

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Biológicas
Pós-Graduação em Ciências Biológicas
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Cassandra Rosa Teixeira Gomes

A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental:

Sequência didática com enfoque investigativo.

Juiz de Fora

2025

Cassandra Rosa Teixeira Gomes

A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental:

Sequência didática com enfoque investigativo.

Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM, apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Juiz de Fora/JF, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino da Biologia

Orientador: Prof. Drº André Luiz da Silva Domingues

Juiz de Fora

2025

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

Rosa Teixeira Gomes, Cassandra.

A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental : Sequência didática com enfoque investigativo. / Cassandra Rosa Teixeira Gomes. -- 2025.
136 f.

Orientador: André Luiz da Silva Domingues
Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, 2025.

1. Microrganismos. 2. Resíduos orgânicos . 3. Compostagem. 4. Ensino investigativo. I. Luiz da Silva Domingues, André, orient. II. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

08/04/25, 15:10

SEI/UFJF - 2278455 - PROPP 01.5: Termo de aprovação

Cassandra Rosa Teixeira Gomes

A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental: Sequência didática com enfoque investigativo.

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 27 de março de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a) Dr(a). André Luiz da Silva Domingues - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a) Dr(a). Ana Eliza Andreazzi

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a) Dr(a). Carolina dos Santos Fernandes da Silva

UNIPAC JF

Juiz de Fora, 07/03/2025.



Documento assinado eletronicamente por **André Luiz da Silva Domingues, Servidor(a)**, em 28/03/2025, às 16:30, 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 **Carolina dos Santos Fernandes da Silva, Usuário Externo**, em 30/03/2025, às 10:41, 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 **Ana Eliza Andreazzi, Servidor(a)**, em 31/03/2025, às 09:18, 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 **2278455** e o código CRC **1373288D**.

Dedico este trabalho à minha filha Beatriz,
minha maior fonte de inspiração e força.

**AGRADECIMENTO À COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL
DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES)**

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço, inicialmente, ao meu pai, José Carlos, que desde sempre me mostrou a importância dos estudos e foi um grande incentivador do meu sonho de ingressar no mestrado. Não obstante, agradeço à minha mãe, Wanda, que sempre me apoiou e, me conhecendo tão bem, respeitava meus momentos de cansaço e sempre pedia que eu diminuísse o ritmo, quando necessário, preservando minha saúde e minha mente. Vocês são os pais mais incríveis que alguém poderia ter.

Agradeço a minha filha, Beatriz, meu amor maior e a razão de todas as minhas lutas. Espero que a minha caminhada te inspire e que você continue se dedicando aos estudos.

Agradeço ao meu marido, Leonardo, por não me permitir desistir quando achei que não daria conta. Por ter sido paciente e atencioso durante todo esse tempo. Obrigada por ser esse marido incrível.

Agradeço às minhas irmãs, por serem minhas melhores amigas.

Agradeço aos meus sobrinhos, Maria Fernanda, Lucas e Alícia, por alegrarem a minha vida.

Agradeço aos meus amigos e compadres, Serginho e Clarisse, por estarem sempre presentes nos momentos bons e nos momentos difíceis.

Agradeço aos meus colegas de trabalho do Colégio Militar de Juiz de Fora (CMJF), por me ajudarem a seguir no curso.

Agradeço aos meus colegas de trabalho da Escola Estadual Barão do Retiro pelo companheirismo durante o ano de 2024.

Agradeço aos meus alunos que participaram dessa jornada comigo. Vocês se envolveram no projeto e tornaram esse momento mais prazeroso e feliz.

Agradeço ao meu orientador, Dr. André Luiz da Silva Domingues, por ter me conduzido até aqui com paciência e dedicação, tanto no TCM quanto na execução de todos os AASAs.

Agradeço à Coordenação do PROFBIO-UFJF/JF, aqui representada pelas professoras Dra. Danielle Aragão e Dra. Ana Eliza, e aos demais professores do curso por toda a dedicação nesses dois anos de estudo.

Aos meus colegas de curso, que durante todo esse período foram fundamentais para que esse momento chegasse, em especial à Daniela Prado, que esteve ao meu lado durante todo o tempo.

RELATO DO MESTRANDO SOBRE O PROFBIO

Instituição: Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Mestranda: Cassandra Rosa Teixeira Gomes

Título do TCM: A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental: Sequência didática com enfoque investigativo.

Data da defesa: 27/03/2025

Venho me dedicando incessantemente à docência, desde que me graduei em Ciências Biológicas. Esses anos foram importantes para o meu aperfeiçoamento como profissional. No entanto, fiquei distante da vida acadêmica durante todo esse período. O mestrado em Ensino de Biologia – PROBFIO – me trouxe de volta aos estudos e mais do que isso, me oportunizou me tornar uma professora melhor.

As aulas do curso, além de trazerem conhecimentos novos e atuais, me possibilitaram modificar minha atuação como docente, algo tão essencial nos dias de hoje. Pude perceber, em cada trabalho que o curso exigia e que aplicávamos em sala de aula, o quão importante é apostar no protagonismo dos alunos. O quão instigante e interessante fica a aula quando esses mesmos estudantes buscam o conhecimento através da investigação.

É importante destacar que, fazer o mestrado profissional não é tão fácil quanto muitas vezes parece ser. Temos que equilibrar estudo, trabalho, vida familiar e social. Em alguns momentos parecia que eu não daria conta. Mas agora estou aqui, relatando toda minha experiência e chegando cada vez mais perto de concluir essa jornada. Sou muito grata a tudo que foi vivido: me vi mais forte, mais sábia e em breve, me verei mestre.

Meu primeiro ano no mestrado foi extremamente difícil. Eu me encontrava trabalhando em instituição que, apesar de me orgulhar muito de ter feito parte, me fez duvidar muitas vezes se eu conseguiria concluir o mestrado. No entanto, tive pessoas companheiras e parceiras que, durante todo o curso, me incentivaram a continuar e acreditaram em mim, quando eu mesma desacreditava. Essas pessoas foram meus colegas de trabalho, meus colegas de curso e meus familiares.

As qualificações também foram bastante desafiadoras. O medo de não conseguir passar e de ver todo o trabalho indo embora, os estudos durante o período de férias e a satisfação de alcançar êxito em todas elas, foram sentimentos de vitória que permanecerão comigo para sempre.

Finalmente, desenvolver a sequência didática na escola foi enriquecedor e extremamente desafiador. Mas tive alunos incríveis e um orientador atencioso que foram fundamentais nessa caminhada. Consegui! E agradeço a cada um de vocês que estiveram presentes e foram essenciais nessa conquista.

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens e sim em ter novos olhos.”

Marcel Proust

RESUMO

Atualmente, muito se tem discutido sobre as ações do homem na Terra e as consequências de suas atitudes para o futuro da vida no planeta. A destinação correta dos resíduos orgânicos é fundamental para o equilíbrio ambiental e os microrganismos são parte essencial nesse processo. Percebendo a necessidade de melhorias no processo de ensino-aprendizagem sobre os microrganismos, este projeto buscou aliar a Microbiologia à Ecologia. Este projeto teve como objetivo desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência didática baseada no ensino investigativo, para facilitar o aprendizado dos alunos sobre os microrganismos e sua importância, utilizando a compostagem. A metodologia se baseou na investigação teórica e experimental através da aplicação de uma sequência didática tendo como referência o ensino investigativo e instrumentos de dados no formato de questionários aplicados aos alunos e professores avaliadores. Após a aplicação da sequência didática, observou-se que a exploração da temática Microbiologia/Microrganismos aliada ao desenvolvimento da compostagem tornou a aprendizagem mais significativa, estimulando a participação dos alunos. Foram confeccionadas 9 composteiras e em uma delas pôde-se observar a formação do húmus. Os estudantes demonstraram avanços na compreensão do conteúdo, momento evidenciado, sobretudo, durante a elaboração dos relatórios e na discussão final onde puderam relatar suas percepções e seu aprendizado.

Palavras-chave: Microrganismos – Resíduos orgânicos – Compostagem – Ensino investigativo.

ABSTRACT

Currently, there has been much discussion about the actions of humankind on Earth and the consequences of their attitudes for the future of life on the planet. The correct disposal of organic waste is fundamental for environmental balance, and microorganisms are an essential part of this process. Recognizing the need for improvements in the teaching-learning process about microorganisms, this project sought to combine Microbiology with Ecology. This project aimed to develop, apply, and evaluate a didactic sequence based on investigative teaching to facilitate student learning about microorganisms and their importance, using composting. The methodology was based on theoretical and experimental investigation through the application of a didactic sequence referencing investigative teaching and data instruments in the form of questionnaires applied to students and evaluating teachers. After the application of the didactic sequence, it was observed that the exploration of the Microbiology/Microorganisms theme combined with the development of composting made learning more meaningful, stimulating student participation. Nine compost bins were made, and humus formation could be observed in one of them. The students demonstrated progress in understanding the content, a moment evidenced mainly during the elaboration of reports and in the final discussion where they could report their perceptions and their learning.

Keywords: Microorganisms – Organic waste – Composting – Inquiry-based learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Ação dos decompositores na compostagem.....	31
Figura 2 – Local de estudo.....	33
Figura 3 – Etapas da SD.....	35
Figura 4 – Sacola utilizada para o descarte do material orgânico na escola.....	41
Figura 5 – Alunos na quadra para a discussão inicial.....	41
Figura 6 – Discussão com os alunos para o levantamento de hipóteses.....	44
Figura 7 – Realização da pesquisa sobre a compostagem na sala de informática.....	47
Figura 8 – Pesquisa realizada pelos alunos sobre os modelos de composteiras.....	49
Figura 9 – Composteiras montadas pelos alunos.....	50
Figura 10 – Locais escolhidos pelos alunos para colocar as composteiras.....	52
Figura 11 – Materiais usados pelos alunos para monitoramento das composteiras....	54
Figura 12 – Aula sobre pH.....	56
Figura 13 – Evolução da composteira 2.....	61
Figura 14 – Apresentação dos slides com imagens das composteiras.....	63
Figura 15 – Discussão e síntese dos resultados obtidos nas composteiras pelos alunos.....	67
Figura 16 – Material de divulgação elaborado pelos alunos.....	68
Figura 17 – Material preparado para visualização dos estudantes.....	69
Figura 18 – Imagens fotografadas no microscópio do laboratório.....	70
Figura 19 – Aula expositiva sobre os microrganismos.....	71
Figura 20 – Construção das lâminas realizada pelos estudantes.....	72
Figura 21 – Observação da cultura de bactérias pelos discentes.....	73
Figura 22 – Alunos observando as lâminas na sala de aula.....	74

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Resposta dos estudantes a pergunta 1 do questionário.....	75
Gráfico 2 – Resposta dos estudantes a pergunta 2 do questionário.....	76
Gráfico 3 – Resposta dos estudantes a pergunta 3 do questionário.....	77
Gráfico 4 – Resposta dos estudantes a pergunta 5 do questionário.....	78
Gráfico 5 – Resposta dos docentes a pergunta 1 do questionário.....	79
Gráfico 6 – Resposta dos docentes a pergunta 2 do questionário.....	80
Gráfico 7 – Resposta dos docentes a pergunta 3 do questionário.....	81
Gráfico 8 – Resposta dos docentes a pergunta 5 do questionário.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Estrutura da sequência didática.....	36
Tabela 2	Detalhamento da confecção das composteiras.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABP	Aprendizagem Baseada em Problemas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EA	Educação Ambiental
EJA	Educação de Jovens e Adultos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
ME	Microrganismos Eficientes
MG	Minas Gerais
SD	Sequência Didática

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 O ENSINO DA BIOLOGIA: UM BREVE HISTÓRICO.....	23
2.2 A MICROBIOLOGIA E OS MICRORGANISMOS	24
2.2.1 MICRORGANISMOS E A COMPOSTAGEM	22
2.3 NOVAS METODOLOGIAS DE ENSINO NAS AULAS DE MICROBIOLOGIA	27
2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM MICROBIOLOGIA A PARTIR DO ESTUDO DE MICRORGANISMOS NA COMPOSTAGEM.....	29
2.4.1 A COMPOSTAGEM.....	26
3 - OBJETIVO GERAL	32
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
4 – METODOLOGIA	33
4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA	35
4.2 DETALHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	35
4.3 AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	39
4.3.1 Alunos	39
4.3.2. Professores	39
5 RESULTADOS e DISCUSSÃO	40
5.1 ETAPA 1 - CONTEXTUALIZAÇÃO	40
5.2 ETAPA 2 – DISCUSSÃO: PERSPECTIVAS E HIPÓTESES	44
5.3 ETAPA 3 – REALIZAÇÃO DO PROCESSO INVESTIGATIVO.....	47
5.4 ETAPA 4 – EXPERIMENTAÇÕES PRÁTICAS	50
5.4.1 Etapa 4 – Monitoramento e acompanhamento das composteiras	54
5.5 ETAPA 5 – DISCUSSÃO E ANÁLISE FINAL FEITA PELOS GRUPOS	62
5.6 AULA DE MICROSCOPIA	69
6. AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	75

6.1 AVALIAÇÃO DOS ALUNOS.....	75
6.2 AVALIAÇÃO DOS PROFESSORES	78
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
REFERÊNCIAS	85
APÊNDICE 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido - Responsáveis ...	94
APÊNDICE 2 - Termo de consentimento livre e esclarecido - Alunos maiores de 18 anos.....	95
APÊNDICE 3 - Termo de assentimento livre e esclarecido.....	96
APÊNDICE 4 - Termo de consentimento livre e esclarecido/ Docentes.....	97
APÊNDICE 5 - Relatório de acompanhamento e monitoramento da composteira.....	98
APÊNDICE 6 - Questionário dos estudantes.....	100
APÊNDICE 7 - Questionário dos docentes.....	101
APÊNDICE 8 - Aula sobre pH.....	102
APÊNDICE 9 - Recurso Educacional.....	103
ANEXO 1 – Parecer do Comitê de Ética.....	128
ANEXO 2 – Ata de Defesa.....	133
ANEXO 3 - Termo de Aprovação.....	135

INTRODUÇÃO

Atualmente, muito se tem discutido sobre as ações do homem na Terra e as consequências de suas atitudes para o futuro da vida no planeta. Nesse sentido, Urry et al. (2022) observam que as ações do ser humano vêm causando desequilíbrios por toda a biosfera, gerando distúrbios que perpassam pelas estruturas tróficas, pelos ciclos biogeoquímicos e pelo fluxo de energia.

A destinação correta dos resíduos orgânicos é fundamental para o equilíbrio do planeta. Machado (2023) explica que resíduos são materiais não utilizados e desperdiçados, que possuem grande potencial de reaproveitamento. Como exemplo, podemos citar os alimentos, que também são chamados de resíduos úmidos.

Os microrganismos são essenciais para a decomposição de matéria orgânica no planeta. No entanto, De Oliveira (2024) afirma que, para a maioria das pessoas, os microrganismos são apenas associados a doenças e prejuízos. Porém, sabemos que sua importância é muito maior, uma vez que eles são responsáveis por parte dos processos de decomposição que ocorrem naturalmente e participam de várias tecnologias voltadas ao desenvolvimento ambiental, ecológico, entre outros. Podemos definir os microrganismos como seres vivos microscópicos que, de acordo com Andrade (2020), são fundamentais para ações que vão desde a captação de energia do Sol até as transformações que eles realizam na Terra.

O aumento do crescimento na produção de alimentos associado à proteção ambiental e a gestão adequada de resíduos orgânicos, são desafios importantes destacados por Czapela (2020). O descarte incorreto desses resíduos pode aumentar e/ou estimular o surgimento de animais vetores de doenças, somado aos prejuízos ambientais que a alta concentração desses seres pode causar. Dessa forma, é importante destinar corretamente os resíduos orgânicos.

A compostagem é uma ferramenta propícia para esse fim, pois, permite não somente auxiliar no ensino da Educação Ambiental (EA) formando cidadãos conscientes do seu papel na sociedade, como também aprofundar o conhecimento do ensino da Microbiologia, de acordo com Marques (2017). Além disso, é importante mostrar aos alunos que os microrganismos são seres que nos beneficiam de inúmeras maneiras, desfazendo a ideia de que estes seres microscópicos causam apenas malefícios ao ser humano, visto que são muitas vezes estudados no contexto das doenças infecciosas.

Nesse contexto, Motokane (2015) explica que durante muito tempo, o ensino de Ciências era voltado para a memorização de nomes e a descrição de processos. Esse pensamento é reforçado por E. Silva et al. (2021) ao afirmarem que, quando o ensino ocorre através da memorização, tendo como principal método aulas expositivas com o uso frequente e exclusivo do livro didático, o aluno tende a se desinteressar pelo assunto, pois o conteúdo é apenas transmitido.

Atualmente, os professores deixaram de ser apenas transmissores de conhecimento para se tornarem mediadores no processo de aprendizagem dos alunos. Dessa forma, eles incentivam a realização de pesquisas e a construção do conhecimento (BRASIL, 2013). A Sequência Didática (SD) pode ser um recurso de grande valia para o professor, auxiliando na execução de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas.

Uma SD é definida como um conjunto de ações, situações e atividades didáticas. Dessa forma, as SDs têm como objetivo a promoção de situações que envolvam o ensino, nas quais professores e alunos participam. Além disso, é importante que elas sejam didaticamente organizadas e tenham lógica, não podendo ser uma atividade qualquer. (Costa; Gonçalves; Mariano, 2024).

As SDs são pensadas como uma ferramenta, na qual o método científico pode ser realizado, seja por meio da coleta de dados durante a sua aplicação, seja pela oportunidade de os alunos elaborarem ferramentas culturais próprias da comunidade científica. Dessa forma, criando um diálogo entre a pesquisa científica e a ciência ensinada nos bancos da escola. (Motokane, 2015).

A SD pode ser um recurso educacional propício para a execução das várias etapas que compõem o ensino investigativo. Este, por sua vez, fundamenta-se no método científico, que, de acordo com Solino, Ferraz e Sasseron (2015), é uma abordagem didática, pois consiste em práticas e interações utilizadas pelo professor em sala de aula para explorar e aprofundar temas junto aos estudantes, promovendo sua compreensão e participação ativa no processo de aprendizado.

A investigação é uma prática comum entre os cientistas para solucionar problemas, e ela se apresenta a partir de roteiros de estratégias já definidos, como bem afirma Solino, Ferraz e Sasseron. (2015). A investigação, de acordo com os autores, é uma atividade aberta, que se alia ao problema a ser analisado, baseando-se em resultados teóricos, dados empíricos, análise e confronto de perspectivas, assim, nesse processo, leva-se em conta os conhecimentos prévios e os

conhecimentos adquiridos durante o desenvolvimento da investigação. Portanto, na escola, o uso do método científico, embora com finalidades distintas das aplicadas pelos cientistas, é essencial. O aluno pode aprender como funciona o método científico e construir seu próprio conhecimento.

O ensino investigativo é uma abordagem pedagógica que visa estimular a aprendizagem dos alunos, por meio da investigação científica, de forma que os estudantes busquem respostas para as perguntas e questões que os interessam, possibilitando que construam o seu conhecimento, ao invés de receberem informações passivamente (Zômpero e Laburú, 2011).

A Base Nacional Comum Curricular - BNCC (2018), propõe que no ensino médio, ocorra a ampliação dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, trabalhando com o processo investigativo como forma de engajamento dos alunos na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e na área tecnológica, o que permitirá aos estudantes dominarem a linguagem específica, analisar os fenômenos, utilizando modelos e fazendo previsões. A BNCC ainda incrementa que:

utilizar, propor e/ou implementar soluções (processos e produtos) envolvendo diferentes tecnologias, para identificar, analisar, modelar e solucionar problemas complexos em diversas áreas da vida cotidiana, explorando de forma efetiva o raciocínio lógico, o pensamento computacional, o espírito de investigação e a criatividade. (BRASIL, Ministério da Educação, 2018, p.477).

Nesse sentido, acreditamos que estudar a ação microbiológica em pequenas composteiras feitas pelos discentes contribuirá para a melhoria do processo de aprendizagem sobre os microrganismos, agentes ativos nesse processo.

Ao final das atividades, como recurso educacional da aplicação da SD proposta, propôs-se os alunos a confecção de um material de divulgação indicando a maneira correta de se realizar a compostagem, sobretudo, objetivando estabelecer as melhores condições para que os microrganismos que lá atuam possam realizar a decomposição. Esse material poderá ser distribuído para instituições de educação das redes Municipal e Estadual. A SD, por sua vez, poderá auxiliar outros professores a aplicarem as atividades com seus alunos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O ENSINO DA BIOLOGIA: UM BREVE HISTÓRICO

Durante muito tempo, acreditava-se que os problemas educacionais no Brasil eram causados por fatores como a falta de verbas para investimentos em educação, poucos prédios escolares e a ausência de crianças nas escolas. Sobre esse tema, Schwartzman e Brock (2005) afirmam que foram necessários muitos anos até que os representantes públicos compreendessem que os grandes problemas da educação brasileira ocorrem, sobretudo, devido ao fato de que as crianças frequentam as escolas, mas por conta da baixa aprendizagem a abandonam ainda na adolescência. Dessa forma, o autor discorre sobre a má qualidade da educação nas escolas somada às altas taxas de repetência aplicadas quando os alunos não alcançam êxito nas avaliações anuais.

Muitas mudanças ocorreram nos últimos anos na educação brasileira. No entanto, Vasconcelos et al. (2021) afirma que o uso indevido dos recursos públicos e as desigualdades educacionais existentes entre as instituições escolares, somados ao baixo desempenho dos estudantes, ainda demonstram as falhas encontradas no sistema.

Não obstante, o fracasso escolar é retratado ainda devido à mudança ocorrida na sociedade, principalmente, na sua maneira de vivenciar a escola. Scarpa e Campos (2018) reforçam essa ideia quando afirmam que as alterações que ocorreram nos processos educativos decorrem de vários aspectos, entre eles, o papel do professor e dos alunos durante a aprendizagem. Os autores destacam que o professor era tido como o detentor do conhecimento, que, por sua vez, era transmitido aos alunos, que o recebiam passivamente e sem participação na sua construção.

A partir desse pressuposto, podemos inferir, de acordo com Junior et al. (2021), que parte dos conhecimentos adquiridos na escola, de forma passiva, são facilmente esquecidos e substituídos por ideias alternativas ou pelo senso comum, que são mais estáveis e resistentes.

De acordo com Silva Junior e Barbosa (2009), a forma tradicional de ensino, especialmente na área da biologia, onde muitas técnicas têm se mostrado pouco eficazes, faz com as aulas se tornem desconexas, monótonas e distantes da realidade dos alunos.

Percebendo a necessidade de mudança, muitos professores utilizam aulas

experimentais na busca do rompimento a essa monotonia gerada no ensino tradicional. No entanto, Scarpa e Campos (2018), revelam que essas aulas experimentais serviam apenas para motivar os alunos e comprovar cientificamente o que o professor já havia ensinado de forma expositiva. Junior et al. (2021) complementam que as atividades propostas nas aulas não contribuem para que o aluno desenvolva os conhecimentos científicos, de modo a assimilá-los e assim fazer parte da sua vida cotidiana.

Surge, portanto, a ideia de Alfabetização Científica, que de acordo com Sasseron e De Carvalho (2011), não tem uma única definição, mas todas as definições formadas se aproximam de um ensino de Ciências que objetiva a formação de estudantes de modo a se tornarem cidadãos, cujo conhecimento científico adquirido seja relevante em todas as esferas da sua vida. Scarpa e Campos (2018) afirmam, ainda, que para a prática da alfabetização científica na sala de aula, é preciso estratégias didáticas nas quais ocorra o engajamento dos alunos nos processos investigativos de modo que o estudante compreenda como o trabalho científico é desenvolvido.

2.2 A MICROBIOLOGIA E OS MICRORGANISMOS

A Microbiologia é a ciência que estuda os microrganismos - organismos microscópicos que podem ser encontrados como células únicas ou em agrupamentos celulares. Dentre os microrganismos estão também incluídos os vírus – agentes de natureza acelular (Madigan; Martinkia; Parker, 2004).

A Microbiologia é definida por Cândido et al. (2015) como uma área da Biologia com bastante destaque na atualidade, como bem evidencia os autores no trecho abaixo:

são inúmeras as suas contribuições em benefício da humanidade, seja na área da saúde, seja na agricultura, na indústria, no meio ambiente ou na biotecnologia. Classicamente definida como a área da ciência dedicada ao estudo de organismos que na maioria dos casos podem ser visualizados apenas sob microscopia, a Microbiologia aborda um vasto e diverso grupo de organismos unicelulares de dimensões geralmente reduzidas, que podem ser encontrados como células isoladas ou em agrupamentos. (Cândido et al., 2015 p. 58)

Reforçando essa ideia, Medeiros et al. (2017) caracterizam os microrganismos como formas de vida invisíveis a olho nu, porém extremamente relacionados aos seres humanos, devido à sua importância. Os autores ainda defendem que existe uma constante associação desses seres a aspectos negativos, tais como agentes patológicos e a deterioração de alimentos. É importante salientar que a maioria dos microrganismos contribui de forma benéfica para a vida na Terra.

Os microrganismos se dividem de acordo com a sua complexidade, como explica Teixeira (2020). Assim, os vírus são microrganismos acelulares e possuidores de apenas um material genético; além disso, não possuem metabolismo próprio. Já os fungos, são seres eucariontes, podendo ser unicelulares ou pluricelulares, são decompositores e bastante utilizados na sociedade para diversos fins. Finalmente, as bactérias são procariontes e muito simples. Participam desse grupo os reinos *Bacteria* e *Archaea*.

Já os protozoários, como explicam Silva, Melissa et al. (2023), são seres eucariontes, unicelulares, podendo ser hospedeiros ou de vida livre. Por fim, De Sousa et al. (2024) afirmam que as algas são seres vivos aquáticos fotossintetizantes.

A Microbiologia aborda conceitos básicos muito importantes, como esclarece De Castro Martins e Stamm (2022). Dessa forma, ela é fundamental não somente na formação dos alunos, mas na sociedade como um todo, haja vista que ela está relacionada ao meio ambiente. Reforçando esse pensamento, Madigan, Martinko e Bender (2016) dizem que a microbiologia visa aplicar o conhecimento em microrganismos para o benefício de todos os seres vivos e, também, do planeta Terra.

Dentre as muitas atividades associadas aos microrganismos, podemos citar a decomposição. Assim, Tortora, Case e Funke (2017), explicam que a atividade realizada por esses seres vivos durante essa ação é uma reação catabólica, que resulta na quebra das ligações químicas em partes menores a partir de uma molécula grande.

A complexa relação existente entre plantas, excreções radiculares, microrganismos e nutrientes somada a reciclagem rápida da matéria orgânica é a base para a produtividade do material que fertiliza o solo. A intensa atividade da microvida, em especial dos microrganismos eficientes (ME), impulsiona essa fertilidade pois ela disponibiliza os nutrientes contidos na matéria orgânica além de fixar o nitrogênio e

produzir substâncias que protegem a planta. Promovendo assim, a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Andrade, 2020).

Como outro exemplo da importância dos microrganismos, podemos citar as usinas de biogás. De acordo com Machado (2023), essas usinas, conhecidas também como biodigestores, utilizam resíduos orgânicos como matéria-prima para produzir energia através da ação de bactérias fermentadoras. Seu produto consiste em gás inflamável e chorume.

Além da produção de biogás, os microrganismos agem durante o processo da compostagem. De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a compostagem é um processo que ocorre com a presença de oxigênio, sendo, portanto, uma reação aeróbia, reciclando os resíduos orgânicos, feita por diferentes microrganismos. A compostagem ocorre em duas fases distintas: na primeira fase acontece uma degradação ativa, com intensa participação dos microrganismos, baseada em reações químicas aeróbias intensas, predominantemente termofílicas. Já na segunda fase, também chamada de maturação, ocorre a formação do húmus.

2.2.1 MICRORGANISMOS E A COMPOSTAGEM

A decomposição eficiente da matéria orgânica, processo fundamental para a fertilidade e a saúde do solo, é realizada por vários microrganismos, cada um com funções e características específicas, de acordo com Andrade (2020). Esses organismos atuam em conjunto, realizando a ciclagem de nutrientes e a formação de um ambiente ideal ao desenvolvimento do vegetal. Para Czapela (2020), a ação equilibrada desses microrganismos minimiza o gasto de energia e tempo, estabiliza o sistema ecológico e sustenta a vida, contribuindo para a construção de um solo saudável, essencial para a produtividade dos ecossistemas naturais.

Dentre os principais grupos presentes de ME, destacam-se as leveduras, uma espécie de fungo, cuja ação resulta na síntese de vitaminas e na ativação de outros microrganismos benéficos no solo. Além disso, as leveduras produzem substâncias bioativas, como hormônios e enzimas, que estimulam a atividade celular nas raízes, promovendo seu desenvolvimento. Podemos citar como grupo principal os *Saccharomyces* (Andrade, 2020).

Um outro grupo importante de ME para a compostagem, como aponta Silva,

Anne e Van der Sand (2010) são actinomicetos, bactérias Gram-positivas que são capazes de degradar moléculas de difícil decomposição como lignocelulose, lignina, celulose e outros materiais. Além disso, esses seres são capazes de sintetizar e excretar milhares de subprodutos, como antibióticos e geosmina. O mais conhecido gênero a participar do processo de compostagem são os *Streptomyces*.

De acordo com Andrade (2020), fazem parte dos ME as bactérias do gênero *Lactobacillus* e *Pediococcus*, que são produtoras de ácido láctico e se destacam por sua importância no controle biológico, pois, ao produzirem ácido láctico, inibem o crescimento de microrganismos nocivos, como o *Fusarium*, um tipo de fungo filamentoso. Finalmente, a autora destaca a presença das bactérias fotossintéticas, aqui representadas pelas *Rhodospseudomonas*, *Rhodobacter* e *Chlorobium*. Sua capacidade de extrair energia a partir da luz solar é fundamental para a síntese de compostos orgânicos. Além disso, elas produzem substâncias como aminoácidos, ácidos nucleicos e açúcares, a partir de substâncias excretadas pelas raízes das plantas.

É importante destacar, como bem afirma Andrade (2020) que a aplicação do ME, explorando a sinergia dessas diversas classes de microrganismos e suas características metabólicas distintas, emerge como uma tecnologia social sustentável. Sua utilização em processos como a compostagem de resíduos agroindustriais acelera a decomposição, melhora a qualidade do composto além de reduzir os impactos ambientais.

2.3 NOVAS METODOLOGIAS DE ENSINO NAS AULAS DE MICROBIOLOGIA

Os professores da educação básica ainda abordam a microbiologia de maneira tradicional, com estudantes memorizando os conteúdos, fato que se mostra ineficaz na aprendizagem (De Oliveira et al., 2024). Somado a isso, os autores revelam que outra dificuldade do ensino sobre os microrganismos está pautada no fato de não ser possível ver os organismos a olho nu, logo, isso aumenta a dificuldade na aprendizagem, pois frequentemente este tema se apresenta como algo abstrato. Alves et al. (2023), em seu artigo, enfatizam a ideia de que no ensino médio a microbiologia é pouco explorada e quando é feita, se dá de maneira meramente teórica.

De acordo com as diretrizes e bases da educação no ensino da biologia, a

microbiologia é um conteúdo fundamental, pois se mostra presente em conteúdos básicos, tais como: mecanismos biológicos, biodiversidade, organização dos seres vivos e manipulação genética (Resende; Silva e Barttirola, 2021). Assim sendo, é de suma importância que os discentes compreendam essa ciência, para adquirir maiores conhecimentos.

É necessário que os professores desenvolvam estratégias didáticas inovadoras para favorecer a compreensão dos alunos em relação à microbiologia (Barbosa et al., 2024). Ainda de acordo com esse pensamento, Medeiros et al. (2017) relatam que existem diversas metodologias sendo estudadas e testadas no ensino desses conteúdos. Os autores citam o uso de aulas de campo, jogos, vídeos e resolução de problemas.

Nesse sentido, diversificar a prática educacional se faz necessário, explorando as várias perspectivas relacionadas aos microrganismos e utilizando as metodologias ativas tornando o ensino significativo (De Oliveira et al., 2024). Cândido et al. (2015) reforçam que para facilitar o ensino são necessárias atividades que abranjam o conteúdo de modo a mostrar um novo universo microscópico aos estudantes e que, paralelamente, promovam mudanças de hábito e atitudes daqueles que estão participando do processo. Os autores sugerem a utilização de atividades experimentais que permitam ao aluno ser alfabetizado cientificamente adotando práticas como a observação, interpretação, formulação de hipóteses e julgamentos críticos a partir da análise de dados.

É importante notar que as atividades práticas despertam e mantêm o estudante interessado, além disso, ao utilizar essa ferramenta, os alunos participam da investigação científica e acabam por desenvolver a habilidade na resolução de problemas. (Cândido et al., 2015, apud Krasilchik, 2008).

Nesse sentido, BorochoVICIUS e Tassoni (2021) trazem o conceito da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Nesta, o aluno tem papel principal na produção do conhecimento, uma vez que ele mesmo deve procurar a resposta para os problemas apresentados, tornando-o ativo no processo de ensino-aprendizagem.

Finalmente, deve-se levar em consideração o conhecimento prévio dos alunos, assim como sua realidade para a aplicação de metodologias ativas que façam sentido para o estudante. Assim como, relacionar a alfabetização científica e o ensino de ciências por investigação visto que esta é uma metodologia promissora, na qual os alunos deverão ser capazes de, a partir das suas observações, fazer reflexões sobre

as suas conclusões, aprendendo ainda a relacionar os aspectos científicos aos aspectos sociais (De Oliveira et al., 2024).

2.4 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM MICROBIOLOGIA A PARTIR DO ESTUDO DE MICRORGANISMOS NA COMPOSTAGEM.

A compostagem é um método controlado de decomposição que se baseia em transformar resíduos orgânicos em adubo, que, ao serem inseridos no solo, melhoram suas características. Para que a compostagem se realize, é essencial a presença de microrganismos ativos na decomposição e na ciclagem dos nutrientes (Borges; Dematte, 2024).

Na sala de aula, a compostagem pode ser utilizada como um recurso educacional para uma atividade prática, uma vez que apresenta baixo custo, auxiliando na compreensão da ação dos microrganismos no ambiente e também para os seres humanos, como aponta Da Silva e Intorne (2018). As autoras ainda citam a importância da compostagem para a realização de atividades visando a EA, por trabalhar com o descarte dos resíduos, sendo este um tema de grande importância na atualidade. Além disso, empregar a compostagem reduz a necessidade de utilizar fertilizantes químicos, favorecendo a sustentabilidade ambiental.

A interdisciplinariedade é uma conexão de duas ou mais disciplinas, numa perspectiva de aproximação entre essas diferentes áreas, para que o professor e o aluno ampliem e compreendam mais a sua realidade, como define Gardas e Silva (2015). Assim, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/96), o ensino médio é a etapa final do ensino básico e tem, dentre as finalidades, fazer com que o estudante compreenda os fundamentos científicos e tecnológicos relacionando a teoria a prática em todas as disciplinas. Dessa forma, a utilização da compostagem para o ensino da microbiologia se justifica, pois está de acordo com as proposições da LDB/96 unindo a Microbiologia à Ecologia.

Assim, a produção de compostos orgânicos em aulas práticas, acende nos alunos a curiosidade, e logo, eles se interessam em acompanhar todas as etapas da compostagem e juntamente, estudar os conteúdos relacionados a esse processo, sobretudo no que tange ao trabalho dos microrganismos na decomposição desses resíduos, como aponta Costa e Silva (2011).

2.4.1 A COMPOSTAGEM

A compostagem é definida como sendo uma biotecnologia ambiental que traz muitos benefícios ao ambiente. Assim, por ela ocorrer em um ambiente anaeróbico e termofílico é um processo de biodecomposição dos materiais orgânicos. (Inácio; Miller, 2009).

Dessa forma, a compostagem trata-se de um processo que recupera e valoriza os resíduos orgânico, visando estabilizar biologicamente os materiais orgânicos, produzindo um produto melhorado para ser usado no solo. Nesse sentido, a má gestão desses resíduos provoca poluição das nascentes de água, do ar, do solo, além da incidência de doenças causadas por vetores. Consequente, ocorre o aumento das desigualdades sociais, ambientais e o comprometimento da qualidade de vida, como afirma, De Oliveira Pereira (2023).

Alguns seres desempenham papel crucial nesse processo. Três grupos fundamentais de decompositores se destacam: os macroorganismos, conhecidos como decompositores de terceiro nível, que atuam na degradação mecânica do composto. Eles são representados por animais como formigas, centopeias, besouros, moscas, caracóis, entre outros e são visíveis a olho nu (Carry on Composting, 2025).

Os decompositores de segundo nível comem a matéria orgânica e os microrganismos (decompositores de primeiro nível), sendo representados pelos nematóides, ácaros de mofo, ácaros besouros, colêmbolos etc. Esses seres podem ser visualizados com uma lupa.

Finalmente, os decompositores de primeiro nível, visíveis apenas ao microscópio, exercem o papel principal na compostagem. Eles realizam a decomposição química da matéria orgânica resultando na formação do húmus. Em condições ideais a degradação realizada pelos decompositores de primeiro nível, aqui representados pelos fungos, actinomicetos e bactérias ocorre de maneira mais rápida. A figura 1 representa a participação dos decompositores na compostagem. (Carry on Composting, 2025).

FIGURA 1 – Ação dos decompositores na compostagem



Fonte: Adaptado de <https://www.carryoncomposting.com/416920205.html>

O sucesso da formação do composto durante a compostagem depende de vários fatores. Entre eles, Formentini (2019) cita a relação Carbono/Nitrogênio (C/N), sendo fundamental para a fermentação da matéria orgânica e para o aproveitamento do nitrogênio pelas plantas. De Oliveira Pereira (2023) acrescenta ainda a umidade, temperatura, aeração, concentração de nutrientes, pH e tamanho das partículas como fatores essenciais, que devem ser monitorados de forma adequada durante o processo de decomposição dentro de composteiras.

A compostagem passa por quatro fases importantes. Inácio e Miller (2009) destacam a fase inicial, na qual ocorre o crescimento das colônias de microrganismos mesófilos somado a intensificação da ação decompositora, resultando em um aumento de temperatura. Posteriormente, inicia-se a fase termófila, caracterizada por altas temperaturas e pela plena ação dos microrganismos termófilos, com intensa decomposição do material. Após a fase termófila, inicia-se a fase mesófila, onde os materiais orgânicos mais resistentes são degradados. Finalmente, a maturação é a última fase, culminando na formação de substâncias húmicas, além disso, ocorre uma diminuição da atividade microbiana.

Sobre o composto final, Inácio e Miller (2009) sugerem que é um material benéfico ao solo e para o plantio, pois aumenta sua estabilidade e fertilidade. Segundo os autores, o composto é praticamente homogêneo, de cor marrom-escura a preta e com cheiro suave, não podendo se distinguir os materiais de origem.

As vantagens do uso da compostagem são, como defende De Oliveira Pereira (2023), a economia de energia, o baixo custo, a possibilidade de uso na fertilização do solo e a consequente redução da poluição em vários aspectos.

3 - OBJETIVO GERAL

Desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência didática baseada no ensino investigativo, para facilitar o aprendizado dos alunos sobre os microrganismos e sua importância, utilizando a compostagem como estratégia pedagógica.

3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discutir sobre a importância dos microrganismos e sua participação no processo de decomposição dos resíduos orgânicos.
- Avaliar a SD proposta com base na análise das percepções dos alunos e professores sobre as atividades aplicadas.
- Avaliar, sob a perspectiva do professor, se o ensino mediado por meio de aulas práticas torna a compreensão e a retenção dos conceitos mais fáceis.

4 – METODOLOGIA

Este projeto foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, tendo sido aprovado no dia 27/06/2024, sob o parecer 6.915.063, conforme Anexo 1.

O projeto foi realizado na Escola Estadual Barão do Retiro, localizada na Rua Coronel Onófre Augusto de Paula, 685 – zona urbana do município de Chácara, em Minas Gerais/MG (FIGURA 2), com a devida autorização da direção escolar. A cidade está localizada a cerca de 24 quilômetros de Juiz de Fora e conta com aproximadamente 3.075 habitantes distribuídos numa extensão territorial de 152.807 km², segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

FIGURA 2 – Local de estudo.



Fonte: Acervo da autora (2024)

A instituição atende aos alunos do ensino médio, que moram na zona urbana e na zona rural de Chácara. Esses assistem às aulas no horário compreendido entre as 17h10 até as 22 h.

Atualmente, a escola conta com aproximadamente 110 alunos, divididos em seis turmas, sendo cinco turmas regulares e uma turma da Educação de Jovens e Adultos (EJA). O colégio possui seis salas de aula, um laboratório de Ciências, uma biblioteca, uma sala de informática, além dos espaços externos, como a quadra e o

refeitório. A escola conta ainda com a sala da direção, coordenação, secretaria e a cozinha. Para a realização das atividades pedagógicas, todas as salas são equipadas com projetores multimídias (data-show) e os professores possuem acesso à internet.

A aplicação da SD foi realizada na turma do primeiro ano do ensino médio, do ensino regular. A turma apresenta 30 alunos, que estão, em sua maioria, dentro da faixa etária idade/série. Esta turma é regida pela professora Cassandra Rosa Teixeira Gomes e foi escolhida devido à abordagem do conteúdo na grade curricular se encaixar com o assunto tratado nessa SD.

Todos os alunos do 1º ano foram convidados a participar das atividades constantes neste trabalho. Antes de iniciar as etapas da SD, a professora explicou a importância da assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) pelos responsáveis e pelos alunos maiores de 18 anos, e do termo de assentimento livre e esclarecido (TALE) pelos estudantes com menos de 18 anos (APÊNDICES 1, 2 e 3).

Esta é uma pesquisa qualitativa, que, de acordo com Neves (1996), busca compreender e interpretar fenômenos a partir de seus significados e de seu contexto, os quais, por sua vez, são elementos sempre presentes na produção do conhecimento. Dessa forma, é possível ampliar a visão acerca do problema, tendo contato direto com o objeto a ser analisado e fornecendo um enfoque diferenciado para a compreensão dessa realidade.

É importante salientar que a metodologia aplicada envolveu a Pesquisa-Ação, que, segundo Engel (2000), ainda é pouco explorada no Brasil. O autor explica que esse tipo de pesquisa, como seu próprio nome revela, busca a união entre a pesquisa e a prática. Dessa forma, ele reforça que a pesquisa-ação visa superar as lacunas deixadas entre a teoria e a prática. No campo educacional, Engel, reforça que ao utilizar esse tipo de pesquisa para a resolução de situações-problemas, devemos interpretá-la de acordo com o ponto de vista das pessoas envolvidas.

A ideia principal deste projeto foi ensinar a microbiologia utilizando uma metodologia diferenciada de forma que, no final, todo aprendizado fizesse sentido para os estudantes. Dessa forma, foi idealizada uma SD em 5 etapas totalizando 5 aulas de 50 minutos. Na etapa 4, os estudantes fizeram o monitoramento de composteiras pelo tempo necessário para acompanhar o processo de compostagem e conhecer as condições ideais para que os microrganismos executassem suas funções.

Além dos estudantes da escola, foram convidados a participar deste projeto, 10

professores de Biologia que atuam em escolas públicas. Os professores que aceitaram participar foram instruídos a ler a sequência didática realizada e, em seguida, responder a um questionário no Google Forms, visando dar sua contribuição sobre o método de ensino, assim como sugerir melhorias. É importante frisar que os professores também assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE 4), para participar da referida pesquisa.

Para o registro das falas, utilizou-se um aplicativo gratuito de gravação de voz no celular, garantindo que as informações fossem preservadas com fidelidade. Além disso, um caderno de campo foi utilizado pela pesquisadora, destacando pontos importantes ao longo do processo. Por fim, os alunos participaram ativamente da coleta de dados, organizando suas observações em relatórios.

4.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A SD foi dividida em cinco etapas (FIGURA 3). Essa organização buscou facilitar a compreensão do conteúdo proposto, de modo que o conhecimento fosse significativo para os estudantes. A descrição detalhada da SD segue nos parágrafos abaixo.

FIGURA 3 – Etapas da SD



Fonte: Acervo da autora (2024)

4.2 DETALHAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

As etapas da sequência didática se encontram na tabela 1.

TABELA 1 – Estrutura da sequência didática

Etapa	Atividade	Tempo
1	<p>Contextualização:</p> <p>Levar os alunos ao local onde é descartado o lixo orgânico na escola e fazer alguns questionamentos.</p> <p>Descrição: Na primeira etapa da SD, os alunos foram levados ao local onde é descartado o lixo orgânico, e foram feitos alguns questionamentos, tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O que vocês acham que poderia ser feito para dar destino a esse lixo orgânico? • Quais os riscos o descarte do lixo da maneira como tem acontecido pode trazer para as pessoas? • Quais os problemas ambientais isso pode acarretar? • Quais soluções vocês dariam para sanarmos o problema do descarte inadequado do lixo orgânico? 	50 min
2	<p>Discussão e elaboração de hipóteses:</p> <p>Promover uma discussão mediada em sala de aula, onde sejam levantadas as hipóteses e soluções sugeridas pelos alunos referentes à Etapa 1.</p> <p>Descrição: Após a visita ao local de descarte do lixo orgânico, foi solicitado que os alunos pensassem em hipóteses que pudessem responder aos questionamentos anteriores. Todas as hipóteses formuladas pelos estudantes eram anotadas pela professora no caderno de campo para serem discutidas.</p>	50 min
3	<p>Pesquisa:</p> <p>Realizar pesquisas e discussões com os alunos sobre o processo de decomposição.</p> <p>Descrição: Nesta etapa, o processo de compostagem foi discutido com os alunos como um exemplo de solução para o problema dos resíduos orgânicos. Para esse momento, algumas perguntas foram utilizadas para questionar os</p>	50 min

	<p>alunos a fim de identificar seus conhecimentos prévios, são elas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como é realizada a compostagem? • Quais são os organismos que participam do processo de compostagem? • Qual a importância desses organismos para a vida na Terra? • Os organismos que fazem a decomposição podem ser vistos no microscópio óptico? <p>Posteriormente, os alunos foram separados em grupos. Após a divisão dos grupos, foi lançada a pergunta norteadora: Quais são as condições ideais para a realização da decomposição dos resíduos orgânicos?</p> <p>A partir desse momento, foi solicitado que os alunos realizassem uma pesquisa sobre compostagem na sala de informática e, ainda, que cada grupo montasse uma composteira, considerando sua funcionalidade, e os métodos usados para seu emprego. Durante todo o tempo, os grupos foram acompanhados e orientados pela professora, de modo que utilizassem fontes confiáveis de dados na internet.</p>	
4	<p>Experimento prático 1:</p> <p>Orientar os estudantes na montagem das composteiras e na análise dos resultados.</p> <p>Descrição: Nessa etapa, iniciaram-se as experimentações, proporcionando aos alunos a possibilidade de acompanhar semanalmente seus experimentos, podendo assim testar suas hipóteses.</p> <p>Cada grupo, após a pesquisa realizada, preparou a montagem de uma composteira. Os materiais, o formato e a preparação da composteira ficaram a cargo dos estudantes. Após a montagem, cada grupo colocou sua composteira em um local de sua escolha dentro da escola.</p> <p>É importante ressaltar que como o processo de</p>	1 aula de 50 min + 2 meses

	<p>compostagem demora entre 45 e 60 dias para a produção dos compostos, foi solicitada a produção de relatórios aos alunos durante esse período.</p> <p>A partir desse momento, os alunos acompanharam semanalmente o experimento, anotando as características que julgassem necessárias, tais como condições de temperatura, pH, cheiro, textura, entre outras. As informações colhidas foram registradas em relatórios (APÊNDICE 5). Durante o acompanhamento das composteiras, os grupos coletaram seus dados, analisando, de acordo com o ambiente no qual sua composteira foi colocada, os resultados alcançados.</p> <p>Os experimentos foram finalizados dentro do prazo de até 60 dias, quando, em pelo menos uma das composteiras fosse visualizada a formação do húmus.</p>	
5	<p>Discussão Final e Experimento Prático 2:</p> <p>Revisar as hipóteses, discutir e concluir as atividades. Elaborar o material de divulgação. Executar a aula de Microscopia.</p> <p>Descrição: Após a conclusão dos experimentos, foi realizada uma discussão com os alunos sobre os microrganismos e as condições ideais para a sua participação no processo de compostagem.</p> <p>Os estudantes foram convidados a confeccionar um material de divulgação sobre o processo de compostagem, com o objetivo de instruir sobre o ambiente ideal para sua realização, propiciando condições adequadas para a produção do húmus, de acordo com as observações feitas durante o acompanhamento das composteiras.</p> <p>Após as discussões finais, foram coletadas amostras das composteiras para que os estudantes pudessem visualizar os microrganismos que participaram ativamente desse processo no microscópio óptico da escola.</p>	50 mim

4.3 AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

4.3.1 Alunos

Ao final dos trabalhos, os alunos responderam a um questionário (APÊNDICE 6), cuja ideia era avaliar a SD aplicada e verificar se os objetivos propostos inicialmente foram alcançados.

4.3.2. Professores

Os docentes avaliaram a SD aplicada, respondendo a um questionário (APÊNDICE 7).

5 RESULTADOS e DISCUSSÃO

5.1 ETAPA 1 - CONTEXTUALIZAÇÃO

A SD planejada foi executada de forma satisfatória pelos estudantes. É importante notar que, em algumas etapas, os alunos se mostraram bastante animados. Durante todo o trabalho, a professora buscou estimular e instigar os discentes a pensarem e chegarem às suas próprias conclusões, baseando-se em seus conhecimentos prévios e nas pesquisas realizadas durante a aplicação das atividades.

Dos 30 alunos matriculados no 1º ano, 29 se voluntariaram a participar. Ao assinarem os documentos, estudantes e responsáveis confirmaram o aceite para participação do projeto. O aluno que não aceitou participar da pesquisa, fez todas as atividades referentes ao projeto, como forma de aprendizagem, no entanto, não teve seus dados coletados nesse projeto.

A primeira etapa da SD foi voltada para a contextualização do tema. A contextualização é defendida por Duré, De Andrade e Abílio (2018), uma vez que os autores afirmam que, além do ensino da Biologia ser complexo, com uma grande gama de conceitos e palavras difíceis de serem compreendidas pelos alunos, ele muitas vezes se mostra distante da realidade dos estudantes. Por esse motivo, os autores citados, enfatizam que contextualizar é importante, pois o conhecimento sem significado não prepara os estudantes para conhecer o ambiente natural e a vida em sociedade.

Durante a realização da primeira etapa, os alunos participaram de forma ativa, respondendo às perguntas feitas pela professora com a finalidade de nortear o trabalho a ser desenvolvido. A atividade foi realizada fora da sala de aula, e o objetivo inicial era que essa etapa fosse executada no local de descarte do lixo orgânico, no entanto, a escola não possui um lugar específico para a destinação correta dos resíduos, sendo este colocado em uma sacola plástica que fica na cozinha do colégio (FIGURA 4).

FIGURA 4 – Sacola utilizada para o descarte do material orgânico na escola.



Fonte: Acervo da autora (2024)

Os alunos do primeiro ano foram levados até a quadra (FIGURA 5). A aula aconteceu no primeiro horário.

FIGURA 5 – Alunos na quadra para a discussão inicial



Fonte: Acervo da autora (2024)

Para caracterizar a situação encontrada na etapa inicial do projeto, os alunos identificaram os materiais orgânicos em uma sacola plástica e seu conteúdo consistia em alface, cascas de ovo, cascas de mexerica e tomate. Não foram encontrados vestígios de carne e ossos. A destinação dada pelo colégio ao material orgânico é a doação do mesmo aos funcionários para que eles alimentem seus animais domésticos.

Durante a aula, foi perguntado aos estudantes se eles sabiam diferenciar o lixo orgânico do lixo comum. Nesse momento, todos os estudantes responderam que sim.

Seguindo com os questionamentos, a professora perguntou o que era o lixo orgânico. Vários estudantes se disponibilizaram a responder, algumas respostas foram:

- *Aluno A: “É um lixo que é biodegradável.”*
- *Aluno B: “É um lixo que pode ser reciclado.”*
- *Aluno C: “É algo que apodrece e vira esterco”.*
- *Aluno D: “Na verdade separa os nutrientes e vira esterco”.*

Foi perguntado ainda se alguém sabia como era descartado o material orgânico da escola e se esse descarte era realizado de maneira correta. Muitos estudantes sabiam que o descarte era feito reservando esse alimento para animais domésticos. Quanto à resposta se era correto ou não, houve muitas dúvidas e uma divisão entre os alunos, onde parte considerava correto dar aos animais restos orgânicos como sugestão para solucionar o problema, enquanto outros alunos não julgavam correto, porém, não sabiam exatamente o motivo de não ser a melhor atitude. Nesse momento, a professora explicou que essa prática de dar restos de alimentos a galinhas e porcos é bastante comum, porém, deve-se tomar cuidado com o tipo de alimento dado aos animais, tal como, com a qualidade dos mesmos.

É preciso destacar que, de acordo com a CIDASC (2021), dar aos porcos restos de alimentos, sobretudo, aqueles de origem animal, pode aumentar o risco da disseminação de doenças, como a peste suína clássica e a febre aftosa.

Aproveitando a situação, foi perguntado qual seria a melhor finalidade para aquele lixo, além da já sugerida de alimentar os animais, um estudante deu como sugestão reaproveitar o máximo possível desses alimentos. Como sugere sua fala abaixo:

- *Aluno E: “Jogar fora o mínimo possível. Tem mais partes reaproveitáveis, por exemplo, a casca de banana tem mais nutrientes que a própria banana.”*

A sugestão acima, dada pelo estudante, tem extrema importância no contexto atual, uma vez que, poderia solucionar parte do problema relacionado ao excesso de lixo orgânico produzido, assim como reduzir a insegurança alimentar vivida por inúmeras pessoas atualmente. Corroborando com essa máxima, Diaz, Ferreira e Cimadon (2021) propõem que, atualmente, comer bem e com qualidade nutritiva tem sido uma necessidade. Somado a isso, os autores reforçam que tal conduta, reduz o desperdício e desperta a conscientização das pessoas. Trazendo como premissa, que a gastronomia sustentável, além de agir em prol da sustentabilidade, promove a ideia

de aproveitar as sobras limpas, como uma opção para reduzir o problema da população que sofre com a fome e a desnutrição.

A partir daí, a professora pediu que todos os estudantes pensassem se existiam mais soluções para o problema do lixo orgânico ou se aquelas eram as únicas. Um dos estudantes (Aluno F) respondeu que “*basta jogar os alimentos na horta que eles viram adubo*”. O discente foi indagado sobre como se faz esse processo e respondeu ao questionamento, dizendo que “*é só jogar*”. Ouvindo esse diálogo, um aluno contestou a resposta do colega, afirmando que:

- *Aluno B: “Não. Você tem que juntar tudo. Pegar casca de banana, casca de ovo e pó de café, ai você junta tudo que depois vira adubo. Eu sei porque minha mãe faz isso. É compostagem que chama isso.”*
- *Aluno A: “No mercado do meu pai, eles fazem compostagem quando as frutas estragam.”*

É importante destacar que, nesse momento, as sugestões dadas e todo o diálogo desenvolvido culminaram na compostagem sendo sugerida como uma das ferramentas para solucionar o problema do lixo orgânico. Observou-se que os estudantes conheciam o processo de reciclagem de nutrientes e a produção de húmus por meio da compostagem, mas não possuíam um conhecimento aprofundado sobre o tema.

Percebe-se, nesse momento que, as hipóteses sugeridas pelos estudantes denotam de seus conhecimentos prévios, trazidos de suas vivências, sem o conhecimento teórico. Enfatizando esse pensamento, De Almeida Dias e Dos Santos (2024), explicam que os conhecimentos prévios não são apenas simples informações adquiridas no dia a dia. Para os autores, esse tipo de conhecimento reflete valores sociais e culturais, embasados nas experiências de cada um, desse modo, eles explicam diversos fenômenos naturais que, comumente estão em desacordo com a Ciência.

Para finalizar esse momento inicial da contextualização, a professora anotou as principais ideias e hipóteses sugeridas para, posteriormente, aprofundá-las na sala de aula.

A primeira etapa foi desenvolvida de forma bem-sucedida, com bastante engajamento dos alunos, situação esta atribuída sobretudo à expectativa inicial criada por eles em relação ao projeto.

5.2 ETAPA 2 – DISCUSSÃO: PERPESCTIVAS E HIPÓTESES

A BNCC (2018), documento norteador da educação brasileira, define competências e habilidades, que devem orientar os educadores na condução do ensino. Dentre elas, podemos citar a competência geral da educação básica número 2:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BNCC, 2018, p. 9)

Nesse sentido, durante a realização das atividades referentes à etapa 2, os alunos foram incentivados a levantar hipóteses e discutir criticamente o tema abordado (FIGURA 6). Esse processo permitiu observar suas interpretações e pontos de vista, que revelaram tanto a compreensão conceitual quanto as possíveis dúvidas e questionamentos. Além disso, essa discussão possibilitou trazer os conhecimentos prévios dos estudantes para o âmbito educacional, o que tornou o ensino mais significativo.

Essa etapa foi realizada na aula subsequente à primeira e foi executada na sala de aula.

FIGURA 6 – Discussão com os alunos para o levantamento de hipóteses.



Fonte: Acervo da autora 2024.

Inicialmente, foi abordada a questão da escola não ter um recipiente adequado para o descarte do material orgânico. Apesar de contar com lixeiras de coleta seletiva, não é verificado entre elas a lixeira marrom para os resíduos orgânicos. Sobre isso, um estudante (Aluno G) sugeriu solicitar a direção a compra do item para a escola, uma vez que julga necessário para ajudar o meio ambiente.

Com a ausência de um local adequado para coletar os compostos orgânicos, os alunos foram instigados a responder sobre o que o descarte irregular desse lixo poderia ocasionar ao meio ambiente e aos seres humanos. As respostas giraram em torno principalmente das seguintes análises:

- (Aluno H): *“la atrair bichos”*.
- (Aluno F): *“Apodrecer e dar mau cheiro e atrair baratas. Faz mal pro solo, pro ar e nós podemos adoecer.”*
- (Aluno I): *“Atrai bicho e pragas. Traz podridão e o cheiro fica bem ruim, tipo coisa estragada”*.
- (Aluno E): *“Germes”*

É importante ressaltar que esses problemas trazidos pelos estudantes, são os problemas pensados inicialmente, quando o assunto é desperdício de alimentos, além disso, relacionando essa visão ao cotidiano dos alunos, pode-se inferir que eles aplicam seus conhecimentos prévios ao darem as respostas acima, ou seja, dão significado ao assunto. Assim, como afirmam Júnior, Dos Santos e Peixoto (2023), a gestão inadequada desses resíduos traz impactos profundos ao ambiente, dentre eles, o aumento em cerca de 10% dos gases de efeito estufa, corroborando com as mudanças climáticas e conseqüentemente com a diminuição da biodiversidade.

Dessa forma, foi importante voltar as hipóteses sugeridas pelos discentes sobre as soluções possíveis para minimizar o descarte de restos de alimentos. Dentre as situações descritas, a compostagem foi citada como um dos métodos para diminuir o problema exposto. A partir daí, foi necessário aprofundar a discussão acerca dessa alternativa. Foi perguntado aos estudantes se eles sabiam o que era a compostagem. Eles responderam, em sua maioria, que era para produzir adubo para plantas a partir dos alimentos em decomposição.

Assim, os alunos foram provocados a pensar em quem são os organismos que realizam a compostagem e as principais respostas foram em torno das seguintes palavras: (Aluno I): *“microrganismos, fungos e bactérias”*. Indicando que os estudantes

reconheciam a existência desses seres nesse processo. É interessante frisar, que um aluno (Aluno J) esclareceu que sabia quem eram os microrganismos decompositores por conta das aulas de ecologia sobre cadeias e teias alimentares.

Ao analisarmos as falas dos estudantes, percebemos que eles reconhecem os microrganismos como seres existentes, mas, podemos perceber que ao examinarmos mais profundamente suas falas, os microrganismos se tornam seres distantes do cotidiano dos estudantes e ligados meramente às teorias aplicadas na escola. O aluno I, por exemplo, ao colocar “microrganismos, fungos e bactérias”, parece se esquecer dos outros organismos existentes, assim como dar ênfase apenas às bactérias e aos fungos. O mesmo se percebe no aluno J que remonta sua aprendizagem as aulas de Ecologia.

Assim, podemos perceber que a Microbiologia é uma ciência ensinada de maneira teórica nas escolas, ou seja, não é absorvida pelos estudantes, uma vez que os seres estudados nessa ciência são descritos de maneira rasa pelos alunos. Reforçando esse pensamento, Oliveira, Lucas et al. (2024) explicam que a microbiologia é, muitas vezes, abstrata para os estudantes, uma vez que visualizar e manusear os materiais é uma tarefa complicada na maioria das escolas. Logo, os alunos não conseguem ultrapassar a barreira do senso comum e, conseqüentemente não desenvolvem autonomia na aprendizagem, o que os leva a não compreender o papel e a importância dos microrganismos em seu cotidiano.

A compostagem, como define Monteiro (2016), é um processo dinâmico, realizado por organismos vivos, que dependem de condições ideais de temperatura, luz, oxigenação e umidade.

Finalizando a etapa das discussões, fica em destaque a frase do estudante (Aluno D), que ressaltou, ao final dos trabalhos, que “*Seria importante que se trabalhasse de forma correta com esses materiais e com os materiais recicláveis dentro da escola, pois seria uma forma de incentivo pros outros alunos e, ainda que poucos aprendessem, podiam repassar em casa com os pais.*”

A colocação feita pelo aluno D é de extrema importância e resume parte da nossa busca enquanto docentes. Desse modo, eles se tornam multiplicadores do conhecimento adquirido. Nesse ponto, Magalhães et al. (2021) sugerem que, para um desenvolvimento democrático e crítico dos alunos, a escola tem papel fundamental nesse processo, introduzindo nesses jovens a sua responsabilidade como parte da sociedade, reconhecendo, assim, a capacidade de agir em prol do bem-estar de todos.

Nesse sentido, Freire (1996), em *Pedagogia da Autonomia*, faz uma importante reflexão sobre a educação como sinônimo de ação, como sugere o trecho abaixo:

Como subjetividade curiosa, inteligente, interferidora na objetividade com que dialeticamente me relaciono, meu papel no mundo não é só o de quem constata o que ocorre mas também o de quem intervém como sujeito de ocorrências. Não sou apenas objeto da História mas seu sujeito igualmente. No mundo da História, da cultura, da política, constato não para me adaptar mas para mudar. No próprio mundo físico minha constatação não me leva à impotência.(...) Constatando, nos tornamos capazes de intervir na realidade, tarefa incomparavelmente mais complexa e geradora de novos saberes do que simplesmente a de nos adaptar a ela. É por isso também que não me parece possível nem aceitável a posição ingênua ou, pior, astutamente neutra de quem estuda, seja o físico, o biólogo, o sociólogo, o matemático, ou o pensador da educação. Ninguém pode estar no mundo, com o mundo e com os outros de forma neutra. (FREIRE, 1996, p. 31-32)

Dessa forma, é fundamental destacar o papel que a escola tem sobre os alunos, quando esses tomam consciência do seu conhecimento e, sobretudo, do seu papel como cidadão, se tornam multiplicadores e trazem benefícios não só para si, mas para a sociedade e para o ambiente.

5.3 ETAPA 3 – REALIZAÇÃO DO PROCESSO INVESTIGATIVO

Esse momento da SD foi crucial para o andamento de todo o projeto, pois contou com uma discussão mais profunda acerca do processo de compostagem. Assim, a aula foi realizada no laboratório de informática da escola (FIGURA 7).

FIGURA 7 – Realização da pesquisa sobre a compostagem na sala de informática



Fonte: Acervo da autora (2024)

Em um primeiro momento, foram retomadas as discussões ocorridas nas aulas anteriores, lembrando alguns conceitos e trazendo novamente algumas hipóteses sugeridas pelos alunos.

A partir daí, os estudantes foram orientados a pesquisar em sites como é realizada a compostagem, quais organismos realizam esse trabalho, o por que dessa atividade dos microrganismos ser fundamental para a vida na Terra, entre outras questões que julgassem necessárias. É importante salientar que, durante toda a atividade, os discentes foram orientados a realizar seus estudos em sites confiáveis; porém, por muitas vezes a professora teve que reforçar a importância da confiabilidade das informações para o sucesso do trabalho, pois, alguns alunos realizavam as buscas em páginas suspeitas.

Nesse caso, a pesquisa foi necessária para que os alunos conhecessem um pouco mais sobre a temática do projeto e tivessem, dentro das limitações apresentadas pela professora, liberdade para navegar nas mais diversas questões que permeavam esse assunto.

Assim, o professor tem a função de contribuir com o desenvolvimento da autonomia do aluno. Dessa forma, o uso de metodologias ativas, tais como a pesquisa, desperta a curiosidade, que aumenta à medida que o aluno compreende mais o assunto (Berbel, 2011) .

Durante a pesquisa, algumas perguntas surgiram e foi pedido que os estudantes compartilhassem suas dúvidas com os demais colegas de classe para que todos pudessem pensar juntos. A Aluna K, ainda apresentava dúvidas sobre a compostagem e questionou seu objetivo final. Assim, a professora orientou que ela buscasse através da pesquisa e tentasse sanar sua dúvida e, chegando a uma conclusão, compartilhasse sua descoberta com os demais. Passados alguns minutos, a adolescente respondeu que o objetivo final da compostagem “*é criar o húmus, uma ‘terra’ cheia de nutrientes que enriquece o solo.*”

Para instigar mais os alunos na busca por respostas, a professora questionou qual seria o papel dos microrganismos no processo de compostagem. Como réplica, surgiram algumas proposições interessantes dos estudantes, como:

- *Aluno L: “Os microrganismos vão devolver os recursos que estavam nos corpos pro meio ambiente. E aí, todos os outros seres vivos vão poder usar de novo.”*
- *Aluno G: “Se não tivesse decomposição ia ter ‘corpo’ dos seres vivos espalhados pela Terra.”*

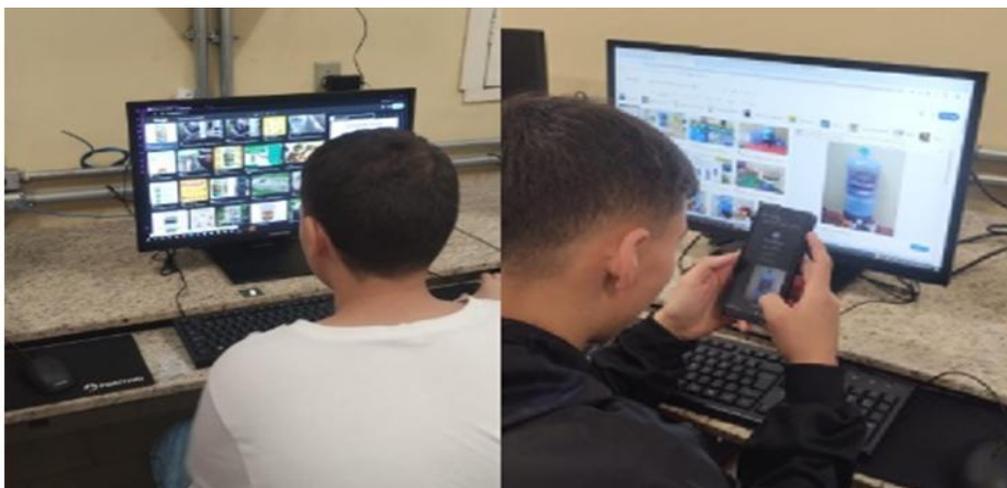
- *Aluno C: “Eu acho que eles se alimentam desses restos orgânicos”.*
- *Aluno M: “Eles digerem e devolvem pro ambiente substâncias mais simples”.*

De acordo com Andrade (2020), os microrganismos utilizam a matéria orgânica para retirar seu alimento, decompondo os compostos em partes menores que são liberadas no ambiente. Alguns desses compostos são nutrientes, hormônios e vitaminas que servirão de alimento para a própria comunidade microbiana, para as plantas e também para os animais.

Sanadas as principais dúvidas, a professora informou que durante todo o projeto, os estudantes deveriam se embasar na pesquisa, descobrir informações para que seus projetos fossem bem-sucedidos. Nesse instante, foi proposta pela docente a montagem de composteiras para que fosse possível responder a uma pergunta chave: “Quais as condições ideais para a realização da decomposição dos resíduos orgânicos?” Logo em seguida, a proposta do trabalho foi explicada aos alunos. A professora pediu que eles se dividissem em grupos para a montagem da composteira.

Com os grupos formados, os alunos buscaram modelos de composteiras caseiras e que fossem montadas a partir de materiais simples obtidos no dia a dia. (FIGURA 8).

FIGURA 8 – Pesquisa realizada pelos alunos sobre os modelos de composteiras.



Fonte: Acervo da autora (2024)

Ao final da atividade, algumas observações notadas pela professora são importantes de serem citadas. Em primeiro lugar, foi notável que os grupos tiveram muitas ideias para a confecção de suas composteiras. Além disso, a docente também deixou o telefone disponível para eventuais dúvidas, uma vez que a montagem das

composteiras seria realizada na casa dos estudantes. Finalmente, os discentes foram orientados a trazerem suas composteiras montadas, porém só poderiam preenchê-las no dia de as levarem para a escola. Essa informação foi importante, pois, para sabermos em quais condições os microrganismos trabalham melhor, era necessário que o processo de compostagem iniciasse ao mesmo tempo para todos os grupos.

Para a montagem das composteiras, a partir das pesquisas realizadas pelos alunos, eles puderam escolher os materiais mais fáceis e apropriados para serem utilizados.

É importante destacar, como afirmam Trivelato e Tonidandel (2015), que, para que a construção do conhecimento se solidifique, é importante que no ensino por investigação, o docente direcione os estudantes no processo da pesquisa científica.

5.4 ETAPA 4 – EXPERIMENTAÇÕES PRÁTICAS

A etapa 4 do trabalho foi marcada pelo início das experimentações práticas, com a entrega das composteiras à escola na data programada. Foram confeccionadas nove composteiras, sendo que havia 8 grupos (FIGURA 9). Um dos grupos, decidiu montar dois recipientes de compostagem para comparar os materiais utilizados na sua fabricação, como será relatado no decorrer deste projeto.

FIGURA 9 – Composteiras montadas pelos alunos.



Fonte: Acervo da autora (2024)

Na data agendada, os grupos levaram suas composteiras para a escola. Algumas composteiras já haviam sido preenchidas no mesmo dia, na casa dos estudantes e outras foram preenchidas na escola. É importante reforçar que todas as composteiras foram preenchidas no mesmo dia. Os estudantes tiveram a liberdade de escolher o material, o tamanho e o que colocar dentro da composteira, seguindo a pesquisa realizada. Cada grupo optou por alocar sua composteira em um determinado espaço da escola como segue na tabela abaixo (TABELA 2):

TABELA 2: Detalhamento da confecção das composteiras.

Composteira	Confecção	Material	Local
Composteira 01 Grupo 1	2 potes plásticos de sorvete.	Terra, cascas de ovo, cascas batata e pó de café.	Laboratório de Ciências
Composteira 02 Grupo 2	2 garrafas PET	Serragem e casca de batata	Canteiro do refeitório
Composteira 03 Grupo 3	2 potes pequenos de plástico.	Terra, alface e pó de café	Armário da sala de aula
Composteira 04 Grupo 4	2 garrafas PET	Terra, alface, milho e arroz.	Biblioteca
Composteira 05 Grupo 4	Lata de alumínio e pano	Folhas, casca de ovo, terra.	Biblioteca
Composteira 06 Grupo 5	Galão de água, torneira de plástico	Terra, pó de café, milho, arroz e alface.	Oratório
Composteira 07 Grupo 6	2 potes de sorvete	Folhas verdes, terra, água e folhas secas.	Oratório
Composteira 08 Grupo 7	Baldes, torneira e meia-calça	Casca de batata, restos de couve, bagaço de cana-de-açúcar, terra e folhas secas.	Corredor
Composteira 09 Grupo 8	3 potes de sorvete.	Terra, casca de ovo, pó de café e limão.	Biblioteca

Fonte: Acervo da autora 2024

A tabela 2 traz um resumo dos materiais que foram colocados na composteira

e o local que elas foram deixadas (FIGURA 10). No momento da escolha desses locais, a professora conversou com todos os grupos, anotando as principais informações e verificando a montagem das composteiras e seus respectivos conteúdos.

FIGURA 10 – Locais escolhidos pelos alunos para colocar as composteiras.



Fonte: Acervo da autora (2024).

Após a verificação do conteúdo das composteiras, todas foram cobertas com terra e folhas secas para evitar moscas e tampadas com recipientes com furos.

Todos os alunos conseguiram associar os fatores mais relevantes do ambiente, tais como, luz solar, sombra, chuva, vento, dentre outros, a fatores favoráveis ou desfavoráveis ao trabalho dos decompositores, conforme seus conhecimentos prévios e pesquisas realizadas acerca do conteúdo estudado. A seguir, um breve relato dado sobre essa escolha pelos grupos:

Grupo 1 (Composteira 1): (Aluno H) *“Vamos colocar no laboratório de Ciências porque lá é um lugar mais fresco e sombreado. Vai tá sempre fresco. A temperatura ambiente é mais amena e acho que assim os microrganismos trabalham melhor”*.

Grupo 2 (Composteira 2): (Aluno N) *“Colocamos no jardim que tem perto da cantina. O local tem sombra e sol na medida certa. Tem mato também e lá não chove. É mais fresco”*.

Grupo 3 (Composteira 3): (Aluno J) *“Vai ficar no armário da sala de aula, por conta do escuro. Lá não tem vento, não chove, não bate sol. Eu acho que é um lugar*

interessante para ver como os microrganismos vão trabalhar. É diferente dos outros".

Grupo 4 (Composteira 4 e 5): (Aluno D) *"Nós fizemos duas composteiras com materiais diferentes, uma de garrafa PET e outra de lata de alumínio e colocamos no mesmo lugar, na biblioteca, pra saber se materiais diferentes agem diferente, já que o lugar é o mesmo. E na biblioteca é abafado e quente. Daí a gente estudou que os fungos gostam de locais assim, então a gente acha que lá será o ideal pra eles agirem".*

Grupo 5 (Composteira 6): (Aluno K) *"Perto da Santa, local fechado. É porque tem Sol e sombra suficiente pros microrganismos trabalharem".*

Grupo 6 (Composteira 7): (Aluno O) *"No corredor, onde fica o oratório da Santa, porque tem como fechar, daí protege do tempo".*

Grupo 7 (Composteira 8): (Aluno P) *"Decidimos colocar a composteira exposta no tempo, porque quando bater sol, o lado de dentro da composteira vai ficar abafado, a temperatura vai subir e vai ser bom pros microrganismos".*

Grupo 8 (Composteira 9): (Aluno C) *"Vamos colocar na biblioteca, porque a gente acha que lá é o lugar mais quente da escola".*

Podemos observar, de acordo com Costa, Amanda et al. (2015), que a compostagem envolve alguns fatores importantes para sua ocorrência como pH, relação carbono/nitrogênio, umidade, granulometria, temperatura e aeração. Para os autores, esses fatores influenciam direta ou indiretamente a ação microbiana.

Dessa forma, podemos inferir que, os estudantes, embora não conhecessem todos os fatores que abrangem a ação dos microrganismos durante a compostagem conseguiram relacionar alguns fatores ao sucesso dos seus projetos.

A partir daí, seguiram algumas discussões entre os grupos, mas, a principal delas ocorreu no grupo 8, pois inseriram limão entre os materiais a serem decompostos. Um dos integrantes do grupo (Aluno C) rebateu, dizendo que *"não se pode colocar frutas cítricas na composteira, pois mata os microrganismos"*. Após muita discussão, o grupo decidiu seguir com o experimento do jeito que havia sido montado, alegando que, todos os elementos colocados na composteira eram advindos da natureza e, portanto, não haveria problema.

É importante frisar, como afirmam Antunes et al. (2022), que alguns produtos, como frutas, legumes, verduras, saquinho de chá, palha, papel entre outros componentes, podem ser colocados na composteira, enquanto carnes, frutas cítricas, papel higiênico usado etc., não devem ser usados.

Nessa etapa, os alunos demonstraram muito engajamento e preocupação com seus experimentos. Era nítida a animação dos estudantes e o cuidado que tiveram em encontrar um espaço adequado para suas composteiras durante o experimento.

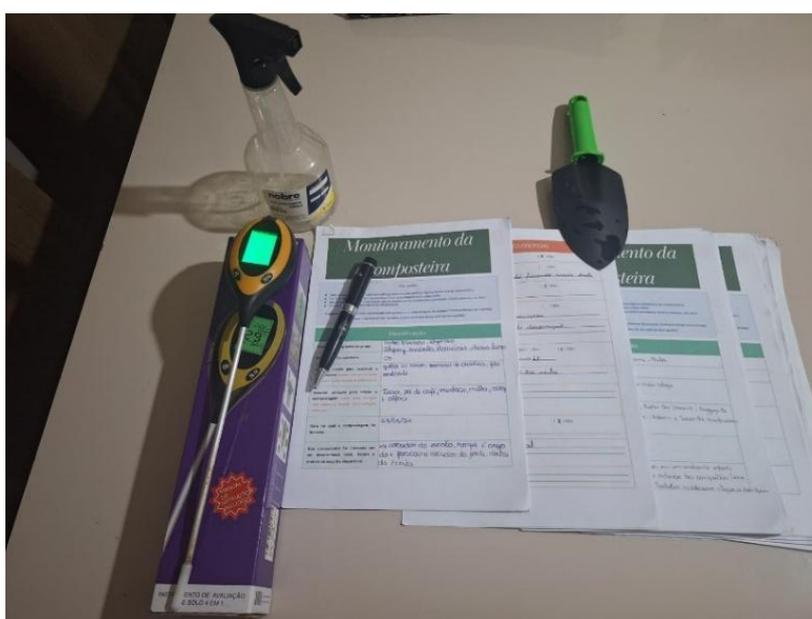
A partir desse momento, iniciamos o monitoramento das composteiras, processo realizado semanalmente e melhor detalhado adiante.

5.4.1 Etapa 4 – Monitoramento e acompanhamento das composteiras

A quarta etapa do projeto teve início em uma aula de 50 minutos, porém o acompanhamento das composteiras perdurou por 2 meses. Ela consistia no acompanhamento e monitoramento semanal das composteiras. Para a organização e execução didática desse momento, foi necessário fazer alguns combinados e orientar os estudantes sobre a realização da pesquisa assim como a anotação dos dados obtidos.

Para que as anotações fossem feitas de forma organizada, foi disponibilizado aos estudantes um modelo para relatório (APÊNDICE 5), que eles preenchiam com dados coletados por meio de observações e medições, utilizando equipamentos para obter informações sobre a composteira (FIGURA 11).

FIGURA 11 – Materiais usados pelos alunos para monitoramento das composteiras.



Fonte: Acervo da autora (2024)

Para a coleta de dados, os grupos eram munidos de: caneta, borrifador com água, uma pazinha para revolver o solo, relatório a ser preenchido e medidor de pH digital (marca: Medidor pH Terra Solo Plantas 4 Em 1 Umidade Termômetro), que também media a temperatura, a umidade e a luminosidade. Todos os alunos foram orientados e treinados para utilizar o aparelho medidor. É importante informar que a professora contava com duas aulas semanais para a turma do primeiro ano sendo, uma aula na terça-feira e outra aula na sexta-feira. Foi estipulado, portanto, que o acompanhamento se daria nas terças-feiras, pois o número de alunos presentes era maior do que na sexta.

Para a primeira verificação, a professora acompanhou os grupos, a fim de orientá-los nos principais dados a serem analisados e sanar possíveis dúvidas. Destaca-se aqui a importância de frequentar e usufruir de espaços diferentes da sala de aula na escola, pois, o simples fato de os estudantes explorarem espaços diversificados para atividades pedagógicas já gera neles um grande entusiasmo.

Desse modo, a utilização dos diversos espaços escolares é essencial para a educação, pois, nesses locais, além da aprendizagem, ocorre ainda a sociabilidade dos estudantes, ou seja, esses espaços possuem uma dimensão educativa significativa. E, por não ser um local neutro, a exploração dos espaços escolares para além da sala de aula, acaba por impactar diretamente o processo de aprendizagem, assim como a maneira como os alunos interagem e socializam (Félix et al. 2020).

Em virtude das vantagens apresentadas na exploração do ambiente externo, assim como das atividades investigativas, os alunos iniciaram a coleta de dados, e, a seguir, será destacado as principais descobertas e interpretações dos estudantes.

Após uma semana desde a montagem e escolha dos locais a serem fixadas as composteiras, os grupos coletaram alguns dados e anotaram nos relatórios. Nesse momento inicial, foi notada a necessidade de intervenção para que a professora explicasse aos alunos o conceito de pH, pois os alunos questionaram durante toda a semana o que era pH e qual a sua função.

Dessa forma, foi agendada uma aula extra, que envolveu a interdisciplinariedade entre as conteúdos de Biologia e Química (FIGURA 12), mostrando aos alunos que as ciências caminham juntas, e que o conhecimento faz parte de um todo (APÊNDICE 8).

FIGURA 12 – AULA SOBRE pH



Fonte: Acervo da autora (2024)

Sobre isso, Da Silva, Livia e Da Silva, Lidiane (2024) discorrem que a interdisciplinariedade ocorre quando os conteúdos trabalhados nas disciplinas se relacionam aumentando o entendimento do tema abordado. As autoras ainda afirmam, que o professor deve ir em busca de novos instrumentos a fim de propiciar uma aprendizagem mais abrangente ao aluno.

Esta aula permitiu que os alunos conhecessem essa grandeza, pois ele tem grande influência na velocidade e no trabalho dos microrganismos, como destaca Valente et al. (2009) ao afirmarem que, a compostagem é um mecanismo puramente microbiológico, e seu sucesso está diretamente relacionado a ação e a interação dos microrganismos, que, por sua vez, depende de algumas condições adequadas como a umidade, a temperatura, a oxigenação, o pH, o tipo de material a ser decomposto, a relação carbono e nitrogênio e finalmente o tamanho da composteira e a granulometria do material.

A aula sobre pH sanou as principais dúvidas dos alunos sobre o tema. O aluno C ressaltou que *“o pH é tipo a temperatura, a gente mede também. A diferença é que a temperatura é mais fácil da gente entender, porque não precisa de aparelho, você consegue precisar encostando a mão.”* Esse pensamento reforça mais uma vez que o abstrato é sempre mais difícil de trabalhar em relação ao concreto.

A semana inicial da coleta de dados foi rotulada como “Semana 1”, e as seguintes receberam numeração sucessiva. Dessa forma, as semanas transcorreram como detalhado abaixo:

- Semana 1:

Nesta semana, todos os grupos, monitorados e acompanhados pela professora foram a campo para a primeira coleta de resultados desde o início do experimento.

No geral, de acordo com a análise dos estudantes, as composteiras apresentavam um bom desenvolvimento. No entanto, o grupo 6, cuja composteira ficou no oratório informou que havia um odor forte e desagradável de apodrecimento. A composteira foi removida do local e a professora solicitou que o estudantes analisassem quais fatores poderiam ter corroborado para a situação. Foi pedido ainda que o grupo trouxesse na próxima aula, a conclusão para o apodrecimento do composto na referida composteira. As demais composteiras apresentaram progresso dentro do esperado.

- Semana 2:

Prosseguindo com o monitoramento do experimento, os estudantes com seus respectivos grupos, voltaram a campo na semana seguinte para a uma nova verificação do progresso de seus projetos, dessa vez, sem a presença da docente.

É importante destacar que, ficou pré-estabelecido entre a professora e os alunos que, as composteiras que não tivessem o progresso esperado, e apresentassem mau cheiro, seriam retiradas do experimento. No entanto, os alunos dos grupos que não tivessem mais seu experimento para ser monitorado, poderiam acompanhar os demais grupos para auxiliarem na análise dos compostos.

Não houve muitas observações por parte dos estudantes em relação às composteiras nessa semana, é verificado que as composteiras estavam progredindo normalmente. Desse modo, a professora aproveitou a oportunidade para questionar o grupo 6, sobre a pesquisa realizada na semana anterior, identificando possíveis falhas no processo. A conversa foi estabelecida perante toda a turma, para que todos tivessem noção do que foi realizado.

A professora perguntou se o grupo poderia relatar para a turma o ocorrido na composteira montada por eles. O Aluno O respondeu que *“a composteira estava com mau cheiro”*. Prosseguindo com o questionamento a docente perguntou o que poderia ter levado a esse fato:

Aluno Q: *“Eu acho que a gente colocou água em excesso na semana passada. A gente não mediu direito”*.

Professora: *“De acordo com a pesquisa de vocês, o que o excesso de água pode causar no trabalho dos microrganismos na compostagem?”*

Aluno O: *“Os microrganismos vão trabalhar muito devagar, e vai ter pouco ou nada de oxigênio, só que pra composteira funcionar precisa controlar a água. Não pode tá encharcado e nem seco. E precisa mexer pra aerar, mas com excesso de água isso não funciona. E ocorreu uma lixiviação, quando os nutrientes vão embora junto com água, o que gerou aquele cheiro ruim.”*

A excessão ou a falta de água afeta a atividade dos microrganismos durante a compostagem de maneira negativa, pois dificulta que o oxigênio se espalhe pelo composto, o que conseqüentemente irá inibir a ação dos mesmo, sendo o controle desse elemento fundamental para o sucesso do experimento. (Assis et al. 2024).

Nesse momento, a professora deu por encerrada a discussão e solicitou que o grupo 7 realizasse a mesma pesquisa referente aos possíveis erros na execução da composteira, uma vez que os estudantes ao retornarem da avaliação semanal relatou que seu experimento apresentava um odor desagradável e que foram encontradas larvas no recipiente, a pesquisa seria discutida na próxima aula.

- **Semana 3:**

Entre os principais questionamentos levantados nessa semana, destacou-se o grupo 4. Isso ocorreu porque uma de suas composteiras, especificamente a de número 4, apresentou uma pequena quantidade de chorume, enquanto a outra, de número 5, não apresentou. A professora os orientou a pesquisar sobre o assunto, olhando se os materiais utilizados tal como o tamanho da composteira, entre outras possibilidades, influenciam na produção do chorume, para ser discutido na próxima aula.

Assim, foi a vez do grupo 7, tal como solicitado na semana anterior, responder sobre o possível motivo da compostagem ter dado errado. O Aluno E afirmou que *“erramos ao colocar os restos de comida, colocamos muitos resíduos, e o excesso desse material faz com que os microrganismos trabalhem menos porque diminui a*

quantidade de oxigênio e as bactérias aeróbias não vão conseguir se desenvolver. A gente também deixou a composteira exposta no tempo e esse fim de semana choveu, e ela ficou lá. Ai a água em excesso fez apodrecer o material. Igual ao grupo da semana passada, excesso de umidade reduz o trabalho dos microrganismos também.”

Um ponto importante dessa pesquisa compartilhada pelo grupo foi o fato dos integrantes terem citado o grupo da semana anterior, demonstrando que estavam atentos ao andamento do projeto. Em relação a quantidade de matéria orgânica depositada na composteira, a mesma diminuiu os espaços existentes, reduzindo assim a quantidade de oxigênio circundante. Dessa forma, explicam Domínguez et al. (2023) que o controle da quantidade de oxigênio é o fator mais importante da decomposição pois, evita que a temperatura suba muito, aumenta a velocidade de oxidação, reduz a liberação de gases e o excesso de umidade no material a ser decomposto.

Finalmente, o grupo 8, cuja composteira controlada era a de número 9, relatou que durante a coleta de dados da semana, perceberam um leve cheiro de azedo. A professora solicitou uma pesquisa referente aos possíveis acontecimentos relativos a essa situação. As demais composteiras apresentaram desenvolvimento normal.

- **Semana 4:**

Nesta semana, os alunos do grupo 4, responsáveis pelas composteiras 4 e 5, decidiram remontar a composteira 5 (feita de lata), colocando nela uma tela mais fina, pois acreditavam que o pano colocado seja o responsável por estar retendo o chorume da referida composteira. Essa atitude demonstra claramente o caráter investigativo do projeto, uma vez que os estudantes testam suas hipóteses constantemente.

O grupo 8, responsáveis pela composteira 9, trouxe a pesquisa realizada sobre o motivo do cheiro de azedo em seu experimento. De acordo com o Aluno C, *“ter colocado limão na composteira fez o pH ficar muito baixo, o que atrapalha o trabalho dos microrganismos, porque alguns morrem e aí ficam as bactérias que não usam oxigênio, por isso o cheiro leve de azedume, já que elas produzem substâncias ácidas.”*

É importante ressaltar, conforme afirma Correia (2019), que as frutas cítricas têm ação bactericida e fungicida, o que pode retardar o processo de compostagem. Além disso, as cascas e polpas dessas frutas podem alterar o pH do solo. A autora destaca que esses materiais podem ser usados na composteira, porém de forma moderada, não ultrapassando 20% do total dos resíduos orgânicos.

Assim, o pH de uma composteira inicialmente começa baixo e vai aumentando à medida que o processo ganha forma. Desse modo, os valores ideais de pH para a compostagem variam entre 5,5 e 8. Logo, o uso de frutas cítricas sem a devida medição pode interferir no processo de compostagem. (Lutgens et al. 2024)

Finalmente, foi pedido ao grupo 3 que realizasse a pesquisa acerca do andamento da composteira 3, visto que eles também relataram um cheiro azedo vindo do seu experimento. A professora pediu que fosse realizada uma pesquisa sobre o motivo do insucesso da compostagem e, o grupo deveria trazer os resultados encontrados na próxima semana para apresentar para a turma. As demais composteiras, não apresentaram alterações a serem relatadas.

- Semana 5:

Nesta semana, as principais observações descritas giraram em torno do grupo 3, que apresentou nas palavras do Aluno J o motivo da composteira ter apresentado mau cheiro. Segundo o estudante: *“a falta de luz pode afetar o pH, e a falta de ventilação também. Isso vai acontecer, porque os microrganismos anaeróbicos vão se reproduzir e ficar em maior quantidade enquanto que os aeróbios, responsáveis pela compostagem, vão diminuindo. Os microrganismos anaeróbios produziram algumas substâncias que deixavam o ambiente cada vez mais ácido”*. É importante lembrar, que a composteira em questão foi colocada no armário de alumínio na sala de aula.

Devido ao local escuro e pouco ventilado que o experimento foi deixado, Ecycle (2025) explica que a possível escassez de oxigênio faz com que o pH diminua abaixo de 4,5, o que ocasiona uma drástica redução da atividade dos microrganismos aeróbios.

O grupo 5 não pode concluir seus experimentos, uma vez que, seu projeto colocado fora da sala de aula (no oratório) havia sido mexido e destruído por terceiros. A situação foi relatada à direção e à coordenação da escola para as devidas providências.

Durante a semana corrente, as observações foram estabelecidas dentro do normal, sem questionamentos e dúvidas, uma vez que as composteiras restantes apresentavam desenvolvimento normal. Os alunos responsáveis pela composteira 4 e 5, colocadas na biblioteca, relataram que a falta do chorume não era relacionada ao tipo de montagem e sim, porque a composteira 5, feita com lata, reteve menos a umidade do que a composteira 4.

- Semana 6:

A semana corrente não teve aula devido aos feriados comemorados, segundo calendário do colégio. Logo, é importante ressaltar que, durante esse período, alguns alunos enviaram mensagens para a professora, pois estavam preocupados com seus projetos, uma vez que não poderiam monitorá-lo. A professora os tranquilizou dizendo que na semana seguinte, seria feito o controle e as análises, sem prejuízos para os grupos.

- Semana 7:

É importante destacar que, como combinado anteriormente, se ao menos uma das composteira produzisse o húmus, o experimento seria finalizado para as análises e discussões subsequentes, fato que ocorreu quando a composteira de número 2 chegou ao composto final. Em relação aos grupo 01 e 04, foi solicitado uma pesquisa referente aos últimos aspectos encontrados na composteira.

A seguir, apresenta-se como exemplo a imagem da evolução da composteira 2, semana a semana (FIGURA 13), para fins ilustrativos.

FIGURA 13 – EVOLUÇÃO DA COMPOSTEIRA 2



Fonte: Acervo da autora (2024)

5.5 ETAPA 5 – DISCUSSÃO E ANÁLISE FINAL FEITA PELOS GRUPOS

É importante destacar que, em todas as etapas da SD investigativa, os alunos foram protagonistas sendo constantemente instigados e provocados a pensar em soluções para os problemas que surgiram durante a aplicação das etapas, no intuito de acharem as respostas à pergunta norteadora inicial.

A aula iniciou com a professora retomando todas as etapas vivenciadas do projeto, tal como os objetivos e convidando os alunos a fazerem uma reflexão sobre o assunto. Foi ainda exposto aos estudantes que, da montagem até o último dia de monitoramento das composteiras transcorreram 56 dias. Esse é o tempo médio para que algumas composteiras gerem compostos. Como observado no experimento, apenas a composteira 2, chegou ao produto final.

De acordo com a cartilha produzida pela Unesp (2025), o tempo de produção dos compostos finais pode durar de 30 a 120 dias, dependendo das condições da leira. O produto final deve ter cor escura e não contar com nenhum resto de material orgânico.

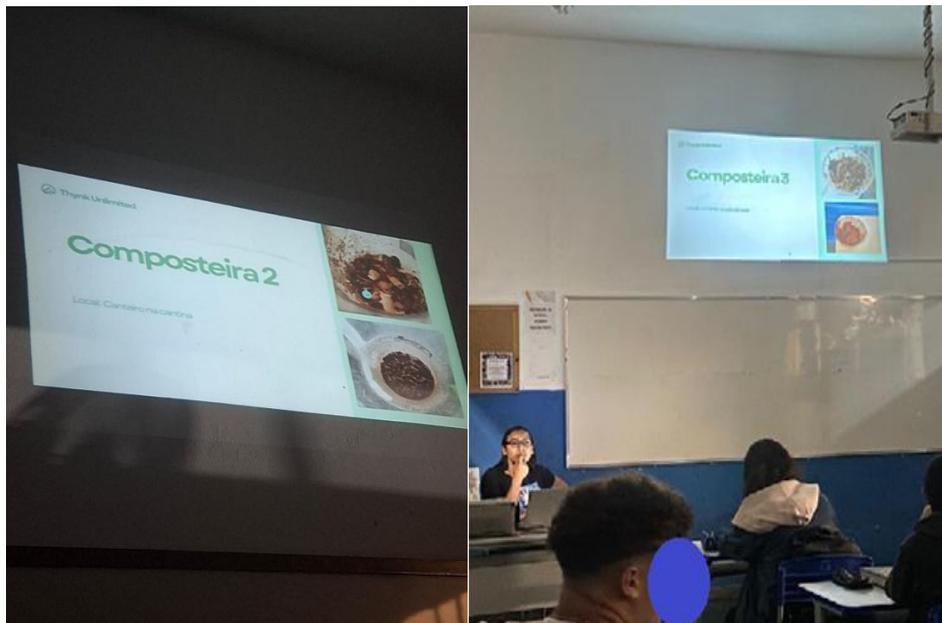
Assim, foi iniciada uma discussão sobre todo o processo. Para que esse momento acontecesse, foi pedido que todos os alunos pesquisassem as razões pelas quais sua composteira teve o resultado verificado durante o acompanhamento e trouxesse o resultado da pesquisa para a aula.

Embora seja uma prática comum nas salas de aulas, promover discussões acerca de temas diversos é de fundamental importância, pois permite que o aluno desenvolva seu pensamento conjuntamente com sua habilidade de se expressar. A BNCC (2018), em sua competência geral de número 7, defende que:

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. (BNCC, 2018, p.9)

Para essa abordagem, foi apresentado uma sequência de slides que mostravam todas as composteiras no primeiro e no último dia de análise e coleta de dados (FIGURA 14).

FIGURA 14 – Apresentação dos slides com imagens das composteiras



Fonte: Acervo da autora (2024)

A professora iniciou indagando os estudantes sobre o que acharam da experiência de participar desse projeto. O Aluno G relatou que *“foi legal participar, porque aprendi sobre o pH e gostei de cuidar da composteira, mas eu queria que a do meu grupo tivesse dado certo.”* Já o aluno R afirmou que *“gostei muito, até porque eu nunca tinha participado de atividades assim, tipo medir, anotar no relatório, essas coisas”*.

A fala do aluno R é significativa uma vez que, ele se encontra no ensino médio e revela não ter tido atividades investigativas ao longo de sua vida acadêmica. Assim como ele, muitos dos estudantes não participam de atividades com metodologias diferenciadas. Dessa forma, Lira e Senna Junior (2024) atribuem que as dificuldades apresentadas para o uso dessa metodologia, envolvem infraestrutura inadequada, poucos recursos didáticos e tecnológicos e a necessidade de uma formação continuada para os professores.

Após esse momento, a docente perguntou aos estudantes o que eles conseguiram entender a respeito dos microrganismos. O Aluno E disse que *“aprendi na prática que eles são responsáveis por reciclar os nutrientes. A gente já sabia disso pelos livros, mas nunca tinha tomado conta de uma experiência que pudesse ver essa transformação direto.”* Aqui, novamente o aluno dá destaque a metodologia usada, o que denota a importância para os estudantes de realizarem atividades nas quais eles

manuseiam e controlam os fatores.

A docente continuou arguindo os estudantes, ao perguntar quais fatores mais atrapalharam o andamento da composteira, de acordo com a visão deles. Para responder a essa pergunta, o Aluno J disse que *“Eu lembro que nas primeiras semanas estava muito seco, o tempo. Isso interferiu muito”*. A docente, então, quis saber como isso interferia na ação dos microrganismos. O aluno respondeu que *“Porque a composteira perde umidade, como a gente viu. E não só a umidade, mas altera o pH. E tudo isso faz com que determinados microrganismos, trabalhem devagar ou até mesmo morram.”*

Nessa hora, a professora questionou se algum aluno sabia o que era microrganismos eficientes (ME). O aluno D respondeu que *“são aqueles que deixam o solo fértil, que são bons para enriquecer o solo.”* O aluno J afirmou então que *“Muito provavelmente eles (microrganismos eficientes) passaram longe da minha composteira”*.

Os MEs, também conhecidos como microrganismos regenerativos são aqueles capazes de produzir substâncias benéficas para as plantas, tais como hormônios e vitaminas, melhorando as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. (Andrade, 2020).

A partir desse momento, a professora começou a mostrar as composteiras nas imagens dos slides e conversar com a turma sobre alguns pontos importantes. Abaixo, será descrito algumas colocações dos alunos de acordo com o trabalho do seu grupo e as anotações realizadas por eles:

Grupo 01:

- Aluno B: *“Nossa composteira tava com cheiro bom até a última semana, não notamos nada de errado. Nós achamos que pelo local ser fresco, pode ter demorado mais pra terminar, mas a nossa composteira ia dar certo”*.
- Aluno M: *“O local escolhido era bom, adequado pro trabalho das bactérias, mas a temperatura mais baixa, deixou o trabalho dos microrganismos mais lento. Mas ia dar certo”*.

É importante destacar que, de fato, a composteira do grupo apresentava resultados bastante promissores, lembrando ainda, que devido a inúmeras condições, a composteira pode apresentar resultados em tempos diferentes.

Grupo 02:

O grupo inicialmente comemorou que a composteira deles havia chegado ao

composto final. E responderam ao que atribuíam esse sucesso.

- Aluno S: *“A gente escolheu o melhor lugar, num canteiro, com outras plantas em volta. Lá batia sol, mas estava sempre fresco e era coberto. Mas o mais importante foi a serragem. Só nosso grupo usou serragem. Ela ajudou a controlar melhor a quantidade de água. O que era bom pros microrganismos, porque não alterava muito o pH e nem a quantidade de oxigênio.”*
- Aluno I: *“Isso é outra coisa que a gente pesquisou, por usar a serragem, e ela ser maior, ela mantém mais oxigênio, o que ajuda a decompor mais rápido.”*

O grupo 2 preparou, assim como os demais grupos, uma composteira com materiais simples, utilizando garrafa PET para montar o experimento. Nota-se, no entanto, que foi o único grupo a utilizar a serragem em oposição aos demais que usaram folhas secas e terra. De acordo com Maragno, Trombin e Viana (2007), a serragem além de absorver melhor o excesso de umidade ainda fornece porosidade ao composto, fazendo com que o oxigênio circule mais livremente pelo sistema.

Grupo 03:

- Aluno R: *“A nossa foi como uma experiência, a gente queria colocar num lugar diferente, aí escolhemos o armário. A gente sabia que não ia dar certo, mas não esperava que virasse barro.”*
- Aluno J: *“Virou barro porque sem ventilação e luz, a umidade aumentou, e os microrganismos morreram nessas condições, só sobrou as bactérias que não usam oxigênio. Daí, elas foram produzindo substâncias que davam aquele cheiro azedo porque o pH tava baixo, aí nós jogamos fora, porque ficou fedendo.”*

A composteira do grupo 3, deixada dentro do armário de alumínio na sala de aula foi retirada do projeto devido ao odor ruim que estava exalando. É importante salientar a perspicácia dos alunos do grupo, que tiveram a curiosidade de ver como seria o resultado dessa compostagem quando colocada em um local diferente. Novamente podemos enxergar o aspecto investigativo e o espírito de curiosidade que os estudantes tiveram.

Grupo 04:

- Aluno G: *“A gente colocou num péssimo lugar, achamos que na biblioteca seria bom, porque fungo gosta de lugar quente e úmido, e foi uma tragédia. Lá era muito abafado e cada vez que a gente via, as duas composteiras estavam*

parecendo barro”.

- Aluno D: *“O que a gente descobriu é que o excesso de calor e a falta de ventilação cria umidade dentro da composteira, mas nosso pH não subiu. Nem deu cheiro de azedo ou de podre. E a gente usou duas composteiras com materiais diferentes, então não foi o tipo de material, mas o lugar, já que as duas ficaram com o mesmo aspecto. E tem também que existem diversos tipos de fungos, alguns gostam de lugar muito quente, outros não. A gente achou que era tudo a mesma coisa.”*

É importante nesse momento, destacar a intensa participação de todos os alunos, assim como o empenho na execução das tarefas e a busca contínua pelas respostas. Este grupo traz uma situação interessante, quando se referem à diferença entre as espécies de fungos. É importante notar, que parte dos docentes da educação básica, apresentam as características gerais dos seres vivos em suas aulas. O grupo, no entanto, conseguiu concluir, que entre o mesmo reino, existem espécies diferentes, que carregam, portanto, características diferentes, como bem retratado nos fungos.

Essa visão limitada sobre os fungos, pode ser atribuída, como sugere Moura (2023) ao fato dos livros didáticos, principal recurso pedagógico dos professores, retratar pouco e superficialmente o Reino Fungi, quando comparados a outros temas da Biologia.

Grupo 05:

- Aluno K: *“Nossa composteira parecia ir bem, também não estava com cheiro ruim, mas alguém mexeu. E nosso projeto não deu pra ter conclusão.”*

Como o grupo explica, no decorrer dos experimentos a composteira do grupo 5, localizada em um espaço externo da escola foi mexida por terceiros e o grupo não pode prosseguir com as análises.

Grupo 06:

- Aluno Q: *“Na pesquisa a gente viu que o que atrapalhou foi excesso de água, porque apodreceu tudo. Ai volta na situação de falta de oxigenação e surgem os microrganismos que não são os que a gente quer pra fazer a compostagem.”*

Grupo 07:

- Aluno E: *“Colocar a composteira no tempo e colocar muita comida fez dar ruim. Tudo isso atrapalha o trabalho dos microrganismos. E a gente fez isso.”*
- Aluno O: *“Mas eu tô fazendo compostagem no sítio do meu avô com a mesma*

composteira que usamos aqui, e agora tá dando certo. Segui os passos e coloquei elas de acordo com o que a gente tá estudando.”

Os grupos 6 e 7, esbarraram na mesma situação que foi o excesso de umidade na composteira. Reforçando a ideia, De Souza, Luan et al. (2020) explicam que a umidade é um fator fundamental no sucesso da compostagem e influenciam diretamente no trabalho dos microrganismos. De acordo com os autores, os microrganismos necessitam de água em suas paredes celulares para absorver os nutrientes, no entanto, eles afirmam que o excesso de umidade prejudica a circulação de oxigênio, fator essencial para a compostagem, logo, a umidade do composto deve ser de 60%.

Grupo 08:

- *Aluno C: “A gente errou colocando limão, não pode colocar fruta cítrica em excesso. O pH baixou e os microrganismos bons pra compostagem morreram, ficaram aqueles que dão cheiro de azedo. Eu tinha avisado isso.”*

Como já debatido anteriormente, é possível usar frutas cítricas na compostagem, porém em pouca quantidade. O grupo lembrou a discussão gerada na aula inicial devido ao limão colocado no composto.

A professora, após debater com os grupos e anotar as principais ideias, decidiu anotar no quadro as condições favoráveis e desfavoráveis para a ação microbiológica no caso da compostagem (FIGURA 15).

FIGURA 15 – Discussão e síntese dos resultados obtidos nas composteiras pelos alunos



Fonte: Acervo da autora (2024)

De modo geral, a discussão foi extremamente positiva, pois os alunos compartilharam suas descobertas com os demais colegas e todos puderam intervir de forma positiva.

Para finalizar esse momento, a docente solicitou que os alunos criassem um material de divulgação com os principais dados discutidos na aula, que pudesse orientar as pessoas sobre como cuidar de uma composteira, baseado em todo aprendizado adquirido nos meses em que o trabalho foi executado. Assim, foi pedido que cada grupo elaborasse um folheto. Os estudantes, através de votação, escolheram um para representar a turma.

A confecção do material foi feita na casa dos discentes e posteriormente apresentada aos demais colegas para que aprovassem a arte e escolhessem uma a ser utilizada (FIGURA 16).

FIGURA 16 – Material de divulgação elaborado pelos alunos



Fonte: Acervo da autora (2024)

5.6 AULA DE MICROSCOPIA

De acordo com Oliveira, Andrade e Araújo (2019), uma aula experimental de microscopia se justifica pela necessidade de observação direta do objeto de estudo, a fim de estimular os estudantes cooperando para sua formação científica.

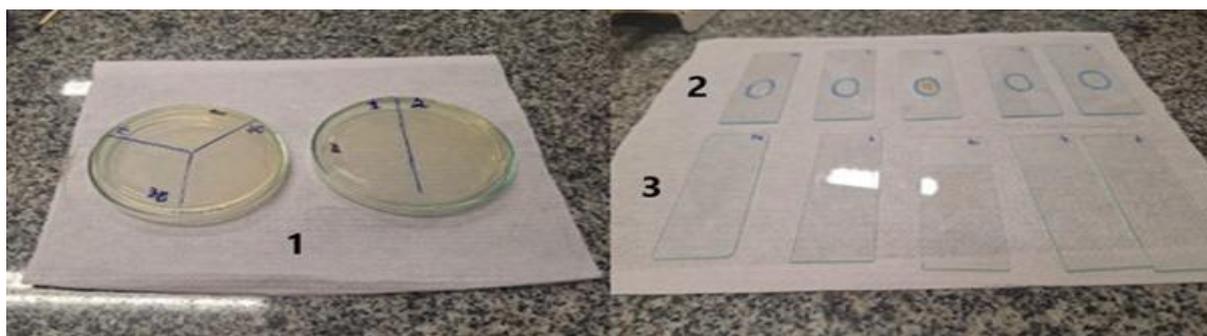
Nesse sentido, a presente aula buscou mostrar aos alunos, os microrganismos que se encontravam nas composteiras, com o objetivo de elucidar de forma clara a presença desses em todo o processo, assim como, oportunizar aos estudantes um breve contato com materiais usados em laboratórios de microbiologia.

Além disso, a aula também teve como objetivo demonstrar aos estudantes que os microrganismos estavam presentes em todas as composteiras, independente do resultado na qual a composteira tenha chegado. Desse modo, Tortora, Case e Funke (2017) afirma que os microrganismos são encontrados em quase todos os lugares, sendo, portanto, seres ubíquos.

A montagem da aula contou com duas etapas, a primeira foi realizada no laboratório de microbiologia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e a segunda realizada na escola, alvo de nosso estudo. A necessidade de uma preparação inicial no laboratório da UFJF deveu-se ao fato de ter mais recursos disponíveis para a idealização e montagem inicial das atividades, tais como materiais para cultivo, colorações e equipamentos de observação. Enquanto o laboratório da escola contava com poucos equipamentos e materiais.

Na primeira etapa de elaboração, a professora montou lâminas a fresco, lâminas coradas pela Coloração de Gram e culturas de amostras de solo e/ou compostos recolhidas das composteiras com a finalidade de mostrar aos estudantes a presença dos microrganismos nestas amostras (FIGURA 17).

FIGURA 17 – Material preparado para visualização dos estudantes.



Fonte: Acervo da autora (2024). 1. Placa de Petri, 2. Lâminas coradas, 3. Lâminas a fresco.

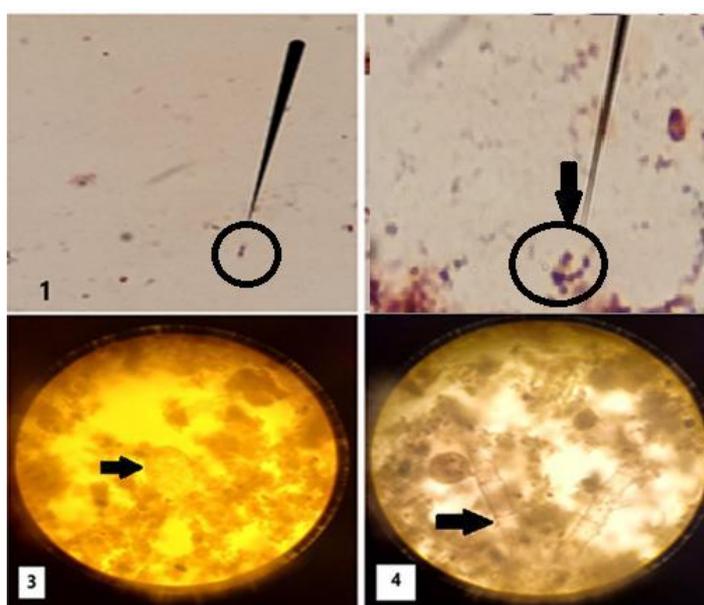
As lâminas a fresco foram confeccionadas a partir de amostras líquidas e sólidas. Das amostras líquidas (chorume) foram coletadas diretamente 1 gota do composto e colocadas sobre uma lâmina de vidro e, posteriormente foi coberta com lamínula. Já com as amostras sólidas, as lâminas foram produzidas coletando aproximadamente o volume de 1 colher de café do composto que foi misturado a 1ml de salina, homogeneizado por agitação, e deixado sedimentar uns instantes. Do sobrenadante foi coletada 1 gota, que foi depositada em uma lâmina de vidro, e coberta com lamínula.

As amostras também foram submetidas à Coloração a Gram segundo técnica apropriada (Brasil, 1997).

Algumas amostras também foram semeadas em meio de cultura ágar nutritivo comercial, apropriado para o cultivo de microrganismos em laboratório.

Os microrganismos puderam ser visualizados em todas as preparações, tanto nas lâminas a fresco quanto nas lâminas coradas pelo Gram. No entanto, nas preparações a fresco pudemos observar os microrganismos em si e também seus movimentos; o que consideramos um fator que geraria uma maior curiosidade dos alunos. Além das bactérias puderam também ser observados fungos e protozoários. Algumas fotos e vídeos foram feitos no microscópio da Universidade, pois ele possui imagem bem superior ao microscópio da escola (FIGURA 18).

FIGURA 18 – Imagens fotografadas no microscópio do laboratório



Fonte: Acervo da autora (2024) 1 e 2. Bactérias com morfologia de cocos coradas pelo método de Gram, 3. Protozoário visualizado a fresco, 4. Fungo visualizado a fresco.

Na segunda etapa, a prática foi realizada na escola. A professora montou alguns slides contendo imagens e vídeos do que havia sido visualizado no microscópio da Universidade (FIGURA 19). Esse momento foi importante, pois os alunos puderam visualizar previamente o aspecto dos microrganismos nas imagens e, assim, tiveram uma referência visual para o momento em que fossem observar as lâminas preparadas por eles. Dessa forma, todos já saberiam o que procurar ao visualizarem no microscópio.

FIGURA 19 – Aula expositiva sobre os microrganismos



Fonte: Acervo da autora (2024)

Nesse momento da aula, muitas perguntas surgiram por parte dos estudantes. Vale destacar que eles ficaram impressionados, sobretudo, com a diferença de tamanho entre as bactérias e os demais microrganismos apresentados. Tal impressão foi retratada na fala do Aluno G, quando disse que “*vendo o protozoário, ele parece muito grande perto da bactéria e ainda assim ele é microscópico*”. Outra fala marcante foi a do Aluno D, que afirmou que “*a quantidade de bactérias era muito maior que os demais microrganismos e elas se movimentam de maneira muito rápida*”. Assim, é importante frisar, de acordo com Vieira e Fernandes (2016), que as bactérias apresentam tamanho variando entre 0,2 - 5 μm (micrômetros) enquanto os microrganismos eucariotas podem variar de 10 - 100 μm .

O vídeo e as imagens apresentados na sala de aula podem ser vistos no endereço eletrônico <https://youtu.be/f-AafAA3M88>, pelo Youtube.

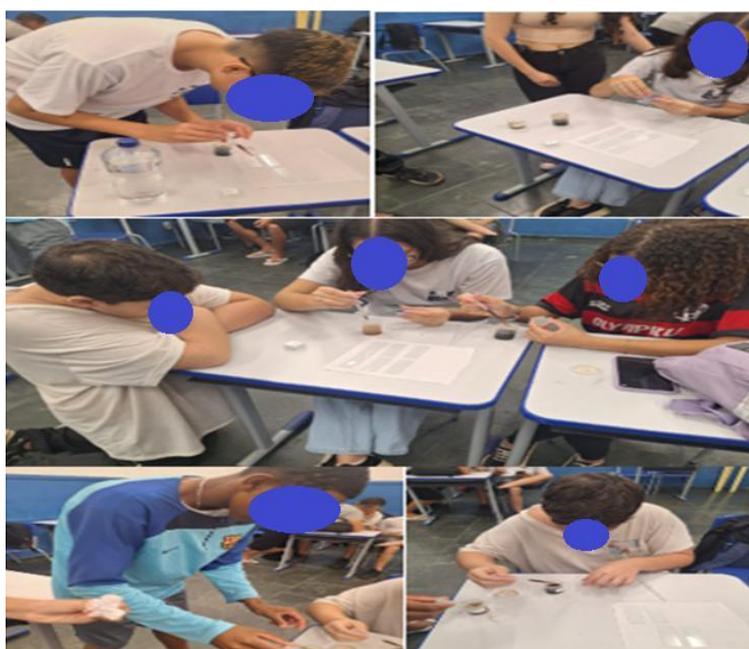
A professora aproveitou o momento da discussão para explicar aos alunos que

os microrganismos visualizados foram colhidos da composteira por eles criadas. Ela destacou ainda, que a compostagem é um método de utilização desses organismos feita pelo homem, dentre tantos outros existentes. Além disso, foi oportuno dizer que os microrganismos já existem há milhões de anos na Terra, realizando diversas atividades.

A docente, nesse momento, procurou ainda citar, à medida que os slides iam passando, algumas características importantes desses microrganismos, tais como tipo de célula, tamanho, morfologia, movimentação, entre outras. Após essa rápida elucidação, a professora perguntou aos discentes se todos os microrganismos são causadores de doenças. Os alunos responderam que não, mas a colocação do Aluno H, merece destaque, uma vez que para corroborar com a negativa da resposta, o aluno deu como exemplo “os *microrganismos responsáveis pela compostagem, porque são benéficos*”, portanto, não causadores de enfermidades.

Passada a apresentação inicial, foi o momento de os alunos preparem suas lâminas a fresco e visualizarem no microscópio (FIGURA 20). Para uma melhor organização, a professora montou a primeira lâmina e, foi mostrando passo a passo como os estudantes deveriam fazer. É importante destacar, que para muitos alunos, esse foi o primeiro contato com esse tipo de atividade. A empolgação dos estudantes foi enorme, inclusive entre os alunos menos participativos.

FIGURA 20 – Construção das lâminas realizada pelos estudantes.



Fonte: Acervo da autora (2024)

Apesar de ser um instrumento amplamente conhecido, o microscópio tem sido pouco explorado nas escolas brasileiras. Mendonça, Vieira e De Oliveira (2009) reforça que usá-lo contribui significativamente para o desempenho dos alunos, pois ao se trabalhar com essa ferramenta oportuniza ao estudante uma nova visão de conhecimento e realidade.

É importante frisar que, os alunos aprenderam e se divertiram com a montagem das lâminas. Alguns alunos, no entanto, preferiram observar a montagem feita pelos colegas e não montar as suas próprias. A professora permitiu tal situação, uma vez que a quantidade de material era limitada.

Além disso, enquanto os estudantes montavam as lâminas, a cultura de bactérias foi passada de mão em mão, para que todos pudessem observar (FIGURA 21).

FIGURA 21 – Observação da cultura de bactérias pelos discentes.



Fonte: Acervo da autora (2024)

A observação das lâminas se deu de forma organizada e com bastante interesse (FIGURA 22). É importante notar que apesar da menor qualidade das imagens do microscópio da escola, os alunos conseguiram localizar nas lâminas as bactérias e os fungos. Destaca-se aqui que, a estratégia de mostrar aos alunos os microrganismos inicialmente pelo slide, foi essencial para que eles pudessem visualizar os mesmos em sua lâmina.

FIGURA 22 – Alunos observando as lâminas na sala de aula.



Fonte: Acervo da autora (2024)

O aluno C, relatou nesse momento que “*não imaginava que os microrganismos seriam dessa forma porque a imagem que eu sempre lembro de uma bactéria, é a do livro*”. Em suma, esse momento foi de intensa descoberta de um mundo totalmente novo para os estudantes.

Sobre toda essa dinâmica, destaca-se o grande aproveitamento da aula, que misturou aula teórica/dialogada e aula prática, e trouxe uma grande consistência ao trabalho realizado uma vez que, deu oportunidade de os alunos conhecerem mais sobre os microrganismos que atuaram no processo por eles pesquisado durante a aplicação da SD. Cumpre ressaltar que, com base na experiência vivenciada após a aplicação da sequência didática, as aulas expositivas e dialogadas também constituíram um recurso de valor em complementação a aula experimental no processo de ensino-aprendizagem.

6. AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

6.1 AVALIAÇÃO DOS ALUNOS

Todos os alunos que participaram do projeto e entregaram o TCLE e o TALE devidamente assinados, foram convidados a responder uma pesquisa sobre a SD da qual eles haviam acabado de participar.

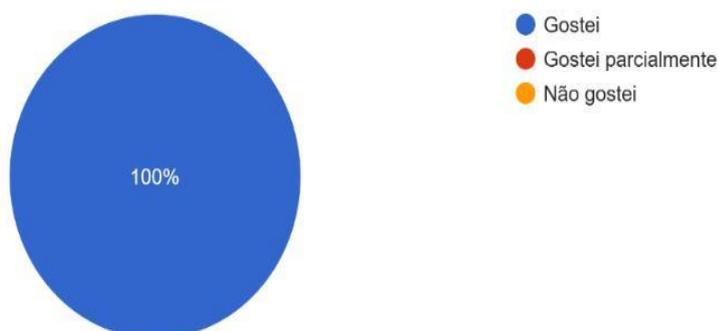
O questionário foi elaborado via Google Forms e enviado aos estudantes através de seu WhatsApp. Alguns alunos optaram por respondê-lo durante a aula enquanto outros preferiram fazê-lo em casa. No total, a professora colheu 28 respostas. Foi ainda elucidado, que não existiam respostas corretas ou erradas, isso, pois, o questionário era baseado na experiência dos alunos.

A pergunta inicial foi se os estudantes haviam gostado de participar do projeto. A resposta unanime foi que sim, conforme gráfico apresentado (GRÁFICO 1). A grande aceitação dos alunos, pode ser atribuída, como sugerem Santos, Soraia et al. (2024) a uma dinâmica diferente ao se trabalhar com projetos na educação, pois, os benefícios apresentados são grandes, tais como grande engajamento dos estudantes, o desenvolvimento de habilidades que envolvem criatividade e criticidade por parte dos alunos, e a possibilidade de integrar diversas disciplinas no mesmo trabalho.

GRÁFICO 1 - Resposta dos estudantes a pergunta 1 do questionário.

Você gostou de participar das atividades propostas nesse trabalho?

28 respostas

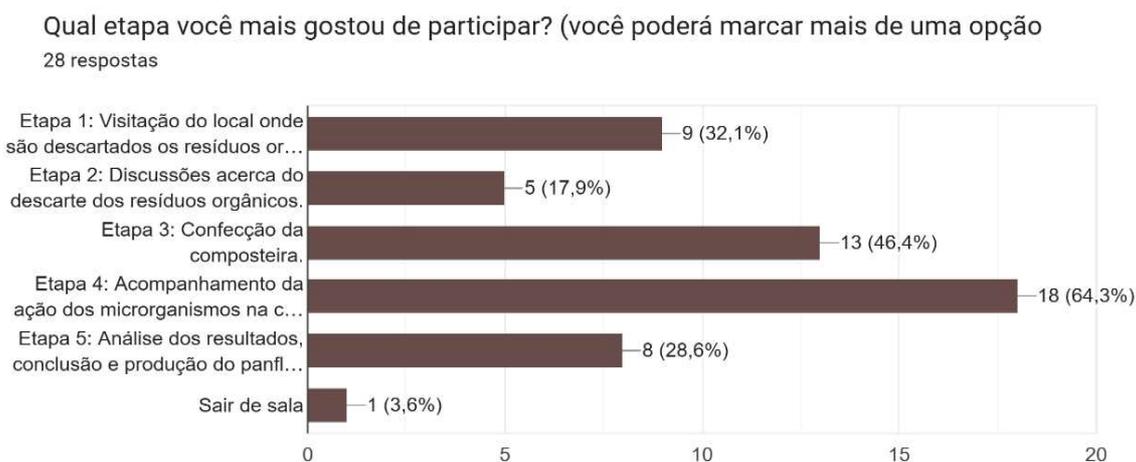


Fonte: Elaborado pela autora (2024)

A professora continuou o questionamento com a segunda pergunta que

abordava qual etapa os alunos mais gostaram de participar, nessa questão, os estudantes podiam marcar mais de uma opção. É notável, de acordo com o gráfico abaixo (GRÁFICO 2), que os discentes gostaram muito da parte experimental, de acordo com 64,3% dos votos, seguido da confecção da composteira que contou com 46,4% dos votos.

GRÁFICO 2 – Resposta dos estudantes a pergunta 2 do questionário.

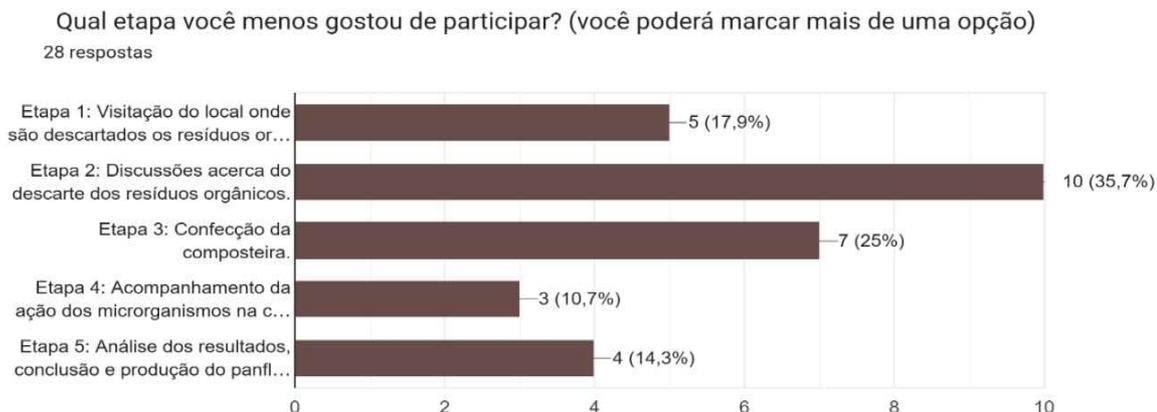


Fonte: Elaborado pela autora (2024)

A importância das práticas experimentais nas aulas é defendida por De Paula, Pires e Coelho (2024), que afirmam que, ao serem incluídas na prática docente e baseadas na resolução de problemas, essas atividades contribuem para a construção do conhecimento científico pelos alunos e para o aumento do interesse nas aulas. Além disso, o autor ressalta que a integração desses recursos pedagógicos tende a tornar a aprendizagem mais significativa, desde que as atividades sejam atrativas e desafiadoras, incentivando os estudantes a buscarem soluções.

Seguindo, foi perguntado qual etapa os alunos menos gostaram de participar, tal como a pergunta anterior, nessa questão também poderiam ser assinaladas mais de uma opção. A etapa 2 foi a resposta mais votada, de acordo com os dados apresentados no gráfico abaixo (GRÁFICO 3).

GRÁFICO 3 – Resposta dos estudantes a pergunta 3 do questionário.



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

É notório que, de acordo com o gráfico, os estudantes não tem predileção por atividades mais corriqueiras, tais como as discussões. Pode-se atribuir essa situação ao fato das discussões terem sido realizadas em sala de aula, o que torna o processo voltado ao cotidiano escolar dos alunos, e, muitas vezes menos atrativo.

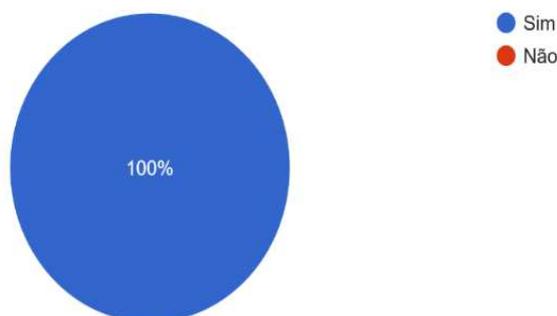
De acordo com Santos, Edvanderson (2024), os estudantes se interessam e gostam de aprender os componentes da área de ciências, sobretudo quando este vem vinculados às suas vivências. No entanto, o autor reforça, que o interesse do aluno é perdido quando as aulas são conduzidas de modo excessivamente teórico, sem contextualização e sem a realização de atividades experimentais.

Ainda sobre a pergunta anterior, a professora indagou em uma questão aberta, o que poderia ser feito para que essa etapa menos atrativa pudesse ser tornar mais interessante. Algumas das principais respostas dadas, envolveram usar mais a criatividade utilizando outros espaços da escola para realizar a discussão, enquanto outros disseram que não sugeriam mudança nenhuma por achar necessária a discussão.

Uma questão importante que envolve a SD diz respeito à compreensão dos alunos sobre a ação dos microrganismos. Nesse sentido, a docente perguntou aos estudantes, se o projeto desenvolvido os auxiliou na compreensão desse assunto de forma mais significativa do que uma aula teórica. De acordo com o gráfico abaixo (GRÁFICO 4), a resposta dos estudantes foi que sim.

GRÁFICO 4 – Resposta dos estudantes a pergunta 5 do questionário.

Você acha que as atividades realizadas ajudaram a compreender melhor o conteúdo estudado?
28 respostas



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Para entender a compreensão dos alunos, é importante avaliá-los. Nesse sentido, Dias, Silva e Neres (2022) afirmam que a avaliação tem o papel de emancipar os estudantes, tornando-os críticos e capazes de se posicionar frente às diversas situações do cotidiano. Na perspectiva avaliativa, os autores destacam que é fundamental que professor e aluno caminhem juntos na construção dialógica do conhecimento.

O questionário envolvendo os estudantes foi finalizado com uma pergunta de fundamental importância sobre o processo de decomposição realizado pelos microrganismos. Assim, a professora perguntou aos alunos se eles, após o estudo realizado nessa SD, consideram importante o processo de decomposição realizado pelos microrganismos. Essa pergunta foi aberta, pois era fundamental saber o que os discentes haviam aprendido sobre esse processo. Nesse sentido, os discentes responderam que o processo de decomposição era fundamental, e as justificativas envolveram a ciclagem de nutrientes realizadas por bactérias e fungos, devolvendo ao ambiente substâncias mais simples. Alguns alunos relataram ainda, que os microrganismos fazem parte do nosso cotidiano e foi mais fácil aprender sobre eles com um experimento prático.

6.2 AVALIAÇÃO DOS PROFESSORES

Diferentemente dos alunos, o objetivo da avaliação dos professores se baseou

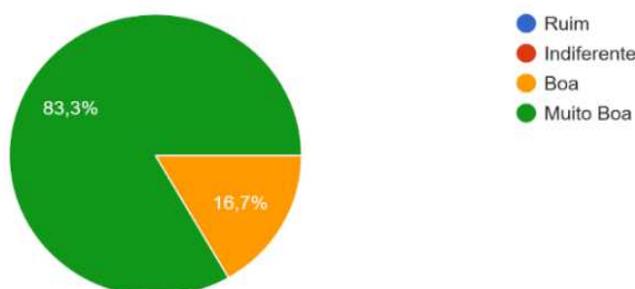
na aplicabilidade da SD nas escolas em que eles lecionam. Para tanto, foram convidados dez professores de biologia atuantes no ensino médio das escolas estaduais para participarem da avaliação da sequência didática. Dessa forma, os docentes receberam o projeto contendo a SD para lerem e responderem ao questionário. Ao todo, seis professores responderam ao questionário a tempo.

A pergunta inicial do questionário visava compreender como professores avaliavam a estratégia adotada na SD para a aprendizagem do conteúdo. Assim, de acordo com o gráfico abaixo (GRÁFICO 5), 83,3% dos professores consideraram a estratégia muito boa, o que indica uma forte aprovação do método. Por sua vez, 16,7% dos docentes a consideraram boa, o que ainda demonstra uma avaliação positiva.

GRÁFICO 5 – Resposta dos docentes a pergunta 1 do questionário

01. Como você considera a estratégia adotada na sequência didática para a aprendizagem do tema?

6 respostas



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

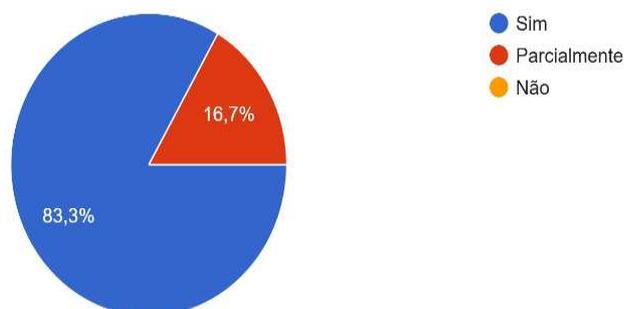
Esses dados sugerem que, de maneira geral, a SD adotada teve uma recepção favorável pelos docentes, o que denota um alinhamento entre a proposta pedagógica e as necessidades dos alunos.

Prosseguindo com os questionamentos, a professora-pesquisadora perguntou aos docentes se eles consideravam a proposta empregada no projeto eficiente na aquisição de conhecimento sobre a Microbiologia e a Ecologia. Nesse sentido, 83,3% dos professores responderam que consideravam a proposta eficiente, enquanto 16,7% a consideravam parcialmente eficiente de acordo com o gráfico (GRÁFICO 6).

GRÁFICO 6 – Resposta dos docentes a pergunta 2 do questionário

02. Você acha que a sequência didática proposta seria eficiente para ajudar aos alunos na aquisição de conhecimentos sobre microbiologia / ecologia?

6 respostas



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Assim como a questão anterior, as respostas dadas pelos docentes foram bastante positivas em relação a eficiência do método trabalhado. Essa percepção favorável é um sinal importante de que os professores acreditam que a estratégia foi eficaz no processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, a pesquisadora pediu que os professores justificassem o motivo pelo qual consideravam a SD eficiente ou não. Essa questão foi aberta e os professores justificaram, entre outras colocações dizendo que, a SD oportunizava uma aprendizagem lúdica e diversificada. Além disso, reforçaram o dinamismo das atividades e a busca investigativa pelas respostas. Em uma das colocações, um professor reforçou que os estudantes teriam uma noção do papel dos organismos recicladores, sem, no entanto, se aprofundarem no assunto.

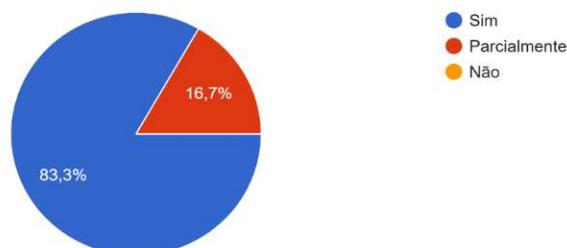
De acordo com Santos, Silvano e Santos, Bruno (2024), é através da ludicidade e do dinamismo proposto em algumas atividades, que os alunos conseguem se comunicar com o mundo ao seu redor, construindo conhecimento e desenvolvendo de modo integral, competências e habilidades.

A pergunta seguinte envolveu a possibilidade de aplicação da SD nas escolas em que esses professores lecionam. Assim, o gráfico apresenta a resposta dada por eles (GRÁFICO 7).

GRÁFICO 7 - Resposta dos docentes a pergunta 3 do questionário

03. Você considera que esta sequência didática proposta possa ser executada na escola em que você leciona?

6 respostas



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

Considerando o gráfico acima, 83,3% dos profissionais apontaram que era possível aplicar as etapas da SD em suas escolas, demonstrando que a SD é plenamente viável e pode ser aplicada em diversos cenários escolares diferentes. Por sua vez, 16,3% dos educadores acreditam ser parcialmente aplicável, sugerindo uma visão mais cautelosa do trabalho proposto.

A professora-pesquisadora pediu que os professores justificassem suas respostas em uma pergunta posterior. Sendo assim, em uma das colocações dadas, o docente respondeu dizendo que a aplicação dependeria do ano escolar a ser trabalhado. As demais respostas, frisaram que a forma clara e objetiva do projeto permitia que ele fosse trabalhado nas escolas.

Perguntados se consideravam o enfoque investigativo da SD interessante, 100% dos professores questionados responderam que sim, como aponta o gráfico abaixo (GRÁFICO 8).

GRÁFICO 8 - Resposta dos docentes a pergunta 5 do questionário

05. Você considera o enfoque investigativo dessa sequência didática interessante?

6 respostas



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

De acordo com O desenvolvimento crítico e reflexivo pode ser desenvolvido com o uso do ensino por investigação. Além disso, ele pode auxiliar nas interações sociais no que tange a relação entre professores e alunos, e dos alunos com seus pares (Silva, Melissa et al. 2024). Paralelamente a essa ideia, Santos, Carlos e Silveira (2024), reforçam que no ensino por investivagação o aluno é o protagonista de todo o aprendizado, cabendo ao professor decidir o nível desse protagonismo, de acordo com os conteúdos e os objetivos educacionais de cada situação de ensino

Nesse sentido, os profissionais esclareceram na pergunta subsequente que, o enfoque investigativo é caracterizado, sobretudo, porque instiga a curiosidade dos alunos. Os docentes justificaram ainda que, além de investigativa, a SD traz significado ao conteúdo.

Finalmente, foi perguntado se os professores gostariam de sugerir alguma mudança ou melhoria ao projeto. Essa questão teve como intuito melhorar a SD, a fim de torná-la ainda mais interessante e atrativa para os estudantes. Assim sendo, as principais sugestões giraram em torno da ampliação do número de aulas para a discussão final e ainda, englobar a participação das famílias com os alunos levando a composteira para casa e a monitorando de lá. Assim, os estudantes seriam multiplicadores do conhecimento.

O recurso educacional produzido nesse projeto encontra-se no Apêndice 9, deste trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos objetivos propostos nesse estudo, o presente trabalho buscou integrar o estudo da Microbiologia ao cotidiano dos alunos, tornando a aprendizagem significativa. Nesse sentido, há de se concluir que ao analisarem as composteiras, os alunos conseguiram, em sua maioria, compreender a existência e ação dos microrganismos, tal como desvinculá-los de meros causadores de doenças.

É notório que para se obter mudanças significativas no campo educacional, muito ainda tem que ser feito. Dessa forma, este projeto busca contribuir com o estudo da Microbiologia usando o método investigativo nas escolas, onde os estudantes serão protagonistas na obtenção do conhecimento. Além disso, esse projeto contribui para enriquecer a linguagem científica dos estudantes, no que tange a sua alfabetização científica.

A SD desenvolvida na escola foi bastante eficaz pois proporcionou aos alunos uma experiência diferente na abordagem dos microrganismos. Tal constatação é verificada com as respostas dadas por eles no questionário e nas discussões e diálogos propostos ao longo do trabalho. Além disso, os professores também consideraram a SD como uma alternativa viável para ser aplicada nas escolas nas quais lecionam, demonstrando sua viabilidade e sua funcionalidade.

Nesse sentido, ao discutirmos a importância dos microrganismos na decomposição dos resíduos orgânicos foi possível perceber que os estudantes já compreendiam a importância do descarte correto do lixo. No entanto, apesar de reconhecerem o papel dos microrganismos no processo de reciclagem, era perceptível a dificuldade dos alunos em compreenderem a real função desses seres na decomposição. No final desse trabalho, os alunos conseguiram descrever como os microrganismos agiam de forma mais detalhada e utilizando um vocabulário mais adequado a Microbiologia.

Este projeto propôs ainda uma sequência de atividades, envolvendo discussões e práticas experimentais, nas quais os discentes puderam construir seu próprio conhecimento. Nesse sentido, observou-se o engajamento dos alunos nas atividades, sobretudo nas que envolviam experimentos. Tal demanda, denota que os estudantes compreendem mais o assunto quando são provocados a buscar respostas por meio da experimentação e da resolução de problemas, em vez de apenas receberem informações de maneira passiva. Esse aprendizado favorece a construção

do conhecimento de forma mais significativa, possibilitando a correlação entre teoria e prática.

Finalmente, é notória complexidade do ensino da Microbiologia, ciência muitas vezes abstrata, mas que se mostra possível ao utilizar estratégias adequadas e condizentes com a realidade dos estudantes que serão alvos do estudo.

REFERÊNCIAS

ALVES Teixeira, W. J.; Mendonça Castro Pereira, Érima J.; Vasconcelos Borges Junior, G.; Cortez De Sá Souza, J.; De Miranda, R. Proposição da utilização de metodologias ativas no ensino da microbiologia nas escolas de educação básica. **Revista Interfaces: Saúde, Humanas e Tecnologia**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 3004–3016, 2023. DOI: 10.16891/2317-434X.v11.e3.a2023.pp3004-3016. Disponível em: <https://interfaces.unileao.edu.br/index.php/revista-interfaces/article/view/1350>. Acesso em: 15 jan. 2025.

ANDRADE, Fernanda Maria Coutinho de. **Caderno dos microrganismos eficientes (EM): instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. 2020.

ANTUNES, Erica Trevelin et al. **Estudo sobre compostagem e mini horta doméstica, seus benefícios socioambientais, e aplicação dos conceitos envolvidos por meio de uma sequência didática desenvolvida para alunos do Ensino Médio**. 2022.

BARBOSA, Luciângelo Crispim et al. Abordagem da Microbiologia por meio de práticas lúdicas no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v. 30, 2024.

BERBEL, Neusi Aparecida Navas. *As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes no ensino superior*. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326/0>. Acesso em: 10 jan. 2025.

BORGES, Lívia; DEMATTE, Melina. Projeto “Rota dos Resíduos”: educação ambiental utilizando a compostagem como ferramenta de ensino. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19, n. 1, 2024.

BOROCHOVICIUS, Eli; TASSONI, Elvira Cristina. Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino fundamental. **Educação em Revista**, v. 37, p. e20706, 2021.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília, 2013. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/aceso-a-informacao/media/seb/pdf/d_c_n_educacao_basica_nova.pdf. Acesso em: nov. 2024.

BRASIL. **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez. 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base->

nacional-comum-curricular-bncc. Acesso em: 22 de mar. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Programa Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis e AIDS. **Técnica de coloração de Gram**. Brasília: Ministério da Saúde, 1997. 63 p. (Série TELELAB).

CÂNDIDO, Mirilene dos Santos Casado et al. Microbiologia no Ensino Médio: Analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa Escola Estadual Paraibana. **Ensino, Saúde e ambiente**, v. 8, n. 1, 2015.

CARRY ON COMPOSTING. [S. l.], 22 de abril de 2025. Disponível em: <https://www.carryoncomposting.com/416920205.html>. Acesso em: 22 de abril de 2025.

CENTRO DE INFORMAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA E RURAL DE SANTA CATARINA (CIDASC). **Palestra reforça proibição de alimentar suínos com restos de alimentos**. Disponível em: <https://www.cidasc.sc.gov.br/noticia/palestra-reforca-proibicao-de-alimentar-suinos-com-restos-de-alimentos>. Publicado em: 29 set. 2021. Acesso em: 4 nov. 2024.

CORREIA, Fernanda. O que pode e o que não pode ser colocado na composteira doméstica? **Dinâmica Ambiental**, 25 nov. 2019. Disponível em: <https://www.dinamicambiental.com.br/blog/curiosidades/o-que-pode-e-o-que-nao-pode-ser-colocado-na-composteira-domestica/>. Acesso em: 30 jan. 2025.

COSTA, André; SILVA, Wilza. O uso da compostagem no ensino de Ciências no Ensino Fundamental. **Educação, Escola & Sociedade**, v. 4, n. 4, p. 28-42, 2011.

COSTA, A. R. S., XIMENES, T. C. F., XIMENES, A. F., & BELTRAME, L. T. C. (2015). O processo da compostagem e seu potencial na reciclagem de resíduos orgânicos. **Revistas UFRPE**. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br>. Acesso em: 22 nov. 2024.

COSTA, Dailson Evangelista; GONÇALVES, Tadeu Oliver; MARIANO, Wagner dos Santos. Construção e Desenvolvimento de Sequência Didática Investigativa (SDI): bases teóricas e metodológicas. **PARADIGMA**, Maracay, v. 45, n. 2, p. e2024011, 2024. DOI: 10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2024.e2024011.id1538. Disponível em: <https://revistaparadigma.com.br/index.php/paradigma/article/view/1538>. Acesso em: 14 dez. 2024.

CZAPELA, Fabiane Fernanda et al. Avaliação microbiológica em processos de compostagem de resíduos agroindustriais visando a produção de composto orgânico de qualidade. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 22, n. 1, p. 24-34, 2020.

DA SILVA, Livia Fernandes; DA SILVA, Lidiane Amorim; RODRIGUES, Ana Paula. A temática interdisciplinar entre química, física e biologia nos livros didáticos do ensino

médio. **Revista Sociedade Científica**, v. 7, n. 1, p. 18-30, 2024.

DA SILVA, Tatiana Andrade Rocha; INTORNE, Aline Chaves. Compostagem como proposta interdisciplinar no ensino. In: **Congresso Fluminense de Pós-Graduação-CONPG**. 2018.

DE ALMEIDA DIAS, J. P.; DOS SANTOS, G. E. Utilizando os conhecimentos prévios para o desenvolvimento de conceitos das ciências naturais por alunos do ensino fundamental. **Revista Ensinar**, v. 2, n. 1, p. 1–12, 2024. DOI: 10.52832/rensin.v2.429. Disponível em: <https://bio10publicacao.com.br/ensinar/article/view/429>. Acesso em: 16 jan. 2025.

DE ASSIS BARONY; F. J. et al. **Continuidade dos estudos sobre composteira doméstica no CEFET-MG Campus Timóteo com vistas à solução individual**. 2024

DE CASTRO MARTINS, Joana Laura; STAMM, Tauane Farias Telles. Estratégias diferenciadas para o ensino de microrganismos. **Kiri-Kerê-Pesquisa em Ensino**, v. 1, n. 13, 2022.

DE OLIVEIRA, Lucas da Silva et al. Sequência didática pautada no ensino por investigação para aulas de microbiologia no Ensino Médio. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 1, p. e5913144674-e5913144674, 2024.

DE OLIVEIRA PEREIRA, Lucas et al. Microbiologia no cotidiano: práticas experimentais no ensino público. **Revista ELO–Diálogos em Extensão**, v. 12, 2023.

DE PAULA, Roberto Adonias; PIRES, Pierre André Garcia; COELHO, Euricléia Gomes. As atividades experimentais no ensino de Ciências: Reflexões iniciais. **RCMOS-Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, v. 1, n. 1, 2024.

DE SOUSA, Júlia Barros et al. Incorporação de algas em produtos lácteos: Benefícios nutricionais e desafios sensoriais. **Revista Técnica da Agroindústria**, vol1, n2. 2024.

DE SOUZA, Luan Alves et al. Análise dos principais parâmetros que influenciam a compostagem de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 3, 2020.

DIAS, Andreia Luiza; SILVA, Débora Maria dos Santos Castro; NERES, Fábio Fernandes. Avaliação da aprendizagem segundo o olhar de educadores e educandos do ensino médio. **Humanidades & Inovação**, v. 9, n. 3, p. 147-158, 2022.

DIAZ, Ronaldo Leites; FERREIRA, Luciane Todeschini; CIMADON, Hosana Maria Speranza. Um novo olhar para a gastronomia sustentável: Desperdício de alimentos e sugestões de reaproveitamento. **Revista Turismo & Cidades**, v. 3, n. 6, p. 167–187, 30 Jun 2021 Disponível em:

<https://cajapio.ufma.br/index.php/turismoecidades/article/view/16264>. Acesso em: 16 jan 2025.

DOMÍNGUEZ, E.; GUTIÉRREZ, D.; HURTADO, M. L.; BELMONTE, J. F. Compostagem e fatores que afetam o desenvolvimento do processo. **Agroindústria Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 1-12, 2023. Disponível em: <https://www.uco.es/az/index.php/az/article/download/5074/3285>. Acesso em: 17 jan. 2025.

DURÉ, Ravi Cajú; DE ANDRADE, Maria José Dias; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino de Biologia e Contextualização do Conteúdo: Quais Temas o Aluno de Ensino Médio Relaciona com o seu Cotidiano?. **Experiências em ensino de ciências**, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

ECYCLE. Compostagem - Qual é a influência do pH na compostagem? Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

E SILVA, I. I. A.; DOS SANTOS, L. C. F.; CASTRO, Ícaro F. de A.; MENDONÇA-SOARES, A. dos S. Novas estratégias de ensino de ciências em uma escola pública da zona rural do município de Uruçuí-PI. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 1633–1641, 2021. DOI: 10.34188/bjaerv4n2-006. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/27646>. Acesso em: 11 jan. 2025.

Embrapa. **Compostagem: um método aeróbio de reciclagem e tratamento dos resíduos orgânicos**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalica-nao-e-so-salada/secoes/compostagem>. Acesso em: 21 dez. 2024.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. **Educar em Revista**, Curitiba, p. 181-191, 2000.

Felix, H. da S., Felix, A. M. C., Corrêa, E. J. dos S., & Coutinho, D. J. G. (2024). Os espaços escolares como propulsores de aprendizagens e sociabilidade. **Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação**, 10(7), 2175–2183. DOI: <https://doi.org/10.51891/rease.v10i7.14899>. Acesso em: 18 de dez. 2024.

FORMENTINI, Edegar A. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. 2019.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 28. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

GARDAS, Jair Bevenuto; SILVA, Isabel Corrêa da Mota. Interdisciplinaridade no contexto educacional. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, v. 1, n. 71,

p. 1-10, 27 ago. 2015. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/interdisciplinaridade-no-contexto-educacional>. Acesso em: 28 dez. 2024.

INÁCIO, C. de T.; MILLER, Paul Richard Momsen. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro 2022**. Censo Demográfico 2022. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 nov. 2024.

JÚNIOR, Dorgival Diógenes Oliveira; DOS SANTOS, Evellyn Karen Aquino; PEIXOTO, Rafael Almeida. A compostagem como ferramenta de reciclagem dos resíduos orgânicos: uma ação sustentável desenvolvida no Instituto Federal do Ceará. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 18, n. 7, p. 417-424, 2023.

JUNIOR, Silvio Gentil Jacinto et al. O ensino de Ciências Naturais na educação básica por meio de atividades lúdicas: Uma revisão da literatura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e16110614643-e16110614643, 2021.

LIRA, Aline Telma Silva; SENNA JUNIOR, Vicente Antonio de. Desafios na aplicação de prática laboratoriais de Ciências e Biologia nas escolas públicas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. v. 10, n. 10, p. 5697–5710, 2024. DOI: 10.51891/rease.v10i10.16376. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/16376>. Acesso em: 17 dez. 2024.

LUTGENS, Aline Domingos et al. **Composteira doméstica**. 2024.

MACHADO, B. Gleysson. Decomposição da matéria orgânica – como funciona. **Portal do Biogás**. 2023. Disponível em: <https://portaldobiogas.com/decomposicao-da-materia-orgonica>. Acesso em: 09 mar. 2024.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; PARKER, J. 2004). **Microbiologia de Brock**. 10. ed. São Paulo, SP: Pearson, 2004. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 15 abr. 2025.)

MADIGAN, Michael T.; MARTINKO, John M.; BENDER, Kelly S.; et al. **Microbiologia de Brock**. Grupo A, 2016. E-book. ISBN 9788582712986. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582712986/>. Acesso em: 31 mar. 2024.

MAGALHÃES, Maria José et al. **Educação para uma cidadania crítica, global e criativa: um olhar com perspectiva de gênero**. 2021.

MARAGNO, Eliane Spricigo; TROMBIN, Daiane Fabris; VIANA, Ednilson. O uso da serragem no processo de minicompostagem. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, p. 355-360, 2007.

MARQUES, Ronualdo et al. Compostagem como ferramenta de aprendizagem para promover a Educação Ambiental no ensino de ciências. **Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**, v. 8, 2017.

MEDEIROS, L.P.; SCANDORIEIRO, S.; KIMURA, A.H.; MARQUES, L.A.; GONÇALVES, G.D.; ARANOME, A.M.F.; NAKAZATO, G.; MOREY, A.T.; KOBAYASHI, R.K.T. Reconhecendo a microbiologia no nosso dia-a-dia pelo método PBL por estudantes do ensino médio. **Luminária**, Uni-ão da Vitória, v.19, n.01, p. 34-43, 2017.

MENDONÇA, Diego Rodrigues; VIEIRA, Silva1 Nayara Paula; DE OLIVEIRA, Andrea Mara. O ensino de Biologia com aulas práticas de microscopia: Uma experiência na rede estadual de Sanclerlândia-GO. In: **III EDIPE - Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino**. Anápolis. 2009

MONTEIRO, José André Verneck. Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. 20, n. 77, p. 1, 2016.

MOTOKANE, Marcelo Tadeu. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 17, p. 115-138, 2015.

MOURA, Tatyane Farias de. **Avaliação do conteúdo sobre a biologia dos fungos em livros de ensino médio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Santo Amaro, São Paulo, 2023.

NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**. São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

OLIVEIRA, . L. da S. de .; RODRIGUES, L. da S. .; CERQUEIRA, T. A. P. M.; OLIVEIRA, Águida A. de . Didactic sequence based on research-based teaching for microbiology classes in High School. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 1, p. e5913144674, 2024. DOI: 10.33448/rsd-v13i1.44674. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/44674>. Acesso em: 16 jan. 2025.

OLIVEIRA, Maria Alice Felipe; ANDRADE, Layla Cely Rodrigues; ARAÚJO, Valdevane Rocha. Reflexões sobre a importância das práticas de microscopia no conteúdo de biologia celular no ensino médio. In: **Anais do VI Congresso Nacional de Educação**. Fortaleza, Brasil. 2019.

RESENDE, Tarcisio Renan Pereira Sousa; SILVA, Larissa Cavalheiro; BATTIROLA, Leandro Dênis. A Microbiologia no ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: a percepção dos estudantes do Ensino Médio sobre as bactérias e suas interações com o cotidiano. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 6, p. 1-19, 2021.

SANTOS, Carlos Henrique da Cruz; SILVEIRA, Andréa Pereira. Discutindo o ensino por investigação e os modelos didáticos na formação inicial de professores de biologia. **Dialogia**, n. 48, p. e25053, 2024. DOI: 10.5585/48.2024.25053. Disponível em: <https://uninove.emnuvens.com.br/dialogia/article/view/25053>. Acesso em: 15 dez. 2024.

SANTOS, Edvanderson Ramalho dos. Desinteresse escolar: revisão de literatura (2007–2021) em teses, dissertações e artigos de periódicos da América Latina. **Revista Brasileira de Educação**, v. 29, p. e290078, 2024.

SANTOS, Silvany Lopes de Souza; SANTOS, Bruno Freitas; Freitas, Hevelin Inavalis de Souza. Educação lúdica, dinâmica: Uma breve discussão. **Diálogos Interdisciplinares: Educação, Saúde e Direito**, v. 2, n. 2, p. e16, 2024. Disponível em: <https://www.revista.unicir.edu.br/index.php/unicir/article/view/16>. Acesso em: 14 nov. 2024.

SANTOS, S. S. R. F. dos; SILVA, L. do N. da; RESENDE, L. M. M. de; PILATTI, L. A. Aprendizagem baseada em projetos na educação básica: revisão sistemática da literatura. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 3, p. e3395, 2024. DOI: 10.54033/cadpedv21n3-186. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/3395>. Acesso em: 13 dez. 2024.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCARPA, Daniela Lopes; CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

SCHWARTZMAN, Simon; BROCK, Colin. **Os desafios da educação no Brasil**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, v. 1320, 2005.

SILVA, Anne Grazielle da; VAN DER SAND, Sueli Terezinha. Estudo da atividade lipolítica de actinomicetos isolados de processo de compostagem. **CD de resumos**, 2010.

SILVA JUNIOR, Arildo Neris da; BARBOSA, Jane Rangel Alves. Repensando o ensino

de ciências e de biologia na educação básica: o caminho para a construção do conhecimento científico e biotecnológico. **Democratizar**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2009.

SILVA, Melissa Thayline Lourenço et al. **O lúdico no ensino de Biologia: O estudo dos protozoários numa escola de ensino médio na cidade de Posse/GO**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal Goiano 2023.

SOLINO, Ana Paula; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas. Inn: **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, p. 1-6. 2015.

TEIXEIRA, Daniel de Azevedo. **Microbiologia básica**. 1. ed. Teófilo Otoni: Núcleo de Investigação Científica e Extensão, 2020.

TORTORA, Gerard J.; CASE, Christine L.; FUNKE, Berdell R. **Microbiologia**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2017, 1008p.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 17, p. 97-114, 2015.

UNIVERSIDADE ESTADUTAL PAULISTA (UNESP). **Cartilha sobre compostagem**. 2025. Disponível em: https://www.iq.unesp.br/Home/cca/cartilha_composteira_cca.pdf. Acesso em: 17 jan. 2025.

UNIVERSIDADE ESTADUTAL PAULISTA (UNESP). **Compostagem Doméstica: Mudando a Realidade em Nosso Meio**. São Paulo: Unesp, 2021. Disponível em: https://www.iq.unesp.br/Home/cca/cartilha_composteira_cca.pdf. Acesso em: 18 jan. 2025.

URRY, L. A. et al. (org.). **Biologia de Campbell**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2022.

VALENTE, Beatriz Simões et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de zootecnia**, v. 58, n. 224, p. 59-85, 2009.

VASCONCELOS, Joyciane Coelho et al. Infraestrutura escolar e investimentos públicos em Educação no Brasil: a importância para o desempenho educacional. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 29, n. 113, p. 874-898, 2021.

VIEIRA, Darlene Ana de Paula; FERNANDES, Nayara Cláudia de A. Queiroz. **Microbiologia Geral**. 2016.

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. 3, p. 67-80, 2011.

APÊNDICE 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido- Responsáveis



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/RESPONSÁVEIS

O menor de idade _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **"A IMPORTÂNCIA DOS MICRORGANISMOS PARA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ENFOQUE INVESTIGATIVO**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de desenvolver formas mais atraentes e estimulantes para ensinar e aprender sobre a ação dos microrganismos na decomposição de matéria orgânica na natureza. Nesta pesquisa pretendemos criar uma sequência de atividades com enfoque investigativo, buscando melhorar a compreensão e participação dos alunos sobre a Microbiologia no ensino médio.

Caso você concorde na participação do menor vamos fazer as seguintes atividades com ele: Visita ao local de descarte de resíduos orgânicos na escola; pesquisas sobre as ações dos microrganismos, montagem de composteira e acompanhamento do processo de compostagem com coleta e análise de dados obtidos, confecção de livreto com informações sobre compostagem e aplicação de um questionário. Durante o desenvolvimento das atividades, as falas dos alunos serão gravadas para analisá-las depois. Esta pesquisa apresenta risco mínimo aos participantes. Os riscos correspondem a possível revelação de identidade e perda de confidencialidade, uma vez que os participantes terão suas falas gravadas durante os momentos de aplicação das atividades. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, os alunos serão identificados com nomes fictícios ou numerações a fim de evitar exposição. Há possibilidade de risco de constrangimentos, cansaço ou aborrecimento ao responder os questionários. Para minimizar estes riscos, os participantes responderão aos questionários em local apropriado e confortável e serão informados que há qualquer momento a professora poderá esclarecer dúvidas e que poderão responder em momento mais oportuno ou mesmo não responder a uma eventual questão. Além disso, a professora pesquisadora será a única a manipular os dados coletados assegurando aos participantes do projeto que, em nenhuma hipótese, suas identidades serão divulgadas. A pesquisa poderá ajudar o aluno a compreender de forma mais dinâmica como os microrganismos agem na natureza, colocando-os como protagonistas de todo o processo.

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade e você não irão ter nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se o menor tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com ele nesta pesquisa, ele tem direito a buscar indenização.

Ele terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Você como responsável pelo menor poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. Mesmo que você queira deixá-lo participar agora, você pode voltar atrás e parar a participação a qualquer momento. A participação dele é voluntária e o fato em não deixá-lo participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que ele é atendido. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. O menor não será identificado em nenhuma publicação.

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 deixá-lo participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Cassandra Rosa Teixeira Gomes
Campus Universitário da UFJF
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO)/ Departamento de Biologia/ ICB
CEP: 36036-900
Contato: cassandra1409@hotmail.com

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do

Brasil. **Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:**

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF
Campus Universitário da UFJF
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propp@ufjf.br

APÊNDICE 2 – Termo de consentimento livre e esclarecido - Alunos maiores de 18 anos



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa **“A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental: Sequência didática com enfoque investigativo”**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de desenvolver formas mais atraentes e estimulantes para ensinar e aprender sobre a ação dos microrganismos na decomposição de matéria orgânica na natureza. Nesta pesquisa pretendemos criar uma sequência de atividades baseada no ensino investigativo, para que o aluno perceba como se desenvolve o conhecimento científico, buscando estimular a compreensão e a participação dos alunos.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: Visita ao local de descarte de resíduos orgânicos na escola, pesquisas sobre as ações dos microrganismos, montagem de composteira e acompanhamento do processo de compostagem com coleta e análise de dados obtidos, confecção de livreto com informações sobre compostagem e aplicação de um questionário. Durante o desenvolvimento das atividades, as falas dos alunos serão gravadas para analisá-las depois. Esta pesquisa apresenta risco mínimo aos participantes. Os riscos correspondem a possível revelação de identidade e perda de confidencialidade, uma vez que os participantes terão suas falas gravadas durante os momentos de aplicação das atividades. Entretanto para reduzir esses riscos os alunos serão identificados com nomes fictícios ou numerações a fim de evitar exposição. Há possibilidade de risco de constrangimentos, cansaço ou aborrecimento ao responder os questionários. Para minimizar estes riscos, os participantes responderão aos questionários em local apropriado e confortável e serão informados que há qualquer momento a professora poderá esclarecer dúvidas e que poderão responder em momento mais oportuno ou mesmo não responder a uma eventual questão. Além disso, a professora pesquisadora será a única a manipular os dados coletados assegurando aos participantes do projeto que, em nenhuma hipótese, suas identidades serão divulgadas. A pesquisa poderá te ajudar a compreender de forma mais dinâmica e prática como os microrganismos agem na natureza.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas 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 sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

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 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.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20__.

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: **Cassandra Rosa Teixeira Gomes**
 Campus Universitário da UFJF
 Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO)/ Departamento de Biologia/ ICB
 CEP: 36036-900
 Contato: cassandra1409@hotmail.com

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

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, a proteção dos participantes de pesquisa do

Brasil. Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102-3788 / E-mail: cep.propp@ufjf.br

APÊNDICE 3 – Termo de assentimento livre e esclarecido

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa **A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental: Sequência didática com enfoque investigativo**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de desenvolver formas mais atraentes e estimulantes para ensinar e aprender sobre a ação dos microrganismos na decomposição de matéria orgânica na natureza. Nesta pesquisa pretendemos criar uma sequência de atividades baseada no ensino investigativo, para que o aluno perceba como se desenvolve o conhecimento científico, buscando estimular a compreensão e a participação dos alunos.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades: Visita ao local de descarte de resíduos orgânicos na escola, pesquisas sobre as ações dos microrganismos, montagem de composteiras e acompanhamento do processo de compostagem com coleta e análise de dados obtidos, confecção de livreto com informações sobre compostagem e aplicação de um questionário. Durante o desenvolvimento das atividades, as suas falas serão gravadas para analisá-las depois.

Este projeto apresenta risco mínimo aos participantes. Os riscos correspondem a possível revelação de identidade e perda de confidencialidade, uma vez que os participantes terão suas falas gravadas durante os momentos de aplicação das atividades. Entretanto para reduzir esses riscos os alunos serão identificados com nomes fictícios ou numerações a fim de evitar exposição. Há possibilidade de risco de constrangimentos, cansaço ou aborrecimento ao responder os questionários. Para minimizar estes riscos, os participantes responderão aos questionários em local apropriado e confortável e serão informados que há qualquer momento a professora poderá esclarecer dúvidas e que poderão responder em momento mais oportuno ou mesmo não responder a uma eventual questão. Além disso, a professora pesquisadora será a única a manipular os dados coletados assegurando aos responsáveis e participantes do projeto que, em nenhuma hipótese, suas identidades serão divulgadas.

Para participar desta pesquisa você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizemos nesta pesquisa tem direito a buscar indenização.

Para participar desta pesquisa, seu responsável deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. 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. 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 sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar. 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.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Chácaras ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) menor

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Cassandra Rosa Tevelo Gomes
Campus Universitário da UFJF
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) Departamento de Biologia/ ICS
CEP: 36036-900
Contato: cassandra1409@hotmail.com

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do

Brasil. Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-000

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propp@ufjf.br

APÊNDICE 4 – Termo de consentimento livre e esclarecido – docentes



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO/Docentes

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa "A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental: Sequência didática com enfoque investigativo". O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a necessidade de desenvolver formas mais atraentes e estimulantes para ensinar e aprender sobre a ação dos microrganismos na decomposição de matéria orgânica na natureza. Nesta pesquisa, pretendemos criar uma sequência de atividades baseada no ensino investigativo, possibilitando que o aluno perceba como se desenvolve o conhecimento científico, buscando estimular a compreensão e a participação deles.

Caso você concorde em participar, você deverá ler a sequência didática proposta e, posteriormente, responder a um questionário de avaliação. Esta pesquisa apresenta risco mínimo aos participantes. Os riscos correspondem a possível revelação de identidade e perda de confidencialidade, uma vez que responderão aos questionários. Para reduzir estes riscos, os fragmentos de fala dos professores, colocados no texto de análise, serão identificados com nomes fictícios ou numerações a fim de evitar exposição dos mesmos. Há possibilidade de constrangimento, cansaço ou aborrecimento ao responder os questionários. Para minimizar estes riscos, os participantes responderão aos questionários em local apropriado e confortável e serão informados que, há qualquer momento, dúvidas poderão ser esclarecidas e que poderão responder em momento mais oportuno ou mesmo não responder a uma eventual questão. Além disso, a pesquisadora será a única a manipular os dados coletados assegurando que, em nenhuma hipótese, suas identidades serão divulgadas. A pesquisa pode ajudar a criar um ensino sobre os microrganismos baseado no método investigativo, buscando dinamismo e protagonismo estudantil. Além disso, a sequência didática produzida poderá ser aplicada por outros professores.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas 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 sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

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 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.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20__

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Cassandra Rosa Teixeira Gomes

Campus Universitário da UFJF

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO)/ Departamento de Biologia/ ICB

CEP: 36036-900

Contato: cassandra1409@hotmail.com

Rubrica do Participante de pesquisa ou responsável: _____

Rubrica do pesquisador: _____

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolve seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do

Brasil. Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102-3788 / E-mail: cep.propp@ufjf.br

APÊNDICE 5 – Relatório de acompanhamento e monitoramento da composteira

Monitoramento da Composteira

Orientações:

- Toda terça-feira o grupo terá entre 10 a 15 minutos para verificar alguns elementos da composteira;
- Lembre-se de registrar com no mínimo 3 fotos sua composteira a cada visita;
- Anote toda e qualquer modificação que os elementos da composteira a apresentar (cheiro, textura, cor, etc.)
- Em caso de dúvida, PERGUNTE AO PROFESSOR.

Lembre-se: um projeto bem monitorado é um projeto com mais chances de sucesso. Dedique tempo para revisar, ajustar e aprimorar seu trabalho, e colha os frutos de um esforço bem gerido!

Identificação

Nome dos integrantes do grupo	
Número da Composteira	
Material usado para construir a composteira <i>(relate tudo o que foi usado, p. exemplo: balde, tampa de plástico, etc.)</i>	
Material utilizado para iniciar a compostagem <i>(relate quais materiais você utilizou, p. exemplo: terra, serragem, alface, etc.)</i>	
Data na qual a compostagem foi iniciada:	
Sua composteira foi colocada em um determinado local. Relate o motivo da escolha desse local.	

Semana 1 (Data: 27/03/2024)	
Você revolveu a composteira?	() Sim () Não
Você notou alguma diferença na textura?	() Sim () Não Se sim, qual? _____
Você notou alguma diferença no odor?	() Sim () Não Se sim, qual? _____
Você notou alguma diferença na cor?	() Sim () Não Se sim, qual? _____
O material parece mais seco, úmido ou apresenta sinais de decomposição?	R: _____ _____
A composteira está quente ao toque? Qual foi a temperatura registrada?	Sobre estar quente? () Sim () Não Temperatura registrada _____
Qual o pH encontrado? Ele é ácido, básico ou neutro?	R: _____
Você notou algum problema na composteira, como odores desagradáveis, mofo, ou presença de pragas?	R: _____ _____
A composteira apresenta chorume? Se sim, qual sua cor e cheiro?	() Sim () Não R: _____
Em sua opinião, como está o progresso da compostagem até agora?	R: _____ _____
Você quer acrescentar mais alguma observação?	R: _____ _____

APÊNDICE 6 - Questionário dos estudantes



Questionário

B I U ↵ ✕

Chegamos ao final do nosso projeto. A participação de cada um de vocês foi essencial, e suas contribuições enriqueceram muito as atividades que desenvolvemos juntos.

Para concluir, peço que respondam este questionário final. Ele é uma etapa fundamental para consolidar o que aprendemos e refletir sobre a experiência. Suas respostas serão valiosas para o sucesso do trabalho e permitirão aprimorar futuras atividades para outros estudantes.

Agradeço pela dedicação e por todo o empenho ao longo do projeto!

Atenciosamente,
Professora Cassandra

...

Você gostou de participar das atividades propostas nesse trabalho? *

Gostei
 Gostei parcialmente
 Não gostei

Qual etapa você mais gostou de participar? (você poderá marcar mais de uma opção) *

Etapa 1: Visitação do local onde são descartados os resíduos orgânicos.
 Etapa 2: Discussões acerca do descarte dos resíduos orgânicos.
 Etapa 3: Confeção da composteira.
 Etapa 4: Acompanhamento da ação dos microrganismos na composteira.
 Etapa 5: Análise dos resultados, conclusão e produção do panfleto.
 Outros...

...

Qual etapa você menos gostou de participar? (você poderá marcar mais de uma opção) *

Etapa 1: Visitação do local onde são descartados os resíduos orgânicos.
 Etapa 2: Discussões acerca do descarte dos resíduos orgânicos.
 Etapa 3: Confeção da composteira.
 Etapa 4: Acompanhamento da ação dos microrganismos na composteira.
 Etapa 5: Análise dos resultados, conclusão e produção do panfleto.

Você tem alguma sugestão para mudar essa etapa que você menos gostou? *

Texto de resposta longa

Você acha que as atividades realizadas ajudaram a compreender melhor o conteúdo estudado? *

Sim
 Não

Depois de ter estudado o assunto, você considera importante compreender a ação dos microrganismos na decomposição? Por quê? *

Texto de resposta longa

APÊNDICE 7 - Questionário dos docentes



Questionário

B *I* U **GO** **X**

Como parte final do meu projeto sobre compostagem realizado em sala de aula com alunos do ensino médio, convido você a ler o trabalho e avaliar sua viabilidade. Sua análise e sugestões de melhoria serão fundamentais para aprimorar futuras iniciativas e enriquecer a experiência dos estudantes.

Agradeço sua participação e contribuição para o desenvolvimento deste projeto!

Atenciosamente,
Professora Cassandra

Projeto: A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental: Sequência didática com enfoque investigativo.

01. Como você considera a estratégia adotada na sequência didática para a aprendizagem do tema? *

- Ruim
- Indiferente
- Boa
- Muito Boa

02. Você acha que a sequência didática proposta seria eficiente para ajudar aos alunos na aquisição de conhecimentos sobre microbiologia / ecologia? *

- Sim
- Parcialmente
- Não

Justifique a resposta acima. *

Texto de resposta longa

03. Você considera que esta sequência didática proposta possa ser executada na escola em que você leciona? *

- Sim
- Parcialmente
- Não

04. Justifique a resposta acima.

Texto de resposta longa

05. Você considera o enfoque investigativo dessa sequência didática interessante? *

- Sim
- Não

06. Justifique a resposta acima.

Texto de resposta longa

07. Quais sugestões ou críticas você daria à sequência didática proposta? *

Texto de resposta longa

APÊNDICE 8 – Plano de aula sobre pH

PLANO DE AULA

Ano: 1º Ensino Médio

Disciplina: Biologia/ Química

Data: 01/10/2024

Tema: pH

Aula nº 01

Foco e objetivos da aula:

Ao final da aula, os alunos serão capazes de entender o conceito de pH, sua importância em diferentes contextos e como medir o pH de substâncias comuns.

Materiais necessários:

- Repolho roxo
- Tubetes de plástico
- Substâncias para testar (água, suco de limão, leite, detergente, refrigerante, vinagre, bicarbonato de sódio diluído, água sanitária)
- Datashow
- Aula expositiva com o uso de experimentos

METODOLOGIA

A aula será dividida em dois momentos.

Parte Teórica: Aula com o uso de slides contendo os conceitos básicos sobre pH. Ao final, os alunos serão convidados a utilizar o site Phet Colorado, e testar seus conhecimentos básicos sobre o tema.

Parte Experimental: Após a explicação da parte teórica, os alunos participam do experimento:

Medindo o pH com Indicador Natural de Repolho Roxo

Procedimento:

Testando hipóteses: Antes de testar, peça aos alunos que prevejam se cada substância é ácida, neutra ou básica. Eles podem anotar suas previsões na folha de registro.

Teste das Substâncias: Distribua os copos plásticos transparentes e coloque uma pequena quantidade de cada substância a ser testada (água, suco de limão, leite, vinagre, etc.) em copos separados.

Adicione algumas gotas do indicador de repolho roxo em cada copo e observe a mudança de cor.

Cores esperadas:

Ácido: O indicador ficará rosa/vermelhado (ex: suco de limão, vinagre).

Neutro: O indicador ficará roxo (ex: água).

Básico: O indicador ficará verde/azulado (ex: bicarbonato de sódio diluído, detergente).

Análise dos Resultados:

- Peça aos alunos que comparem os resultados observados com suas previsões iniciais.
- Eles devem registrar as cores e correlacioná-las com o pH das substâncias testadas:
- Ácido (vermelho/rosa)
- Neutro (roxo)
- Básico (verde/azul)

Discuta a importância de conhecer o pH em diferentes áreas, como alimentos, produtos de limpeza, agricultura e saúde.

APÊNDICE 9 – Recurso Educacional

MICROBIOLOGIA

Os Microrganismos e a Compostagem:
Sequência Didática com enfoque no Ensino Investigativo

Cassandra Rosa Teixeira Gomes
André Luiz da Silva Domingues

Agradecimento à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

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

ÍNDICE

Apresentação.....	04
Introdução.....	05
Resumo das etapas da sequência didática.....	09
Etapas da Sequência Didática.....	10
Referência.....	22
Anexo.....	24
Agradecimentos.....	26

APRESENTAÇÃO

Olá, professores

Tenho o prazer de apresentar a vocês esta sequência didática que foi pensada e cuidadosamente elaborada para proporcionar aos alunos do ensino médio uma experiência de aprendizagem significativa sobre os microrganismos, utilizando experimentos de aula prática sobre a compostagem como forma de explorar o assunto.

A sala de aula é um ambiente bastante desafiador. Ao mesmo tempo, vivemos em uma época em que temos oportunidade de inovar e inspirar nossos jovens. Nesse sentido, este trabalho propõe uma metodologia ativa que busca o protagonismo do aluno, pautada no ensino investigativo onde os estudantes constroem seu próprio conhecimento dentro do campo da Microbiologia.

Esta sequência didática foi produzida com orientações claras e objetivas. Além disso, você poderá adaptá-la para diferentes realidades escolares. Faça desse material um ponto de partida para novas ideias e experiências que enriqueçam ainda mais a aprendizagem dos estudantes.

Este projeto foi elaborado como um recurso educacional produzido durante o desenvolvimento do meu projeto de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia com a orientação do professor André Luiz da Silva Domingues.

Aproveitem ao máximo!

Cassandra Rosa Teixeira Gomes

INTRODUÇÃO

A Microbiologia é a ciência que estuda os microrganismos, que são definidos como organismos microscópicos que podem ser encontrados como células únicas ou em agrupamentos celulares (Madigan; Martinko; Bender, 2016). Reforçando essa ideia, Medeiros et al. (2017) caracterizam os microrganismos como formas de vida invisíveis a olho nu, porém extremamente relacionados aos seres humanos, devido à sua importância.

Dentre as muitas atividades associadas aos microrganismos, podemos citar a decomposição. Assim, Tortora, Case e Funke (2017), explicam que a atividade realizada por esses seres vivos durante essa ação é uma reação catabólica, que resulta na quebra das ligações químicas em partes menores a partir de uma molécula grande.

A ação dos microrganismos na decomposição de resíduos orgânicos é de extrema importância, especialmente quando abordamos a compostagem como uma prática educativa. Os microrganismos desempenham um papel fundamental nesse processo, sendo responsáveis pela degradação da matéria orgânica, transformando-a em compostos úteis para o solo. A destinação adequada desses resíduos orgânicos é essencial para manter o equilíbrio ambiental, contribuindo para a sustentabilidade e o reaproveitamento de materiais (Machado, 2023). De acordo com Oliveira (2024), muitas vezes esses organismos são vistos de forma negativa, associados a doenças, porém, sua atuação na decomposição e nos processos ecológicos é crucial para o equilíbrio dos ecossistemas.

A complexa relação existente entre plantas, excreções radiculares, microrganismos e nutrientes somada a reciclagem rápida da matéria orgânica é a base para a produtividade do material que fertiliza o solo. A intensa atividade da microvida, em especial, dos microrganismos eficientes, impulsiona essa fertilidade pois ela disponibiliza os nutrientes contidos na matéria orgânica além de fixar o nitrogênio e produzir substâncias que protegem a planta. Além disso, os microrganismos eficientes também promovem a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo e são conhecidos também como microrganismos de regeneração, pois produzem substâncias orgânicas úteis as plantas, como hormônios e vitaminas. (Andrade, 2020)

Entre os microrganismos eficientes usados na compostagem, destacam-se as leveduras, como os *Saccharomyces*, que sintetizam vitaminas e ativam outros microrganismos benéficos, além de produzirem hormônios e enzimas que estimulam o crescimento das raízes. Além das leveduras, os actinomicetos, como os *Streptomyces*, que decompõem substâncias complexas e produzem antibióticos. Outros grupos importantes incluem as bactérias *Lactobacillus* e *Pediococcus*, produtoras de ácido lático, essenciais para o controle biológico ao inibir microrganismos patogênicos. Já as bactérias fotossintéticas, como *Rhodospseudomonas*, *Rhodobacter* e *Chlorobium*, transformam luz solar e excreções radiculares em compostos orgânicos úteis, como aminoácidos e açúcares. (SILVA; VAN DER SAND, 2010)

A compostagem é um processo que recupera e valoriza os resíduos orgânicos de acordo com De Oliveira Pereira (2023), visando estabilizar biologicamente os materiais orgânicos, produzindo um produto melhorado para ser usado no solo.

Para a realização da compostagem, alguns seres desempenham papel crucial (FIGURA 1). Dentre eles, destacam-se: os macroorganismos, ou decompositores de terceiro nível, como formigas, centopeias e besouros, que realizam a fragmentação mecânica dos resíduos. Os decompositores de segundo nível, como nematoides e colêmbolos, alimentam-se da matéria orgânica e de microrganismos menores, sendo visíveis com lupa. Já os decompositores de primeiro nível, como fungos, actinomicetos e bactérias, só podem ser vistos ao microscópio e são os principais responsáveis pela decomposição química da matéria orgânica, resultando na formação do húmus. Quando em condições ideais, sua ação ocorre de forma mais rápida e eficiente. (Carry on Composting, 2025).

Figura 1 - Ação dos decompositores na compostagem



Fonte: Adaptado de <https://www.carryoncomposting.com/416920205.html>

O sucesso da formação do composto durante a compostagem depende de vários fatores, como explica Formentini, 2019. Entre eles, a relação Carbono/Nitrogênio (C/N), sendo fundamental para a fermentação da matéria orgânica e para o aproveitamento do nitrogênio pelas plantas. De Oliveira Pereira (2023) acrescenta ainda a umidade, temperatura, aeração, concentração de nutrientes, pH e tamanho das partículas como fatores essenciais, que devem ser monitorados de forma adequada durante o processo de decomposição dentro de composteiras.

A compostagem passa por quatro fases importantes. A fase inicial, na qual ocorre o crescimento das colônias de microrganismos mesófilos somado a intensificação da ação decompositora, resultando em um aumento de temperatura. Posteriormente, inicia-se a fase termófila, caracterizada por altas temperaturas e pela plena ação dos microrganismos termófilos, com intensa decomposição do material. Após a fase termófila, inicia-se a fase mesófila, onde os materiais orgânicos mais resistentes são degradados. Finalmente, a maturação é a última fase, culminando na formação de substâncias húmicas, culminando na diminuição da atividade microbiana. (Inácio; Miller, 2009).

Sobre o composto final, Inácio e Miller (2009) esclarecem que é um material benéfico ao solo e para o plantio, pois aumenta sua estabilidade e fertilidade. O composto é praticamente homogêneo, de cor marrom-escura a preta e com cheiro suave, não podendo se distinguir os materiais de origem.

As vantagens do uso da compostagem são, como defende De Oliveira Pereira (2023) a economia de energia, o baixo custo, a possibilidade de uso na fertilização do solo e a conseqüente redução da poluição em vários aspectos. Marques (2017), explica que a compostagem é uma ferramenta pedagógica importante. Ao trabalhar com resíduos orgânicos em sala de aula, os alunos não apenas aprendem sobre os microrganismos, mas também sobre seu papel na natureza e como podem aplicar esse conhecimento no seu cotidiano.

Atualmente, os professores deixaram de ser apenas transmissores de conhecimento para se tomarem mediadores no processo de aprendizagem dos alunos. Dessa forma, eles incentivam a realização de pesquisas e a construção do conhecimento (BRASIL, 2013). A Sequência Didática pode ser um recurso de grande valia para o professor, auxiliando na execução de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas.

Uma sequência didática é definida como um conjunto de ações, situações e atividades didáticas. Dessa forma, elas têm como objetivo a promoção de situações que envolvam o ensino, nas quais professores e alunos participam. Além disso, é importante que elas sejam didaticamente organizadas e tenham lógica, não podendo ser uma atividade qualquer. (Costa; Gonçalves; Mariano, 2024).

O ensino investigativo é uma abordagem pedagógica que visa estimular a aprendizagem dos alunos, por meio da investigação científica, de forma que os alunos busquem respostas para as perguntas e questões que os interessam, possibilitando que construam o seu conhecimento, ao invés de receberem informações passivamente (Zômpero e Laburú, 2011).

A investigação é uma prática comum entre os cientistas para solucionar problemas, e ela se apresenta a partir de roteiros de estratégias já definidos, como bem afirma Solino, Ferraz e Sasseron. (2015). A investigação, de acordo com os autores, é uma atividade aberta, que se alia ao problema a ser analisado, baseando-se em resultados teóricos, dados empíricos, análise e confronto de perspectivas, assim, nesse processo, leva-se em conta os conhecimentos prévios e os conhecimentos adquiridos durante o desenvolvimento da investigação. Portanto, na escola, o uso do método científico, embora com finalidades distintas das aplicadas pelos cientistas, é essencial. O aluno pode aprender como funciona o método científico e construir seu próprio conhecimento.

A metodologia de ensino investigativa oferece aos alunos uma experiência direta com os processos biológicos, permitindo-lhes observar e entender como os microrganismos atuam de forma prática e eficiente. A BNCC (2018) propõe que o ensino de Ciências deve incentivar a investigação e a análise de fenômenos científicos, promovendo o pensamento crítico e a autonomia dos estudantes. No contexto da Microbiologia, essa abordagem ajuda a desmistificar o tema e torna o aprendizado mais significativo e relacionado às questões ambientais, além de desenvolver habilidades investigativas essenciais para a formação de cidadãos conscientes e responsáveis (Solino; Ferraz; Sasseron, 2015).

RESUMO DAS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Etapa 1: Contextualização: Levar os alunos ao local onde é descartado o lixo orgânico na escola e fazer alguns questionamentos sobre como esse descarte é realizado. **DURAÇÃO: 50 minutos**

Etapa 2: Discussão e Elaboração de hipóteses: Realizar uma discussão mediada em sala de aula, onde sejam levantadas as hipóteses e soluções sugeridas pelos alunos referentes à etapa 1. **DURAÇÃO: 50 minutos**

Etapa 3: Realizar pesquisas e discussões com os alunos sobre o processo de decomposição. **DURAÇÃO: 50 minutos**

Etapa 4: Experimento prático I: Orientar os estudantes na montagem das composteiras e na observação dos resultados. **DURAÇÃO: 50 minutos + o tempo necessário para formação do húmus.**

Etapa 5: Realizar o Experimento Prático II. Revisar as hipóteses, discutir e concluir as atividades. **DURAÇÃO: 1h 40 minutos.**

ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Etapa 1: Contextualização

A atividade se inicia levando os alunos ao local onde é descartado o lixo orgânico na Escola e fazendo alguns questionamentos referentes à maneira como esse descarte é realizado e as possíveis consequências dessa ação. Algumas perguntas a serem feitas são:

- O que vocês acham que pode ser feito para dar um destino adequado a esse lixo orgânico?
- Quais os riscos o descarte do lixo da maneira como tem acontecido pode trazer para as pessoas?
- Quais os problemas ambientais isso pode acarretar?
- Quais soluções vocês dariam para sanarmos esse problema?

Os alunos deverão pensar em hipóteses que respondam a esses questionamentos. Todas as hipóteses formuladas pelos estudantes deverão ser anotadas pelo professor no Caderno de Campo para posteriormente serem discutidas.

SUGESTÃO

Caro professor,

-Aproveite esse momento para coletar informações sobre o conhecimento prévio dos seus alunos. Busque conhecer o vocabulário que o estudante usa ao responder às questões abordadas acerca do descarte do lixo orgânico. Isso será importante para que você possa comparar a evolução dele no final do projeto.

Etapa 2: Discussão e elaboração de hipóteses

Em seguida, após visitar o local de descarte do lixo orgânico, em uma discussão mediada pelo professor em sala de aula, serão levantadas as hipóteses e soluções sugeridas pelos alunos para um maior aprofundamento no assunto.

SUGESTÕES

Caro professor,

-Nesse momento, é aconselhável anotar as principais colocações feitas pelos estudantes para que você possa, mais uma vez, ao final do trabalho, comparar as respostas e assim, acompanhar o progresso dos seus alunos.

-Discuta todas as hipóteses dadas pelos estudantes, ainda que elas não envolvam a compostagem. Isso será uma oportunidade de trabalhar questões importantes referentes ao tema.

ETAPA 3 - Realização do processo investigativo

Nesta etapa, o professor discutirá com os alunos sobre a compostagem, como um exemplo de solução para o problema dos resíduos orgânicos. Para esse momento, algumas perguntas poderão ser trabalhadas com o intuito de orientar os alunos. São elas:

- Como é realizada a compostagem?
- Quais são os organismos que participam do processo de compostagem?
- Qual a importância desses organismos para a vida na Terra?
- Os organismos que fazem a decomposição podem ser vistos no microscópio óptico?

SUGESTÃO

Caro professor,

-Sinta-se à vontade para adicionar ou ajustar as questões conforme o desenvolvimento da discussão.

Posteriormente, os alunos deverão ser separados em grupos para poderem testar suas ideias de modo que respondam à pergunta norteadora: **Quais são as condições ideais para a realização da decomposição dos resíduos orgânicos?** O professor deverá solicitar que os alunos realizem uma pesquisa sobre a compostagem, e, pedirá que cada grupo realize a montagem de uma composteira considerando sua funcionalidade e os métodos usados para seu emprego. Essa pesquisa será monitorada pelo docente com o objetivo de fazer com que os estudantes busquem informações em fontes confiáveis.

SUGESTÃO

Caro professor,

-Existem diversos modelos de composteiras feitos com materiais simples, baratos e recicláveis, como exemplo, os alunos poderão usar potes de sorvete, garrafas PET, latas de tinta, entre outros materiais. Abaixo, alguns modelos (FIGURA 2):

FIGURA 2 – Exemplos de composteiras feitas com materiais recicláveis



Fonte: Acervo da autora (2024)

ETAPA 4: Atividade Prática I

A quarta aula da sequência didática contará com o início das experimentações (Experimento Prático I), proporcionando aos alunos a possibilidade de analisar semanalmente a qualidade dos seus experimentos podendo assim testar suas hipóteses.

SUGESTÕES

Caro, professor

-Marque um dia para que os grupos levem as composteiras para a escola, ou, se preferir, peça aos estudantes para montarem suas composteiras no próprio colégio.

-As composteiras deverão ser preenchidas no mesmo dia, pois para o sucesso do experimento o processo de decomposição deve começar ao mesmo tempo para todos os grupos.

Os alunos deverão escolher um local dentro da escola para deixar a sua composteira. Nesse momento, faça com que eles reflitam sobre o lugar escolhido e anote o motivo dessa escolha.

A partir daí, os alunos deverão monitorar semanalmente suas composteiras. É importante ressaltar, que a compostagem demora entre 45 e 60 dias para a produção dos compostos. Durante esse período será solicitado a produção de relatórios semanais aos alunos (ANEXO 1).

No período das análises práticas, os grupos poderão iniciar a coleta de resultados.

SUGESTÕES

Caro, professor

-Para a primeira análise das composteiras, é recomendável que o professor acompanhe os grupos a fim de orientá-los na coleta de informação e no preenchimento dos relatórios.

-Permita que os alunos fotografem seus experimentos.

Para análise das composteiras, os estudantes deverão estar munidos de alguns materiais que poderão ser encontrados na escola ou serem fornecidos pelo próprio professor (FIGURA 3). A saber:

- Caneta esferográfica para preenchimento dos relatórios;
- Formulários para relatórios semanais preferencialmente datados;
- Medidor de pH (para o solo);
- Termômetro para medir a temperatura do solo;
- Pá de jardim para revolver a composteira;
- Borrifador com água para controle da umidade.

Figura 3 – Materiais utilizados para a análise das composteiras



Fonte: Acervo da autora (2025)

SUGESTÕES

Caro, professor

- Ao longo do projeto, os alunos cuja composteira não chegarem no final das experimentações, deverão apresentar uma pesquisa relatando por qual motivo seu trabalho não chegou à formação do húmus.

-Reforce com seus alunos que o fato da composteira não produzir húmus, não significa que ele tenha errado. Aproveite o momento e mostre a importância de analisar todos os resultados.

-À medida que as composteiras forem sendo retiradas do projeto, seja por mau cheiro ou qualquer outro fator, redistribua os alunos que não terão mais o projeto

para monitorar em outros grupos. Dessa forma, eles poderão continuar auxiliando os colegas e aprendendo junto.

- Combine com os estudantes que o projeto se findará quando, ao menos uma composteira, chegar à formação do húmus.

ETAPA 5: Realização do Experimento Prático II e Discussão Final

Experimento Prático II

Para realizar o experimento prático II, sugere-se que o professor elabore uma aula de microscopia, retirando amostras do chorume e do húmus das composteiras, para a visualização dos microrganismos. Caso a escola possua material, seria interessante que os alunos preparassem suas lâminas para esse momento.

Essa aula tem como objetivo mostrar aos alunos os microrganismos que se encontravam nas composteiras montadas por eles, elucidando de forma clara, a presença desses seres em todo o processo.

Inicialmente, o professor deverá preparar lâminas a fresco e culturas de bactérias a partir das amostras coletadas das composteiras. Se houver disponibilidade de materiais de laboratório, também poderá realizar a Coloração de Gram nas lâminas. A seguir, apresentamos o passo a passo para a montagem de cada tipo de amostra:

Lâminas a fresco:

As lâminas a fresco poderão ser confeccionadas a partir de amostras líquidas e sólidas. Das amostras líquidas (chorume) retire diretamente 1 gota do composto e coloque sobre uma lâmina de vidro, posteriormente cubra com lamínula.

Já com as amostras sólidas, as lâminas podem ser produzidas coletando aproximadamente o volume de 1 colher de café do composto que será misturado a 1mL de salina, homogeneizando por agitação, e deixando sedimentar uns instantes. Do sobrenadante, coleta-se 1 gota, que será depositada em uma lâmina de vidro, e coberta com lamínula (FIGURA 4).

Figura 4 – Exemplos de materiais para apresentação aos alunos.



Fonte: Acervo da autora (2025)

SUGESTÃO

Caro, professor

Caso a escola não possua microscópio, você pode montar um microscópio caseiro. Existem diversos modelos na internet que poderão auxiliá-lo nessa aula. Abaixo apresento alguns vídeos que ensinam essa montagem.

- <https://www.youtube.com/watch?v=V4BfOnbz4Sw>
- <https://www.youtube.com/watch?v=HwHJhti5fLs>

Culturas de bactérias:

As culturas de bactérias poderão ser confeccionadas em meio de cultura ágar nutritivo comercial, apropriado para o cultivo de microrganismos em laboratório, ou feitas em meio de cultura caseiro (FIGURA 5). Para sua montagem, sugerimos que acessem o material Cultura de microrganismos através do site: <https://www2.uff.br/ciensinar/2020/01/01/cultura-de-microrganismos/>, elaborado pelo Grupo de Estudos e Pesquisa Ciensinar, da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Figura 5 – Culturas de bactérias obtidas a partir de amostras colhidas nas composteiras.

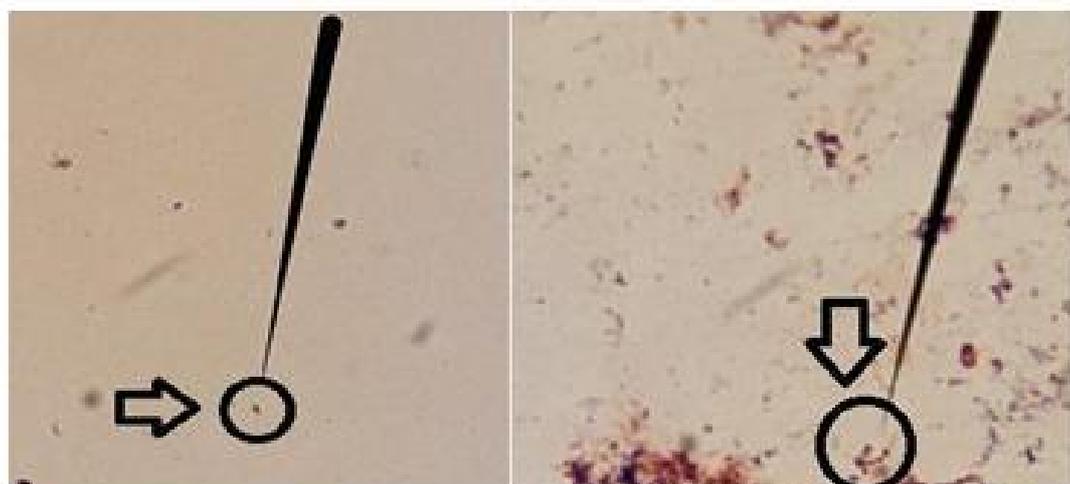


Fonte: Acervo da autora (2025)

Lâminas Coradas pela Coloração de Gram:

Para a fabricação das lâminas coradas pela Coloração de Gram, consulte o manual de Técnicas de coloração de Gram (Brasil, 1997), conforme Figura 6.

Figura 7: Exemplos de microrganismos visualizados nas lâminas coradas pelo método de Gram.



Fonte: Acervo da autora (2025). Imagens de bactérias obtidas a partir da composteira dos alunos, coradas pelo método de Gram.

Em aula, o professor deverá mostrar aos estudantes vídeos e fotos de suas lâminas, assim como apresentar a cultura de bactérias aos alunos. Exibir as lâminas preparadas pelo professor em uma apresentação será importante para que, ao analisarem suas próprias lâminas, os alunos já tenham familiaridade com as formas e movimentos dos microrganismos, facilitando a observação.

Após a apresentação do professor, permita que os alunos montem suas lâminas orientando-os durante todo o processo. Isso trará para muitos alunos um conhecimento maior em microscopia e será fundamental ainda para que os estudantes possam comprovar a existência dos microrganismos.

Deixe que os estudantes manuseiem o microscópio (sob os cuidados do professor) para que tenham mais intimidade com o aparelho. Aproveite o momento e relembre algumas características importantes dos microrganismos que estão sendo visualizados, como o tipo de célula, a forma de alimentação, o reino ao qual pertencem, entre outras (FIGURA 8). É fundamental nesse momento que o professor mostre aos estudantes a grande variedade de formas e tamanhos existentes entre os microrganismos.

Figura 8 – Exemplos de microrganismos visualizados no microscópio

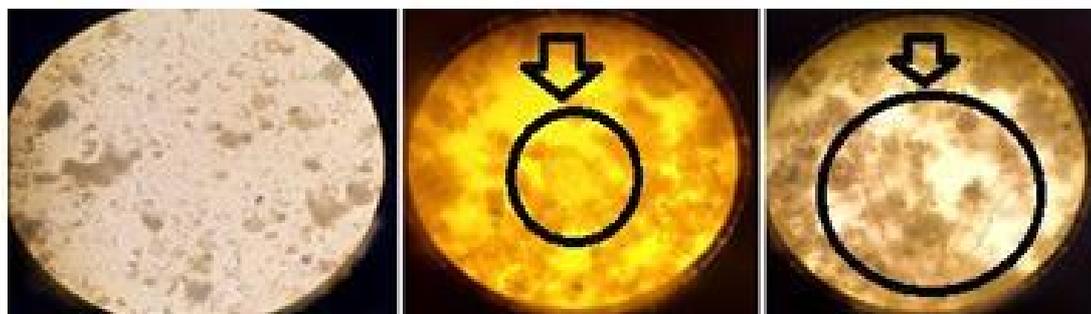


Imagem 1: Bactérias em toda a lâmina; Imagem 2: Protozoário; Imagem 3: Fungo. Todas as imagens foram visualizadas em lâminas a fresco. Fonte: Acervo da autora (2025)

Discussão Final

Ao final de todo o processo, o professor discutirá com os alunos sobre os microrganismos que participam do processo de compostagem. Abordará o que são microrganismos, e discutirá se em condições adversas esses microrganismos podem gerar resíduos que causem malefícios ao ser humano e ao ambiente. É importante que os estudantes saibam que independente do resultado da sua composteira, em todas elas existiam microrganismos.

O docente poderá ainda propor que os jovens produzam um material de divulgação (FIGURA 9), contendo instruções sobre como proporcionar um ambiente ideal para que a compostagem se realize, propiciando aos microrganismos uma produção eficaz do húmus de acordo com as condições previamente observadas.

FIGURA 9: Exemplo de material para divulgação sobre os microrganismos e a compostagem



Fonte: Acervo da autora (2025)

REFERÊNCIA

ANDRADE, Fernanda Maria Coutinho de. **Caderno dos microrganismos eficientes (EM): instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM**. 2020.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília, 2013. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/aceso-a-informacao/media/seb/pdf/d_c_n_educacao_basica_nova.pdf. Acesso em: nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Programa Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis e AIDS. **Técnica de coloração de Gram**. Brasília: Ministério da Saúde, 1997. 63 p. (Série TELELAB).

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 22 de mar. 2024.

CARRY ON COMPOSTING. [S. l.], 22 de abril de 2025. Disponível em: <https://www.carryoncomposting.com/416920205.html>. Acesso em: 22 de abril de 2025.

COSTA, Dailson Evangelista; GONÇALVES, Tadeu Oliver; MARIANO, Wagner dos Santos. Construção e Desenvolvimento de Sequência Didática Investigativa (SDI): bases teóricas e metodológicas. **PARADIGMA**, Maracay, v. 45, n. 2, p. e2024011, 2024. DOI: 10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2024. e2024011.id1538. Disponível em: <https://revistaparadigma.com.br/index.php/paradigma/article/view/1538>. Acesso em: 14 dez. 2024.

DE OLIVEIRA, Lucas da Silva et al. Sequência didática pautada no ensino por investigação para aulas de microbiologia no Ensino Médio. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 1, p. e5913144674-e5913144674, 2024.

DE OLIVEIRA PEREIRA, Lucas et al. Microbiologia no cotidiano: práticas experimentais no ensino público. **Revista ELO–Diálogos em Extensão**, v. 12, 2023.

FORMENTINI, Edegar A. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. 2019.

GRUPO DE ESTUDOS E PESQUISAS CIENSINAR. **Cultura de microrganismos**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 01 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/ciensinar/2020/01/01/cultura-de-microrganismos/>. Acesso em: 07 de maio de 2025.

INÁCIO, C. de T.; MILLER, Paul Richard Momsen. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. 2009.

MACHADO, B. Gleysson. Decomposição da matéria orgânica – como funciona. **PORTAL DO BIOGÁS**. Mar.2023. Disponível em: <https://portaldobiogas.com/decomposicao-da-materia-organica>. Acesso em: 09 mar. 2024.

MADIGAN, Michael T.; MARTINKO, John M.; BENDER, Kelly S.; et al. **Microbiologia de Brock**. Grupo A, 2016. E-book. ISBN 9788582712986. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582712986/>. Acesso em: 31 mar. 2024.

MARQUES, Ronualdo et al. Compostagem como ferramenta de aprendizagem para promover a Educação Ambiental no ensino de ciências. **Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**, v. 8, 2017.

MEDEIROS, L.P.; SCANDORIEIRO, S.; KIMURA, A.H.; MARQUES, L.A.; GONÇALVES, G.D.; ARANOME, A.M.F.; NAKAZATO, G.; MOREY, A.T.; KOBAYASHI, R.K.T. Reconhecendo a microbiologia no nosso dia-a-dia pelo método PBL por estudantes do ensino médio. **Luminária**, Uni-ão da Vitória, v.19, n.01, p. 34 –43, 2017.

SILVA, Anne Grazielle da; VAN DER SAND, Sueli Terezinha. Estudo da atividade lipolítica de actinomicetos isolados de processo de compostagem. **CD de resumos**, 2010.

SOLINO, Ana Paula; FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas. In: **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, p. 1-6. 2015.

TORTORA, Gerard J.; CASE, Christine L.; FUNKE, Berdell R. **Microbiologia**. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2017, 1008p.

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. 3, p. 67-80, 2011.

ANEXO 1 – Modelo para Relatório

Monitoramento da Composteira

Orientações:

- Toda terça-feira o grupo terá entre 10 a 15 minutos para verificar alguns elementos da composteira;
- Lembre-se de registrar com no mínimo 3 fotos sua composteira a cada visita;
- Anote toda e qualquer modificação que os elementos da composteira apresentar (cheiro, textura, cor, etc.)
- Em caso de dúvida, PERGUNTE AO PROFESSOR.

Lembre-se: um projeto bem monitorado é um projeto com mais chances de sucesso. Dedique tempo para revisar, ajustar e aprimorar seu trabalho, e colha os frutos de um esforço bem gerido!

Identificação

Nome dos integrantes do grupo	
Número da Composteira	
Material usado para construir a composteira <i>(relate tudo o que foi usado, p. exemplo: balde, tarrafa de plástica, etc.)</i>	
Material utilizado para iniciar a compostagem <i>(relate quais materiais você utilizou, p. exemplo: terra, serragem, o farelo, etc.)</i>	
Data na qual a compostagem foi iniciada:	
Sua composteira foi colocada em um determinado local. Relate o motivo da escolha desse local.	

Semana 1 (Data: 27/03/2024)	
Você revolveu a composteira?	(<input type="checkbox"/>) Sim (<input type="checkbox"/>) Não
Você notou alguma diferença na textura?	(<input type="checkbox"/>) Sim (<input type="checkbox"/>) Não Se sim, qual? _____
Você notou alguma diferença no odor?	(<input type="checkbox"/>) Sim (<input type="checkbox"/>) Não Se sim, qual? _____
Você notou alguma diferença na cor?	(<input type="checkbox"/>) Sim (<input type="checkbox"/>) Não Se sim, qual? _____
O material parece mais seco, úmido ou apresenta sinais de decomposição?	R: _____ _____
A composteira está quente ao toque? Qual foi a temperatura registrada?	Sobre estar quente? (<input type="checkbox"/>) Sim (<input type="checkbox"/>) Não Temperatura registrada _____
Qual o pH encontrado? Ele é ácido, básico ou neutro?	R: _____
Você notou algum problema na composteira, como odores desagradáveis, mofo, ou presença de pragas?	R: _____ _____
A composteira apresenta chorume? Se sim, qual sua cor e cheiro?	(<input type="checkbox"/>) Sim (<input type="checkbox"/>) Não R: _____
Em sua opinião, como está o progresso da compostagem até agora?	R: _____ _____
Você quer acrescentar mais alguma observação?	R: _____ _____

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares, amigos, alunos e professores, pelo apoio, incentivo e aprendizado compartilhado ao longo desta jornada.

ANEXO 1 – Parecer do Comitê de Ética

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - UFJF



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental; Sequência didática com enfoque investigativo.

Pesquisador: CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 79165524.9.0000.5147

Instituição Proponente: Departamento de Parasitologia, Microbiologia e Imunologia/UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.915.063

Apresentação do Projeto:

Texto do autor:

"O projeto caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa do tipo descritiva, que envolve a utilização de dados obtidos pelo contato do pesquisador com a situação estudada. Os participantes serão alunos do ensino médio, aos quais será aplicada uma sequência didática com base no ensino investigativo, que visa facilitar a aprendizagem dos alunos sobre os microrganismos e sua importância no cotidiano, de forma que os mesmos sejam protagonistas de seu aprendizado. Participarão do projeto ainda, professores de escolas públicas, que avaliarão a sequência didática proposta. Os dados serão coletados por meio da aplicação de questionários, gravações das falas dos alunos participantes durante as atividades e anotações da professora em caderno de campo. Os dados coletados serão analisados qualitativamente por meio da análise de conteúdo de Bardin (2011)."

Objetivo da Pesquisa:

Texto do autor:

"Objetivo Primário:

Desenvolver e avaliar uma sequência didática com base no ensino investigativo, para facilitar a percepção e o aprendizado dos alunos do ensino médio sobre a importância da ação dos microrganismos durante o processo de decomposição de resíduos orgânicos com foco na compostagem.

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO PEDRO
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32) 2102-3788

CEP: 36.036-900

E-mail: cep.prop@ufjf.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
JUIZ DE FORA - UFJF



Continuação do Parecer: 6.915.063

Objetivo Secundário:

- Despertar nos alunos a consciência sobre a importância da destinação correta dos resíduos orgânicos.
- Discutir sobre a importância dos microrganismos que participam do processo de decomposição dos resíduos orgânicos.
- Avaliar a sequência didática proposta através da análise das percepções dos alunos e professores a respeito das atividades aplicadas.
- Produzir um folheto explicativo que poderá ser distribuído em Instituições Educacionais, mostrando as condições ideais para que os microrganismos atuem de forma efetiva e produtiva durante a compostagem."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Texto do autor:

"Riscos:

Este projeto é classificado como de risco mínimo aos participantes. Os riscos correspondem a possível revelação de identidade e perda de confidencialidade, uma vez que os participantes terão suas falas gravadas durante os momentos de aplicação da estratégia metodológica. Entretanto para reduzir esses riscos os fragmentos de fala expostos no texto de análise serão identificados com nomes fictícios ou numerações a fim de evitar exposição dos participantes.

Há possibilidade de risco de constrangimentos, cansaço ou aborrecimento ao responder os questionários. Para minimizar estes riscos, os participantes responderão aos questionários em local apropriado e confortável e serão informados que há qualquer momento a professora poderá esclarecer dúvidas e que poderão responder em momento mais oportuno ou mesmo não responder a uma eventual questão. Além disso, a pesquisadora será a única a manipular os dados coletados assegurando aos responsáveis e participantes do projeto que em nenhuma hipótese suas identidades serão divulgadas.

Benefícios:

O projeto poderá beneficiar diretamente os participantes pela oportunidade de explorar e aprender o tema proposto sob o prisma de uma metodologia diferenciada, que facilita o aprendizado. Como benefícios indiretos, teremos a elaboração de uma sequência didática que poderá ser reproduzida por qualquer professor que leciona no ensino médio, estimulando o uso e a divulgação das metodologias investigativas no âmbito escolar. A sequência didática poderá ser utilizada

Endereço: JOSÉ LOURENÇO KELMER S/N

Bairro: SÃO PEDRO

CEP: 36.036-900

UF: MG

Município: JUIZ DE FORA

Telefone: (32) 2102-3788

E-mail: cep.propp@ufjf.br

Continuação do Parecer: 6.915.063

como instrumento auxiliador no ensino de microrganismos e suas na aplicação na compostagem. Os estudantes poderão contribuir com sua comunidade transmitindo as suas famílias e redes de amigos os conhecimentos adquiridos, difundindo o conhecimento.”

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos previstos na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram adequadamente apresentados.

Recomendações:

Não há recomendações a fazer.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do atendimento a todas as pendências apontadas, este projeto encontra-se aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_2318074.pdf	05/06/2024 10:30:10		Aceito
Outros	QuestionarioProfessores.pdf	05/06/2024 10:27:46	CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEResponsavel.pdf	02/06/2024 20:19:23	CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEMaioresde18.pdf	02/06/2024 20:18:37	CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEDocentes.pdf	02/06/2024 20:18:28	CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES	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.prop@ufjf.br

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



Continuação do Parecer: 6.915.063

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALEAlunos.pdf	02/06/2024 20:18:17	CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	02/06/2024 20:18:03	CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES	Aceito
Outros	QuestionarioAlunos.pdf	07/04/2024 18:53:10	CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES	Aceito
Outros	LattesAndre.pdf	07/04/2024 18:51:47	CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES	Aceito
Outros	LattesCassandra.pdf	07/04/2024 18:50:58	CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES	Aceito
Declaração de concordância	DeclaracaoDirecao.pdf	07/04/2024 18:31:24	CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES	Aceito
Folha de Rosto	Folha.pdf	07/04/2024 18:27:01	CASSANDRA ROSA TEIXEIRA GOMES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 27 de Junho de 2024

**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

ANEXO 2 – Ata de Defesa

08/04/25, 15:13

SEI/UFJF - 2278427 - PROPP 01.1: Ata de defesa



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
STRICTO SENSU

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM

Nº PPG:

Formato da Defesa: presencial virtual híbrido

Ata da sessão pública privada referente à defesa da dissertação tese intitulada **A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental: Sequência didática com enfoque investigativo**, para fins de obtenção do título de mestr(a) doutor(a) em Ensino de Biologia, área de concentração Ensino de Biologia, pelo(a) discente Cassandra Rosa Teixeira Gomes (matrícula 120490011 - início do curso em 17/03/2023), sob orientação da Prof.ª/Dr.ª André Luiz da Silva Domingues.

Ao 27 dia do mês de março do ano de 2025, às 13:30 horas, na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), reuniu-se a Banca examinadora da dissertação tese em epígrafe, aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós- Graduação, conforme a seguinte composição:

Titulação Prof(a) Dr(a) / Dr(a)	Nome	Na qualidade de:	Vínculo Institucional
Prof(a) Dr(a)	André Luiz da Silva Domingues	Orientador(a) e Presidente da Banca	UFJF
Prof(a) Dr(a)	Ana Eliza Andreazzi	Membro titular interno	UFJF
Prof(a) Dr(a)	Carolina dos Santos Fernandes da Silva	Membro titular externo	UNIPAC JF
Prof(a) Dr(a)	Helôisa D'ávila da Silva Bizarro	Suplente interno	UFJF
Prof(a) Dr(a)	Paula Ferreira de Abreu	Suplente externo	Uniacadensia

*Na qualidade de (opções a serem escolhidas):

- Membro titular interno
- Membro titular externo
- Membro titular externo e Coorientador(a)
- Orientador(a) e Presidente da Banca
- Suplente interno
- Suplente externo
- Orientador(a)
- Coorientador(a)

*Obs: Conforme §2º do art. 54 do Regulamento Geral da Pós-graduação stricto sensu, aprovado pela Resolução CSPP/UFJF nº 28, de 7 de junho de 2023, "estando o(a) orientador(a) impedido(a) de compor a banca, a presidência deverá ser designada pelo Colegiado".

AVALIAÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

Tendo o(a) senhor(a) Presidente declarado aberta a sessão, mediante o prévio exame do referido trabalho por parte de cada membro da Banca, o(a) discente procedeu à apresentação de seu Trabalho de Conclusão de Curso de Pós-graduação Stricto sensu e foi submetido(a) à arguição pela Banca Examinadora que, em seguida, deliberou sobre o seguinte resultado:

 APROVADO

REPROVADO, conforme parecer circunstanciado, registrado no campo Observações desta Ata e/ou em documento anexo, elaborado pela Banca Examinadora

Novo título da Dissertação/Tese (só preencher no caso de mudança de título):

08/04/25, 15:13

SEI/UFJF - 2278427 - PROPP 01.1: Ata de defesa

Observações da Banca Examinadora caso haja necessidade de anotações gerais sobre a dissertação/tese e sobre a defesa, as quais a banca julgue pertinentes

Nada mais havendo a tratar, o(a) senhor(a) Presidente declarou encerrada a sessão de Defesa, sendo a presente Ata lavrada e assinada pelos(as) senhores(as) membros da Banca Examinadora e pelo(a) discente, atestando ciência do que nela consta.

INFORMAÇÕES

Para fazer jus ao título de mestre(a)/doutor(a), a versão final da dissertação/tese, considerada Aprovada, devidamente conferida pela Secretaria do Programa de Pós-graduação, deverá ser tramitada para a PROPP, em Processo de Homologação de Dissertação/Tese, dentro do prazo de 60 dias a partir da data da defesa. Após o envio dos exemplares definitivos, o processo deverá receber homologação e, então, ser encaminhado à CDARA.

Esta Ata de Defesa é um documento padronizado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa. Observações excepcionais feitas pela Banca Examinadora poderão ser registradas no campo disponível acima ou em documento anexo, desde que assinadas pelo(a) Presidente(a).

Esta Ata de Defesa somente poderá ser utilizada como comprovante de titulação se apresentada junto à Certidão da Coordenadoria de Assuntos e Registros Acadêmicos da UFJF (CDARA) atestando que o processo de confecção e registro do diploma está em andamento.



Documento assinado eletronicamente por **Andre Luiz da Silva Domingues, Servidor(a)**, em 28/03/2025, às 16:39, 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 **Carolina dos Santos Fernandes da Silva, Usuário Externo**, em 30/03/2025, às 10:40, 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 **Ana Eliza Andreazzi, Servidor(a)**, em 31/03/2025, às 09:17, 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 **Cassandra Rosa Teixeira Gomes, Usuário Externo**, em 31/03/2025, às 12:02, 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 **2278427** e o código CRC **AD685F28**.

ANEXO 3 – Termo de Aprovação

08/04/25, 15:10

SEI/UFJF - 2278455 - PROPP 01.5: Termo de aprovação

Cassandra Rosa Teixeira Gomes

A importância dos microrganismos para a sustentabilidade ambiental: Sequência didática com enfoque investigativo.

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 27 de março de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a) Dr(a). André Luiz da Silva Domingues - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a) Dr(a). Ana Eliza Andreazzi

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof(a) Dr(a). Carolina dos Santos Fernandes da Silva

UNIPAC JF

Juiz de Fora, 07/03/2025.



Documento assinado eletronicamente por **André Luiz da Silva Domingues, Servidor(a)**, em 28/03/2025, às 16:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

08/04/25, 15:10

SEI/UFJF - 2278455 - PROPP 01.5: Termo de aprovação



Documento assinado eletronicamente por **Carolina dos Santos Fernandes da Silva, Usuário Externo**, em 30/03/2025, às 10:41, 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 **Ana Eliza Andreazzi, Servidor(a)**, em 31/03/2025, às 09:18, 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 **2278455** e o código CRC **1373288D**.