes do 1º ano do Ensino Médio através de sequências de ensino investigativas sobre a função de bactérias e fungos no nosso cotidiano.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Aproximar conteúdos científicos ao cotidiano dos estudantes ainda é um desafio no ensino de biologia, principalmente quando envolve seres microscópicos, como fungos e bactérias. Nesse sentido, o ensino por investigação tem por objetivo estimular a curiosidade dos estudantes, de forma que estes se tornem protagonistas e críticos na construção do seu conhecimento.

Dentre os temas fundamentados neste referencial teórico, destaca-se “o ensino por investigação nas aulas de biologia” e a “função de bactérias e fungos na sociedade”. Esses microrganismos quase sempre estão associados a doenças e malefícios ao ser humano. No entanto, existem espécies capazes de realizar processos essenciais para a sociedade e planeta, como produção de alimentos e participação em ciclos na natureza. Além disso, o ensino por investigação, pode ampliar as oportunidades dos estudantes obterem conhecimentos em diferentes etapas.

2.1 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NAS AULAS DE BIOLOGIA

De acordo com Carvalho (2018), o ensino por investigação pode ser definido como o ensino de conteúdos curriculares onde o professor estrutura sua sala de aula para que os alunos possam ter oportunidade de pensar, organizar o seu conhecimento por meio da fala, ler e descrever algo. Nesse contexto, é importante observar a organização do conhecimento, como as justificativas e saberes se constroem e se os alunos se posicionam de forma crítica diante do que foi lido, demonstrando, através da escrita, autenticidade e precisão nas ideias expostas. Para a autora, “[...] quando avaliamos o ensino que propomos, não buscamos verificar somente se os alunos aprenderam conteúdos programáticos, mas se eles sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre esse conteúdo” (Carvalho, 2018, p. 766).

Carvalho (2013) esclarece que dois elementos transformaram a transmissão de conhecimento, sendo um deles o aumento da produção deste, onde se valoriza a qualidade do conhecimento e os trabalhos de epistemólogos e psicólogos que comprovaram como o mesmo foi construído. Nesse sentido, ao analisar as concepções de Piaget e Vigotsky, Carvalho (2013) avalia que suas pesquisas influenciaram as aulas de ciências no dia a dia, e ambos apresentaram pensamentos diferentes sobre como crianças e jovens constroem os seus conhecimentos. No entanto, pesquisas mostraram que, quando aplicadas, estas teorias se complementam.

Piaget (1974 *apud* Carvalho, 2013) acredita que o conhecimento científico é

construído a partir de dados empíricos. Ao trazer um problema para o início da construção do conhecimento, os alunos terão oportunidade de raciocínio e construção do seu saber, sendo o professor, neste caso, apenas orientador das reflexões. As atividades que envolvem um problema precisam incluir um experimento, um jogo ou um texto em que o aluno desenvolva habilidades para resolvê-lo. Nesse momento, erros podem acontecer, no entanto, é preciso dar tempo ao aluno para refazer sua pergunta, pensar e construir seu raciocínio (Carvalho, 2013).

Vigotsky (1984 *apud* Carvalho, 2013) desenvolveu seus trabalhos baseando-se em dois temas importantes: evidenciar que as habilidades cognitivas de um indivíduo surgem de interações sociais e mostrar que dinâmicas sociais e psicológicas humanas constroem-se por meio de ferramentas, o que permite a interação das pessoas entre si e entre esta e o mundo físico.

Segundo Carvalho (2018), o grau de liberdade intelectual aluno/professor pode variar levemente de 1 a 5, se as atividades forem através de experimentos, por resolução de problemas ou quando se trabalha textos para os alunos lerem e analisarem. No grau 1 é possível verificar que, desde o problema até as conclusões, o professor é atuante e o aluno apenas segue os comandos. O grau 2, 3 e 4 é onde espera-se que os alunos cheguem, avançando e sendo protagonistas em cada etapa. Já o grau 5 ocorre quando os alunos estão em um nível mais avançado de conhecimento e podem propor o problema e participar de forma ativa em todas as etapas. No entanto, atingir esse nível é raro, mas pode acontecer em casos como em Feira de Ciências. É importante, também, compreender que há uma diferença entre os problemas propostos. Vale ressaltar que um bom problema é aquele que traz a parte diretiva para o aluno, dando oportunidade a este de resolver e explicar algo, elaborar hipóteses, assim como suas variáveis, relacionar o que aprendeu com o seu cotidiano e utilizar o aprendizado em outras disciplinas escolares.

Dessa forma, uma Sequência de Ensino Investigativa trata-se de uma proposta didática cuja finalidade é desenvolver conteúdos ou temas científicos. Sendo assim, pode-se usar diferentes ferramentas para trabalhar uma Sequência de Ensino Investigativa, desde que ocorra atenção do professor com o grau de liberdade intelectual que será dado ao aluno, bem como com a elaboração do problema. Para que o aluno desenvolva o raciocínio, ele precisará de um problema e, tendo liberdade intelectual, será capaz de, sem medo, expor suas ideias e argumentos. Por isso, é de extrema importância que o professor crie condições na sala de aula para que o aluno seja protagonista, interaja com o meio onde está inserido e construa os seus conhecimentos (Carvalho, 2018).

Conforme define Zabala (1998), Sequência Didática (SD) é uma associação de

atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para atingir objetivos educacionais reais. A utilização de sequências didáticas pelos professores facilita a exposição de conteúdos científicos complexos aos discentes (Silva; Bejarano, 2013). De acordo com Zabala (1998), as relações estabelecidas em uma SD devem favorecer a aprendizagem dos estudantes através da proposição de atividades, podendo ser utilizada como metodologia diferenciada para melhorar a compreensão dos conteúdos, estimulando e motivando os estudantes de forma desafiadora. Quanto a essa definição, é possível que sejam realizadas comparações com o plano de aula, no entanto, uma SD é mais ampla, podendo contemplar diversas estratégias de ensino e aprendizagem, envolvendo atividades diversas com objetivos definidos, não havendo regras que determinem número específico de aulas, apresentando aspecto flexível, exigindo-se que haja um bom planejamento em cada etapa (Castellar, 2016).

Faz-se cada vez mais necessário ao ensino de ciências a participação ativa dos estudantes, com a utilização dos seus conhecimentos prévios e suas experiências cotidianas, promovendo-se um estudo através de descobertas, raciocínio próprio e formação de juízo sobre os fenômenos estudados (Sasseron, 2018). Segundo Moreira (2011, p. 7), “deixar os alunos falarem implica usar estratégias nas quais possam discutir, negociar significados entre si, apresentar oralmente ao grande grupo o produto de suas atividades colaborativas, receber e fazer críticas”. Esta abordagem pressupõe que o estudante fale, argumente e participe ativamente da construção do conhecimento (Moreira, 2011).

À luz das concepções de Libâneo (2017, p. 86):

A tarefa principal do professor é garantir a unidade didática entre ensino e aprendizagem, por meio do processo de ensino. Ensino e aprendizagem são duas facetas de um mesmo processo. O professor planeja, dirige e controla o processo de ensino, tendo em vista estimular e suscitar a atividade própria dos alunos para a aprendizagem.

Ainda, conforme Soares (2020, p. 72):

A essência das metodologias ativas diz respeito ao protagonismo dos alunos, à escola participativa e colaborativa, em que se manifestam as condições para que este se desenvolva de forma integral. É oferecer-lhes as problemáticas e os contextos para que, agindo sobre a realidade e em busca de soluções, aprendam a pesquisar, comparar, debater, elaborar, prototipar, utilizando-se ou não de tecnologia.

Nessa perspectiva, por meio das metodologias ativas, espera-se que o estudante não seja tratado como um mero receptor de informações, tornando-se o agente principal de sua própria aprendizagem. Ainda, é importante que a escola reconheça o seu papel de formar

sujeitos críticos, capazes de intervir na realidade em que vivem, criando condições para que a construção do conhecimento ocorra de forma completa, considerando não só o aspecto intelectual, mas emocional e social.

2.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Segundo Sasseron e Carvalho (2008), a partir de pontos de vista de diferentes pesquisadores, a alfabetização científica está estruturada em três pontos importantes: (i) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; (ii) compreensão da natureza da Ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e (iii) entendimento das relações existentes entre Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Conforme Sasseron e Carvalho (2008), para se alcançar os objetivos da alfabetização científica, é preciso considerar essas importantes dimensões da ciência. A partir de dados da literatura, as autoras elaboraram os indicadores de alfabetização científica para analisar sequências didáticas, que mostram as reações e atitudes dos estudantes diante de um problema de investigação e as diferentes habilidades desenvolvidas por eles durante a aplicação de sequências.

Para Sasseron e Carvalho (2008), os indicadores são organizados em três grupos, sendo um associado ao trabalho com os dados de uma investigação (organizar, classificar e seriar os dados de pesquisa); outro relacionado às dimensões da estruturação do pensamento (raciocínio lógico e raciocínio proporcional); e o último referente à compreensão da situação analisada (levantamento de hipótese, teste de hipótese, justificativa, previsão, explicação).

“A Alfabetização Científica revela-se como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitem ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento” (Sasseron, 2015, p. 56).

Portanto, para se alcançar os objetivos da Ciência com a alfabetização científica é preciso propiciar vivências aos estudantes de fenômenos. “É necessário que haja uma introdução na forma como esses modelos são construídos e no modo particular de representar o mundo típico da Ciência” (Carvalho, 2013, p. 131-132).

2.3 FUNÇÃO DAS BACTÉRIAS E FUNGOS NA SOCIEDADE

De acordo com a classificação proposta por Carl. R. Woese em 1978, existem três Domínios, sendo o *Eukarya*, *Bacteria* e *Archaea*. “O Domínio *Bacteria* inclui todos os

procariotos patogênicos, bem como muitos dos procariotos não patogênicos encontrados no solo e na água. Os procariotos fotoautotróficos também estão nesse domínio” (Tortora; Funke; Case, 2017, p. 265).

Para Tortora, Funke e Case (2017), alguns gêneros de bactérias são de extrema importância para o ambiente e o ser humano. O gênero *Azospirillum*, por exemplo, vive em associação com raízes de gramíneas tropicais e fixa nitrogênio atmosférico. O mesmo podemos dizer sobre os gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, que são de grande importância para a agricultura, pois mantêm relações de simbiose com leguminosas. Já as bactérias dos gêneros *Acetobacter* e *Gluconobacter* conseguem converter etanol em ácido acético. Outras como a *Caulobacter* são encontradas em ambientes aquáticos e apresentam especializações que aumentam a absorção de nutrientes. Os gêneros *Nitrobacter* e *Nitrosomonas* contêm bactérias nitrificantes que participam do ciclo do nitrogênio convertendo amônia em nitrito, e este em nitrato, um composto que circula no solo, deixando-o fértil e que pode ser absorvido por plantas. As espécies de *Acidithiobacillus* são capazes de obter energia a partir da oxidação do enxofre, participando do ciclo deste. Tão importante quanto as demais, podemos citar as cianobactérias, antigamente denominadas “algas azuis”, que desempenham importantes funções na produção de gás oxigênio por fotossíntese, além de atuar na fixação do nitrogênio. O gênero *Bacillus* inclui bactérias típicas do solo, que formam endósporos, com poucos representantes patogênicos e importantes para medicina, devido a sua propriedade de produzir antibióticos.

De acordo com Tortora, Funke e Case (2017, p. 310), na ordem *Lactobacillales*, encontramos vários gêneros importantes para a indústria, com representantes anaeróbios, como os lactobacilos. Essas bactérias “são utilizados comercialmente na produção de chucrute, pickles, leiteinho e iogurte. Em geral, uma sucessão de lactobacilos, cada um mais tolerante a ácidos que seu predecessor, participa nas fermentações do ácido láctico”.

Conforme os autores supracitados, os fungos, pertencentes ao Domínio *Eukarya*, são quimio-heterotróficos, adquirindo alimentos por absorção, sendo em sua maioria multicelulares. Há ainda, os fungos que degradam matéria orgânica para obter energia e geralmente se desenvolvem em ambientes úmidos e ácidos, com pH em torno de 5. Existem representantes de fungos filamentosos que são aeróbios e leveduras, fungos unicelulares que são anaeróbias facultativas, ou seja, que podem sobreviver em diferentes taxas de oxigenação (Tortora; Funke; Case, 2017).

Diversas espécies de fungos têm importância econômica, tanto na biotecnologia como na indústria e agricultura. Entre eles, podemos citar o *Aspergillus niger*, “utilizado na

produção de ácido cítrico para alimentos e bebidas desde 1914. A levedura *Saccharomyces cerevisiae*, é utilizada na produção de pão e vinho”. Essa última também foi modificada em laboratório para produzir proteínas, como as da vacina para hepatite B. Há Ainda fungos como o *Entomophaga* usado como controle biológico na proliferação de pragas. Além disso, os líquens, associações mutualísticas entre fungos e algas, representam importantes formas de colonização de novos ambientes, uma vez que suportam as condições inóspitas de solos e rochas (Tortora; Funke; Case, 2017, p. 330-331).

Em vista do exposto, é possível afirmar que, mesmo sem perceber, no nosso cotidiano, os fungos e bactérias desempenham papéis extremamente importantes, não sendo apenas causadores de doenças. Esses microrganismos, como foram apresentados, são primordiais para a produção de muitos alimentos que consumimos, como pães, queijos e iogurtes, assegurando, também, o crescimento de plantas, por exemplo. Além disso, contribuem para a biodegradação de resíduos, favorecendo o meio ambiente, dentre tantas outras funções.

Assim, não se deve reduzir, no ensino de microbiologia, a função dos fungos e bactérias a causadores de doenças, sendo importante adotar metodologias que contribuam para que os alunos compreendam a complexidade dos ecossistemas que nos sustentam, assimilando os conteúdos de forma significativa.

3 OBJETIVOS

Os objetivos da pesquisa foram divididos em geral e específicos.

3.1 OBJETIVO GERAL

- Promover melhoria do ensino de microbiologia para estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual Dr. José Augusto, de Entre Folhas, MG, a partir de sequências de ensino investigativa sobre a função das bactérias e fungos no nosso cotidiano.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar sequências didáticas sobre microbiologia, baseando-se no ensino por investigação;
- Aplicar em uma turma do 1º ano do ensino médio regular duas sequências de ensino investigativas sobre microbiologia, tratando as ações desempenhadas pelos microrganismos;
- Avaliar o processo de ensino aprendizagem através da metodologia de ensino por investigação;
- Confeccionar um e-book com cinco sequências de ensino por investigação sobre a função de bactérias e fungos no planeta.

4 METODOLOGIA

4.1 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Escola Estadual Doutor José Augusto, localizada na rua Joaquim Franco, nº 47, centro de Entre Folhas-MG.

A escola possui um bom espaço físico e está bem localizada. Há dois pátios grandes, quadra poliesportiva com arquibancadas cobertas, biblioteca organizada e espaçosa, refeitório e cozinha amplos, sala de multimídia e informática, laboratório de ciências, sala de módulo e de recursos e cerca de 13 salas de aula. Além disso, existem banheiros no primeiro e segundo andar, além de salas destinadas à direção, secretaria e supervisão.

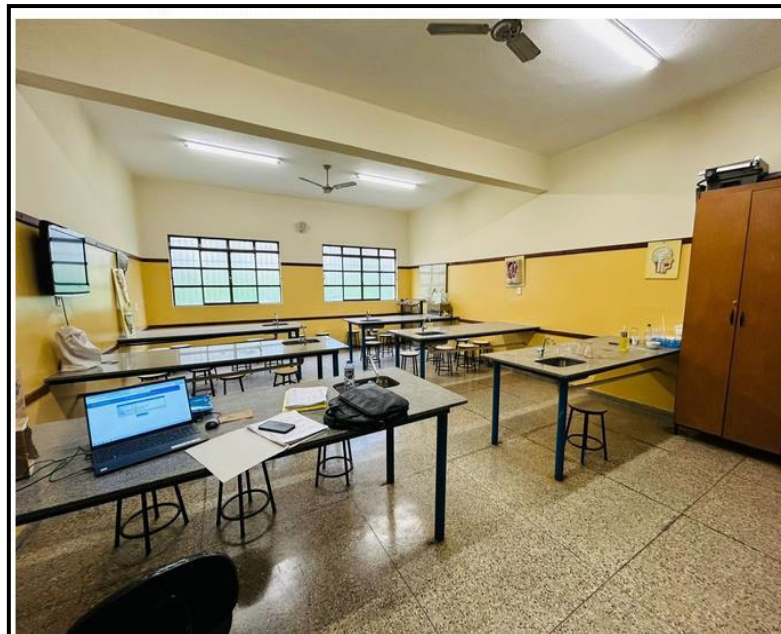
Atualmente, a escola atende um total de 524 alunos, sendo 295 do Ensino Fundamental e 229 do Ensino Médio. No turno matutino se concentram principalmente alunos do Ensino Fundamental da zona rural e alunos do novo Ensino Médio, do 1º ao 3º ano. Sendo que estes últimos, possuem aulas no “extraturno”, às terças-feiras. No turno vespertino estudam, em sua maioria, alunos do Ensino Fundamental da zona urbana.

Figura 1 - Escola Estadual Doutor José Augusto de Entre Folhas, Minas Gerais onde a pesquisa foi desenvolvida



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 2 - Laboratório de Biologia/Química da Escola Estadual Doutor José Augusto onde os grupos de estudantes realizaram algumas etapas das Sequências de Ensino Investigativas (SEIs)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

4.2 PÚBLICO-ALVO

A pesquisa foi realizada em fevereiro de 2025, com estudantes do 1º ano regular do ensino médio, com idade entre 15 e 17 anos, da Escola Estadual Dr. José Augusto, do município de Entre Folhas-MG. O estudo foi realizado apenas com os estudantes que concordaram em participar da pesquisa e foram autorizados por seus pais ou responsáveis (menores de 18 anos) por meio da entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido devidamente assinado. A escolha da turma como população amostra se deve ao fato de os estudantes serem assíduos, participativos, mas apresentarem níveis diferentes na aprendizagem. Além disso, é a única turma de 1º ano na qual leciono tanto o conteúdo de biologia quanto de Projeto de Vida. Para realização da pesquisa, foram utilizadas três aulas de biologia e duas aulas de Projeto de Vida, que é uma disciplina de itinerário formativo ministrada no turno vespertino.

No total, 26 estudantes participaram da pesquisa, sendo 9 do sexo masculino e 17 do sexo feminino. Durante a realização das atividades das sequências de ensino investigativas, não houve prejuízo pedagógico para os estudantes, devido ao fato de o conteúdo fazer parte do currículo.

4.3 METODOLOGIAS PROPOSTAS PARA AS CINCO SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS ELABORADAS

Foram elaboradas cinco sequências de ensino investigativas (APÊNDICES E, F, G, H I). Porém, neste projeto de pesquisa consta os resultados e discussão da aplicação de apenas duas (APÊNDICE F e G). Todas as Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) elaboradas estão em anexo na dissertação e no e-book produzido. As sequências de ensino possuem a mesma estrutura e organização em etapas e se referem as funções que bactérias e fungos exercem no nosso cotidiano.

Cada Sequência de Ensino Investigativa (SEI) foi estruturada a partir da definição de um título, dos temas a serem desenvolvidos e de seus respectivos objetivos, habilidades e competências, em conformidade com o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG). Além disso, foram estabelecidos a forma de organização da turma e o tempo destinado à execução das atividades.

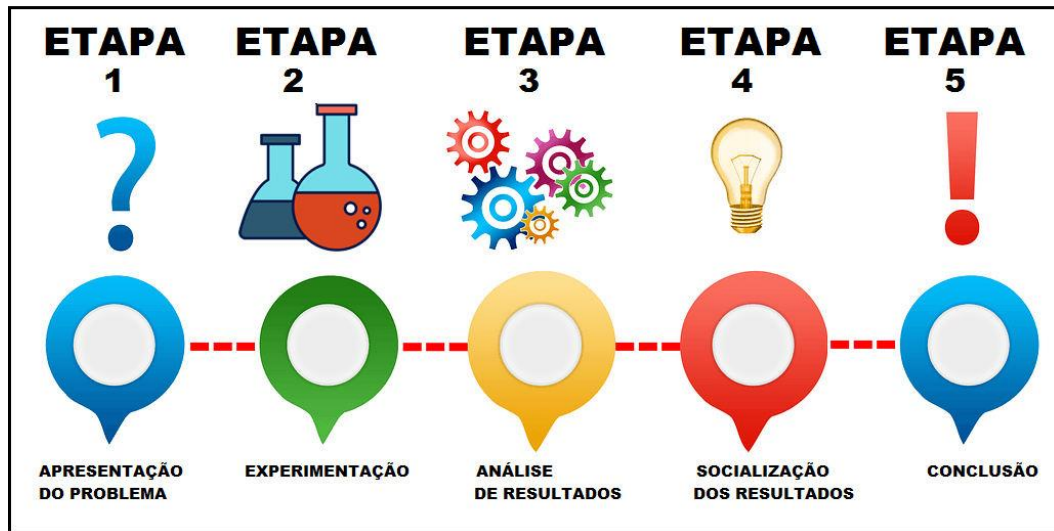
Figura 3 - Tópicos estruturantes das Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) elaboradas



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

As Sequências de Ensino Investigativas foram organizadas em cinco etapas. Sugere-se utilizar de quatro a cinco aulas para aplicação de cada SEI, sendo esta quantidade variável, dependendo da sequência de ensino investigativa e da duração de cada etapa na turma escolhida.

Figura 4 - Descrição das cinco etapas das Sequências de Ensino Investigativas elaboradas (SEIs)



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

As sugestões em cada etapa das SEIs foram as seguintes:

- ✓ **Primeira etapa:** apresentação do problema. Os estudantes, em grupos, através de imagens, leitura de artigos e notícias, observações de amostras de alimentos, perguntas provocadoras e *brainstorming*¹, devem elaborar hipóteses investigativas, anotando-as. O objetivo desta etapa é que estudantes desenvolvam hipóteses investigativas em grupos, para que, no decorrer das demais etapas da sequência de ensino investigativa, possam elaborar estratégias para comprová-las ou refutá-las;
- ✓ **Segunda etapa:** experimentação. Os grupos de estudantes, por meio de atividades práticas, aula de campo e observações, devem testar suas hipóteses. Nesta etapa, de acordo com cada sequência de ensino investigativa, os estudantes destacam o tema principal da notícia e do artigo, elaboram síntese, fazem observações e anotam-nas, durante visitas às propriedades rurais onde se encontram ativos biodigestores. Ainda, produzem, mediante receita e orientação da professora, pão caseiro, iogurte, e fotografam fungos, podendo observar os mesmos no laboratório da UFJF/GV. Essa etapa permite o desenvolvimento de habilidades cognitivas, promovendo o protagonismo e a promoção do conhecimento;
- ✓ **Terceira etapa:** análise de resultados. Os estudantes, em grupos, discutem os

¹ Trata-se de uma técnica na qual um grupo produz um grande número de ideias de forma criativa, propondo soluções para um problema específico, de modo que haja associação de pensamentos e encorajamento quanto à reflexão sobre o tema e proposição de alternativas por parte de todos os envolvidos.

resultados dos experimentos e comprovam, ou não, as hipóteses levantadas na etapa 1. Além disso, de acordo com cada SEI, os grupos constroem mapas mentais, glossários, trocam experiências com outros grupos e discutem os resultados dos experimentos, onde comprovaram ou refutaram hipóteses investigativas elaboradas na primeira etapa, consolidando-as. Neste momento, os estudantes podem organizar os conhecimentos por meio de anotações, chegando ao fim dessa etapa com mapas mentais prontos para serem apresentados;

- ✓ **Quarta etapa:** socialização dos resultados. Cada grupo de estudantes, de forma respeitosa, argumentam sobre suas anotações e ouvem os demais. Nesta etapa, de acordo com cada SEI, foi sugerida a apresentação dos mapas mentais dos grupos por meio de seminários com as principais discussões e resultados. Os estudantes apresentam o que construíram e observaram, juntamente com os demais integrantes do grupo, protagonizando e despertando outros conhecimentos e ideias em relação ao assunto abordado;
- ✓ **Quinta etapa:** conclusão. Neste momento, deve ocorrer a sistematização do assunto por meio da elaboração de um relatório individual estruturado pela pesquisadora (APÊNDICE J). Este relatório deve conter o título da sequência de ensino investigativa, identificação do autor, temas abordados, objetivos, desenvolvimento/metodologia, resultados, reflexão crítica e conclusão. Os estudantes devem argumentar de forma crítica, ocorrendo a participação ativa dos mesmos, verificando-se por meio deste se ocorreu aprendizado forma significativa.

4.4 DETALHAMENTO DA APLICAÇÃO DAS SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS

Primeiramente, foi apresentado aos estudantes o projeto intitulado “Sequências de ensino investigativas sobre a função dos microrganismos no nosso cotidiano”, para que os mesmos conhecessem a importância do tema e participação nas etapas. Esse momento, que não entrou na contagem de aulas para a sequência didática, foi destinado também à assinatura e esclarecimentos sobre os documentos necessários para que os alunos menores de 18 anos participassem da proposta. As sequências de ensino investigativas aplicadas para os estudantes do 1º ano do ensino médio foram, “Papel dos fungos na produção do pão caseiro” (APÊNDICE F) e “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro” (APÊNDICE G).

Foram utilizadas cinco aulas para aplicar cada Sequência de Ensino Investigativa (SEI), sendo três da disciplina de biologia e duas do itinerário formativo “Projeto de vida”. A importância de executar as sequências de ensino investigativas de maneira interdisciplinar foi para otimizar o tempo, tendo em vista a ocorrência de apenas duas aulas semanais de biologia.

Figura 5 - Assinatura de documentos, apresentação e explicação sobre a participação nas etapas do projeto de pesquisa “Sequências de ensino investigativas sobre a função dos microrganismos no nosso cotidiano”



Fonte: Elaborado pela autora 2025.

4.4.1 Material e Métodos da sequência de ensino investigativa: Papel dos fungos na produção do pão caseiro (APÊNDICE F)

4.4.1.1 Apresentação do problema – 1 Aula

Foram dadas orientações sobre o tema da sequência de ensino investigativa e apresentadas medidas de biossegurança. Ainda, ocorreu a divisão dos estudantes em grupos e a apresentação do problema.

Diante do problema apresentado, “Microrganismos presentes no fermento são utilizados na produção do pão”, cada grupo de estudantes elaboraram hipóteses investigativas para testá-las na etapa seguinte. Além disso, os grupos, no laboratório, receberam a proposta para a atividade, assim como os materiais (vidrarias, fermento químico e biológico), folhas de papel sulfite, etc. Diante das perguntas norteadoras, os estudantes fizeram anotações em forma

de tabela na folha que foi distribuída. As perguntas norteadoras foram: **Existem diferenças entre estes produtos? Com qual finalidade são utilizados?**

Na folha, em forma de tabela, os estudantes realizaram anotações sobre os tipos de fermento, respondendo às perguntas norteadoras. Além disso, acrescentaram informações voltadas ao ambiente em que deveriam ser armazenados os fermentos, temperatura adequada para atuar, dados das embalagens, etc.

4.4.1.2 Experimentação – 1 Aula

Após relembrar as medidas de biossegurança, cada grupo se posicionou em uma bancada, recebeu toucas e luvas, além do roteiro com as atividades da segunda etapa. Neste momento eles iniciaram o teste de hipóteses, iniciando o experimento. Após observarem a receita para produzir o pão caseiro, os estudantes iniciaram a proposta, analisando de forma cuidadosa os ingredientes, as suas respectivas quantidades, utilizando um recipiente para misturá-los. Enquanto esperavam a massa descansar, voltaram à tabela inicial e realizaram anotações, respondendo às provocações pedagógicas. Além disso, foram lançados aos estudantes os seguintes questionamentos: **Qual a importância do açúcar na produção do pão? Se a água estivesse fria, você acha que o resultado seria o mesmo? Ao deixar a massa descansar por alguns minutos, o que acontece? Por que essa etapa é importante? Se caso não utilizasse o fermento, o resultado seria o mesmo?**

4.4.1.3 Análise de resultados – 1 Aula

Em grupo, os estudantes discutiram sobre os aspectos da massa antes e após o descanso, fizeram anotações na tabela e compararam o que foi observado nas etapas 1 e 2. Além disso, nesta etapa deveriam comprovar ou refutar suas hipóteses. Os grupos de estudantes também elaboraram um mapa mental, completando suas anotações com pesquisas realizadas em sites confiáveis. Cada grupo, diante de suas anotações e pesquisas, constrói mapas mentais e slides com anotações que julgaram importantes em cada etapa.

A professora, enquanto mediadora do conhecimento, instigou os estudantes com os seguintes questionamentos a serem respondidos: **Qual aspecto a massa apresentava antes e depois do descanso? Você acha que houve participação de algum ser vivo? Por que foi necessário esperar alguns minutos após misturar os ingredientes? Qual reação química ocorreu? Foi produzido alguma substância nova?**

4.4.1.4 Socialização dos resultados – 1 Aula

Nessa etapa ocorreu a apresentação do seminário por cada grupo. As apresentações aconteceram mediante o tempo estipulado pela professora. Coube a cada grupo ser colaborativo e respeitoso para ouvir os demais colegas de sala, de modo que os estudantes participaram com perguntas e sugestões.

4.4.1.5 Conclusão – 1 Aula

Logo após as apresentações, cada estudante elaborou um relatório, que foi entregue à professora e analisado nesta pesquisa. Nesta etapa, três alunos, apesar de terem participado de todas as etapas anteriores, não quiseram elaborar o relatório, sendo automaticamente excluídos do estudo.

Para análise da professora, os estudantes deveriam elaborar o relatório individualmente na sala de aula. O modelo proposto foi simples, elaborado pela professora responsável pela pesquisa, contribuindo para que o estudante não precisasse de nenhuma fonte de consulta para elaboração. Em cada relatório o aluno deveria colocar o título da sequência de ensino investigativa, autor, temas abordados, objetivos, metodologia/desenvolvimento (etapas), resultados, reflexão crítica e conclusão.

4.4.2 Material e Métodos da sequência de ensino investigativa: Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro (APÊNDICE G)

4.4.2.1 Apresentação do problema – 1 Aula

Novamente, os estudantes foram orientados sobre o tema da sequência de ensino investigativa, reforçando-se as medidas de biossegurança no laboratório. Ainda, ocorreu a divisão dos estudantes em grupos, seguindo a mesma organização na sequência didática anterior e a apresentação do problema aos mesmos.

Diante do problema apresentado, “Existem microrganismos bons que transformam certas substâncias em outras e produzem alimentos, como o iogurte”, os grupos de estudantes elaboraram hipóteses investigativas para testá-las na etapa seguinte, através do experimento no qual produziram o iogurte caseiro.

A partir de ideias dos estudantes sobre alimentos produzidos com microrganismos e sua participação em vários processos do nosso cotidiano, os alunos montaram no quadro da sala de aula um *brainstorming*. A chuva de ideias foi espontânea, de modo que a professora

também norteou com perguntas provocantes. Para executar esta etapa, os estudantes usaram o roteiro previamente elaborado pela professora, além dos alimentos expostos, folhas de papel em branco e materiais didáticos. Os estudantes também observaram alimentos expostos pela professora, embalagens, e até mesmo aqueles citados no quadro, indicando se houve participação de microrganismo, qual tipo, se fungo ou bactéria, e qual processo químico possibilitou a sua produção. Logo após, diante das perguntas norteadoras, os grupos de estudantes responderam-nas. **Quais microrganismos são utilizados na fabricação de cada alimento? Cite o alimento e relacione a ele o tipo de microrganismo. Qual processo químico ocorreu para sua produção? Como os microrganismos, seres vivos microscópicos relacionados na maioria das vezes às doenças, transformam substâncias presentes nos ambientes em alimentos que são comuns no nosso cotidiano? Realizam alguma transformação química? Qual?**

4.4.2.2 Experimentação – 1 Aula

No laboratório da escola, ciente das medidas de biossegurança, usando luvas, toucas e calçados fechados, além dos materiais didáticos necessários, cada grupo de estudantes foi posicionado na bancada e iniciou o experimento proposto na sequência de ensino investigativa. Neste momento, espera-se que os grupos de estudantes testem suas hipóteses elaboradas anteriormente. Para isso, seguindo as orientações da receita, disponíveis no roteiro preparado pela professora, com cuidado e organização, os estudantes produziram o iogurte caseiro. Nesse momento, mediram com um termômetro químico/culinário a temperatura do leite previamente aquecido, anotaram e misturaram o iogurte natural, mexendo-o levemente. Com atenção, analisaram os ingredientes usados, datas de validade, componentes e avaliaram possíveis modificações na estrutura da atividade proposta. Por fim, cada grupo etiquetou o recipiente no qual realizou a mistura dos ingredientes, tampando-o com um pano para que descansasse até o dia seguinte. Posteriormente, os grupos, ainda no laboratório, responderam às questões norteadoras e anotou-as. **Se o leite estivesse frio, o resultado seria o mesmo? Qual fator você avalia como necessário para o iogurte dá certo? O que se espera que aconteça após o tempo de descanso do leite? Qual tipo de microrganismo atua na produção do iogurte? Que tipo de reação química ocorre e como ocorre?**

4.4.2.3 Análise de resultados – 1 Aula

Cada grupo de estudantes, após esperar o tempo necessário para a produção do iogurte, analisou o seu aspecto e discutiram os resultados obtidos. Nesse momento, eles

devem comprovar ou refutar suas hipóteses. Logo após, discutiram, resolveram as questões norteadoras e elaboraram um mapa mental com as principais anotações das etapas anteriores, os resultados obtidos, as pesquisas desenvolvidas e o tema principal da sequência de ensino investigativa. Os grupos realizaram pesquisas em sites de confiança e livros para elaborar os mapas mentais, socializando-as, posteriormente, com os demais grupos.

As questões norteadoras abordadas foram as seguintes: **Qual o aspecto, cheiro e até mesmo gosto foi observado? Por que aconteceu? Quais características o leite apresentava antes do processo? Com relação à produção do iogurte, algo inesperado aconteceu? Por quê? Conclusão.**

4.4.2.4 Socialização dos resultados – 1 Aula

Cada grupo de estudantes após responderem às perguntas norteadoras para aprimoramento dos conhecimentos adquiridos, apresentaram em forma de seminário os mapas mentais na sala de aula. Nesse momento, os estudantes se mostraram colaborativos com os demais grupos, sabendo ouvir de maneira respeitosa, além de contribuírem com informações que obtiveram.

Nesta etapa, foram propostas as seguintes questões para aprimoramento de conhecimentos: **Microrganismos utilizados na produção do iogurte. Nomes científicos que aparecem geralmente nas embalagens. Reação química que esses microrganismos realizam para produção do iogurte. Como ocorre a reação química? Importância. O que são probióticos?**

4.4.2.5 Conclusão – 1 Aula

Logo após as apresentações, cada estudante elaborou um relatório, que foi entregue à professora e analisado nesta pesquisa. Nesta etapa, dois estudantes faltaram no dia da elaboração, sendo excluídos da análise, devido ao não cumprimento de uma das etapas necessárias.

A elaboração deste relatório seguiu as mesmas orientações do proposto na sequência de ensino investigativa anterior, devendo conter título da SEI, autor, temas abordados, objetivos, metodologia/desenvolvimento, resultados, reflexão crítica e conclusão.

4.5 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

A pesquisa realizada foi de natureza exploratória, envolvendo levantamento

bibliográfico. Os dados foram analisados de forma qualitativa, de acordo com os índices de Sasseron.

As duas sequências de ensino investigativas foram avaliadas no decorrer de cada etapa através de observações realizadas pela professora, participação ativa, resolução de questões e escrita assertiva, elaboração de hipóteses investigativas, trabalho colaborativo, protagonismo, capacidade de pesquisa e transmissão de informações e reflexão crítica. Com relação a este último eixo, o objetivo foi que o estudante se posicionasse em cada sequência de ensino investigativa através de um relatório produzido por ele, apontando pontos fortes e fracos da proposta, o que o surpreendeu ou achou interessante, e o que poderia ter feito diferente. Ainda em cada etapa da sequência de ensino investigativa, os estudantes foram avaliados em grupo ou de forma individual com base nos Indicadores de Alfabetização Científica (AC) de Sasseron (2008). Os indicadores necessários para a alfabetização científica (AC) estão organizados nos três eixos estruturantes, sendo eles: *compreensão básica de termos e conhecimentos e conceitos científicos fundamentais (indicadores de organização e classificação de informações)*; *compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática (indicadores de raciocínio lógico e proporcional)*; *entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente (indicadores de levantamento e teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação)* (Sasseron, 2008, p. 65-68).

4.6 ASPECTOS ÉTICOS E LEGAIS

Esta pesquisa foi desenvolvida após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisas (CEP) com seres humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), cujo projeto foi aprovado em 02 de janeiro de 2025, com o parecer registrado sob o número 7.322.697 (ANEXO A). A pesquisa seguiu a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), que orienta como um estudo pode ser feito de forma ética, ou seja, com segurança e respeito total às pessoas participantes. Mediante essa aprovação pelo Comitê de Ética, o trabalho foi iniciado e desenvolvido de acordo com a metodologia adotada e cumprindo com todos os aspectos éticos, incluindo a autorização da direção escolar locus da pesquisa.

Os estudantes foram convidados e receberam todas as informações necessárias sobre a pesquisa, sendo esclarecido que a participação era voluntária e os mesmos poderiam desistir a qualquer momento, sem punições pela desistência. Para participar da pesquisa, os estudantes receberam os seguintes documentos: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)

(Apêndice A) para assinatura dos alunos menores de dezoito anos, e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndices B e C) para assinatura dos pais ou responsáveis. Além disso, os estudantes foram esclarecidos sobre todas as etapas da pesquisa.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi realizada com 26 estudantes do 1º ano 01 do ensino médio, organizados em cinco grupos.

Os resultados das Sequências de Ensino Investigativas (SEI) elaboradas e aplicadas encontram-se descritas a seguir. Os dados qualitativos das duas sequências aplicadas (APÊNDICE F e G) foram colhidos em cada etapa e analisados de acordo com os indicadores de Sasseron (2008) e encontram-se nos resultados e discussão abaixo.

Vale ressaltar que não houve tempo suficiente para aplicar as demais SEIs, uma vez que o projeto de pesquisa só foi aprovado no início do ano de 2025 e o período para realização e coleta de dados seria curto. Além disso, foram utilizadas cinco aulas para a aplicação das etapas de cada SEI, e ao optar pela realização das demais poderia comprometer outros temas do currículo de Ciências da Natureza que os estudantes necessitam cumprir.

5.1 IMPORTÂNCIA DOS MICRORGANISMOS NA PRODUÇÃO DE GÁS METANO. BIODIGESTORES: O USO DO GÁS METANO COMO FONTE DE ENERGIA LIMPA E SUSTENTÁVEL (APÊNDICE D)

Para elaboração da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) citada acima, primeiramente foi observado o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG). A partir de análise das competências e habilidades deste documento orientador, foi possível observar que atendem melhor aos estudantes do 1º e 3º ano do ensino médio. Diante disso, pensando em uma estratégia de ensino que alcance todos os estudantes, de forma que estes desenvolvam diferentes habilidades cognitivas e ocupem o centro do processo de ensino aprendizagem, foi realizado uma pesquisa sobre qual metodologia usar e como esta ferramenta poderia ser o diferencial em uma sala de aula de uma escola pública, chegando-se ao consenso da metodologia por investigação. Com base nisso, foi traçado um título que abordasse de forma investigativa ciclo biogeoquímico, produção de gás metano nos biodigestores e uso deste como fonte de energia. Observa-se que a partir deste título, diferentes temas podem ser abordados na sala de aula, entre eles metabolismo energético, fermentação e biogás. Dentre os objetivos esperados a partir da realização da SEI, espera-se que os estudantes compreendam a importância das bactérias anaeróbicas na fermentação, assim como os benefícios dessa reação química. Além disso associar o gás metano como um dos gases responsáveis pelo aumento do efeito estufa e entender como a instalação e funcionamento de biodigestores em propriedades

rurais podem amenizar o processo, sendo utilizada como uma fonte de energia limpa que substitui o uso do gás de cozinha, além de permitir o funcionamento de lâmpadas, entre outros. Quanto à organização da turma, observa-se que grupos menores com cerca de 3 a 4 estudantes representa vantagens para compreensão e participação das etapas, mas o professor é livre para organizá-los. É importante se atentar ao número de aulas em cada etapa, uma vez que são poucas aulas de biologia e a aplicação poderá ficar muito extensa. Então recomenda-se o uso de 4 aulas dividida em quatro etapas.

Para a primeira etapa, aos estudantes agrupados, o problema será apresentado através de notícias sobre a COP 27 e o uso de gás metano como fonte de energia limpa e sustentável. Neste momento, diante do problema **“Gás metano e intensificação do efeito estufa, formas de reduzir sua emissão para a atmosfera”**, os estudantes deverão elaborar hipóteses investigativas, além de responder às perguntas norteadoras. Na segunda etapa, os estudantes devem comprovar suas hipóteses através da experimentação. Para isso, sugere-se visita a biodigestores instalados em propriedades rurais e posteriormente a elaboração de relatório. Espera-se que nesta etapa, os estudantes comprovem ou refutem suas hipóteses. Na terceira etapa, análise de resultados, os grupos de estudantes devem analisar os resultados de suas anotações e compará-las com as iniciais. Ainda nesta etapa, os estudantes devem elaborar um mapa mental com as principais informações obtidas até o momento, além de responder às questões provocadoras. O professor (a), como mediador de conhecimento deve instruir os estudantes sobre a elaboração do mapa mental. Por fim, os grupos de estudantes devem finalizar a quarta etapa, socialização dos resultados com a apresentação do seminário. De forma individual, na quinta etapa da SEI, ocorrerá a elaboração do relatório pelos estudantes, sendo este usado também como uma forma de avaliação da SEI.

5.2 FUNÇÃO DOS MICRORGANISMOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE ETANOL (APÊNDICE E)

Seguindo os mesmos requisitos da Sequência de Ensino Investigativa acima (SEI) a partir de análise das habilidades e competências do Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) percebe-se que o tema principal atende aos estudantes do 1º e 3º ano do ensino médio. Diante do título elaborado para a SEI, diferentes temas que se complementam, serão abordados. Dentre eles podemos citar: fermentação alcoólica e ação de microrganismos, liberação de energia, biocombustíveis e energia limpa, reação química e metabolismo energético entre outros. Os objetivos esperados durante a realização da SEI é que os

estudantes compreendam o processo da fermentação e a participação de microrganismos na produção de bebidas alcoólicas e biocombustíveis; associar os tipos de fermentação a grupos de fungos e bactérias responsáveis pelo processo; compreenderem que diferentes matérias primas, como restos de frutas e fezes de animais podem ser fermentadas e utilizadas para a produção de álcool e biogás.

A Sequência de Ensino Investigativa apresentada deve seguir a mesma organização que a SEI anterior, sendo grupos com cerca de 3 a 4 estudantes e organização em cinco etapas. Para esta abordagem da primeira etapa, a apresentação do problema **“Microrganismos produzem biocombustíveis através de reações químicas”** deve ocorrer em consonância com a história em quadrinhos de Mauricio de Sousa Produções e Two Sides, que aborda os recursos naturais e recursos renováveis. Nesse momento, espera-se que os grupos de estudantes diante do problema, elaborem hipóteses investigativas. O professor como mediador do conhecimento, pode fazer indagações aos estudantes sobre o uso de etanol como fonte de energia limpa e tipos de reações químicas que ocorrem na sua produção. A segunda etapa, correspondente a experimentação, na qual os grupos de estudantes irão testar suas hipóteses através de experimentos. Este momento também envolve discussão sobre a importância de outras disciplinas da Ciência da Natureza, como a química na realização da SEI e abordagem das medidas de biossegurança no laboratório. Os grupos de estudantes juntamente com o professor (a), devem trazer para a aula no laboratório, suco natural e restos de frutas ou caldo de cana, além de outros materiais para realizar a experimentação. Posteriormente, na terceira etapa os estudantes devem analisar os resultados, comprovar ou refutar as hipóteses e construir um glossário sobre o assunto abordado nas etapas anteriores. Na quarta etapa, socialização dos resultados, os grupos de estudantes devem apresentar suas anotações e glossário elaborado. Por fim, na quinta etapa, de forma individual cada estudante elaborará um relatório que será entregue ao professor para fins de avaliação.

5.3 PAPEL DOS FUNGOS DECOMPOSITORES NOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS (APÊNDICE H)

A partir de análise das habilidades e competências do Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) observa-se que o tema principal da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) acima pode ser aplicada para estudantes do 1º e 2º ano do ensino médio.

Dentre os temas abordados na SEI podemos citar: decomposição, ciclos biogeoquímicos e serviços ecossistêmicos. Espera-se que os estudantes ao realizarem as

etapas da SEI, alcancem os seguintes objetivos: compreender a importância dos microrganismos decompositores nos ciclos da matéria, contribuindo para a manutenção dos ecossistemas; desenvolver o pensamento crítico para propor ações que visam preservar os recursos naturais, colaborando para o equilíbrio dos ciclos. Os estudantes devem se organizar e formarem grupos com cerca de 3 a 4 indivíduos. Posteriormente, diante da apresentação do problema **“Microrganismos atuam nos ciclos biogeoquímicos da matéria”**, os estudantes devem elaborar hipóteses investigativas. Ainda nesta etapa, através de um diálogo com a turma e por meio de perguntas norteadoras, como, se os estudantes já ouviram falar em ciclos biogeoquímicos, o professor pode aproveitar o momento para expor imagens que mostrem a participação de microrganismos e instruí-los sobre a importância da preservação do ambiente. Na segunda etapa, correspondente a experimentação, os grupos de estudantes devem testar suas hipóteses, através de observações e registros fotográficos de fungos em torno da escola e cultivo de fungos em recipientes impermeáveis utilizando alimentos ou legumes cozidos. Caso o professor (a) consiga deslocar com os estudantes até o laboratório da UFJF/ GV, eles podem aproveitar essa etapa para visualizar os fungos que cultivaram no microscópio. Na terceira etapa, correspondente a análise de resultados, os grupos de estudantes diante dos dados analisados irão comprovar ou refutar suas hipóteses. Logo após elaborarem um mapa mental com as principais informações das etapas anteriores. Na quarta etapa, a socialização dos resultados é um momento destinado a apresentação de seminários pelos grupos de estudantes. Nesse momento, espera-se que através dos mapas mentais elaboradas e discussão nas etapas anteriores, os estudantes tenham compreendido os aspectos positivos dos microrganismos nos ciclos da matéria. Na quinta etapa, de forma individual, cada estudante deve elaborar o relatório descrevendo todas as etapas da Sequência de Ensino Investigativa, assim como eixos importantes que fazem parte da estrutura do relatório.

5.4 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: PAPEL DOS FUNGOS NA PRODUÇÃO DO PÃO CASEIRO (APÊNDICE F)

Etapa 1 – Apresentação do problema

Os estudantes, a partir da sequência de ensino investigativa “Papel dos fungos na produção do pão caseiro”, iniciaram as atividades da primeira etapa no laboratório de ciências da escola. As atividades desenvolvidas por cada grupo de estudantes se referem as Sequências de Ensino Investigativas que constam em anexo na dissertação. Os estudantes se organizaram

de maneira aleatória, formando cinco grupos, os quais foram designados grupos 1, 2, 3, 4 e 5, sendo os alunos representados pelas iniciais dos seus respectivos nomes. Os grupos foram intitulados, **grupo 1:** BR, KE, MM, DA, NI, AC; **grupo 2:** LZ, LA, MI, RY, WLN; **grupo 3:** AL, GA, JU, KA, RE; **grupo 4:** NA, MA, MS, WIL, GU; **grupo 5:** CA, JY, LU, LC, ML.

Nesse momento, organizados em grupos, fizeram a comparação entre os tipos de fermentos expostos na bancada. Os alunos compararam diferentes características e embalagens de fermentos químico e biológico, sendo, nesse último caso, o fermento granulado seco e úmido.

Diante do problema apresentado, “Microrganismos presentes no fermento são utilizados na produção do pão”, os grupos de estudantes elaboraram as seguintes hipóteses investigativas:

Grupo 1: Se as leveduras são seres vivos microscópicos presentes no fermento biológico, é possível enxergá-las com o uso do microscópio?

Grupo 2: Se utilizarmos o fermento químico na massa no lugar do biológico, ela irá crescer menos?

Grupo 3: Nenhuma hipótese elaborada.

Grupo 4: Nenhuma hipótese elaborada.

Grupo 5: Se durante o descanso, a massa ficar destampada isso pode interferir no seu crescimento?

Ao serem questionados sobre se existem diferenças entre os produtos utilizados e com qual finalidade são utilizados, foram dadas as seguintes respostas²:

Grupo 1: [fermento químico] Usado em bolos e biscoitos. Atua rapidamente com calor e umidade. Não altera o sabor. Esse fermento é espontâneo, não precisa de esperar para a massa crescer. São utilizados para fazer a massa crescer, deixando ela mais leve, fofa e aerada. Têm a finalidade de crescer bolos e massas leves rapidamente. É composto de substâncias químicas (bicarbonato). O tempo de ação é rápido (imediato). Temperatura ideal para agir é forno quente (cerca de 180°C). Usado em receitas rápidas, sem fermentação prévia.

[fermento biológico]: Usado em pães e pizzas. Atua lentamente através da fermentação. Dá o sabor característico. Esse fermento precisa de tempo para fazer a massa crescer. São utilizados para fazer a massa crescer, deixando ela mais leve, fofa e aerada. Têm a finalidade de fermentar pães e pizzas. É composto de leveduras vivas (*Saccharomyces cerevisiae*). O tempo de ação é lento e precisa de descanso. Temperatura ideal para agir é ambiente (25-30°C). Usado para massas que precisam crescer antes de assar.

² As respostas apresentadas pelos estudantes, quando em formato de citação direta, foram inseridas na íntegra ou com supressões, no entanto, respeitando-se a forma como de fato escreveram.

Grupo 2: [fermento químico] É utilizado para bolo, tortas, etc. Manter em ambiente fresco, seco. Temperatura ambiente. Cheiro forte, mas razoável. Fermento químico é usado para massas que fermentam rapidamente, como bolos e biscoitos.

[fermento biológico]: É utilizado para pão, massa, etc. Manter em ambiente seco e fresco. Cheiro forte. É a fermentação que produz gás carbônico e álcool etílico. Esse processo é realizado por fungos microscópios vivos, como as leveduras (fermento biológico). Fermento biológico é usado para massas que fermentam mais lentamente, como pães e pizzas.

Grupo 3: [fermento químico] Embalagem mais apropriada para armazenamento do produto. Sua textura é mais fina diante do fermento biológico. Ele é mais utilizado para fazer bolos dentre outros. Sua cor é branca. Finalidade do fermento químico é fazer massas crescerem ficando mais leves e fofas.

[fermento biológico]: Sua embalagem é de sachê, que é menos segura para seu armazenamento. Sobre o fermento biológico seco, sua textura é granulosa, de cor amarelada.

Sobre o fermento úmido, tem uma textura argilosa e petrificada. De cor amarelada, não tem cheiro agradável. Fermentação, quando as leveduras consomem açúcar da massa, produzindo gás carbônico e etanol.

Grupo 4: [fermento químico] Ele é um pó diferente do fermento biológico que é granulado. Ele é mais utilizado em bolos, broa. Serve para fazer o crescimento de um bolo. Ele contém mais carboidratos.

[fermento biológico]: Ele é granulado menor. São mais utilizados em pães e pizza. Ele não precisa de derretimento. Precisa de menor quantidade de gramas para produzir uma massa.

Grupo 5: [fermento químico] Ação imediata. Existe apenas um tipo. Não possui glúten. Possui apenas substâncias químicas. Utilizado para produção de bolos, ideal para receitas rápidas, como bolos, biscoitos, onde a fermentação imediata é necessária.

[fermento biológico]: Ação demorada. Existe dois tipos: seco e hidratado. Possui glúten. Possui agentes vivos a bactéria *Saccharomyces cerevisiae* meyen (levedura). Utilizado para fazer pães e pizzas, com fermentação que pode durar até 2 horas. O fermento biológico tem como função principal provocar a fermentação dos açúcares, produzindo gás carbônico. A fermentação é um processo bioquímico que ocorre na ausência de oxigênio, onde fungos e bactérias transformam matéria orgânica em outros produtos e energia.

Observou-se nesta primeira etapa que os grupos 1, 2 e 5 conseguiram inferir a presença de agentes vivos no fermento biológico. O grupo 3 identificou a presença de leveduras, mas não soube relacioná-la a um ser vivo microscópico. O grupo 4 não atendeu aos objetivos esperados nas perguntas norteadoras. Percebe-se nesta primeira etapa que os grupos de estudantes ainda não reconheciam estes “agentes vivos” como sendo microrganismos, e ainda confundiam se o fermento biológico é composto por fungos ou bactérias.

Segundo as concepções de Sasseron e Carvalho (2008), pode-se afirmar que os grupos 1, 2 e 5 de estudantes desenvolveram indicadores de alfabetização científica (AC)

relacionados com dados empíricos, estruturação de uma ideia lógica e entendimento da situação analisada, respectivamente. Sendo assim, é possível perceber que os estudantes destes grupos conseguem fazer comparações entre os tipos de fermento, além de descrever características dos mesmos e elaborar explicações e justificativas coerentes sobre a função dos fungos na fermentação. O grupo 3 identifica conceitos, mas não organiza as informações. Já os estudantes do grupo 4 apresentaram dificuldades em compreender conceitos, executar um raciocínio lógico e levantamento de hipóteses. Portanto, chega-se à conclusão que apesar do grupo 1 apresentar nível avançado de AC nesta etapa, outros grupos se encontram em nível intermediário ou baixo. Logo é preciso analisar melhor o fato do grupo 4 não ter atendido as expectativas para a etapa referida.

No entanto, foi possível perceber como o trabalho em equipe pode ser enriquecedor para a construção do conhecimento para todos os envolvidos, haja vista que ocorreu uma troca de ideias, buscando-se cada vez mais conhecimento sobre o tema abordado.

Para Sedano e Carvalho (2017, p. 203):

O trabalho em grupo oportuniza a exposição e troca de ideias e hipóteses, assim permite que o processo de aprendizagem torne-se mais rico e motivador. Por meio da interação entre os alunos, é possível criar um contexto social mais próximo da realidade, aumentando a efetividade da aprendizagem.

Figura 6 - Estudantes participando primeira etapa da Sequência de Ensino Investigativa sobre o papel dos fungos na produção do pão caseiro



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Etapa 2 – Experimentação

Nesta etapa, foi possível observar o teste de hipóteses elaboradas por representantes

dos grupos 1, 2 e 5 respectivamente, que apontaram possibilidades como o interesse em analisar no microscópio as leveduras presentes no fermento biológico: “olhar se iam se mexer”; uso do fermento químico, ao invés do fermento biológico, como forma de fazer com que a massa do pão crescesse menos; e levantaram suposições sobre se a massa ficasse destampada, se o resultado seria o mesmo.

De acordo com Sasseron (2008, p. 68):

O teste de hipóteses trata-se das etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores.

Durante esta etapa, observou-se que os alunos foram movidos pela curiosidade e queriam fazer algo diferente em relação à atividade proposta. As sugestões foram válidas e mostraram o quanto a experimentação é importante para o protagonismo dos estudantes e teste de hipóteses investigativas.

Foi observado maior engajamento e protagonismo dos estudantes nesta etapa da experimentação. Grande parte dos estudantes participaram de forma organizada e atenciosa da atividade, além de atuarem em grupos respondendo às perguntas. No entanto, percebeu-se que grupos grandes, com mais de quatro estudantes, como aconteceu nesta sequência de ensino, pode dificultar algumas etapas. Mesmo tendo um aluno líder, todos quiseram colocar a mão na massa, sentindo a necessidade de participar do preparo do pão, o que, em determinadas situações, gerou falta de atenção por parte de alguns estudantes, exigindo que a professora chamasse a atenção dos mesmos.

Com a intenção de ampliar a discussão aqui proposta, busca-se analisar de acordos com os índices de AC de Sasseron, as respostas elaboradas pelos grupos de estudantes diante das perguntas provocadoras nesta etapa.

Os grupos 1 e 2 conseguiram organizar as informações, esclarecendo sobre a função do açúcar na nutrição dos fungos. Com relação à temperatura da água usada para produzir o pão, os grupos 1, 3 e 5 concordaram que a água fria afeta a fermentação, impedindo o crescimento da massa. Todos os grupos admitiram de maneira significativa que o fermento biológico é indispensável para a fermentação e, portanto, o crescimento da massa. Dessa forma, concordamos com Sasseron (2008) que nos grupos supracitados, os estudantes estão avançando nos eixos estruturantes (1 e 2) da alfabetização científica, onde começaram a realizar previsões e raciocínio lógico.

Figura 7 - Estudantes participando da segunda etapa da Sequência de Ensino Investigativa referente a experimentação, no qual produziram o pão caseiro



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Etapa 3 – Análise de resultados

Nesta etapa os estudantes discutiram em grupo os resultados da experimentação e comprovaram algumas das hipóteses levantadas anteriormente na etapa 1 após a apresentação do problema. Foi possível observar discussões de alguns grupos acerca de resultados que consideraram “negativos”. Os estudantes do grupo 5 conseguiram comprovar sua hipótese em relação ao menor crescimento da massa quando em contato com o ar, descrevendo que a mesma, não cresceu o suficiente, devido ao fato da fermentação ser um processo realizado por fungos anaeróbios e a massa do pão que fizeram ter ficado um pouco destampada. Além disso, alguns estudantes dos diferentes grupos, fizeram sugestões para a atividade aplicada. Uma das estudantes, designada pela inicial NI, sugeriu assar a massa de pão no forno da escola para “observar se aquelas que não cresceram o suficiente, iriam ter um resultado diferente com o calor”. Com relação à essa sugestão, não foi possível realizá-la, uma vez que o forno é grande e fica dentro da cozinha da escola, à qual os alunos não têm acesso. Ainda, diante de um turno de aulas com sobrecarga de trabalho das cantineiras, ficaria difícil para acompanhar.

Outra estudante, designada pela inicial LZ, sugeriu uma visita às padarias da cidade para observar de perto o processo de panificação, a produção, desperdícios e fatores que interferem no processo. Um estudante, disse que se tivéssemos usado uma balança de precisão para medir os ingredientes, talvez alguns resultados tivessem sido diferentes, “melhores”, segundo ele. Outro estudante, com inicial LC, também acrescentou que “o ambiente do laboratório é muito frio e os bichinhos da massa gostam de lugar quente para crescer”. Sugeriu, ainda, que colocássemos a massa “no sol”.

Diante das respostas elaboradas em grupo, com exceção da equipe 4, foi possível perceber que a grande maioria dos estudantes conseguiram compreender a participação de fungos no processo da fermentação do pão.

Dentre algumas inferências importantes realizadas pelos alunos, é possível destacar a do grupo 1, que afirmou que “O fermento desencadeia uma transformação química chamada fermentação, [e] durante a fermentação, o fungo se reproduz na massa, formando dióxido de carbono. A massa cresce à medida que o fermento expande a rede de glúten”; e a do grupo 5, que, diante do questionamento sobre a participação de algum ser vivo no processo de fermentação, analisou que “[...] houve a participação de um fungo, a levedura”, sendo “[...] necessário esperar para que a massa cresça, os sabores se incorporem e a umidade hidrate os amidos”.

Diante do exposto, a partir das perguntas norteadoras foi possível observar que todos os grupos estabeleceram comparações coerentes. Já com relação à participação de seres vivos no processo de crescimento da massa, todos os grupos inferiram que sim. No entanto, os grupos 1, 3 e 5 identificaram fungos no processo de fermentação e deste, o grupo 1 ainda conseguiu inserir conhecimento científico no processo, identificando a espécie de levedura *Saccharomyce cerevisae*. Com relação ao tempo de descanso da massa, apenas o grupo 5 apresentou respostas mais pertinentes, justificando que o fermento desencadeia uma transformação chamada fermentação, o que produz produtos que altera o volume da massa. Com relação à reação química que ocorre na produção do pão, os grupos 2 e 3 desenvolveram habilidades de identificação do processo da fermentação, o que mostra que os mesmos podem estar em desenvolvimento do indicador de AC sobre conhecimentos científicos.

Os dados expostos estão de acordo com alguns dos indicadores de AC de Sasseron (2008), sendo que no grupo 1 percebe-se raciocínio lógico com uso de termos científicos; grupos 2 e 3 identificam e descrevem fenômenos; grupo 4 não desenvolveu nenhum indicador, mas se mostram em processo inicial de compreensão de processos; grupo 5 além de explicar fenômenos, traz justificas corretas.

Em seguida, usando os notebooks disponíveis na escola, os estudantes realizaram pesquisas em grupo para elaborar os mapas mentais. Cada grupo pesquisou sobre o assunto central da atividade proposta, a “fermentação alcoólica”, e a participação de microrganismos em atividades do nosso dia a dia. Ainda, associaram esses conhecimentos aos resultados de cada etapa da sequência de ensino investigativa e elaboraram os mapas mentais.

Figura 8 - Estudantes realizando pesquisas, responder às perguntas e elaborar os mapas mentais



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 1 - Indicadores desenvolvidos pelos grupos de estudantes após a participação nas etapas 1, 2 e 3 da pesquisa

INDICADORES DE AC.	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
SERIAÇÃO DE INFORMAÇÕES					
ORGANIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES					
CLASSIFICAÇÃO DE INFORMAÇÕES					
RACIOCÍNIO LÓGICO	X				
RACIOCÍNIO PROPORCIONAL					
LEVANTAMENTO DE HIPÓTESE					
TESTE DE HIPÓTESES					
JUSTIFICATIVA					X

PREVISÃO		X	X		X
EXPLICAÇÃO					X

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Etapa 4 – Socialização dos resultados

Após os grupos de estudantes terem elaborado hipóteses investigativas diante do problema, testarem suas hipóteses na etapa da experimentação e chegarem a uma conclusão posteriormente na análise de resultados, cada grupo elaborou o seu mapa mental e apresentou-o na forma de seminário. Alguns grupos tiveram dificuldades de usar o canva e outros aplicativos para a atividade e fizeram o mapa manual. No entanto, percebeu-se que isso não trouxe prejuízos para a atividade proposta, devido ao fato de terem sido participativos e colaborativos em cada apresentação dos colegas de classe. Observou-se, ainda, que esta etapa foi de extrema importância e que as discussões em grupo, as pesquisas e a elaboração de slides para a apresentação promoveram maior interesse e entusiasmo pela aula, alcançando parcialmente os objetivos propostos na atividade. Cabe ainda ressaltar que os alunos precisam de muitas orientações sobre uso de sites confiáveis e ferramentas de tecnologia, além de aulas de orientação sobre como elaborar relatórios mais ricos em informações.

Com relação à avaliação desta etapa, por meio dos indicadores de AC de Sasseron (2008), pode-se inferir que todos os grupos avançaram muito no indicador explicação, reunindo informações importantes nos mapas mentais, que é uma metodologia ativa. Além disso, percebeu-se que nas apresentações, uma grande maioria dos grupos elaborou mapas mentais bons e as explicações de representantes dos grupos foram claras e corretas. No entanto, o grupo 4, fez uso de uma linguagem científica no mapa, o qual não atendeu ao indicador de raciocínio lógico, pois os mesmos apenas acrescentaram dados da primeira etapa da fermentação que não compreendiam.

Conclui-se, portanto, que a socialização é importante para os grupos analisarem as respostas de etapas anteriores, tornando-se protagonistas do processo e desenvolvendo diversas habilidades.

Figura 9 - Grupos de estudantes apresentando os mapas mentais em forma de seminário, referente a quarta etapa, socialização dos resultados da Sequência de Ensino Investigativa



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Etapa 5 – Conclusão

Nesta etapa, de forma individual, cada estudante elaborou um relatório. Foi orientado a todos os estudantes que o relatório deveria ter o título da sequência de ensino investigativa, autor, temas abordados, objetivos, desenvolvimento/metodologia/resultados, reflexão crítica e conclusão.

Dos vinte e seis alunos presentes na sala de aula, três alunos se recusaram a elaborar o relatório, alegando não ter compreendido as etapas e não saber fazer. Vinte e três alunos fizeram o relatório e entregaram dentro do tempo estipulado. A grande maioria destes estudantes não elaborou os relatórios (Apêndice D) de acordo com a estrutura proposta pela professora.

Ficou claro que os estudantes possuem dificuldades em descrever as etapas, identificar os temas abordados, objetivos e conclusão. Foi possível verificar, enquanto professora, que atividades que envolvem relatórios não são muito comuns a estes estudantes, e os mesmos

apresentaram dificuldades devido à falta de familiaridade com essa forma de avaliação. Sugere-se, portanto, trabalhar mais atividades que envolvam a elaboração de relatórios para que os mesmos aprendam como estruturá-lo.

Com relação à reflexão crítica, o objetivo era fazer uma avaliação da sequência de ensino investigativa aplicada, mas os alunos não compreenderam. A sugestão é que, em sequências de ensino investigativas que sejam aplicadas futuramente, este eixo seja retirado da estrutura da proposta, realizando-se, por exemplo, um questionário final.

Ao avaliar dos dados do relatório segundo os indicadores de alfabetização científica de Sasseron (2008) observa-se que dentre 23 relatórios entregues, somente seis estudantes conseguiram identificar o título da sequência didática, assim como os objetivos e destes apenas dois descrevem os temas abordados. Pode-se inferir que nessa primeira parte do relatório, estes estudantes avaliados desenvolveram o indicador de explicação, onde conseguiram relacionar de forma correta as informações. Já com relação a segunda parte do relatório onde foi avaliado o desenvolvimento das etapas e resultados, todos os 23 estudantes descreveram de uma forma bem superficial as etapas da SEI, atingindo um nível baixo no indicador de explicação. No entanto percebe-se o desenvolvimento por parte de alguns estudantes (NI, LZ, LA, RY, MA) do indicador de seriação, onde os mesmos conseguem listar alguns materiais utilizados e relaciona-los. Nenhum dos estudantes avaliados fizeram uma reflexão crítica, e por isso não foi avaliado este tópico. Já com relação à conclusão observou-se que a grande maioria deixou em branco a resposta e 1 estudante descreveu de forma incoerente. No entanto, 10 estudantes descreveram este tópico de forma correta, associando os fungos à produção de alimentos. Percebe-se aqui o desenvolvimento do indicador explicação.

5.5 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: MICRORGANISMOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: IOGURTE CASEIRO. (APÊNDICE G)

Etapa 1 – Apresentação do problema

Os estudantes, a partir da sequência de ensino investigativa mencionada, intitulada “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”, iniciaram as atividades da primeira etapa. Diante do problema “Existem microrganismos bons que transformam certas substâncias em outras e produzem alimentos, como o iogurte”, os grupos de estudantes elaboraram hipóteses investigativas.

Grupo 1: Se usarmos iogurte natural de outra marca x, vai dá certo produzir o nosso

iogurte?

Grupo 2: Será que se usarmos uma menor quantidade de leite para a mesma medida de iogurte natural, será possível fermentar e produzir um iogurte cremoso?

Grupo 3: Será que o fator temperatura interfere na produção do iogurte?

Grupo 4: Com Yakult no lugar do iogurte natural, será possível o leite azedar e virar iogurte?

Grupo 5: Em temperatura baixa, ocorre a fermentação e produção do iogurte?

Após elaborarem hipóteses investigativas, aos grupos de estudantes foi entregue um roteiro de atividades a serem desenvolvidas, elaborado pela autora e disponibilizado para cada grupo. Os estudantes se organizaram da mesma forma que ocorreu na sequência de ensino investigativa referente ao pão caseiro, formando cinco grupos, os quais foram designados grupos 1, 2, 3, 4 e 5, e os alunos representados pelas iniciais dos respectivos nomes. Os grupos foram intitulados **grupo 1:** BR, KE, MM, DA, NI, AC; **grupo 2:** LZ, LA, MI, RY, WLN; **grupo 3:** AL, GA, JU, KA, RE; **grupo 4:** NA, MA, MS, WIL, GU; e **grupo 5:** CA, JY, LU, LC, ML.

A apresentação do problema correu em duas etapas diferentes. No primeiro momento, a professora conduziu a escrita no quadro da sala de aula com as ideias citadas pelos alunos. Foi observado que, além de citar alimentos nos quais os microrganismos participam, os estudantes, acharam importante citar características dos mesmos, processos que realizam, participação na produção de medicamentos entre outros. Alguns estudantes tinham dúvidas com relação aos termos colocados por colegas e discordaram, mas como o objetivo era montar um *brainstorming* sobre microrganismos e suas funções, foi conduzida a escrita e concluímos. Nesta fase de apresentação do problema, a participação dos integrantes dos grupos foi maior. Provavelmente os estudantes, ao falarem sem medo de errar, reforçaram a participação e socialização.

A pesquisa de Soares (2020) indica que a aprendizagem baseada em problemas, permite maior engajamento dos estudantes, onde a partir de um problema que pode ser real ou não, na sala de aula eles conseguem identificá-lo e organizar uma série de estratégias para resolvê-lo.

No segundo momento, a professora e alguns alunos trouxeram para a sala de aula alimentos e embalagens de produtos que foram produzidos com a participação de microrganismos. Como a nossa cidade é pequena, os supermercados são mais simples e a maioria dos alunos da turma onde foi aplicada a SEI são da zona rural, alguns alimentos são difíceis de obter. Por isso, realizamos a atividade dentro da nossa realidade. Observou-se que

alguns alimentos já eram do conhecimento dos alunos e outros não. No entanto, alguns estudantes se mostraram espantados em descobrir a participação de bactérias e fungos nestes. Diante do exposto, foram movidos pela curiosidade de tocar, olhar embalagens e até mesmo sentir o cheiro do alimento (isso não foi permitido).

De acordo com Monica (2017), Besant (2016), Litcanu *et al.* (2015) e Behroozni e Ghabanchi (2014), o *brainstorming* é uma técnica ou dinâmica, individual ou de grupo, que procura mobilizar esforços para encontrar soluções para um determinado problema, através da compilação de uma lista de ideias geradas pelo contributo espontâneo dos participantes.

Após montarmos uma “tempestade de ideias” no quadro da sala de aula e os estudantes observarem os alimentos, diante das perguntas norteadoras, elaboraram, em grupo, algumas respostas, dispostas adiante.

A avaliação desta etapa ocorreu através da participação dos grupos de estudantes durante a elaboração do *brainstorming* e com base nas respostas diante das perguntas norteadoras. Percebeu-se que os estudantes já possuíam algum grau de conhecimento, devido à participação na sequência de ensino investigativa anterior, e, por isso, assimilam melhor os conteúdos abordados, o que pôde ser constatado com as respostas.

Um dos principais benefícios da aplicação do *brainstorming* nas aulas, segundo diversos autores (Monica, 2017; Litcanu *et al.*, 2015; Behroozni; Ghabanchi, 2014), é o fato de que esta técnica favorece a ativação dos conhecimentos prévios dos estudantes, além de possibilitar a discussão e combinação das ideias prévias por eles trazidas. Isso pode contribuir para novas aprendizagens.

Ao serem questionados sobre quais são os microrganismos utilizados na fabricação de cada alimento, sendo indicado que citassem estes alimentos e relacionassem aos microrganismos e ao processo químico ocorrido, a maioria dos grupos respondeu corretamente, citando alguns alimentos como yakult e iogurte (bactérias – fermentação láctica); iogurte natural (bactéria - fermentação láctica); lêvedo de cerveja (fungo – fermentação); e vinagre (bactérias e fungos – microrganismos; fermentação – alcoólica e acética). No entanto, chamou a atenção as respostas dos grupos 1 e 2, que não conseguiram estabelecer essa relação com parte dos alimentos listados.

Ainda, ao serem perguntados sobre como os microrganismos transformam substâncias presentes nos ambientes em alimentos que são comuns no nosso cotidiano, e se realizam alguma transformação química e qual, todos os grupos conseguiram indicar uma resposta plausível, relacionando às transformações/reações químicas e à fermentação.

Com relação aos indicadores de AC de Sasseron (2008), todos os grupos de estudantes

levantaram hipóteses investigativas e diante da primeira pergunta, estabeleceram organização e classificação de informações, o que está estruturado no eixo 3. Para Sasseron (2008, p. 5), “esse levantamento de hipóteses pode surgir tanto como uma afirmação quanto sob a forma de uma pergunta”. Com relação à segunda pergunta, todos grupos indicaram respostas corretas, o que mostra um possível raciocínio lógico e avanço no nível de alfabetização científica. Ainda nesta pergunta, chama a atenção as respostas do grupo 1 que também atende ao indicador “previsão”, no qual os estudantes descrevem; “Microrganismos transformam substâncias do ambiente em alimentos como o pão, iogurte e vinagre por meio da fermentação usando enzimas para alterar os ingredientes por meio da fermentação láctica”.

Conforme Sasseron (2008), o indicador previsão é explicitado a partir do momento em que é afirmada uma ação e/ou fenômeno posterior a determinados acontecimentos.

Portanto, observa-se que, nesta etapa da sequência de ensino, grande parte dos estudantes conseguiram relacionar alimentos a microrganismos e compreenderam que estes realizam processos que transformam o sabor, o cheiro e a textura dos alimentos.

Figura 10 - Realização da etapa 1 referente a apresentação do problema onde os grupos de estudantes elaboraram hipóteses investigativas, o brainstorming, compararam alguns alimentos produzidos a partir de microrganismos e responderam às perguntas



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Etapa 2 – Experimentação

Nesta etapa foi possível observar maior empenho e organização por parte dos estudantes. A partir das hipóteses levantadas na etapa anterior e direcionados pela professora, os grupos de estudantes testaram suas hipóteses através do experimento no qual produziram iogurte caseiro. Dessa vez, acredito que por estarem familiarizados com a atividade, os estudantes executaram o experimento com maior rigor, obtendo melhores resultados.

Foi notável que, enquanto um estudante media a temperatura do leite, outro se preocupava em avaliar as condições do iogurte natural e misturá-lo com cuidado ao leite morno. Todos observaram com atenção e participaram.

Ao chegarem ao final do experimento, tamparam a mistura com um pano e escolheram um lugar mais adequado dentro do laboratório para armazená-lo. Ainda dentro do laboratório, os grupos, entusiasmados com a atividade, queriam fazer outros experimentos, fazendo sugestões para as próximas aulas.

Como sugestões e relatos, um dos estudantes, designado pela inicial GU, sugeriu produzir queijo, uma vez que não sabia como era o processo de produção e nem conhecia o que era coalho; outros acreditavam que a mistura iria ferver para formar o iogurte; uma estudante, designada pela inicial JU, mencionou que ajuda os pais na produção de queijos em sua fazenda e disse estar acostumada a medir a temperatura e observar outras características do leite e do coalho. A mesma disse ouvir dos pais que há um tempo eles usavam o bucho de boi para fazer queijos, mas que hoje em dia usam coalho mesmo. Segundo ela, “se o leite estiver frio, não coagula, não forma o queijo direito”, sendo assim, em dias frios, às vezes usam água quente ou até mesmo esquentam o leite um pouco para acelerar o processo.

Outra estudante, designada pela inicial JY, relatou que trabalha com os pais em uma fazenda e está acostumada a tirar leite e armazená-lo em tanques. Ao fazer esta etapa da sequência de ensino investigativa, acrescentou para os colegas que, diariamente, antes de armazenar o leite, eles fazem um teste usando um líquido roxo, chamado alizarol. Quando mistura no leite, ele reage, para saber se o leite está bom. Segundo esta estudante, é colocada a mesma medida de leite e de alizarol, e, quando o leite está bom, ele não apresenta nem um “grume”, ele fica lisinho; mas quando está ácido, fica todo coalhado. De acordo com ela, “um leite colostro, por exemplo, quando coloca o alizarol, ele coalha. Leite que começa a azedar, se colocar, coalha também. Às vezes você cheira, olha e não vê que está azedo, mas o alizarol não deixa passar”. Esta mesma aluna disse, ainda, que poderia ceder uma amostra para testar no leite normal e no iogurte, fazendo demonstrações para os colegas.

Uma das estudantes informou que o leite puro “iria azedar do mesmo jeito, formando o iogurte”, e sugeriu colocá-lo “junto aos demais recipientes”.

Conforme os relatos e intervenções apresentados pelos estudantes, pode-se afirmar que eles estabeleceram uma relação entre o conteúdo abordado e os seus conhecimentos prévios, demonstrando que conseguiram assimilar bem o que estava sendo discutido, comprovando a relevância do tema para o seu cotidiano. Ainda nesta etapa, os grupos de estudantes responderam às questões norteadoras, sendo obtidas, pela maioria dos grupos, respostas de acordo com o esperado para cada questionamento.

Sobre o resultado ser o mesmo se o leite estivesse frio, esperava-se que os estudantes afirmassem que não, pois os microrganismos se desenvolvem melhor com o calor, em temperaturas mais altas. Todos os grupos afirmaram que não, exceto o grupo 2, que disse “talvez”, afirmando que não testaram com o leite frio, mas acreditavam que daria certo.

Quando questionados sobre qual fator avaliavam como necessário para que o iogurte desse certo, e o que esperavam que aconteceria após o tempo de descanso do leite, a maioria dos grupos se aproximaram da resposta correta, associando diretamente à temperatura, exceto o grupo 1, que apresentou uma resposta que se distanciou daquela que seria a esperada, mas que ainda sim, ressaltou que o iogurte natural é um dos “fatores” essenciais para a produção do iogurte caseiro. Ainda, todos os grupos mencionaram que após o tempo de descanso do leite com o iogurte natural, ocorre transformações relacionadas a mudanças na textura do alimento, promovendo a homogeneidade do iogurte, com exceção do grupo 5, que não respondeu nada.

Com relação ao tipo de microrganismo que atua na produção do iogurte e que tipo de reação química ocorre e como ocorre, todos os grupos responderam corretamente, afirmando ser a bactéria/*Lactobacillus*, e a fermentação láctica.

Ao testarem as hipóteses elaboradas anteriormente na etapa da problematização, os grupos desenvolveram um dos indicadores de AC de Sasserón (2008), pois manipularam de forma direta objetos. Com relação à primeira pergunta norteadora apresentada, todos os grupos se posicionaram de forma correta. Ainda nesta questão, é possível perceber que dentre estes estudantes, os dos grupos 2 e 3, apresentaram justificativas, o que mostra outro indicador de alfabetização científica e um avanço no processo. Diante da segunda pergunta norteadora, esperava-se que os estudantes relacionassem temperatura e microrganismos presentes no iogurte natural para produzir iogurte caseiro através da fermentação. Neste caso eles não relacionaram os processos, atingindo um nível baixo de AC no indicador que se refere à “classificação de informações”.

Para Sasseron (2008, p. 4-5),

A classificação de informações aparece quando se busca estabelecer características para os dados obtidos. Por vezes, ao se classificar as informações, elas podem ser apresentadas conforme uma hierarquia, mas o aparecimento desta hierarquia não é condição *sine qua non* para a classificação de informações. Caracteriza-se por ser um indicador voltado para a ordenação dos elementos com os quais trabalha.

Já em relação à terceira pergunta, foi observado um nível alto de AC nos grupos 1 e 5, ao designar os nomes científicos de bactérias que participam da produção do iogurte através da fermentação láctica. Pode-se inferir, que estes estudantes desenvolveram tanto o indicador de raciocínio lógico, quanto o de explicação.

Justifica-se, assim, que as sequências de ensino investigativas que envolve algum tipo de experimento, promovem maior protagonismo dos estudantes e podem despertar o interesse pelas aulas, motivando-os a buscar conhecimento.

Conforme Folmer, Ruppenthal e Marzari (2021, p. 17),

Considera-se que esse processo de formação e de alfabetização científica pode ser favorecido com o auxílio das atividades experimentais junto ao Ensino de Ciências. Por meio de tais práticas é possível instigar os estudantes a pensar, observar, investigar, tomar decisões... enfim, a participar ativamente da resolução de uma situação problema. E, desse modo, oportunizar melhores compreensões acerca das inter-relações entre a Ciência e o meio ao qual pertence.

Figura 11 - Estudantes participando da segunda etapa da Sequência de Ensino Investigativa sobre “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Etapa 3 – Análise de resultados

Nesta etapa, os estudantes discutiram em grupo os resultados da experimentação e

comprovaram e refutaram algumas das hipóteses levantadas anteriormente na etapa 1 após a apresentação do problema. Além disso, elaboraram ao final desta etapa os mapas mentais. Foi possível observar discussões de alguns grupos acerca de resultados que consideraram “negativos” e dados que seriam importantes estarem nos mapas mentais, que são exemplos de ferramentas de metodologia ativa.

A luz de Soares (2020, p. 72):

A natureza das metodologias ativas está no fortalecimento do protagonismo dos estudantes e na construção de uma escola mais participativa e colaborativa, que promova o desenvolvimento integral deste. Sendo assim, é importante que o professor proporcione situações problema contextualizadas, que próximas da realidade do estudante o estimule buscar soluções de forma crítica e aprendam a pesquisar, desenvolver habilidades de comparação, debates usando ou não tecnologia.

Os estudantes do grupo 1, após testarem sua hipótese de usar um iogurte natural de outra marca X, que eles chamaram de “duvidosa”, não conseguiram obter um bom resultado. Segundo eles, o iogurte natural usado no experimento não tinha a informação “apenas leite e fermento vivo”, como dos outros grupos. Portanto, refutaram sua hipótese de essa marca “duvidosa” poderia fermentar o leite, chegando à conclusão que na embalagem do iogurte natural, independente da marca, deve conter informações essenciais como essa para que o experimento dê certo. O grupo 2 comprovou sua hipótese de que uma menor quantidade de leite para a mesma medida de iogurte natural fez com que o experimento dê certo, fique “cremoso” segundo os estudantes, porém com aspecto mais grosso que eles não esperavam. Já os estudantes do grupo 3, conseguiram obter um bom resultado, ou seja, um iogurte que apresentava textura e cheiro ideal, “azedo” segundo eles, comprovando assim que existe uma temperatura adequada, além de outros fatores para ocorrer a fermentação durante a produção do mesmo. Este grupo ficou encantado com seu resultado, pois dentre todos os grupos o experimento e resultados deles foram os melhores. Os estudantes do grupo 4 quiseram testar o Yakult no lugar do iogurte natural, acreditando que o mesmo por conter lactobacilos vivos na embalagem, poderia modificar o leite resultando no iogurte caseiro. Acabaram refutando essa ideia, pois o experimento deles não deu certo. Após analisarem os resultados do seu experimento, no qual testaram sua hipótese, perceberam que nada mudou, que o leite permaneceu líquido, e que para a produção do iogurte caseiro existem “bactérias certas” segundo eles, que não estavam presentes no Yakult. E por fim, os estudantes do grupo 5, comprovaram sua hipótese de que, temperaturas mais baixas interferem na fermentação do leite e produção do iogurte. Após analisar os resultados do seu experimento, perceberam que

o mesmo ficou mais líquido que os demais grupos, justificando que a mistura ficou em um lugar do laboratório com menor quantidade de luz e calor. Além disso ressaltaram que no leite há substâncias que reagem ao entrar em contato com componentes do iogurte natural, provocando alterações nas características do mesmo, como cheiro e consistência.

Com relação aos indicadores de AC de Sasserón (2008) nessa primeira parte da análise de dados, todos os grupos de estudantes desenvolveram os indicadores de “justificativa, previsão e explicação”, a partir do momento em que afirmam comprovação ou refutação de hipóteses, ocorrência de um fenômeno como resultado de certos acontecimentos e relacionam informações obtidas diante das hipóteses levantadas anteriormente. Diante das perguntas norteadoras desta etapa, observa-se que as respostas do grupo 1 se enquadram no indicador de “classificação de informações” a partir do instante em que descrevem as características homogêneo, cheiro forte e gosto amargo do iogurte como resultado dele ter ficado fora da geladeira. Ainda fazem justificativas, acreditando que esse seria o resultado. O grupo 2, além de desenvolver os indicadores de classificação de informações e justificativas, associando o cheiro forte, bem azedo ao fato de usar menos leite para a produção do iogurte, avança no raciocínio lógico e previsão, relacionando a fermentação às transformações de substâncias do leite através de bactérias lácticas. Já o grupo 3, desenvolveu apenas o indicador de classificação, descrevendo que antes do descanso a mistura apresentava-se com uma textura rala e após, as características se alteraram, ficando com cheiro azedo, devido a fermentação. Os mesmos não descreveram o tipo de fermentação, o tipo de microrganismo responsável pela transformação e nem como esse processo ocorre, apresentando um nível baixo de alfabetização científica. Os estudantes do grupo 4 conseguiram atingir um nível muito baixo de AC no indicador classificação, diante destas perguntas norteadoras, pois suas respostas em sua maioria foram incoerentes. No entanto, percebeu-se que conseguiram fazer uma relação do fato do iogurte caseiro não ter dado certo devido ao uso do Yakult, o que mostra uma fase inicial do indicador explicação. Já os estudantes do grupo 5 desenvolveram o indicador de previsão, ao afirmar que o iogurte ficou mais líquido devido ao fato de não ter calor suficiente e o indicador explicação, quando concluem que a fermentação é resultado de uma reunião de fatores que se sucedem. Os resultados mostram um avanço em alguns indicadores de AC citados nos grupos, porém alguns indicadores estão em um nível muito baixo, conforme observado no grupo 4.

Apesar da produção do iogurte não ter dado certo por parte de alguns grupos, os objetivos da atividade proposta, foram alcançados parcialmente, pois a maioria dos estudantes souberam analisar os resultados do experimento, argumentar e descrevê-los, além da ciência

de comprovação ou não de suas hipóteses.

Etapa 4 – Socialização dos resultados

Após os estudantes já terem concluído todas as etapas anteriores, chegando a conclusão de que suas hipóteses foram solucionadas, os mesmos ainda organizados em grupos responderam às questões para a pesquisa. Nesta etapa, os grupos de estudantes responderam perguntas norteadoras como forma de aprimorar seus conhecimentos. Os grupos 1, 2, 3 e 5 de estudantes, apresentam nessa etapa um nível avançado de alfabetização científica no indicar de raciocínio lógico, ao identificarem os nomes científicos de bactérias que participam da produção do iogurte. Além disso, conseguem identificar fermentação láctica, como sendo o nome da reação química para a produção do iogurte e como ocorre a conversão dos produtos em ácido. Além disso, conseguem identificar o conceito de probióticos e a importância deste. Percebe-se, portanto, que estes grupos estão em um nível avançado de AC, desenvolvendo através de suas respostas os indicadores de justificativa, previsão e explicação. Já o grupo 4 apesar apresentar um indicador de raciocínio lógico bom, para os microrganismos que participam da fermentação do leite para produção do iogurte, não identificam o nome da reação química e como a mesma ocorre. Diante dessas respostas, percebe-se que estão em um nível baixo ainda de alfabetização científica.

A finalização desta etapa, ocorreu através de uma apresentação descontraída em forma de seminário, onde os grupos apresentaram suas principais anotações e os mapas mentais que produziram. Percebeu-se que, nesta etapa, os estudantes estavam menos tensos e com maior segurança sobre o assunto, além de participarem mais. Observou-se, ainda, que, mesmo estando entre os colegas, diante de uma apresentação na frente da classe, eles ficam mais tímidos e com dificuldade na fala. Por esse motivo, dessa vez sugeri que apresentassem sentados e levantassem para dialogar com os demais grupos, caso se sentissem à vontade. Estabeleceu-se, assim, uma atmosfera de conversa informal entre os grupos, sendo uma solução viável, que oportunizou aos estudantes que tinham dificuldade, irem à frente para apresentar suas análises.

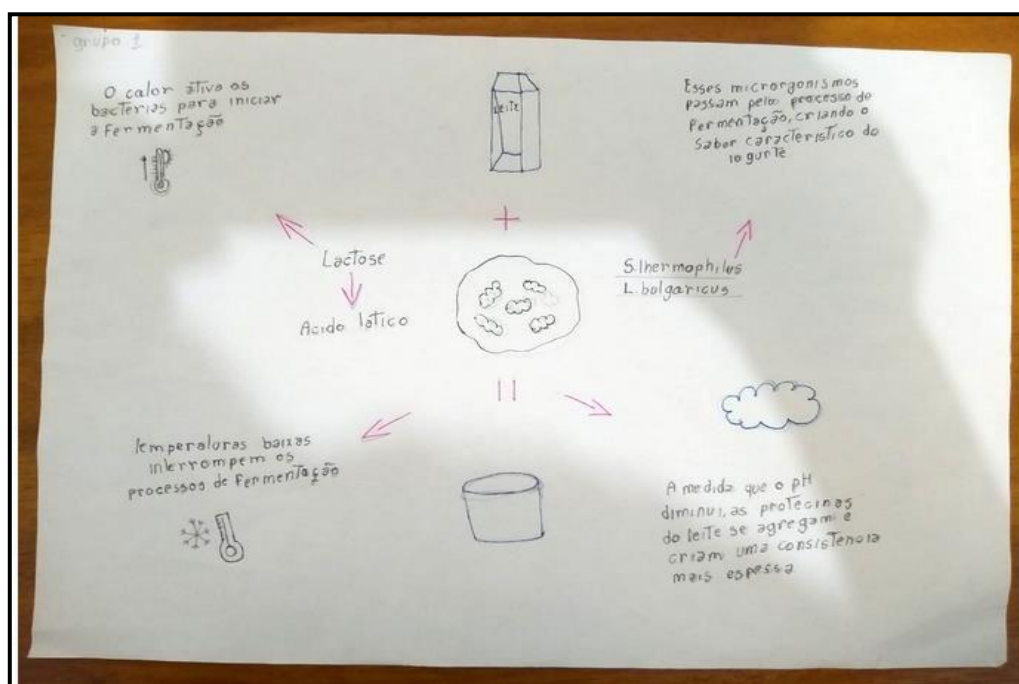
Nesta etapa, os estudantes identificaram, com sucesso, os microrganismos utilizados na produção do iogurte como sendo bactérias, além de compreenderem, em sua maioria, o processo de fermentação láctica e sua importância. Ressalto ainda que os grupos compreendem a composição e importância dos probióticos.

Figura 12 - Estudantes realizando pesquisas e finalizando a elaboração dos mapas mentais



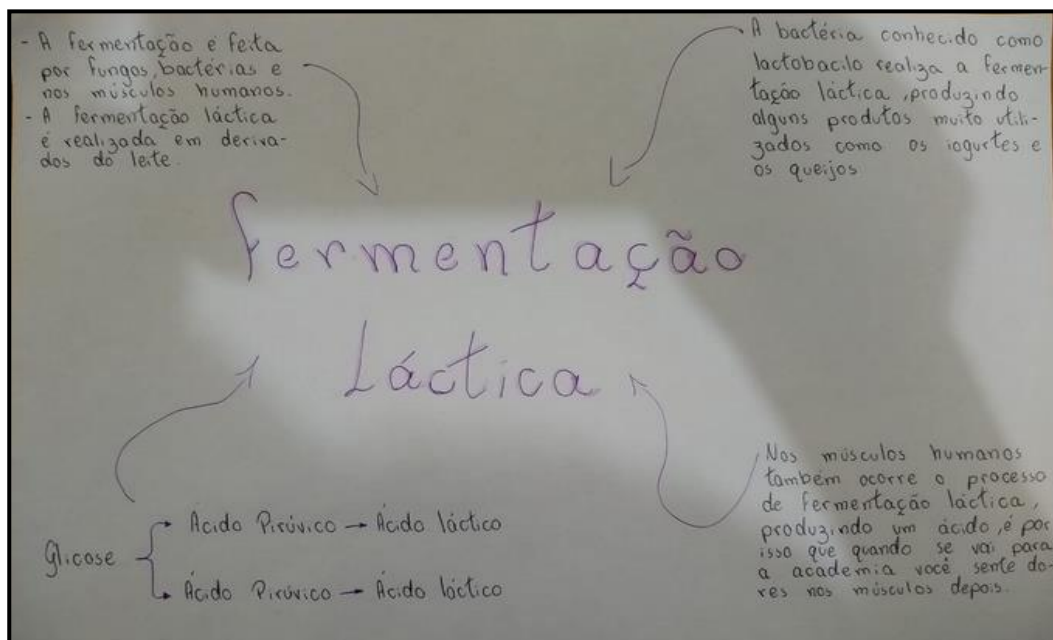
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 13 - Mapa mental elaborado pelos estudantes do grupo 1 sobre as principais informações obtidas a partir da realização das etapas 1 e 2 da Sequência de Ensino Investigativa “Microorganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”



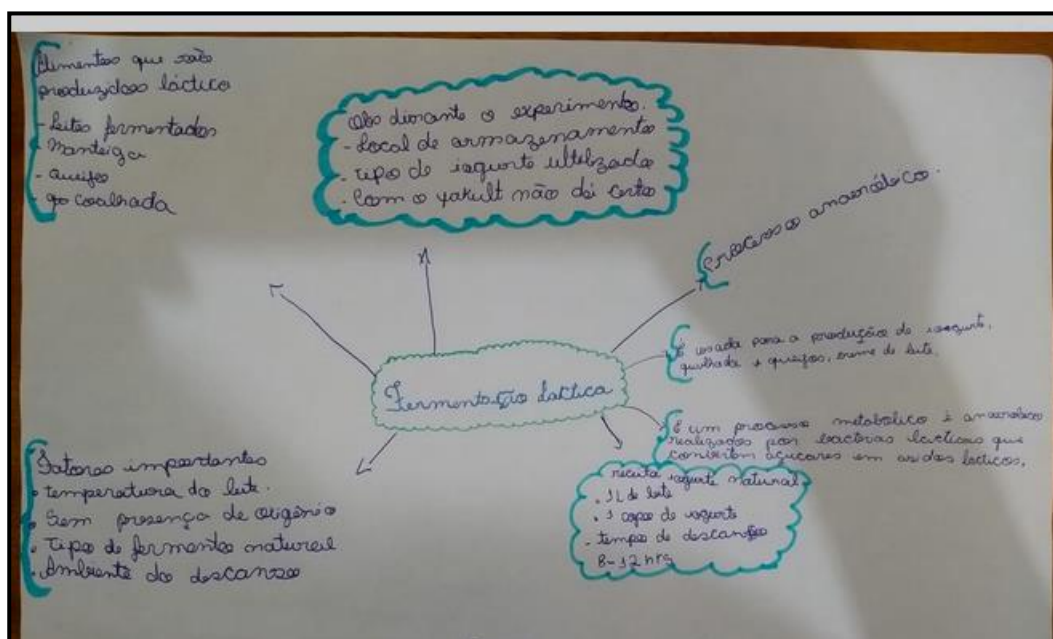
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 14 - Mapa mental elaborado pelos estudantes do grupo 2 sobre as principais informações obtidas a partir da realização das etapas 1 e 2 da Sequência de Ensino Investigativa “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”



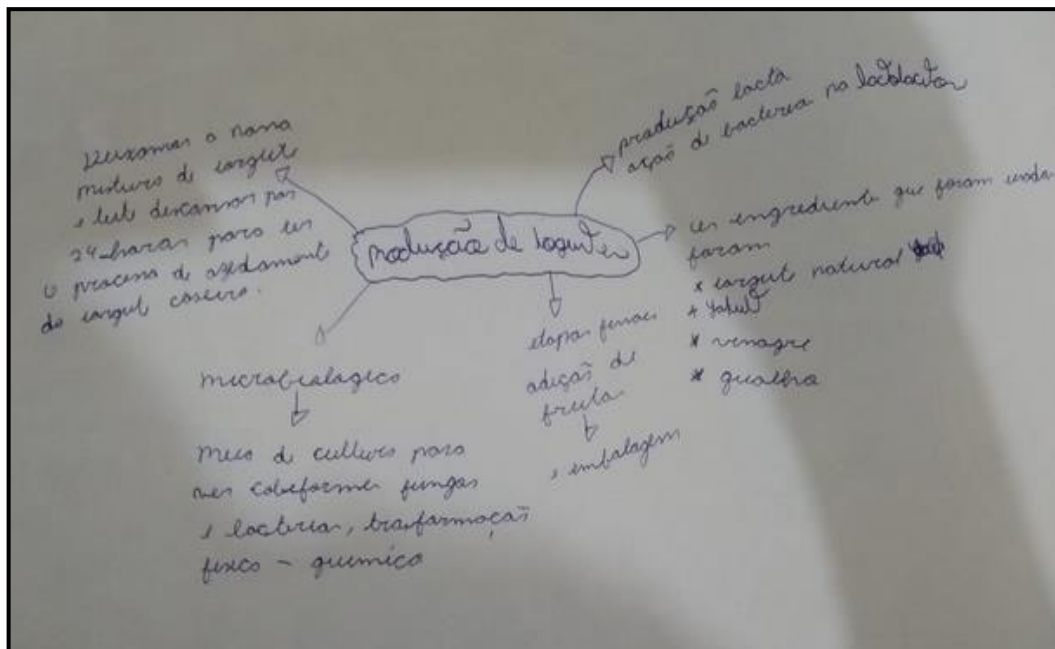
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 15 - Mapa mental elaborado pelos estudantes do grupo 3 sobre as principais informações obtidas a partir da realização das etapas 1 e 2 da Sequência de Ensino Investigativa “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”



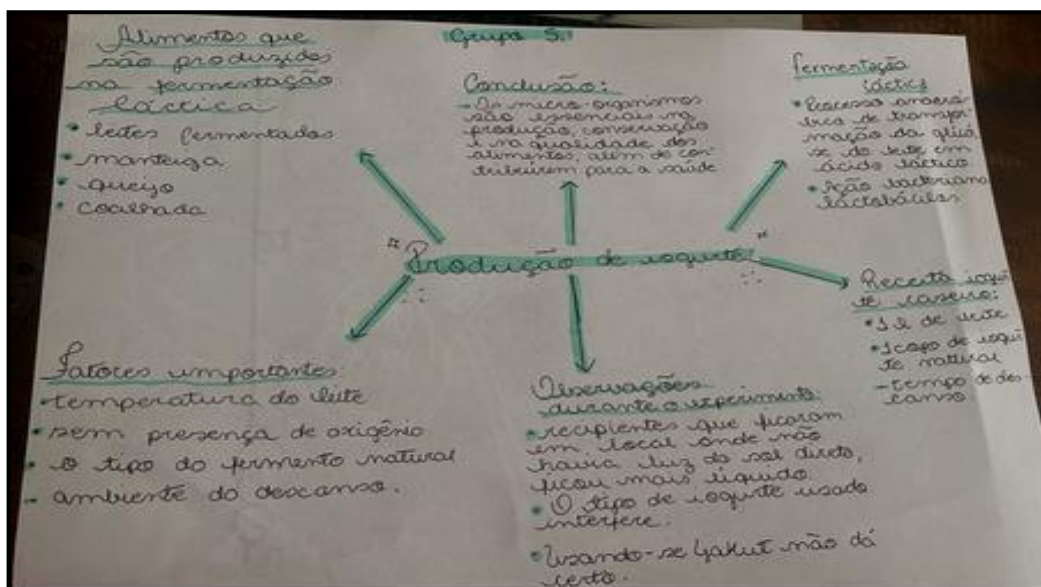
Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 16 - Mapa mental elaborado pelos estudantes do grupo 4 sobre as principais informações obtidas a partir da realização das etapas 1 e 2 da Sequência de Ensino Investigativa “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Figura 17 - Mapa mental elaborado pelos estudantes do grupo 5 sobre as principais informações obtidas a partir da realização das etapas 1 e 2 da Sequência de Ensino Investigativa “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”



Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Quadro 2 - Indicadores desenvolvidos pelos grupos de estudantes após a participação nas etapas 1, 2, 3 e 4 da pesquisa

INDICADORES DE AC.	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
SERIAÇÃO DE INFORMAÇÕES					
ORGANIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES					
CLASSIFICAÇÃO DE INFORMAÇÕES	X	X	X		
RACIOCÍNIO LÓGICO		X			
RACIOCÍNIO PROPORCIONAL					
LEVANTAMENTO DE HIPÓTESE					
TESTE DE HIPÓTESES					
JUSTIFICATIVA	X	X	X	X	X
PREVISÃO	X	X	X	X	X
EXPLICAÇÃO	X	X	X	X	X

Fonte: Elaborado pela autora (2025).

Etapa 5 – Conclusão

Nesta etapa, de forma individual, cada estudante deveria elaborar um relatório. Foi orientado a todos os estudantes que o relatório deveria ter o título da sequência didática, autores, temas abordados, objetivos, desenvolvimento/metodologia/resultados, reflexão crítica e conclusão. Percebe-se que os alunos ainda precisam se familiarizar com a elaboração de relatórios como estes, para que possam desenvolver melhor esta metodologia. Contudo, de forma geral, lembrando que uma sequência de ensino investigativa não deve ser avaliada somente ao final, os estudantes obtiveram um bom desenvolvimento.

Dentre os 26 estudantes participantes, dois faltaram a este encontro, de modo que somente 24 estudantes elaboraram o relatório. Apesar disso, pode-se afirmar que houve um número considerável de participantes na pesquisa, o que permitiu a mim, enquanto pesquisadora, realizar a análise.

Em relação à avaliação desta etapa segundo Sasseron (2008), dos 24 estudantes avaliados percebe-se que 23 deles conseguiram identificar o título da sequência, temas abordados e objetivos. Com isso, pode-se inferir que avançaram no indicador de organização e classificação de informações. Já com relação aos tópicos de desenvolvimento e resultados, e

conclusão, 20 estudantes conseguiram descrever de uma forma aceitável sobre eles e mesmo assim apresentaram dificuldades em descrever as sequências das etapas da SEI desenvolvida. Pode-se concluir, que os mesmos, avançaram no indicador de previsão e explicação. Com relação ao tópico sobre reflexão crítica, apenas uma estudante conseguiu se posicionar de forma aceitável.

6 PRODUTO DA PESQUISA

O e-book produzido em formato digital é uma ferramenta acessível e atraente para estudantes do ensino médio e professores de biologia. Com o título “Sequências de Ensino Investigativas sobre a função de bactérias e fungos no nosso cotidiano”, ele foi elaborado com o objetivo de instruir docentes no desenvolvimento de práticas pedagógicas investigativas que quando aplicadas de forma organizada, despertem a curiosidade e atenção dos estudantes, além de promover conhecimento.

Propõe-se, através deste material, cinco Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) sobre a função de bactérias e fungos no nosso cotidiano, de forma que as atividades realizadas em cada uma das cinco etapas estimulem o protagonismo e imaginação dos estudantes, aproximando o tema científico abordado com as vivências do seu dia a dia.

Através de uma breve apresentação aos professores de biologia, o e-book nos convida à leitura dos textos científicos referentes ao ensino por investigação nas aulas de biologia, alfabetização científica, função das bactérias e fungos na sociedade, Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) e Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

As Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) apresentadas no e-book, possuem a mesma estrutura e organização em etapas, referências para correção das atividades, além de serem apresentadas de forma atraente, dinâmica e compreensível por todos os estudantes do ensino médio. Por meio de conceitos claros e objetivos, cada tópico estruturante das (SEIs), foi esclarecido, assim como os objetivos esperados nas competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Por fim, para finalizar o e-book, foi proposto formas de avaliação da SEI aplicada e dicas de leitura e pesquisa para professores de biologia.

Link de acesso para o e-book

https://www.canva.com/design/DAGtJGkP-JM/ckL5-ZM8CpUs0Ytu9mDiSA/view?utm_content=DAGtJGkP-JM&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=uniqueLinks&utm_id=h7ff04bbe51

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desta pesquisa, que teve como objetivo promover a melhoria do ensino de microbiologia, para estudantes do Ensino Médio a partir de sequências de ensino investigativas sobre a função das bactérias e fungos no nosso cotidiano foi possível promover a construção do conhecimento dos estudantes, a partir do ensino investigativo e uso de metodologia ativa utilizando uma abordagem interdisciplinar.

Diante dos resultados apresentados, pode-se inferir que a aplicação das sequências de ensino investigativas contribuíram significativamente para a compreensão dos alunos acerca do conteúdo de microbiologia apresentado, de modo que ocorreram, por parte dos próprios estudantes, associações com o seu cotidiano, o que denota a importância de valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, entendendo-se que a forma como os temas foram abordados foi significativa, haja vista a associação dos mesmos com o cotidiano.

Ainda que nem todos os estudantes tenham conseguido assimilar da forma pretendida, todos os conteúdos contemplados, pode-se afirmar que a maioria deles conseguiram construir um conhecimento sólido sobre os temas, efetivando a aprendizagem de forma significativa. Com relação à análise e avaliação das etapas por meio dos indicadores de alfabetização científica foi possível observar a prevalência dos indicadores organização de informações, classificação de informações, levantamento e teste de hipótese, justificativa, previsão e explicação. Já os indicadores de seriação de informações e raciocínio proporcional não foram evidenciados em nenhuma etapa, talvez pela natureza da pesquisa desenvolvida.

A etapa de construção do relatório individual pelos alunos, ao final da pesquisa, mostrou ser desafiadora para os estudantes que, embora tenha deixado a desejar considerando as dificuldades apresentadas pelos participantes para elaborarem o relatório cumpriram a proposta de forma satisfatória. A melhoria na confecção dos relatórios na segunda sequência aplicada pode ser explicada pela maior familiaridade dos estudantes com a metodologia – o que alerta para a necessidade de se trabalhar em sala de aula, de forma orientada, elaboração de relatórios, para que desenvolvam melhor esta habilidade para atividades posteriores.

Em vista do exposto, é possível dizer que a utilização de sequências de ensino investigativas, se bem desenvolvidas, favorecem a construção do conhecimento pelos estudantes, sendo uma forma de torná-los ativos no processo de ensino e aprendizagem, haja vista que, por meio delas, estes participam ativamente da construção do próprio conhecimento, refletindo com criticidade sobre os conteúdos abordados.

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, Diedja de Andrade. **Sequência didática com práticas maker de culinária como recurso facilitador para o ensino de micologia no ensino médio**. 2022. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 1999.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **RBPEC - Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo, p. 765-794, 2018.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo. Cengage Learning, 2013, p. 1-20; 131-132.
- CASSANTI, Ana C.; ANDRADE, David; ALVES, Gisele B. Ensino de Microbiologia no Ensino Médio: Concepções de Professores e Alunos. **Anais do XXVI Encontro Nacional de Pró-Reitores de Graduação das Universidades Brasileiras**, 2008.
- CASTELLAR, Sonia Maria Vanzella. **Metodologias ativas: sequências didáticas**. 1ª. ed. São Paulo: FTD, 2016.
- CUNHA, Káthia Cilene S.; SILVA, Jenilson da S.; BRITO, Kailton Cilene. S.; SANTOS, Marcos S.; MENDES, Cássia M.; COSTA, Robson Carlos S. Expondo os benefícios dos microrganismos aos seres humanos para alunos de Ensino Médio em São Luís-MA, **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, e409101422163, 2021.
- ESPOSITO, Eliana; AZEVEDO, João Lúcio de. **Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. 2ª. ed. Caxias do Sul: EDUCS, 2010.
- FOLMER, Vanderlei; RUPPENTHAL, Raquel; MARZARI, Mara Regina Bonini. **Attico Chassot: 60 Anos Fazendo Educação: Festschrift**. Ijuí: Editora Unijuí, 2021.
- FREITAS, Paloma Nathane de N.; COSTA, José Fabiano de J.; VEIGA, Sônia Alvim P.; PILEGGI, Marcos. Ressignificação de conceitos sobre microrganismos por meio de mapas conceituais em alunos do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 3, 2020.
- GALLINA, Darlila Aparecida; ALVES, Adriana Torres Silva; TRENTA, Fabiana Katia Helena de Souza; CARUSI, Juliana. Caracterização de leites fermentados com e sem adição de probióticos e prebióticos e avaliação da viabilidade de bactérias lácticas e probióticos durante a vida-de-prateleira. **UNOPAR Cient Ciên Biol Saúde**, São Paulo-SP, v. 13, n. 4, p. 239-244, 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7ª. ed. Rio de Janeiro: Atlas Ltda, 2021, p. 41.

GITTI, Tatiane S.; OLIVEIRA, Silvana T. M.; FERREIRA, Ligia S. Ensino de Microbiologia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Pró-Univer SUS**, 2014.

GONÇALVES, Karinne Aparecida C. **Sequência de ensino investigativa no ensino de microbiologia**: uma proposta para o ensino médio. 2019. 135 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, set. 2019.

HALLAM, Steven J.; MCCUTCHEON, John P. Microbes don't play solitaire: how cooperation trumps isolation in the microbial world. **Environmental Microbiology Reports**, Oxford, v. 7, n. 1, p. 26-28, 2015.

KIMURA, Solange de S.; TEIXEIRA, Maria de Fátima A.; OLIVEIRA, Daniela B. C. de; SANTOS, Célia L. R. Abordagem da Microbiologia no Ensino Médio: Um Estudo de Caso. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, [s. v.], [s. n.], 2013.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. 2ª. ed., 2017.

MACEDO, Kleber de Oliveira. **As infecções sexualmente transmissíveis – IST**: uma proposta de sequência didática com abordagem investigativa para alunos do ensino médio. 2021. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2021.

MACIEL, Danilo Batista. **Sequência didática de biologia no ensino médio**: construindo um jogo para entender a resposta imunológica frente aos principais patógenos do sistema respiratório humano. 2022. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP: [s.n], 2022.

MADIGAN, Michael T.; MARTINKO, John M.; BENDER, Kelly S.; BUCKLEY, Daniel H.; STAHL, David A. **Brock Biology of Microorganisms**. 15ª. ed. Boston: Pearson, 2016.

CARDOSO, Elke J.B.N. ANDREOTE, Fernando D. Microbiologia do solo. 2ª. ed. Piracicaba, São Paulo, Esalq, 2016.

MENEZES, Caline P. da S. **Sequência didática para o ensino de fungos sob a perspectiva CTSA**. 2019. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília 2019.

MORAN, José Manuel. Metodologias ativas e modelos híbridos na educação. In: BACICH, Lilian; MORAN, José Manuel. **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-18.

OLIVEIRA, Heldervan da S.; SANTOS, Fábio Rogério R.; PANTOJA, Glauco Cohen F.; PEREIRA, Ademir de S.; VIANNA, Carlos Alberto F. J. Interdisciplinaridade e mapas conceituais: Uma proposta para a aprendizagem do conceito de micologia. **Saberes – Revista interdisciplinar de filosofia e educação**, Caicó, RN, v. 24, n. 01, ISSN 1984-3879, jan. 2024.

PEIXOTO, Sandra Cadore; NORA, Lissandro Dorneles Dalla; ORTIZ, Ail Conceição Meireles; TOPOLSKI, Diogo Kramer; ORSELLI, Maria Isabel Veras; NUNES, Jamilse Fernandes. A dimensão interdisciplinar na construção da Educação Ambiental: Uma proposta de sequência didática. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, e15710514808, 2021.

REECE, Jane B.; URRY, A. Lisa; CAIN, Michael L.; WASSERMAN, Steven A.; MINORSKY, Peter JACKSON, Robert B. **Biologia de Campbell**. 10ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

RIBEIRO, Daniel da Chagas de Azevedo; PASSOS, Camila Greff; SALGADO, Tania Denise Miskinis. A metodologia da Resolução de Problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na Educação de Jovens e Adultos. **Revista Linhas**. Florianópolis, v. 20, n. 43, p. 205-233, maio/ago. 2019.

RODRIGUES, JULIANA FARIA. **Elaboração de sequência didática sobre educação sexual à luz da abordagem investigativa: autocuidado e promoção da saúde no ensino médio**. 2022. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

SANTOS, Hélen Giorgis. **Ilhas interdisciplinares de racionalidade e o ensino de ciências da natureza: construindo um ambiente de aprendizagem investigativo e interdisciplinar sobre a atividade leiteira**. 2019. 158 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2019.

SANTOS, Jailson B.; COSTA, Marcos Antônio. A Percepção de Alunos do Ensino Médio sobre Microrganismos. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, [s. v.], [s. n.], 2012.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna M. P de. **Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo**. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relação entre ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, 17 (especial), nov., 2015, p.49-67.

SEDANO, Luciana; CARVALHO, A.M.P. Ensino de ciências por investigação: oportunidades de interação social e sua importância para a construção da autonomia moral. Alexandria. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 199-2020, maio. 2017. Disponível em [<http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p199>].

SOARES, Cristine. **Metodologias ativas: uma nova experiência de aprendizagem**. 1ª. ed. São Paulo. Cortez, 2020.

TORTORA, Gerad J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. **Microbiologia**. 12ª. ed. Porto

Alegre: Artmed, 2017.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 03, p. 67-80, set-dez. 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “Sequências de ensino investigativas sobre a função dos microrganismos no nosso cotidiano” que será realizada sob responsabilidade dos pesquisadores professora, mestrandia Andréia Franco da Silva e professor orientador Dr. Fábio Alessandro Pieri. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é que os participantes por meio das sequências de ensino investigativas compreendam a função destes seres microscópicos no nosso dia a dia, ressaltando aspectos positivos, além dos negativos. Nesta pesquisa pretendemos elaborar e aplicar atividades sobre a função dos microrganismos dos Reinos Bacteria e Fungi afim de obter uma aprendizagem significativa.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: organizá-los em grupos de três a quatro estudantes para realizar a sequência de ensino investigativo correspondente à sua série de nível médio. Cada sequência de ensino investigativo será dividida em cinco etapas. A primeira etapa será apresentação do problema, onde os participantes através de imagens, leitura de artigos e notícias, observações e perguntas provocadoras, devem elaborar hipóteses investigativas, anotando-as. O objetivo desta etapa é que os mesmos desenvolvam hipóteses investigativas em grupos para que no decorrer das demais etapas da sequência investigativa de ensino possam desenvolver estratégias para comprovar-las ou refutá-las. A Segunda etapa será a experimentação, onde os participantes através de atividades práticas, aula de campo e observações vão comprovar suas hipóteses. A terceira etapa será a análise de resultados onde os participantes em grupos devem discutir os resultados dos experimentos e comprovação ou não das hipóteses nas etapas anteriores. Na quarta etapa ocorrerá a socialização dos resultados com a turma. Cada grupo de forma respeitosa, deverá argumentar sobre suas anotações e ouvir os demais grupos. Neste momento espera-se que os estudantes compartilhem com a turma conhecimentos adquiridos no decorrer da sequência de ensino investigativo. A quinta etapa será a conclusão. Neste momento deve ocorrer a sistematização do assunto abordado e espera-se que os grupos de participantes tenham uma reflexão crítica sobre as etapas da sequência de ensino investigativa e elaborem um relatório. Esta pesquisa tem alguns riscos mínimos, inerentes ao trabalho, como risco de contaminação ao manipular material biológico durante a realização das atividades de experimentação. Porém, os riscos podem ser reduzidos através de instruções sobre medidas de biossegurança e o uso correto de materiais de proteção, como luvas, jalecos descartáveis e toucas, mas não há dados que justifiquem alterações psicológicas ou sociais. Portanto, caso sinta-se desconfortável, terá liberdade de retirar-se da pesquisa. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, os alunos serão orientados quanto aos benefícios da pesquisa na aprendizagem e como a metodologia escolhida pode tornar as aulas mais proveitosas e interessantes. Dentre os vários benefícios ainda pode-se destacar a autonomia, protagonismo dos participantes durante todas as etapas da pesquisa e possibilidade de socialização dos mesmos.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com

para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Entre Folhas/MG, ____ de _____ de 2025

Assinatura do (a) criança / adolescente

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Andréia Franco da Silva

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora/Campus Avançado de Governador Valadares/Programa de Mestrado Profissional em Biologia (Profbio)

Faculdade/Departamento/Instituto: Ciências Básicas da Vida/Instituto de Ciências da Vida

CEP: 35010-177

Fone: (33) 3301-1000 ramal: 1575

E-mail: profbio.gv@ufjf.br

Rubrica do Participante de pesquisa ou

responsável: _____

Rubrica do pesquisador: _____

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa “Sequências de ensino investigativas sobre a função dos microrganismos no nosso cotidiano” que será realizada sob responsabilidade dos pesquisadores professora, mestranda Andréia Franco da Silva e professor orientador Dr. Fábio Alessandro Pieri. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é que os participantes por meio das sequências de ensino investigativas compreendam a função destes seres microscópicos no nosso dia a dia, ressaltando aspectos positivos, além dos negativos. Nesta pesquisa pretendemos elaborar e aplicar atividades sobre a função dos microrganismos dos Reinos Bacteria e Fungi afim de obter uma aprendizagem significativa.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: organiza-los em grupos de três a quatro estudantes para realizar a sequência de ensino investigativo correspondente à sua série de nível médio. Cada sequência de ensino investigativo será dividida em cinco etapas. A primeira etapa será apresentação do problema, onde os participantes através de imagens, leitura de artigos e notícias, observações e perguntas provocadoras, devem elaborar hipóteses investigativas, anotando-as. O objetivo desta etapa é que os mesmos desenvolvam hipóteses investigativas em grupos para que no decorrer da demais etapas da sequência investigativa de ensino possam desenvolver estratégias para comprova-las ou refuta-las. A Segunda etapa será a experimentação, onde os participantes através de atividades práticas, aula de campo e observações vão comprovar suas hipóteses. A terceira etapa será a análise de resultados onde os participantes em grupos devem discutir os resultados dos experimentos e comprovação ou não das hipóteses nas etapas anteriores. Na quarta etapa ocorrerá a socialização dos resultados com a turma. Cada grupo de forma respeitosa, deverá argumentar sobre suas anotações e ouvir os demais grupos. Neste momento espera-se que os estudantes compartilhem com a turma conhecimentos adquiridos no decorrer da sequência de ensino investigativo. A quinta etapa será a conclusão. Neste momento deve ocorrer a sistematização do assunto abordado e espera-se que os grupos de participantes tenham uma reflexão crítica sobre as etapas da sequência de ensino investigativa e elaborem um relatório. Esta pesquisa tem alguns riscos mínimos, inerentes ao trabalho, como risco de contaminação ao manipular material biológico durante a realização das atividades de experimentação. Porém, os riscos podem ser reduzidos através de instruções sobre medidas de biossegurança e o uso correto de materiais de proteção, como luvas, jalecos descartáveis e toucas, mas não há dados que justifiquem alterações psicológicas ou sociais. Portanto, caso sinta-se desconfortável, terá liberdade de retirar-se da pesquisa. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, os alunos serão orientados quanto aos benefícios da pesquisa na aprendizagem e como a metodologia escolhida pode tornar as aulas mais proveitosas e interessantes. Dentre os vários benefícios ainda pode-se destacar a autonomia, protagonismo dos participantes durante todas as etapas da pesquisa e possibilidade de socialização dos mesmos.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizemos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com

o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Entre Folhas/MG, _____ de _____ de 2025 .

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Andréia Franco da Silva

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora/Campus Avançado de Governador Valadares/Programa de Mestrado Profissional em Biologia (Profbio)

Faculdade/Departamento/Instituto: Ciências Básicas da Vida/Instituto de Ciências da Vida

CEP: 35010-177

Fone: (33) 3301-1000 ramal: 1575

E-mail: profbio.gv@ufjf.br

Rubrica do Participante de pesquisa ou responsável: _____

Rubrica do pesquisador: _____

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS

(Em atendimento à Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde / Ministério da Saúde)

A criança/adolescente _____ sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa “SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS SOBRE A FUNÇÃO DOS MICRORGANISMOS NO NOSSO COTIDIANO”, sob responsabilidade dos pesquisadores professora, mestranda Andréia Franco da Silva e professor orientador Dr. Fábio Alessandro Pieri. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é que os participantes por meio das sequências de ensino investigativas compreendam a função destes seres microscópicos no nosso dia a dia, ressaltando aspectos positivos, além dos negativos. Nesta pesquisa pretendemos elaborar e aplicar atividades sobre a função dos microrganismos dos Reinos Bacteria e Fungi afim de obter uma aprendizagem significativa.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: organiza-los em grupos de três a quatro estudantes para realizar a sequência de ensino investigativo correspondente à sua série de nível médio. Cada sequência de ensino investigativo será dividida em cinco etapas. A primeira etapa será apresentação do problema, onde os participantes através de imagens, leitura de artigos e notícias, observações e perguntas provocadoras, devem elaborar hipóteses investigativas, anotando-as. O objetivo desta etapa é que os mesmos desenvolvam hipóteses investigativas em grupos para que no decorrer da demais etapas da sequência investigativa de ensino possam desenvolver estratégias para comprova-las ou refuta-las. A Segunda etapa será a experimentação, onde os participantes através de atividades práticas, aula de campo e observações vão comprovar suas hipóteses. A terceira etapa será a análise de resultados onde os participantes em grupos devem discutir os resultados dos experimentos e comprovação ou não das hipóteses nas etapas anteriores. Na quarta etapa ocorrerá a socialização dos resultados com a turma. Cada grupo de forma respeitosa, deverá argumentar sobre suas anotações e ouvir os demais grupos. Neste momento espera-se que os estudantes compartilhem com a turma conhecimentos adquiridos no decorrer da sequência de ensino investigativo. A quinta etapa será a conclusão. Neste momento deve ocorrer a sistematização do assunto abordado e espera-se que os grupos de participantes tenham uma reflexão crítica sobre as etapas da sequência de ensino investigativa e elaborem um relatório. Esta pesquisa tem alguns riscos mínimos, inerentes ao trabalho, como risco de contaminação ao manipular material biológico durante a realização das atividades de experimentação. Porém, os riscos podem ser reduzidos através de instruções sobre medidas de biossegurança e o uso correto de materiais de proteção, como luvas, jalecos descartáveis e toucas, mas não há dados que justifiquem alterações psicológicas ou sociais. Portanto, caso sinta-se desconfortável, terá liberdade de retirar-se da pesquisa. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, os alunos serão orientados quanto aos benefícios da pesquisa na aprendizagem e como a metodologia escolhida pode tornar as aulas mais proveitosas e interessantes. Dentre os vários benefícios ainda pode-se destacar a autonomia, protagonismo dos participantes durante todas as etapas da pesquisa e possibilidade de socialização dos mesmos.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Entre Folhas/MG, _____ de _____ de 2025.

Assinatura do responsável pelo participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Andréia Franco da Silva

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora/Campus Avançado de Governador Valadares/Programa de Mestrado Profissional em Biologia (Profbio)

Faculdade/Departamento/Instituto: Ciências Básicas da Vida/Instituto de Ciências da Vida CEP: 35010-177

Fone: (33) 3301-1000 ramal: 1575

E-mail: profbio.gv@ufjf.br

Rubrica do Participante de pesquisa ou responsável: _____ Rubrica do pesquisador: _____
--

APÊNDICE D – SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 1



Sequência investigativa 1

Título: Importância dos microrganismos na produção de gás metano. Biodigestores: o uso do gás metano como fonte de energia limpa e sustentável.

Temas:

- Metabolismo energético e homeostase;
- Processo anaeróbio e fermentação;
- Origem da vida e hipótese autotrófica e heterotrófica;
- Biomassa e biogás;
- Combustíveis fósseis.

Objetivos:

- Compreender a importância das bactérias anaeróbias no processo de fermentação.
- Propor aos alunos oportunidade de compreender os benefícios do processo da fermentação realizado por microrganismos.
- Entender e conhecer como um biodigestor pode amenizar o aumento do efeito estufa e ser uma fonte de energia limpa e sustentável.
- Compreender as características do ambiente propício à atividade destas bactérias metanogênicas.

Competências e habilidades do CRMG:

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

EM13CNT202X) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.

(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostas em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias aceitas atualmente.

(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

(EM13CNT203X) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.

Organização da turma: A sequência didática pode ser trabalhada com alunos do 1º e 3º ano do ensino médio. Os alunos serão organizados em grupos de 4 a 5 estudantes em média, de acordo com critérios estabelecidos pelo professor, de modo que não haja exclusão de nenhum estudante. Vale ressaltar que são apenas sugestões, sendo que na sala de aula o professor poderá conduzir as atividades de acordo com o perfil da sala, sendo possível até fazer grupos maiores em salas cheias, desde que tenha um aluno líder.

Tempo previsto: 4 aulas.

É importante ressaltar que na realização da etapa 2 da atividade não foi considerado o tempo de deslocamento para a aula de campo.



1ª Etapa: Apresentação do problema.

Inicialmente o professor deve formar grupos de 4 a 5 estudantes. A partir do problema “Gás metano e intensificação do efeito estufa, formas de reduzir sua emissão para a atmosfera”, deixe que os grupos de estudantes elaborem hipóteses investigativas. Através de perguntas

norteadoras o professor deve questionar os estudantes: O que você entende por fermentação? Quais tipos de microrganismos realizam a fermentação? Já ouviu dizer ou sabe falar sobre o funcionamento de um biodigestor? Existe diferença entre biogás e combustíveis fósseis? Efeito estufa e aumento do efeito estufa são sinônimos? O que é energia limpa? O que é gás metano e como é produzido?

Será reservado 30 minutos para que os alunos levantem hipóteses e façam suas anotações.

Posteriormente os alunos receberão dois textos científicos, sendo um artigo e uma notícia.

COP27: a vez do biometano para as metas de 2030.

<https://www.cnnbrasil.com.br/forum-opiniao/cop27-a-vez-do-biometano-para-as-metas-de-2030/>

SILVA, José Lucas Lemos da. Biodigestores: **O uso de gás metano como fonte de energia limpa e sustentável**. Umarizal, RN – 2022.

<https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/2613/2/TCC%20Jos%C3%A9%20Lucas.pdf>

Após a leitura dos textos, pergunte-os: O que é um biogás e através de qual processo pode ser produzido? Qual a relação entre bactérias metanogênicas e fermentação? Qual a relação entre efeito estufa e gás metano?

Deixem que os estudantes façam pesquisas em livros e sites confiáveis sobre o conceito abordado e a relação com o processo da fermentação. Oriente-os a anotar as hipóteses com cuidado e atenção, relacionando com as anotações anteriores e fazendo comparações. Essa etapa é importante para observar a evolução no processo de aprendizagem, palavras novas incorporadas à escrita durante a elaboração de hipóteses.



2ª Etapa: Experimentação.

Nesta etapa os grupos de estudantes devem testar suas hipóteses investigativas.

Após a leitura com muito cuidado e atenção pelos grupos de estudantes, requisi-te a eles que identifique o tema principal da notícia e do artigo, sublinhando e contextualizando em uma síntese. É importante que façam anotações e comparações com as respostas formuladas através das perguntas inquietantes do primeiro momento e após a leitura.

O professor poderá promover visitas à biodigestores instalados em algumas propriedades rurais em parcerias com a copasa, afim conhecerem o processo, os microrganismos atuantes e de que forma o biodigestor pode ajudar os produtores rurais e colaborar para redução de gases

do efeito estufa. A visita contará com a presença de um técnico da Copasa para esclarecer dúvidas e do professor de biologia.

Após a visita para conhecer o funcionamento de um biodigestor, cada grupo deverá elaborar um relatório. Os alunos podem relatar que acharam de interessante durante a visita e os aspectos positivos do biodigestor. O professor poderá aproveitar o momento para observar o vocabulário dos alunos, anotando se ocorreu avanços no vocabulário científico.



3ª Etapa: Análise de resultados.

Neste momento, o professor deve orientar os estudantes a comparar as anotações iniciais durante a elaboração das hipóteses investigativas e quais foram seus resultados após a etapa da experimentação. Espera-se que aqui ocorra a comprovação ou refutação de hipóteses, além da elaboração de um mapa mental com as principais informações da SEI.

O professor pode aprofundar com perguntas norteadoras. Quais palavras ligadas à sequência de ensino investigativo foram citadas após a leitura dos textos e à aula de campo? Houve maior compreensão do assunto?



4ª Etapa: Socialização dos resultados.

Nessa etapa o professor deve dialogar com os estudantes, perguntando sobre os conhecimentos adquiridos durante a leitura, na elaboração da síntese com as ideias principais dos textos, atividade de campo onde ocorreu a visita à propriedade rural onde há biodigestores instalados e observar se alcançou os objetivos e competências propostos para a atividade. Nesse momento os grupos devem expor seus resultados através de apresentação de seminários.



5ª Etapa: Conclusão

Elaboração do relatório com a seguinte estrutura: título da Sequência de Ensino Investigativa, temas abordados, objetivos, desenvolvimento, reflexão crítica e conclusão.



Dica: Caso o professor queira, ele poderá construir com seus alunos uma miniatura de biodigestor. Para isso, ele poderá usar uma garrafa pet, pedaços de frutas, esterco, papel alumínio e uma bexiga de festa. Misture tudo dentro da garrafa pet, envolva com o papel alumínio e coloque o balão na abertura principal.



Referência para correções das atividades da SEI.

Respostas de cada grupo na Etapa 1

É um processo anaeróbio, ou seja, que ocorre na ausência de gás oxigênio. É realizado por algumas células e organismos, como fungos e bactérias para obter energia. Pessoal. Bactérias e fungos principalmente. Sim. O biogás é um gás resultado de reações químicas a partir da fermentação de diferentes biomassas. Já os combustíveis fósseis, foram produzidos em condições especiais, de temperatura e pressão, a partir de restos de seres vivos que habitaram o planeta há milhões de anos. Não. Efeito estufa é um fenômeno natural que mantém a temperatura média do planeta. Já o aquecimento global é um fenômeno resultado do aumento do efeito estufa. Energia limpa, são fontes de energia que causam menos impactos no ambiente. O gás metano, é um gás que aumenta o efeito estufa. Ele é resultado da fermentação de matéria orgânica.

Respostas de cada grupo na Etapa 2

Pessoal.

Respostas de cada grupo na Etapa 3

Pessoal.

Referências bibliográficas:

<https://www.biologianet.com/biologia-celular/fermentacao.htm>

<https://veja.abril.com.br/coluna/mundo-agro/conheca-o-grande-potencial-do-biogás-e-do-biometano-no-agro/>

APÊNDICE E – SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 2



Sequência investigativa 2

Título: Função dos microrganismos utilizados na produção de etanol.

Temas:

- Matéria orgânica e liberação de energia;
- Fermentação alcoólica e microrganismos;
- Matérias-primas utilizadas na produção do etanol.
- Cenário atual do Brasil na produção de etanol.
- Biocombustíveis e energia limpa;
- Alternativa sustentável em relação ao uso de combustíveis fósseis.
- Reação química e metabolismo energético;
- Destilação e separação de misturas.
- Interdisciplinaridade nas ciências da natureza.

Objetivos:

- Compreender o conceito de fermentação e como certos grupos de microrganismos podem ser utilizados na produção de bebidas alcóolicas e biocombustíveis.
- Apresentar o tema fermentação e associar os tipos de fermentação à grupos de fungos e bactérias;
- Compreender que o fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*) é um tipo de fungo que realiza fermentação e é muito utilizado na indústria alimentícia.
- Estimular os estudantes a compreenderem que além do caldo de cana de açúcar, podem ser usadas diferentes matérias-primas para produção de etanol.
- Compreender o conceito de metabolismo energético.
- Desenvolver atividades investigativas que integre disciplinas da área de ciências da natureza no processo de ensino aprendizagem.

Competências e habilidades do CRMG:

(EM13CNT313MG). Analisar as características físico-químicas dos grupos de

microrganismos existentes, bem como discutir a importância desses seres para o meio ambiente, indústria e saúde. Identificar aqueles que são causadores de doenças, discutindo métodos de detecção e prevenção e tratamento para as mesmas.

(EM13CNT310X). Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida no âmbito social, familiar, cultural e econômico.

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Organização da turma: A sequência didática pode ser trabalhada com alunos dos 1º e 3º anos do ensino médio. Os alunos serão organizados em grupos de 4 a 5 estudantes em média, de acordo com critérios estabelecidos pelo professor, de modo que não haja exclusão de nenhum estudante. Vale ressaltar que são apenas sugestões, sendo que na sala de aula o professor poderá conduzir as atividades de acordo com o perfil da sala, sendo possível até fazer grupos maiores em salas cheias, desde que tenha um aluno líder.

Tempo previsto: 4 aulas.



1ª Etapa: Apresentação do problema.

Nesta etapa diante da apresentação do problema, “Microrganismos produzem biocombustíveis através de reações químicas”, os grupos de estudantes devem elaborar hipóteses investigativas. Além disso, aproveite o momento para fazer perguntas norteadoras.

Pergunte aos alunos: O que é etanol e como este é produzido?

É interessante e de extrema importância que os estudantes expressem suas opiniões, argumentem e façam anotações sobre o assunto proposto.

Em seguida, aos alunos agrupados apresente um trecho da história em quadrinhos com

mensagens de educação ambiental que foi publicada pelas empresas Mauricio de Sousa Produções e Two Sides. Os temas mostram conceitos básicos sobre impactos ambientais das atividades humanas e sugerem atitudes corretas para reduzi-los. Dentre os 12 temas abordados, há uma história em quadrinhos sobre recursos naturais e recursos renováveis.

Após fazer uma leitura cuidadosa, faça indagações aos estudantes. Por que o etanol é um tipo de energia limpa? É utilizado microrganismos para produzi-lo? Ocorre algum tipo de reação química na sua produção? Qual? Como é possível verificar a produção do etanol na reação química?

Novamente, após a leitura e diante das indagações os grupos devem anotá-las.

<https://www.udop.com.br/noticia/2019/9/27/turma-da-monica-destaca-etanol-em-hq-sobre-recursos-naturais-e-recursos-renovaveis.html>

Turma da Mônica destaca etanol em HQ sobre Recursos Naturais e Recursos Renováveis. Disponível no site: <https://twosides.org.br/quadrinhos>



Fonte: <https://www.udop.com.br/noticia/2019/9/27/turma-da-monica-destaca-etanol-em-hq-sobre-recursos-naturais-e-recursos-renovaveis.html>

2ª Etapa: Experimentação.

Nesta etapa, os estudantes devem testar suas hipóteses levantadas na etapa anterior, diante da apresentação do problema.

Auxiliados pelo professor (a) de química e biologia, os alunos no laboratório deverão se organizar em grupos de 4 a 5 estudantes. Inicialmente promova uma discussão sobre como essas disciplinas se integram e qual a importância das mesmas no processo de ensino aprendizagem. Aproveite para ressaltar que o tema fermentação envolve conhecimentos da química. Reserve 20 minutos dessa aula para que os mesmos expressem opiniões, levantem questionamentos e sugestões. É importante este momento, para que o professor avalie a oportunidade de desenvolver mais atividades interdisciplinares.

Neste momento deve ser abordado as medidas de biossegurança no laboratório, afim que não aconteça acidentes. É de extrema importância que os alunos tenham compreendido essas medidas.

Apresente aos alunos a sugestão de atividade prática como proposta para compreensão do processo de fermentação alcoólica na produção do etanol.

Cada grupo deverá receber uma cópia, assim como os ingredientes para executar a aula experimental. A atividade prática para produção do etanol por meio da destilação simples foi adaptada usando os artigos abaixo.

GARCIA, Rayani; CARVALHO, Valéria; CARNEIRO, Washington. **Práticas experimentais em educação ambiental no ensino médio: O uso e destilação de fermentado de caldo de cana de açúcar como ferramenta didática para educação básica.** Revista brasileira de educação ambiental. Revbea, São Paulo, V. 14, No 2: 268-276, 2019.

MARTINS DOS SANTOS, Sérgio; PIZONI FADINI, Guilherme; MARGARETH C. ROLDI, Maria; VILLAR AMADO, Manuela; REIS TERRA, Vilma; QUEZADA M. LEITE, Sidnei. **Interdisciplinaridade e Ensino por Investigação de Biologia e Química na Educação Secundária a partir da temática de Fermentação de Caldo de Cana.** XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC – 3 a 6 de julho de 2017.

Observação:

Caso o professor tenha dificuldade em realizar com os estudantes a atividade prática proposta acima, ele poderá optar por utilizar caldo de cana-de-açúcar (garapa), suco de frutas como uva, abacaxi, maçã e jabuticaba, fermento biológico (*Saccharomyces cerevisiae*), um recipiente de vidro transparente, um plástico filme e termômetro culinário ou químico.

Os alunos podem observar no decorrer de dois ou três dias, a aparência dos líquido, a

formação de bolhas e até mesmo o odor característica da fermentação alcoólica.

Neste momento é importante que os alunos percebam a função do fermento biológico na reação.

Abra espaço para que os estudantes elaborem sugestões. O professor pode aproveitar o momento para questioná-los. E se não tivesse o fermento biológico o que aconteceria?



Dica: Sugere-se que essa sequência de ensino investigativa seja trabalhada de forma interdisciplinar com os conteúdos de química/ciências criativas/saberes da investigação da natureza, de maneira que haja maior aproveitamento de conteúdo e compreensão de conceitos.



3ª Etapa: Análise de resultados.

Nessa etapa os grupos de estudantes devem comprovar ou refutar suas hipóteses, elaborando justificativas. Os grupos de estudantes devem revisitar à pergunta inicial e comparar as anotações após a leitura da história em quadrinhos e o experimento no laboratório. Em seguida, após discutirem em grupo e realizar comparações com as hipóteses iniciais, os estudantes devem construir um glossário sobre o assunto abordado.



4ª Etapa: Socialização dos resultados.

Os estudantes devem apresentar em forma de seminário os resultados do experimento e as anotações das etapas 1, 2 e 3, assim como as hipóteses que foram comprovadas ou refutadas, se ocorreu conforme previsto, se algo deu errado. Esse momento é reservado para que os estudantes discutam com outros grupos e compreendam os caminhos que cada um seguiu para resolver o problema, os obstáculos encontrados, os fatores externos e internos que impactaram a execução da atividade e percebam se foi significativo o aprendizado do tema por todos.

É importante que os grupos saibam ouvir os demais estudantes e respeitem as opiniões em relação às anotações nas etapas da Sequência de Ensino realizada.



5ª Etapa: Conclusão.

Elaboração do relatório com a seguinte estrutura: título da Sequência de Ensino Investigativa, temas abordados, objetivos, desenvolvimento, reflexão crítica e conclusão.



Referência para correções das atividades da SEI.

Respostas de cada grupo na Etapa 1

Também conhecido como álcool, é uma substância química inflamável usada como combustível de veículos. O etanol é considerado um tipo de energia limpa, pois provoca menos impactos ao ambiente. O álcool pode ser produzido através da fermentação realizada por microrganismos. Sim, a fermentação. Em algumas situações pode-se observar o cheiro do álcool.

Respostas de cada grupo na Etapa 2

Pessoal.

Respostas de cada grupo na Etapa 3

Pessoal.

APÊNDICE F – SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 3



Sequência investigativa 3

Título: Papel dos fungos na produção do pão caseiro.

Temas:

- Função dos microrganismos no nosso cotidiano;
- Os fungos como parte da ciência, exercem importantes funções na sociedade e ambiente;
- Fermentação alcoólica.
- Fungos e a produção de alimentos.

Objetivos:

- Compreender que muitos alimentos do nosso dia-a-dia são produzidos a partir de microrganismos.
- Reconhecer que os fungos estão presentes em nossa vida em diversas situações do cotidiano.
- Comprovar a produção de gás carbônico resultante do processo de fermentação alcoólica realizada por fungos (leveduras) presentes no fermento biológico.
- Incentivar o aluno com a atividade “mão na massa”, afim de que percebam que alimentos como o pão e a pizza são produzidos a partir de microrganismos, como os fungos.
- Estimular os estudantes a refletirem sobre os aspectos positivos dos microrganismos.
- Elaborar hipóteses investigativas diante das questões problematizadoras.

Organização da turma: A Sequência de Ensino Investigativa pode ser trabalhada com alunos dos 1º e 2º anos do ensino médio. Os alunos serão organizados em grupos de 4 a 5 estudantes em média, de acordo com critérios estabelecidos pelo professor, de modo que não haja exclusão de nenhum estudante. Vale ressaltar que são apenas sugestões, sendo que na sala de aula o professor poderá conduzir as atividades de acordo com o perfil da sala, sendo possível até fazer grupos maiores em salas cheias, desde que tenha um aluno líder.

Tempo previsto: 5 aulas.

Competências e habilidades do CRMG:

(EM13CNT313MG). Analisar as características físico-químicas dos grupos de microrganismos existentes, bem como discutir a importância desses seres para o meio ambiente, indústria e saúde. Identificar aqueles que são causadores de doenças, discutindo métodos de detecção e prevenção e tratamento para as mesmas.

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.



1ª Etapa: Apresentação do problema.

Nesta etapa a partir da apresentação do problema “Microrganismos presentes no fermento são utilizados na produção do pão”, os grupos de estudantes devem elaborar hipóteses investigativas.

Aos alunos agrupados, o professor apresenta dois tipos de fermentos, o químico e o biológico. Pergunte aos alunos, se existem diferenças entre estes produtos?

Com qual finalidade são utilizados?

Deixe que observem as características e embalagens de cada fermento e construam tabelas comparativas para responder às perguntas norteadoras. Os grupos devem anotar em um bloco de anotações.

Proponha aos grupos de estudantes que elaborem uma tabela com duas colunas, sendo um referente a um tipo de fermento. Podem anotar além das características, a finalidades destes, o tipo de ambiente em que devem ser armazenados, a temperatura adequada a cada um para atuar etc.



2ª Etapa: Experimentação.

Neste momento os grupos de estudantes devem testar suas hipóteses investigativas realizando o experimento.

No laboratório da escola, organizados em grupos de 4 a 5 estudantes, inicialmente os alunos deverão ser orientados sobre medidas de biossegurança, como higienizar as mãos com água e sabão, não inalar, comer ou ter contado direto, além do uso de toucas e luvas quando manipulam alimentos. Cada grupo receberá uma cópia da receita e os ingredientes para produção do pão caseiro. Oriente-os a observar com atenção os ingredientes utilizados, a quantidade destes e aproveite para fazer “provocações pedagógicas”. Qual a importância do açúcar na produção do pão? Se a água estivesse fria, você acha que o resultado seria o mesmo? Ao deixar a massa descansar por alguns minutos, o que acontece? Porque essa etapa é importante? Se caso não utilizasse o fermento, o resultado seria o mesmo?

Um estudante de cada grupo deve misturar inicialmente o fermento, a água morna, o óleo e o açúcar em um recipiente. Após obter uma mistura homogênea, despeje todo o líquido sobre a farinha em um recipiente grande. Misture bem, até a massa desgrudar do fundo e deixe descansar conforme orientado. Pré aqueça o forno e após enrolar os pães, leve-os para assar.

Os alunos podem fazer o registro através de fotos, de forma que consigam fazer comparações do antes e depois da massa.



Dica: Os estudantes podem utilizar um termômetro químico ou culinário para mediar a temperatura da água. Os estudantes podem observar o que acontece com a massa em um copo com água. Instrua-os a retirar um pedacinho da massa após misturar os ingredientes e posteriormente depois desta descansar. Jogue esse pequeno pedacinho em um copo com água e observe o que acontece.

Produção de pão caseiro.

Peça a um aluno da sala que higienize as mãos para começar a aula prática, enquanto os demais observam.

Para a produção do pão caseiro, deverá ser usado os seguintes ingredientes:

- 1 kg de farinha de trigo sem fermento químico.
- 4 Tabletes (ou 60g) de fermento biológico dissolvido separadamente em 1 de copo de água morna.
- 1 Colher (de café) de açúcar.
- Meia colher (de café) de sal.
- 100 ml de óleo de soja ou outro óleo vegetal de sua preferência.
- Forno para assar o pão. Essa parte é opcional, pois o objetivo é observar o crescimento da massa.

Modo de preparo:

- Em um recipiente grande, misture bem os ingredientes até obter uma massa homogênea de consistência sólida. Em seguida deixe a massa descansar envolvida por um plástico filme ou pano molhado com água morna por cerca de quarenta minutos e observe o que acontece. Enrole a massa em pequenos pedaços e leve para assar no forno pré aquecido.



3ª Etapa: Análise de resultados.

Nesta etapa os grupos de estudantes devem comprovar ou refutar suas hipóteses levantadas anteriormente na etapa da problematização. Além disso espera-se que usando os notebooks, elaborem o mapa mental com todas as informações que conseguiram obter.

Os alunos devem fazer anotações em forma de uma tabela e discutir em grupo sobre suas observações iniciais ao misturar os ingredientes e posteriormente após a massa descansar.

O professor como mediador do conhecimento pode instigar os alunos com questionamentos.

Qual aspecto a massa apresentava antes e depois do descanso? Você acha que houve participação de algum ser vivo? Por que foi necessário esperar alguns minutos após misturar os ingredientes? Qual reação química ocorreu? Foi produzida alguma substância nova?



4ª Etapa: Socialização dos resultados.

Nesse momento é sugerido apresentação do mapa mental elaborado pelos grupos de estudantes através de seminário. Além disso, espera-se que os estudantes reúnem as informações das etapas anteriores. É importante observar o que cada grupo tem a acrescentar,

se algo ficou esquecido ou se ocorreu falta de compreensão por parte de algum estudante.



5ª Etapa: Conclusão.

Elaboração do relatório com a seguinte estrutura: Título da sequência de ensino investigativa, temas abordados, objetivos, desenvolvimento, reflexão crítica e conclusão.

Referências bibliográficas:

<https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/quimica-pao.htm>

<https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>



Referência para correções das atividades da SEI.

Respostas de cada grupo na Etapa 1

Respostas esperadas. Elaborado pela autora

Sim. O fermento químico é formado por substâncias químicas. Já o fermento biológico contém “componentes vivos microscópicos”, as leveduras, *Saccharomyces cerevisiae*.

Para produção de alimentos (pão, pizza, bolos), fazendo a massa crescer.

Respostas de cada grupo na Etapa 2

O açúcar é um carboidrato (nutriente) usado pelo fungo para produzir (liberar energia). Ele é o combustível para a reação. Não. Fungos se desenvolvem melhor em ambientes quentes.

A massa cresce. Durante o período de descanso, os fungos quebram a glicose da massa e liberam energia. Nessa reação é produzido gás carbônico o que faz a massa crescer e álcool.

Não. A massa não iria crescer, desenvolver.

Respostas de cada grupo na Etapa 3

Resposta variável. Espera-se que o estudante avalie que após o descanso a massa, aumentou de volume, cresceu, estava mais porosa, leve. Sim. Após misturar os ingredientes, os microrganismos presentes no fermento biológico (fungos, “leveduras”, *Saccharomyces cerevisiae*) irão quebrar os açúcares, obtendo energia, gás carbônico e álcool.

Isso é necessário para fazer a massa crescer. Fermentação. Sim. Álcool e gás carbônico.

APÊNDICE G – SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 4



Sequência investigativa 4

Título: Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro.

Temas:

- Função dos microrganismos no nosso cotidiano;
- Fermentação láctica;
- Lactobacilos são exemplos de bactérias em forma de bastonetes;
- Transformação da lactose (açúcar) em ácido láctico.
- Bactérias e a produção de alimentos (laticínios).

Objetivos:

- Compreender que muitos alimentos do nosso dia-a-dia são produzidos a partir de microrganismos, como as bactérias.
- Incentivar o estudante a ter uma visão crítica dos alimentos que consomem.
- Demonstrar a importância dos fungos para a natureza e humanidade, evidenciando-se os papéis ecológico e econômico que as bactérias têm.

Competências e habilidades do CRMG:

(EM13CNT313MG). Analisar as características físico-químicas dos grupos de microrganismos existentes, bem como discutir a importância desses seres para o meio ambiente, indústria e saúde. Identificar aqueles que são causadores de doenças, discutindo métodos de detecção e prevenção e tratamento para as mesmas.

(EM13CNT202X). Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Organização da turma:

Sugere-se trabalhar a Sequência de Ensino investigativa com turmas do 1º e 2º ano do ensino médio. Os alunos serão organizados em grupos de 4 a 5 estudantes em média, de acordo com critérios estabelecidos pelo professor, de modo que não haja exclusão de nenhum estudante. Vale ressaltar que são apenas sugestões, sendo que na sala de aula o professor poderá conduzir as atividades de acordo com o perfil da sala, sendo possível até fazer grupos maiores em salas cheias, desde que tenha um aluno líder.

Tempo previsto: 5 aulas.

**1ª Etapa: Apresentação do problema.**

Nesta etapa diante da apresentação do problema “Microrganismos utilizados na produção de alimentos: iogurte caseiro”, espera-se que os grupos de estudantes elaborem hipóteses investigativas em grupo.

Nesse momento, os estudantes juntamente com o professor devem construir um “brainstorming” ou também chamada de “tempestade de ideias” no quadro da sala de aula. Através de estímulo do professor, os estudantes devem pesquisar e trazer para a aula alimentos que são produzidos a partir de fungos e bactérias, assim como citar a participação dos mesmos no nosso dia a dia em diversas situações. Cabe ao professor ouvir os estudantes, nortear com perguntas provocantes, acrescentar caso julgue necessário e reunir as ideias dos grupos de maneira espontânea no quadro.

O professor pode aproveitar o momento e levar para a sala de aula, alimentos produzidos a partir de microrganismos, ou pedir para os estudantes. Podem ser usadas também, embalagens de produtos ou reportagens que demonstrem a presença de microrganismos na sua produção, para que os estudantes formulem hipóteses investigativas sobre como foi possível a participação dos mesmos naquele produto.

Após os estudantes construírem com o professor o “brainstorming” e observarem os alimentos, os grupos devem fazer anotações em uma tabela para explicar os tipos de microrganismos envolvidos na fabricação de cada alimento e como foi possível a sua produção, destacando os processos químicos envolvidos.

Ainda nesta etapa o professor poderá utilizar as seguintes perguntas norteadoras, para estimular os estudantes: Quais microrganismos são utilizados na fabricação de cada alimento? Cite o alimento e relacione a ele o tipo de microrganismo. Qual processo químico ocorreu para sua produção?

Como os microrganismos, seres vivos microscópicos relacionados na maioria das vezes à doenças, transformam substâncias presentes nos ambientes em alimentos que são comuns no nosso cotidiano? Realizam alguma transformação química? Qual?



2ª Etapa: Experimentação.

No laboratório da escola, organizados em grupos de 4 a 5 estudantes, após serem orientados sobre medidas de biossegurança, como higienizar as mãos com água e sabão, não inalar ou ingerir alimentos dentro do laboratório, além do uso de toucas e luvas quando manipulam alimentos. Cada grupo de estudantes devem testar suas hipóteses elaboradas na etapa anterior, através do experimento do iogurte caseiro. Além disso, os mesmos receberão uma cópia da receita e os ingredientes para produção do iogurte caseiro. Oriente-os a observar com atenção os ingredientes utilizados, a temperatura que os mesmos devem ser conservados e aproveite para fazer “perguntas inquietantes”.

Se o leite estivesse frio o resultado seria o mesmo?

Qual fator você avalia como necessário para o iogurte dá certo? O que se espera que aconteça após o tempo de descanso do leite?

Qual tipo de microrganismo atua na produção do iogurte? Que tipo de reação química ocorre e como ocorre?

Receita para produção do iogurte.

Produção de iogurte caseiro.



Iogurte natural caseiro

INGREDIENTES:

- 1 LITRO DE LEITE INTEGRAL
- 1 COPO DE IOGURTE NATURAL SEM AÇÚCAR

MODO DE FAZER:

1- AQUEÇA O LEITE EM UMA PANELA ATÉ QUE COMECE A FORMAR UMA ESPUMA EM SUA SUPERFÍCIE. APAGUE O FOGO ANTES DE LEVANTAR FERVURA.

2- TRANSFIRA O LEITE PARA UM RECIPIENTE PARA ESFRIAR UM POUCO (FAÇA O TESTE COLOCANDO O DEDO NO LEITE E MANTENDO POR 10 SEGUNDOS, SE VOCÊ CONSEGUIR MANTER O DEDO, A TEMPERATURA ESTÁ BOA!).

3- SEPRE UM POUCO DO LEITE EM UMA TIGELA E MISTURE COM O IOGURTE EM TEMPERATURA AMBIENTE, ATÉ QUE FIQUE EM UMA CONSISTÊNCIA HOMOGÊNEA.

4- JUNTE A MISTURA COM O RESTANTE DO LEITE E MEXA LEVEMENTE.

5- CUBRA O RECIPIENTE COM UM PANO E DEIXE DENCANSAR POR 8-12 HORAS, EM UM LOCAL QUENTE, PARA QUE OCORRA A FERMENTAÇÃO.

6- PASSADO ESSE TEMPO, O IOGURTE ESTÁ PRONTO! MANTENHA EM UM RECIPIENTE FECHADO NA GELADEIRA POR ATÉ 7 DIAS.

Fonte: <https://www.fsp.usp.br/sustentarea/2019/02/15/receita-iogurte-natural/>

Após realizarem o experimento, deve-se esperar o tempo necessário para que a reação aconteça. Em outra aula, sugere-se que seja em outro dia, os estudantes deverão observar os resultados.



Dica: Sugere-se que essa segunda etapa seja realizada em duas aulas em dias diferentes para alcançar os objetivos propostos para a mesma. Pode-se utilizar um também um termômetro culinário ou químico para observar a temperatura do leite. Além disso, caso ache interessante, o professor poderá usar o grupo controle, utilizando ao invés do leite morno, leite gelado e deixando a mistura totalmente destampada.



3ª Etapa: Análise de resultados.

Nesta etapa os grupos de estudantes deverão comprovar ou refutar suas hipóteses. É interessante deixar que os grupos dialoguem sobre os resultados afim de promover a integração e compreensão do tema abordado.

Sugere-se nessa etapa que os grupos de estudantes troquem suas anotações uns com os outros, para observar se algo novo foi acrescentado ou se ocorreu falta de compreensão de conceitos abordados. Os grupos de estudantes devem acrescentar à essas anotações, pontos relevantes.

Ao final dessa etapa, os grupos devem elaborar um mapa mental com as principais

informações das etapas anteriores. Além disso, o professor poderá usar as perguntas norteadoras a seguir.

Qual aspecto, cheiro e até mesmo gosto foi observado? Por que aconteceu? Quais características o leite apresentava antes do processo?

Com relação à produção do iogurte algo inesperado aconteceu? Porque?

Conclusão



4ª Etapa: Socialização dos resultados.

Cada grupo de estudantes deverá apresentar os mapas mentais em forma de seminário ou roda de conversa, com os principais conceitos abordados. Além disso, o professor poderá usar as perguntas norteadoras a seguir para aprimorarem conhecimentos.

Microrganismos utilizados na produção do iogurte. Nomes científicos que geralmente aparecem nas embalagens.

Reação química que esses microrganismos realizam para produção do iogurte. Como ocorre a reação química? Importância.

O que são probióticos?



5ª Etapa: Conclusão.

Elaboração do relatório individual com a seguinte estrutura: Título da sequência de ensino investigativa, autor, temas abordados, objetivos, desenvolvimento (etapas, resultados), reflexão crítica e conclusão.

Referências bibliográficas

<https://www.fsp.usp.br/sustentarea/2019/02/15/receita-iogurte-natural/>

<https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>



Referência para correções das atividades da SEI.

Respostas de cada grupo na Etapa 1

- Yakult- bactérias –fermentação láctica.
- Iogurte natural- bactéria- fermentação láctica.
- Coalho- enzima quimosina/ - microrganismos (bactérias e fungos).
- Lêvedo de cerveja: fungo-fermentação
- Vinagre- bactérias e fungos (microrganismos) – fermentação (alcoólica e acética). Por meio de transformações/ reações químicas. Sim, a fermentação.

Respostas de cada grupo na Etapa 2

Não. Microrganismos se desenvolvem melhor com o calor/ em temperaturas mais altas. A temperatura e os microrganismos presentes no iogurte natural (bactérias/ Lactobacillus)

Bactéria/Lactobacillus. Fermentação láctica. A lactose (açúcar) do leite é transformada em energia e ácido láctico.

Respostas de cada grupo na Etapa 3

Ficou mais cremoso, cheiro de azedo. Porque o leite azedou, devido às bactérias fermentadoras que transformaram a lactose do leite em ácido láctico. Estava líquido e com cheiro normal.

Resposta variável.

Resposta variável. Espera-se que

os grupos de estudantes acrescentem que o leite azedou e se transformou em iogurte devido a presença de microrganismos que realizaram reações químicas.

APÊNDICE H – SEQUÊNCIA INVESTIGATIVA 5

**Sequência investigativa 5**

Título: Papel dos fungos decompositores nos ciclos biogeoquímicos.

Temas:

- Decomposição;
- Ciclos biogeoquímicos;
- Microrganismos;
- Serviços ecossistêmicos;

Objetivos:

- Compreender a importância das bactérias e fungos decompositores nos ciclos biogeoquímicos da matéria, contribuindo assim para manutenção dos ecossistemas terrestres e aquáticos.
- Incentivar o desenvolvimento do pensamento crítico para propor ações individuais e coletivas que visam preservar os componentes bióticos e abióticos do meio, colaborando para o equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos.
- Conhecer e compreender o processo da decomposição por meio de questões problema e observação de alimentos onde fungos decompositores estejam atuando.

Competências e habilidades do CRMG:

(EM13CNT105). Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

(EM13CNT206). Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

(EM13CNT203X). Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e

simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.

Organização da turma:

Sugere-se trabalhar a sequência de Ensino Investigativa com turmas do 1º e 2º ano do ensino médio. Os alunos serão organizados em grupos de 4 a 5 estudantes em média, de acordo com critérios estabelecidos pelo professor, de modo que não haja exclusão de nenhum estudante. Vale ressaltar que são apenas sugestões, sendo que na sala de aula o professor poderá conduzir as atividades de acordo com o perfil da turma, sendo possível até fazer grupos maiores em salas cheias, desde que tenha um aluno líder.

Tempo previsto: 4 aulas



1ª Etapa: Apresentação do problema.

Nesta etapa diante do problema apresentado, “Existem microrganismos bons que transformam certas substâncias em outras e produzem alimentos, como o iogurte”, os grupos de estudantes devem elaborar hipóteses investigativas.

Além disso, o professor poderá através da apresentação de slides, diversas figuras que envolva situações de fungos decompositores, instigar os alunos a elaborarem suas hipóteses. Utilizando perguntas norteadoras, o professor poderá ainda perguntar aos alunos o que acham de cada imagem? Se consideram aquela imagem algo bom ou ruim? Já ouviu falar em ciclo da matéria ou ciclos biogeoquímicos? Por que é importante preservar o ambiente que nos cerca e qual a relação com o tema abordado?



Dica: Sugere-se que nessa etapa os estudantes desenvolvam pesquisas sobre aplicações dos fungos para a humanidade.



2ª Etapa: Experimentação.

Nesta etapa os grupos de estudantes deverão testar suas hipóteses elaboradas anteriormente.

Além disso, serão convidados a uma aula de campo. Nos diferentes ambientes da escola ou em volta da mesma eles deverão visualizar e fotografar fungos.

Posteriormente na sala de aula, aproveite o momento para questioná-los: Você sabe o que é um fungo? Em que tipos de ambientes foram encontrados fungos? Como esses fungos conseguem se alimentar?

Aos alunos agrupados, deixe que os mesmos apresentem as fotos uns aos outros e façam descrições em um bloco de anotações.

Posteriormente sugira a eles uma aula prática onde devem cultivar fungos para visualizá-los no laboratório da UFJF/GV.

Para isso, cada grupo deve cultivar o seu fungo a partir de um alimento, sendo um legume ou arroz cozido, pão ou frutas que devem ser acondicionados em sacos plásticos no decorrer de três a quatro dias. Posteriormente no laboratório, os estudantes devem observar se algo diferente aconteceu, anotando os dados sobre as principais características observadas. Posteriormente os estudantes serão orientados a usar luvas e aventais descartáveis para coletar com pinças e espátulas os fungos dos alimentos, colocando-os em lâminas, e com o auxílio de um conta-gotas cobrir com uma gota de água e lamínula, para visualizá-los no microscópio de óptico da UFJF/GV.



3ª Etapa: Análise de resultados.

Nesta etapa os grupos de estudantes devem comprovar ou refutar suas hipóteses através da análise dos resultados. Além disso, espera-se que elaborem um mapa mental com as principais ideias apresentadas, revisitando as anotações das etapas anteriores. É importante nesse momento que os grupos tenham compreendido através dos experimentos e situação problema, que o processo da decomposição é importante para todas as formas de vida.

O professor poderá usar uma pergunta inquietante para saber se os estudantes acham a decomposição algo bom ou ruim e justificar.



4ª Etapa: Socialização dos resultados.

Após argumentarem nas situações acima e elaborarem os mapas mentais, os grupos de estudantes deverão apresentar em forma de seminário a discussão para o tema abordado,

exemplificando aspectos positivos dos microrganismos nos ciclos da matéria. Espera-se que nessa etapa os estudantes já tenham compreendido a função dos microrganismos.



5ª Etapa: Conclusão.

Elaboração do relatório com a seguinte estrutura: título da Sequência de Ensino Investigativa, temas abordados, objetivos, desenvolvimento, reflexão crítica e conclusão.

Referências bibliográficas

<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/a-importancia-dos-fungos-para-os-seres-humanos.htm>



Referência para correções das atividades da SEI.

Respostas de cada grupo na Etapa 1

Pessoal.

Respostas de cada grupo na Etapa 2

Fungos são organismos eucariontes, heterotróficos, ou seja, incapazes de fabricar seu alimento. Eles podem ser visíveis a olho nu ou microscópicos. Os fungos decompositores por exemplo, vivem, preferencialmente em ambientes ricos em matéria orgânica, que servem de alimento a eles. Obtém alimento a partir de outros seres vivos, principalmente por meio da decomposição.

Respostas de cada grupo na Etapa 3

Pessoal.

APÊNDICE I – MODELO DE RELATÓRIO.

Relatório da sequência de ensino investigativa

Professora: Andréia Franco da Silva

Título da sequência de ensino investigativa: _____

Autor (a)/Aluno (a): _____

Temas abordados: _____

Objetivos: _____

Desenvolvimento: (Etapas)

Resultados:

Reflexão crítica: O que surpreendeu você nos resultados? O que você acha que poderia ser feito de diferente?

Conclusão:

ANEXO

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA - UFJF	
--	---

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Sequências de ensino investigativas sobre a função dos microrganismos no nosso cotidiano.

Pesquisador: ANDREIA FRANCO DA SILVA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 84545824.3.0000.5147

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.322.697

Apresentação do Projeto:

As informações transcritas nos campos *Apresentação do Projeto*, *Objetivo da Pesquisa* e *Avaliação dos Riscos e Benefícios* foram retiradas do arquivo *Informações Básicas da Pesquisa*.

Resumo:

O ensino sobre os microrganismos no ensino médio tem se tornado de difícil compreensão pela falta de infraestrutura adequada e isso aumenta o nível de abstração dos participantes. Como consequência, o tema microbiologia é apresentado de forma expositiva ao participante, e o mesmo acaba tendo que decorar termos e assimilar conhecimentos de algo que ele não vê. Além disso, na maioria das vezes os livros didáticos enfatizam aspectos negativos, devido a forma como o assunto é cobrado em questões vestibulares. Os microrganismos estão por toda parte do planeta e merecem destaque nas aulas de biologia para que os alunos possam compreender além dos aspectos negativos, a função de fungos e bactérias no cotidiano. Este projeto tem como objetivo desenvolver cinco sequências de ensino por investigação sobre a função/importância dos microrganismos para os participantes de nível médio. Além disso, espera-se que os participantes sejam

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N	CEP: 36.036-900
Bairro: SÃO PEDRO	
UF: MG	Município: JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788	E-mail: cep.propp@ufjf.br

Continuação do Parecer: 7.322.697

estimulados a buscar informações sobre diferentes microrganismos e reflitam sobre a importância destes. Será aplicada uma sequência de ensino investigativa na turma do 1º ano REG 4 do ensino médio da E. E. Dr. José Augusto de Entre Folhas ϵ MG. A sequência de ensino por investigação será organizada em cinco etapas e realizada de forma interdisciplinar com a disciplina de SIN ϵ Saberes da investigação da Natureza. A importância de executar a sequência de ensino investigativa de maneira interdisciplinar está em otimizar o tempo, pois são apenas duas aulas de biologia e o fato de trabalhar com uma disciplina que possui como objetivo primário, promover a investigação. Cada sequência de ensino investigativa contará com um título, o tema, objetivos, organização da turma, tempo previsto, competências e habilidades do Currículo Referência de Minas Gerais ϵ CRMG e etapas. Todas as SEI serão organizadas em cinco etapas. A primeira etapa será apresentação do problema, onde os participantes através de imagens, leitura de artigos e notícias, observações e perguntas provocadoras, devem elaborar hipóteses investigativas, anotando-as. O objetivo desta etapa é que os mesmos desenvolvam hipóteses investigativas em grupos para que no decorrer das demais etapas da sequência investigativa de ensino possam desenvolver estratégias para comprova-las ou refuta-las. A Segunda etapa será a experimentação, onde os participantes através de atividades práticas, aula de campo e observações vão comprovar suas hipóteses. A terceira etapa será a análise de resultados onde os estudantes em grupos devem discutir os resultados dos experimentos e comprovação ou não das hipóteses nas etapas anteriores. Na quarta etapa ocorrerá a socialização dos resultados com a turma. Cada grupo de forma respeitosa, deverá argumentar sobre suas anotações e ouvir os demais grupos. Neste momento espera-se que os participantes compartilhem com a turma conhecimentos adquiridos no decorrer da sequência de ensino investigativo. A quinta etapa será a conclusão. Neste momento deve ocorrer a sistematização do assunto abordado e espera-se que os grupos de participantes tenham uma reflexão crítica sobre as etapas da sequência de ensino investigativa e elaborem um relatório. A análise de dados será qualitativa, baseando-se em Bardin."

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
 Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
 UF: MG Município: JUIZ DE FORA
 Telefone: (32)2102-3788 E-mail: cep.propp@ufjf.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA - UFJF



Continuação do Parecer: 7.322.697

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Executar uma sequência de ensino investigativa sobre a função das bactérias e fungos no cotidiano.

Objetivo Secundário:

Estimular os participantes a buscarem informações sobre diferentes microrganismos. Incentivar os participantes refletirem sobre a importância dos microrganismos no nosso cotidiano. Elaborar sequências didáticas sobre microbiologia baseando-se no ensino por investigação. Confeccionar um ebook com sequências de ensino por investigação sobre aspectos positivos e negativos dos microrganismos, dando ênfase à função destes para o planeta. Aplicar uma sequência de ensino investigativa sobre microbiologia tratando as ações desempenhadas pelos microrganismos

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Esta pesquisa tem alguns riscos mínimos, inerentes ao trabalho, como risco de contaminação ao manipular material biológico durante a realização das atividades de experimentação. Porém, os riscos podem ser reduzidos através de instrução sobre medidas de biossegurança e o uso correto de materiais de proteção, como luvas, jalecos descartáveis e toucas, mas não há dados que justifiquem alterações psicológicas ou sociais. Em momento algum será divulgado o nome e imagens do participante, garantindo o seu anonimato. A participação na pesquisa é voluntária e não acarretará custos ao participante, podendo este recusar-se a participar ou interromper a participação a qualquer momento. Os dados coletados serão sigilosos, confidenciais e ficarão arquivados por cinco anos e após, incinerados, conforme orientação a Resolução CNS 466/12.

Benefícios:

Os discentes poderão ser beneficiados através de atividades que envolvem metodologias de ensino por investigação, podendo obter através desta pesquisa conhecimento sobre a função dos microrganismos no nosso cotidiano. Além disso, os participantes ao participarem da pesquisa desenvolverão o protagonismo, o senso crítico, autonomia e a capacidade de socialização, uma

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
UF: MG Município: JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 E-mail: cep.propp@ufjf.br

Continuação do Parecer: 7.322.697

vez que participarão ativamente de todas as etapas,
o que inclui atividades em grupo e individuais.”

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, apresenta o tipo de estudo, número de participantes, critério de inclusão e exclusão, forma de recrutamento. As referências bibliográficas são atuais, sustentam os objetivos do estudo e seguem uma normatização. O cronograma mostra as diversas etapas da pesquisa, além de mostra que a coleta de dados ocorrerá após aprovação do projeto pelo CEP. O orçamento lista a relação detalhada dos custos da pesquisa que serão financiados com recursos próprios conforme consta no campo apoio financeiro. A pesquisa proposta está de acordo com as normas definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens IV.6, II.11 e XI.2; e e na Norma Operacional CNS 001 de 2013. Itens: 3.4.1-6, 8, 9, 10 e 11; 3.3 - f; combinadas com o Manual Operacional para CEPs Item: VI - c.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as disposições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO, o TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO RESPONSÁVEL em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as normas definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com o que prevê o Manual Operacional para CEPs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com a regulamentação definida na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
UF: MG Município: JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 E-mail: cep.propp@ufjf.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - UFJF**



Continuação do Parecer: 7.322.697

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecidos na Res. 466/12 CNS e Norma Operacional Nº 001/2013 CNS, segundo este relator, aguardando a análise do Colegiado. Data prevista para o término da pesquisa: 27 /04/ 2025

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº001/2013 CNS, manifesta-se pela **APROVAÇÃO** do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2436890.pdf	27/12/2024 11:13:22		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOPARAOCCEPMODIFICADO DE ZEMBRO.doc	27/12/2024 11:10:30	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLERESPONSAVEISCEP.doc	27/12/2024 10:45:58	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEMODIFICADOCEP.doc	27/12/2024 10:45:41	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALEMODIFICADOCEP.doc	27/12/2024 10:45:11	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
Outros	CARTARESPOSTASDEPENDENCIAS DE ZEMBRO2024.doc	27/12/2024 10:39:35	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DE ZEMBRO2024.pdf	07/11/2024 14:17:32	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO CEP: 36.036-900
UF: MG Município: JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 E-mail: cep.propo@ufjf.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - UFJF



Continuação do Parecer: 7.322.697

Outros	CURRICULOLATTESDOFABIO2024.pdf	05/11/2024 21:33:04	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
Outros	CURRICULOLATTESANDREIA2024.pdf	05/11/2024 21:32:11	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
Outros	SEQUENCIADEENSINO5.doc	04/11/2024 15:09:28	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
Outros	SEQUENCIADEENSINO4.doc	04/11/2024 15:08:56	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
Outros	SEQUENCIADEENSINO3.doc	04/11/2024 15:08:35	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
Outros	SEQUENCIADEENSINO2.doc	04/11/2024 15:08:17	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
Outros	SEQUENCIADEENSINO1.doc	04/11/2024 15:07:45	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTONOVEMBROCEPASS INADO.pdf	04/11/2024 14:19:47	ANDREIA FRANCO DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 02 de Janeiro de 2025

Assinado por:

Iluska Maria da Silva Coutinho
(Coordenador(a))

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N

Bairro: SAO PEDRO

CEP: 36.036-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32)2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br