

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Érica Trevelin Antunes

**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.**

Belo Horizonte

2022

Érica Trevelin Antunes

**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.**

Trabalho de Conclusão de Mestrado
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional –
PROFBIO - da Universidade Federal de
Minas Gerais, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Ensino de
Biologia

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr. José Eugênio Côrtes
Figueira

Belo Horizonte

2022

043

Antunes, Érica Trevelin.

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 [manuscrito] / Érica Trevelin Antunes. – 2022.

76 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. José Eugênio Côrtes Figueira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Compostagem. 3. Sustentabilidade. 4. Educação ambiental. 5. Pesquisa. I. Figueira, José Eugênio Côrtes. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
 INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
 MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE ÉRICA TREVELIN ANTUNES

DEFESA Nº. 024 ENTRADA 1º/2020

No dia **18 de agosto de 2022**, às **14:00 horas**, reuniram-se, remotamente, através da plataforma Teams, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: "**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**", como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, o **Dr. José Eugênio Côrtes Figueira**, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado. Foram atribuídas as seguintes indicações:

PROFESSOR EXAMINADOR	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO
Dr. José Eugênio Côrtes Figueira	ICB/UFMG	Aprovada
Dr. Fernando César Silva	FAE/UFMG	Aprovada
Dra. Paulina Maria Maia Barbosa	ICB/UFMG	Aprovada

Pelas indicações, a candidata foi considerada: **APROVADA**.

O resultado foi comunicado publicamente à candidata pelo Presidente da Comissão.

Comunicou-se, ainda, à candidata, que o texto final do TCM, com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO, no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data, para que se proceda a homologação.

Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 18 de agosto de 2022.

Assinatura dos membros da banca examinadora:

José Eugênio Cortes Figueira

Fernando César Silva

Paulina Barbosa



Documento assinado eletronicamente por **Miguel Jose Lopes, Coordenador(a)**, em 01/09/2022, às 07:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1722672** e o código CRC **8C1406EA**.

Relato do Mestrando

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Mestranda: Érica Trevelin Antunes

Título do TCM: 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.

Data da defesa: 18/08/2022

Durante muito tempo na minha vida, tive muita vontade de cursar mestrado. Fiquei sabendo do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, o PROFBIO, e era a melhor pós graduação que poderia me acontecer. Quando saiu o edital, estava no final da gestação do meu segundo filho e veio a dúvida: será que vou conseguir? Será que compensa fazer a inscrição? Fiz.

No dia da realização da prova, meu filho tinha apenas 22 dias de vida. Precisei sair para amamentar e fiz a prova com a (comum) falta de noite de sono típica de uma mãe com um recém-nascido chegado em casa. Resultado: passei e não acreditei!

Com isso, planejei a ida das crianças para a escola em período integral para frequentar as aulas na tão sonhada UFMG. A realização da minha vida acadêmica era assistir às aulas, “viver” o campus e fazer novas amizades.

Mas, depois da nossa segunda aula presencial, veio a pandemia da COVID 19 e revolucionou o modo de vida da humanidade. Nos vimos obrigados a ficar em casa e adiar/mudar planos.

Depois de um semestre, as aulas recomeçaram remotamente e, com isso, o grande desafio. Como assistir às aulas, ler os artigos, fazer e apresentar trabalhos com duas crianças em casa, além da rotina doméstica e das obrigações remotas da minha profissão de professora? Não sei... só fiz. Dia por dia. Parecendo que não acabaria nunca. Somando a isso tudo, os grandes estresses das provas de qualificações. Oh Senhor!

Agora, concluindo essa etapa na minha vida, sou uma pessoa diferente. Realizada pelo sonho conquistado, feliz por saber que consegui superar meus limites e mais preparada para lecionar. A cada dia vejo que a profissão de professora me realiza e me estimula a proporcionar novos saberes para meus alunos.

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

Agradecimentos

Agradeço a Deus por me ajudar nessa fase e por me sentir realizada em uma profissão tão bonita e desafiadora, a de ser professora.

Dedico esse trabalho ao meu marido Fábio, que incansavelmente esteve ao meu lado e compartilhou comigo todos os meus desafios. Ele é o amor da minha vida e meu exemplo de pessoa.

Sou grata também aos meus filhos (Cecília – 5 anos- e Caetano – 2 anos) que, mesmo sem saberem, me fizeram uma pessoa mais forte, com mais paciência, mais resiliente e mais determinada a lutar pelo meu objetivo, amando-os cada vez mais.

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe Márcia, que me educou e me deu uma base sólida de vida para ser uma pessoa do bem.

Agradeço aos meus amigos pelo apoio e pelos momentos de descontração, o que torna a vida mais leve e prazerosa. E a todos que, de alguma maneira, contribuíram com esse projeto, cada qual a sua maneira, sou feliz por partilharem comigo a alegria dessa conquista.

Agradeço ao meu orientador Professor José Eugênio pela paciência com minha insistência a cada prazo ou etapa no percurso deste mestrado. Agradeço também aos colegas do PROFBIO, companheiros de profissão e compartilhadores de conhecimento durante todo o curso. Por fim, agradeço a todos os meus professores do PROFBIO que, mesmo sem conhecê-los pessoalmente, fizeram parte da minha jornada.

Resumo

A destinação de lixo é um problema para todos os setores da sociedade. Os aterros sanitários são soluções de alto custo e com capacidade limitada. A compostagem é um processo que pode prolongar a vida útil dos aterros, pois metade dos materiais destinados aos aterros é matéria orgânica de origem doméstica. Além disso, o produto da compostagem é um adubo de excelente qualidade. Esse trabalho propõe uma sequência didática relacionada ao tema compostagem e mini horta doméstica para ser utilizada por professores do 1º ano do Ensino Médio, de forma remota. Os discentes serão incentivados a montar sua própria composteira e, posteriormente, uma mini horta. Ambas serão feitas a partir de materiais de fácil acesso. Utilizando o adubo produzido nas composteiras, espera-se que os estudantes possam constatar e explicar possíveis diferenças de desenvolvimento de plantas. O trabalho também favorece a aprendizagem e a compreensão dos processos biológicos envolvidos na compostagem, no cultivo da mini horta com o adubo produzido e discute os aspectos socioeconômicos associados.

PALAVRAS-CHAVES: Compostagem, Mini horta, Sustentabilidade, Educação ambiental, Ensino por investigação

Abstract

Waste disposal is a problem for all sectors of society. Landfills are high-cost solutions with limited capacity. Composting is a process that can prolong the useful life of landfills, as half of the materials destined for landfills are organic matter of domestic origin. In addition, the compost product is an excellent quality fertilizer. This work proposes a didactic sequence related to the theme of composting and mini home garden to be used by teachers of the 1st year of high school, remotely. Students will be encouraged to set up their own compost bin and, later, a mini vegetable garden. Both will be made from easily accessible materials. Using the fertilizer produced in the composters, it is expected that students can verify and explain possible differences in plant development. The work also favors learning and understanding of the biological processes involved in composting, in the cultivation of the mini vegetable garden with the fertilizer produced, and discusses the associated socioeconomic aspects.

KEYWORDS: Composting, Mini vegetable garden, Sustainability, Environmental education, Research teaching

Índice de Ilustrações

Figura 3-1 - Pirâmide de aprendizagem de William Glasser	18
Figura 3-2 - Ciclo investigativo proposto por Pedaste <i>et al.</i> (2015, p.56)	21
Figura 4-1 - Características de um(a) cientista.....	35
Figura 4-2 – Etapas do método científico	36
Figura 4-3 - Trecho da- reportagem "Até 2025, China quer reutilizar 60% do lixo doméstico".	37
Figura 4-4 - Prioridades Estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos	38
Figura 4-5 – Nuvem de palavras sobre o entendimento do termo "compostagem"	40
Figura 4-6 - Montagem da composteira.	42
Figura 4-7 - Garrafas PET usadas na composteira, modo de furar e posicionamento das garrafas .	45
Figura 4-8 -Materiais a serem acondicionados na composteira para a decomposição	47
Figura 4-9 - Materiais acondicionados na composteira.....	48
Figura 4-10 - Chorume pingando da composteira.....	48
Figura 4-11 - Parte mineral do adubo.....	49
Figura 4-12 - Altura média de plantas de graviola sob diferentes substratos. Influência de substratos na formação de porta-enxerto de gravioleira (<i>Annona muricata L.</i>), 2004	51
Figura 4-13 - Preenchimento de embalagens com adubo.....	54
Figura 4-14 - Identificação das embalagens.....	54
Figura 4-15 - Plantio de alface crespa no pote.	55
Figura 5-1 – Crescimento médio de alface em cinco concentrações de adubo e terra	64
Figura 5-2 - Crescimento médio de almeirão em cinco concentrações de adubo e terra	64
Figura 5-3 - Crescimento médio de rúcula em cinco concentrações de adubo e terra	65
Figura 5-4 – Crescimento médio de alface, almeirão e rúcula em cinco concentrações de adubo e terra	65
Figura 5-5 – Aprovação pelo Comitê de Ética	66

Índice de Tabelas

Tabela 3-1 - Competências específicas da BNCC e suas respectivas habilidades	25
Tabela 3-2 - Componentes curriculares do CRMG, relacionados a este TCM, detalhados por série e por bimestre.....	27
Tabela 4-1 – Recursos utilizados para o desenvolvimento da sequência didática	34
Tabela 4-2 -Materiais que podem ou não podem participar do processo de compostagem.....	43
Tabela 4-3 - Observações semanais realizadas pelos alunos sobre o crescimento das plantas	56
Tabela 4-4 - Cronograma proposto para o desenvolvimento da atividade. Dias após o início da atividade.	60

Sumário

1. Introdução.....	13
2. Desenvolvimento	16
2.1. Justificativa.....	16
2.2. Objetivos	17
2.2.1. Objetivo geral.....	17
2.2.2. Objetivos específicos.....	17
3. Fundamentação Teórico- Metodológica.....	18
3.1. Ensino por investigação.....	18
3.2. Metodologia Científica	22
3.3. Alfabetização Científica	22
3.4. Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) 24	
3.5. Público-alvo.....	30
3.5.1. Visão da autora sobre o ensino de Biologia em sala de aula	31
3.6. Ensaio de campo.....	32
4. Sequência didática	33
4.1. Roteiro – proposta didática.....	34
4.1.1. Aula 1 – Abordagem inicial.....	34
4.1.2. Aula 2 – Introdução do assunto a ser trabalhado	37
4.1.3. Aula 3 – Questão norteadora, nuvem de palavras e discussão sobre a montagem das composteiras	39
4.1.4. Aula 4 - Montagem das composteiras.....	44
4.1.5. Aula 5 - Montagem da mini horta	51
4.1.6. Aula 6 - Apuração dos resultados, discussão e conclusões do experimento.....	57
4.1.7. Aula 7 - Desenvolvimento do “post” e divulgação dos conteúdos assimilados.....	59
4.1.8. Aula 8 - Questionário sobre o aproveitamento da atividade (Anexo 1)	60
4.2. Cronograma.....	60
4.3. Orçamento do Projeto de Pesquisa	61
5. Análises de dados.....	62
5.1. Resultados esperados	63
5.2. Discussões sobre o ensaio de campo	63
5.3. Aspectos éticos e/ou ambientais	66
6. TCLE, TALE e TCUI.....	67
Referências Bibliográficas	68
Anexo 1 - Auto avaliação dos estudantes	72
Anexo 2 – Análise das plantas.....	74

1. Introdução

A produção de resíduos cresce em ritmo acelerado, superior ao crescimento populacional segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017). O crescimento populacional associado ao consumismo traz consigo significativo aumento nas taxas de produção e acúmulo dos resíduos nos grandes centros urbanos, fazendo com que novas formas de tratamento dos resíduos sejam colocadas em prática, a fim de desviá-los dos aterros (Polzer, 2016).

Os dados da ABRELPE (2017) mostram que 98% das pessoas enxergam a reciclagem como algo importante para o futuro do país. No entanto, essa percepção não se reflete no comportamento da população, já que 75% revelaram não separar seus resíduos em seus lares. Uma das possíveis razões que levam a isso é a falta de informação, uma vez que 66% dos entrevistados afirmaram saber pouco ou nada a respeito de coleta seletiva e de quais materiais podem ser reciclados. Outra causa, ainda, é a falta de disponibilidade desse serviço para a população. Exemplificando essa questão, a cidade de Belo Horizonte/MG, no ano de 2022, possui 487 bairros e em, apenas, 47 bairros ocorre a coleta seletiva porta a porta (<https://prefeitura.pbh.gov.br>). Ainda segundo a ABRELPE, no panorama de 2020, a geração total de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) aumentou 19% em 10 anos, com um crescimento de 9% no índice de geração per capita. A fração orgânica é o principal componente dos RSU, com 45,3%, correspondente a 170 kg de matéria orgânica descartada por pessoa a cada ano. O relatório ainda diz que, até 2050, o Brasil observará um aumento de quase 50% no montante de RSU, em comparação ao ano base de 2019. Para o mesmo período, a projeção de crescimento populacional esperado é de 12%. Se os resíduos orgânicos fossem desviados do aterro para a compostagem, poderiam: gerar emprego e renda por meio da venda do adubo; reduzir custos de instalação, prolongando a vida útil dos aterros sanitários; e ainda minimizar o impacto ambiental provocado pelo aterramento da matéria orgânica.

A lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) estabelece a diferença entre resíduos e rejeitos: o primeiro pode ser reaproveitado, reciclado ou compostado. Para o segundo, não há possibilidade de ser reciclado e deve ser destinado para aterros sanitários ou incineradores, de modo que os impactos ambientais sejam minimizados, sendo que a queima desse material pode ser uma fonte alternativa de geração de energia.

A compostagem tem o potencial de promover a reciclagem dos resíduos orgânicos, gerar adubo e devolver à matéria orgânica seu papel natural de fertilizar os solos. Destinar resíduos orgânicos para aterros sanitários gera desperdício econômico e é uma prática em desacordo com a lei citada acima, que prevê que somente rejeitos devem seguir para disposição final.

A compostagem é uma forma eficaz de redução da emissão de resíduos. Nesse processo, há a transformação biológica de resíduos em fertilizantes orgânicos por meio de transformações de natureza bioquímica, realizadas por microrganismos presentes no próprio material, promovendo a mineralização de parte do material e a humificação de outra parte (Budziak, 2004). De acordo com Pereira Neto (1987), a compostagem é definida como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas mais intensas, predominantemente termofílicas; a segunda ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação.

Vários fatores podem influenciar o tempo de degradação da matéria orgânica e a qualidade do composto gerado. Segundo o Manual da FUNASA (2013), sobre Compostagem Familiar, esses fatores podem ser: microrganismos, temperatura, umidade, aeração, granulometria dos grãos (quanto menor for o tamanho da partícula, maior será a superfície de exposição ao oxigênio), pH da composteira e a relação carbono/nitrogênio (C/N). Essa relação é um importante fator para a velocidade do processo. Materiais com elevada concentração em carbono fornecem matéria orgânica e energia para o processo e são encontrados nos restos vegetais, tais como as cascas de árvores, folhas e palhas. Já os materiais ricos em nitrogênio são necessários para o crescimento microbiano e são encontrados nas folhas verdes, esterco, camas animais, tortas vegetais, etc. (Oliveira, 2008). De forma genérica, os materiais vegetais frescos e verdes tendem a ser mais ricos em nitrogênio do que os materiais secos e acastanhados, que tendem a ter mais carbono.

O adubo produzido pode, dentre outras possibilidades, ser utilizado em pequenas hortas domésticas, gerando economia e tornando o consumo das famílias mais sustentável. Além dos benefícios socioeconômicos associados à compostagem, verifica-se que o assunto traz consigo uma riqueza de conceitos químicos e biológicos que podem ser abordados em sala de aula, de modo a aumentar o interesse por parte dos alunos e facilitar-lhes a compreensão de temas importantes, tais como: ciclo biogeoquímico, decomposição, bioquímica, dentre outros.

No estudo de caso feito por Rodrigues (2018) discute-se a Educação Ambiental (EA) e a interdisciplinaridade na construção de uma “horta na escola”. O cultivo de horta promove a reflexão sobre uma melhor relação homem/natureza e incentiva o aprendizado dos conteúdos de geografia, química, biologia e física, pois interage com os diversos assuntos estudados. A horta é um exemplo de sistema em que ocorrem diversos processos naturais que incluem o solo, a planta e a atmosfera por meio de suas relações. Adicionalmente, segundo esse estudo, muitos autores já investigaram as diferentes maneiras com que a EA é construída na escola. Ressalta-se que, na maioria dos casos, as atividades são conduzidas isoladamente, longe da realidade vivenciada pelos alunos.

2. Desenvolvimento

2.1. Justificativa

Apresentar aos alunos conceitos de biologia por meio de experimentos que possam ser facilmente executados. Com essa atividade, espera-se que os alunos despertem interesse e compreendam o processo de decomposição da matéria orgânica, fatores bióticos e abióticos que interferem neste processo, a produção de adubo e o cultivo de hortaliças, além da importância da reciclagem de materiais e da qualidade nutricional do solo. Adicionalmente, o tema em questão também proporciona discussões sobre os aspectos ambientais e socioeconômicos envolvidos

Sasseron (2015, p. 52) apresenta uma reflexão acerca da importância do ensino de ciências em relação ao senso crítico que o ser humano necessita ter sobre o ambiente em que se vive e se relaciona: “Conhecer as ciências tem, portanto, um alto grau de comprometimento com a percepção de que o mundo está em constante modificação, sendo importante e necessária a permanente busca por construir entendimento acerca de novas formas de conceber os fenômenos naturais e os impactos que estes têm sobre nossa vida”. A ideia aqui proposta reforça também a necessidade de os professores e educadores buscarem formas de ensino mais eficazes, de maneira que se compreendam fenômenos naturais e a relação que estes exercem na humanidade: “O ensino das ciências da natureza ganha aval e importância na consideração das ciências não apenas como um corpo de conhecimentos organizado e legitimado pela sociedade humana, mas, sobretudo, pelo transbordamento das questões que envolvem as ciências para além da esfera de seu contexto de produção” (Sasseron, 2015). É uma maneira de construir entendimento sobre o mundo, os fenômenos naturais e os impactos destes em nossas vidas.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo geral

Auxiliar os estudantes a compreenderem os processos biológicos envolvidos na compostagem e no cultivo da mini horta utilizando o adubo gerado, por meio de uma sequência didática, dentro da abordagem investigativa.

2.2.2. Objetivos específicos

- Entender a diferença entre resíduos orgânicos e resíduos inorgânicos;
- Distinguir os fatores biológicos envolvidos na compostagem;
- Discutir a importância da ciclagem dos nutrientes para o ambiente;
- Produzir adubo orgânico por meio de compostagem;
- Cultivar pequenas hortas utilizando o adubo produzido;
- Discutir sobre os aspectos socioeconômicos associados;
- Desenvolver a percepção dos estudantes para o método científico;
- Discutir a abordagem investigativa na atividade desenvolvida.

3. Fundamentação Teórico-Metodológica

3.1. Ensino por investigação

O aprendizado de biologia se torna mais dinâmico quando é possível observar processos cotidianos de maneira prática, e levar em consideração as concepções prévias vividas pelos estudantes. As aulas expositivas centradas no professor, nas quais o papel dos estudantes se resume a assistir passivamente, não contribuem para que os alunos sejam os principais atores do seu aprendizado e hajam de maneira ativa na construção do conhecimento. Atualmente, diversas vertentes do ensino defendem que os estudantes devem estar no centro do processo de ensino e de aprendizagem. Ao trabalhar com projetos que valorizem o protagonismo dos estudantes, o professor deixa de ser o “fornecedor do conhecimento” e passa a ser apenas o mediador.

Corroborar com esta visão a Pirâmide de Aprendizagem de William Glasser (Figura 3-1), psiquiatra norte americano, que entende que “o professor é um guia para o aluno e não um chefe”. As diversas formas de aprendizagem abordadas nesta pirâmide mostram que existem diferentes graus de construção do conhecimento apresentado. As formas que dependem demasiadamente da memorização tendem a ser pouco eficazes pelo fato de que a maioria dos alunos simplesmente esquecem os conceitos discutidos logo após a aula. Por outro lado, formas de ensino nas quais o aprendiz atua de maneira ativa tendem a ser mais eficazes.

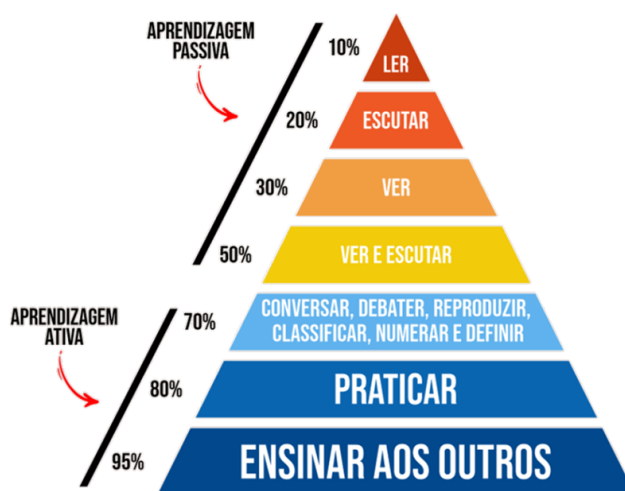


Figura 3-1 - Pirâmide de aprendizagem de William Glasser

Glasser defende que “*A boa educação é aquela em que o professor pede para que seus alunos pensem e se dediquem a promover um diálogo para promover a compreensão e o crescimento dos estudantes*”. Neste sentido, o Ensino de Ciências por Investigação está pautado pela ideia do uso de estratégias didáticas que buscam envolver ativamente os alunos em sua aprendizagem, por meio da geração de questões e problemas nos quais a investigação é condição para resolvê-los, com coleta, análise e interpretação de dados que levem a formulação e comunicação de conclusões baseadas em evidências e reflexão sobre o processo (Melville *et al.*, 2008).

Segundo Scarpa (2017), o Ensino Investigativo é uma abordagem didática que possibilita atingir os objetivos da Alfabetização Científica por meio de uma perspectiva construtivista. Nessa proposta de ensino, a educação passa a ser vista como meio de transformação social. Essa abordagem de Ensino de Ciências por Investigação deve ser executada pelo estudante, em que há a apresentação de problemas, questões, geração de hipóteses, coleta, análise e interpretação de dados, construção de conclusões, comunicação e reflexão acerca do processo investigativo (Pedaste *et al.*, 2015). Ao mesmo tempo, Sasseron (2015, p. 58) diz que o ensino por investigação se configura como “*uma abordagem didática, podendo estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor*”. O docente possibilita o papel ativo de seu aluno na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos, por meio de engajamento nas discussões, busca pela resolução de um problema, exercício de práticas e raciocínios de comparação e análise e avaliação do processo utilizado.

Ressalta-se que o processo de transformação previsto tanto no ensino por investigação quanto na pirâmide de aprendizagem de Glasser promove, aos docentes, uma reflexão sobre sua própria trajetória de aprendizagem. O quanto seu conhecimento e domínio sobre determinado assunto pode ter sido influenciado pelo fato de ele próprio ter sido inserido em debates, conversas, argumentações, e práticas para, em última instância, terem a capacidade de ensinar aos seus alunos? O docente que não passou por esse processo de transformação pode estar sendo mero reproduzidor de conteúdos alheios, e a consequência desse risco impacta diretamente a qualidade do ensino. Esta reflexão permite ainda pensar que os alunos, sendo protagonistas no seu processo de aprendizagem, passam a ser capazes de exercer (em menor escala) o papel outrora submetido aos próprios docentes.

Levar em conta a argumentação como forma básica de pensamento implica a possibilidade de que ela seja tomada para avaliar processos de construção de entendimento. Desse modo, promover interações discursivas contribui diretamente para o desenvolvimento do pensamento e, conseqüentemente, para o desenvolvimento intelectual (Sasseron, 2015). Por isso, a participação dos estudantes nos processos de construção de entendimento se mantém e se sustenta pelas interações discursivas ocorridas ao longo de uma aula.

Pedaste *et al.* (2015) propuseram o ciclo investigativo, representado na Figura 3-2, como uma forma de operacionalizar a atividade investigativa pelo professor. Essa proposta foi dividida em etapas, que se comunicam, para viabilizar o planejamento de atividades investigativas para os estudantes. As fases, apresentadas abaixo, se conectam sem ter uma linearidade:

- Fase de orientação: representa a definição do problema de pesquisa por meio do estímulo à curiosidade dos alunos sobre um assunto. Esse problema pode ser discutido por meio de questões, que dará sentido a toda a investigação dos estudantes. Nessa fase, busca-se valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes e desenvolver um pensamento investigativo para o problema apresentado.
- Fase de conceitualização: nessa fase, busca-se responder à questão de investigação por meio das mais diversas estratégias e elaborar explicações provisórias, baseadas em conhecimentos prévios. A utilização de diversas estratégias didáticas pode contribuir para o desenvolvimento de visões mais adequadas sobre as diversas formas de produção de conhecimento científico, além de contemplar diversos perfis de alunos e estilos de ensinar (Scarpa & Silva, 2013).
- Fase de investigação: busca-se interpretar e explicar os dados obtidos e, com isso, novos conhecimentos são construídos. Isso pode ser feito por meio de exploração (não inclui teste de hipótese) ou por meio de interpretação controladas que envolvem teste de hipóteses. Os estudantes tem a possibilidade de buscar novos conhecimentos para organizar os fenômenos estudados.
- Fase de conclusão: nessa fase, os estudantes constroem explicações que respondem à questão de investigação, comparando com as explicações iniciais. Todas as fases são permeadas por intensa discussão entre estudantes e professor.

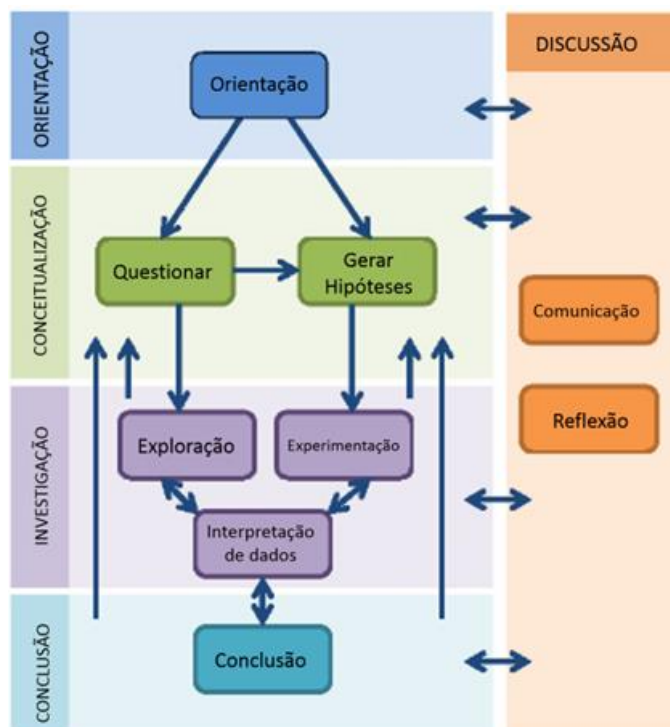


Figura 3-2 - Ciclo investigativo proposto por Pedaste *et al.* (2015, p.56)

Outro ponto que merece ser destacado é que o ensino por investigação não é sinônimo de experimentação. A realização de experimentos e o uso de laboratório são estratégias importantes no ensino de ciências, mas não são as únicas nem as mais necessárias para a realização de atividades investigativas. A coleta de dados e informações para responder às questões de pesquisa pode ser realizada por meio de diferentes estratégias didáticas: observações, comparações entre fenômenos, livros, internet, filmes, jogos, simulações, etc. O importante é contextualizar a situação de pesquisa para que questões possam ser efetivamente respondidas por meio da construção conjunta de explicações sustentadas em evidências coletadas de diversas fontes (Ursi & Scarpa, 2016)

Nos trabalhos de Bitar & Rassi (2014) há conclusões de que a abordagem da pesquisa e da prática usando o método da atividade investigativa é uma importante estratégia para melhorar o ensino de ciências nas escolas públicas. A contribuição do ensino de disciplinas científicas na formação integral dos estudantes, ou seja, em uma formação que possibilita a construção de ferramentas cognitivas permite que o indivíduo possa se posicionar e tomar decisões bem informadas em um mundo repleto de tecnologia e ciência (Scarpa *et al.*, 2017). Os alunos precisam entender que “fazer ciência” não é algo distante da

realidade e que, com experimentos simples, é possível aprender muitos conceitos relacionados à Biologia.

3.2. Metodologia Científica

A metodologia científica é a disciplina que orienta o estudante/autor acerca da utilização de normas técnicas que devem ser seguidas na pesquisa científica. A ciência moderna se fundamenta na observação e na experimentação de fatos observados. Busca-se constantemente explicações e soluções, revisão e reavaliação de seus resultados, e existe a consciência clara de sua falibilidade e seus limites (Rampazzo, 2005).

O método científico é um conjunto de regras que devem ser seguidas durante a investigação científica. O método experimental se concretiza em várias etapas para solucionar um problema. Essas etapas visam criar padrões para o desenvolvimento da pesquisa e a validação dos resultados. Resumidamente, podemos sintetizar as etapas do método científico da seguinte maneira: A investigação começa com a **observação** de algum problema da realidade, sendo o objeto de investigação a ser pesquisado. É necessário que os **objetivos** pretendidos sejam definidos. Posteriormente, há o levantamento de **hipóteses** sobre o assunto. Essas hipóteses procuram explicar provisoriamente as observações, de maneira simples e viável e orientará a pesquisa. Com isso, há a necessidade de fazer **experimentações** para validar a hipótese levantada. Por fim, a análise dos **resultados** pode fornecer uma explicação para a investigação e uma **conclusão** do trabalho realizado.

3.3. Alfabetização Científica

A cultura científica é o conjunto de ações e de comportamentos envolvidos na atividade de investigação e divulgação de um novo conhecimento sobre o mundo natural. Em linhas gerais, é possível afirmar que lógica e objetividade costumam ser as bases que fundamentam a construção e a proposição dos conhecimentos científicos. A construção e o teste de hipóteses, a busca por evidências e justificativas também perpassam as ações do fazer científico, e a divulgação das ideias pauta-se, muitas vezes, na tentativa de convencimento do que se propõe. (Sasseron, 2015). A autora diz ainda que a Alfabetização Científica se revela como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com alguma tomada de decisões ou posicionamento e, por isso,

pode ser vista como processo contínuo. Novos conhecimentos impactam a construção do entendimento, a tomada de decisões e de posicionamentos, que evidenciam as relações entre as ciências, a sociedade e as distintas áreas de conhecimento, ampliando os âmbitos e as perspectivas associadas à Alfabetização Científica.

Os Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, propostos por Sasseron & Carvalho (2011), surgiram da análise de referenciais da área de Ensino de Ciências. Eles marcam grandes linhas orientadoras para o trabalho em sala de aula e transitam entre pontos canônicos do currículo de ciências e elementos que marcam a apropriação desses conhecimentos para ações em esferas extraescolares. Ainda que os três eixos estruturantes possam não se fazer presentes em todas as aulas, é necessário que eles sejam equitativamente considerados ao longo do desenvolvimento de um tema. Os três eixos são:

- (a) Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais: construção, pelos estudantes, de conhecimentos científicos necessários para que seja possível a eles aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia a dia.
- (b) Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática: ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes.
- (c) Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente: identificação do entrelaçamento entre essas esferas. Necessidade de se compreender as aplicações dos saberes construídos pelas ciências considerando as ações que podem ser desencadeadas pela utilização dos mesmos.

Um indivíduo alfabetizado cientificamente deve, portanto, compreender o que a ciência é, o que ela não é, como as investigações científicas são realizadas para produzir conhecimento, como o raciocínio e as explicações científicas são construídos e como a ciência contribui com a cultura e é influenciada por ela. Esses aprendizados seriam potencializados por meio de oportunidades de os estudantes vivenciarem investigações científicas (NRC, 1996).

O importante é que, ao longo da escolarização, esses três eixos sejam tratados de maneira equilibrada, de forma que os estudantes tenham oportunidades diferenciadas de aprenderem não somente conceitos, princípios, leis e teorias científicas, mas possam vivenciar, refletir sobre e compreender os procedimentos e raciocínios pelos quais eles foram elaborados, que isso pode ter se modificado ao longo do tempo e que pode ter limitações e influências na sociedade, além de sofrer influências dela (Carvalho, 2018). Ao terem a oportunidade de desenvolver aprendizados sobre os três eixos da Alfabetização Científica, os estudantes podem encontrar mais motivação para compreenderem os temas relacionados à ciência e para elaborarem raciocínios baseados em evidências que sustentem suas tomadas de decisões nos assuntos em que estão imersos no seu cotidiano.

3.4. Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) determina as aprendizagens essenciais que todos os alunos brasileiros têm o direito de desenvolver ao longo da Educação Básica e tornou-se referência obrigatória para os currículos das redes públicas e particulares de todo país, respeitando as especificidades e diversidades locais de cada rede. O documento define as aprendizagens e desenvolvimentos comuns para todos os estudantes, ajudando a garantir equidade (não importa onde estude, o aluno irá aprender o que é essencial) e dá mais coerência para o sistema educacional. A BNCC é obrigatória e traz competências e habilidades a serem desenvolvidas desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, considerando as especificidades de cada etapa. No texto do Ensino Médio, as aprendizagens essenciais estão organizadas por áreas, e abrangem competências e habilidades relacionadas a todas as disciplinas. Os currículos de cada rede organizam essas aprendizagens da forma que definem mais adequados os aprendizados (inclusive por disciplinas) ao longo dos três anos. (Movimento pela Base, 2022).

A Tabela 3-1 apresenta as competências específicas da BNCC a serem trabalhadas no Ensino Médio.

Tabela 3-1 - Competências específicas da BNCC e suas respectivas habilidades

Competência Específica 01	Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
Habilidades	(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.
	(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
Competência Específica 02	Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
Habilidades	(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).
	(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

Competência Específica 03	Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).
Habilidades	(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
	(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.

Esse trabalho está sendo desenvolvido pelo polo do PROFBIO/UFMG e levará em consideração o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) para organizar a aprendizagem. O CRMG foi construído a partir da BNCC e é resultado da revisão dos currículos pré-existentes nas redes públicas mineiras. O documento tem o foco no processo de aprendizagem do estudante e é organizado por habilidades e competências. A Tabela 3-2 mostra os assuntos relacionados a este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) detalhados por série e por bimestre em que assuntos estão compreendidos.

Tabela 3-2 - Componentes curriculares do CRMG, relacionados a este TCM, detalhados por série e por bimestre.

1° ano – 1° bimestre	
Objetos do conhecimento	Método Científico
Competência Específica 03	Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).
Habilidades	(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
	EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
1° ano – 1° bimestre	
Objetos do conhecimento	Fluxo de Energia no Ecossistema
Competência Específica 01	Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
Habilidade	(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar

	previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
1° ano – 2° bimestre	
Objetos do conhecimento	Fluxo de Matéria no Ecossistema
Competência Específica 01	Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
Habilidade	(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
2° ano - 1° bimestre	
Objetos do conhecimento	Metabolismo; Energético; Fotossíntese; Respiração celular; Fermentação; Quimiossíntese.
Eixo temático	Biodiversidade
Tema	Linguagens da vida
Tópico	Fatores que atuam no metabolismo
Habilidade	Identificar em experimentos fatores que atuam no metabolismo: temperatura, concentração de gases, luz, etc.
Detalhamento da Habilidade	Quantificar os efeitos de variáveis como temperatura, luz e/ou salinidade afetam o crescimento e/ou metabolismo em experimentos com plantas, microrganismos e pequenos animais.
3° ano – 3° bimestre	
Objetos do conhecimento	Ciclos biogeoquímicos
Eixo temático	Energia
Tema	Teia da vida

Tópico	Fatores que atuam no metabolismo
Habilidade	Reconhecer que os elementos químicos tais como carbono, oxigênio e nitrogênio ciclam nos sistemas vivos.
Detalhamento da Habilidade	Identificar que os materiais constituintes do corpo dos seres vivos retornam ao ambiente pelo processo de decomposição e voltam a fazer parte dos seres vivos através dos processos de fotossíntese e nutrição.
3° ano – 3° bimestre	
Objetos do conhecimento	Fundamentos de Ecologia. Fluxo de Energia no Ecossistema
Eixo temático	Energia
Tema	Teia da vida
Tópico	Fotossíntese
Habilidade	Fotossíntese como fonte primária de biomassa
Detalhamento da Habilidade	Reconhecer que a fotossíntese é um processo de transformação de energia luminosa em energia química a partir de gás carbônico e água, na presença de luz.
3° ano – 4° bimestre	
Objetos do conhecimento	Impactos Ambientais
Eixo temático	Energia
Tema	Teia da vida
Tópico	Populações humanas e seus desafios
Habilidade	Relacionar as condições socioeconômicas com saúde, educação, moradia, alimentação das populações humanas de diferentes regiões
Detalhamento da Habilidade	Analisar dados sobre destino do lixo, esgoto, tratamento de água e as condições de córregos, rios e a qualidade do ar; propor medidas para minimizar a produção de lixo nos ambientes; debater e opinar sobre medidas que podem ser tomadas para reduzir a poluição ambiental, distinguindo as de responsabilidade individual e as responsabilidades coletivas e de poder público.

3.5. Público-alvo

Tendo a BNCC e o CRMG norteando esse TCM, sugere-se que a sequência didática proposta nesta dissertação seja aplicada para o 1º ano do Ensino Médio, mesmo existindo conteúdos que transitem entre os três anos do ensino médio. A abordagem didática do ensino por investigação debate que o conhecimento seja aprendido e consolidado, a partir de conhecimentos prévios dos estudantes. Espera-se que o estudante, que desenvolver essa atividade no 1º ano, quando chegar ao 2º e 3º ano, tenha esses conceitos como conhecimentos prévios e consiga construir entendimentos. Com isso, essa sequência didática foi elaborada para ser desenvolvida, de forma remota, com alunos do 1º ano do Ensino Médio, de uma Escola Estadual, no Bairro União, município de Belo Horizonte/MG. A duração do trabalho será de, aproximadamente, três meses e utilizará oito aulas nesse período, mas durante a execução da atividade, o docente poderá sanar dúvidas e orientar sobre a montagem da composteira ou da mini horta. A escola está localizada em um bairro de classe média, mas não dispõe de estrutura de laboratórios. A maioria dos alunos possui aparelho celular, mas com acesso à internet bastante limitado.

O trabalho tem foco investigativo e favorece a participação ativa dos estudantes no próprio processo de aprendizagem, através da formulação de hipóteses montagem e execução de experimentos, análise de resultados e conclusões baseadas em evidências. Durante a pandemia, no ensino remoto, a adesão dos estudantes em atividades obrigatórias para aprovação foi baixa e, conseqüentemente, o aprendizado bastante comprometido. Por isso, a autora desenvolveu uma metodologia para que os estudantes realizem o experimento e consigam visualizar e explicar os diferentes resultados obtidos. Desta maneira, os objetivos do trabalho têm mais chances de serem alcançados.

Essa sequência didática também pode ser aplicada de maneira presencial com os estudantes dentro da escola e, ao longo desse TCM, haverá sugestões de como proceder, se esta modalidade for escolhida.

3.5.1. Visão da autora sobre o ensino de Biologia em sala de aula

A biologia, que estuda as diversas formas de vida, é uma disciplina ao mesmo tempo complexa e gratificante de ser trabalhada. Os estudantes, quando entendem as aplicações práticas do conteúdo e conseguem visualizá-las no dia a dia, sentem que o aprender faz sentido. Em sala de aula, há alunos que veem na educação um horizonte benéfico pra vida. Alguns alunos demonstram afinidade por uma determinada matéria, muitas vezes pela didática do professor que está lecionando. E é, nesse ponto, que o ensino por investigação proporciona um “terreno fértil” para ser trabalhado em sala de aula. A sala de aula das ciências da natureza carrega consigo elementos do fazer científico incorporados aos elementos que compõem o fazer didático. Isso leva a refletir sobre as práticas investigativas e argumentativas colocadas em prática pelo professor, para que o aluno tenha a curiosidade de solucionar problemas e ser o protagonista do próprio aprendizado.

A inclusão do ensino por investigação na sala de aula requer que os professores ajustem o seu papel, alterando a dinâmica das aulas. Isso implica que eles tomem novas decisões, corram riscos e quebrem a suas rotinas de forma a enfrentarem as novas dificuldades e dilemas. Há que se considerar que a realidade do ensino público no Brasil é muito distante do modelo teórico preconizado nas bases curriculares comuns. Em sala de aula, docentes enfrentam o desinteresse dos estudantes em aprender (muitas vezes, ocasionado pelo sistema de aprovação continuada, em que há a certeza da aprovação sem muitos esforços), a falta de suporte familiar na vida escolar, o déficit no acesso à alimentação de qualidade para o desenvolvimento cognitivo, a carga horária bastante reduzida para ensinar conceitos básicos de biologia, a desvalorização e desrespeito com a carreira de docente e estrutura física da escola ruim. Isso tudo, acrescido de vários outros pontos, faz com que ensinar (da maneira tradicional ou investigativa) seja um desafio ainda maior. Em todas as escolas públicas em que já lecionei, pouco, ou quase nada, é ensinado pelo método investigativo, seja pelo não conhecimento da abordagem pelos professores, ou por todas as dificuldades citadas acima.

3.6. Ensaios de campo

A autora desenvolveu, em suas próprias dependências, um estudo piloto em que testou a eficiência dos materiais sugeridos na atividade, como a garrafa PET para a confecção da composteira, as embalagens de iogurte para a mini horta, e testou também a semeadura de três hortaliças. O objetivo desse ensaio foi validar/aperfeiçoar o método científico apresentado na literatura, gerar dados que auxiliassem a preparação e a montagem do experimento e aumentar a capacidade de orientar os estudantes durante a execução de seus próprios experimentos. Além disso, esse ensaio subsidiou a formulação do cronograma em relação à duração, as etapas e número de aulas necessárias para a aplicação da atividade por outro docente. Os dados mostrados nesse trabalho servem como ilustração da metodologia e discussão de possíveis resultados observados pelos estudantes.

4. Sequência didática

Sequência didática (SD) é um tema de interesse da área de Educação, sendo tratada como instrumento de planejamento do ensino e também como objeto de pesquisa da prática docente (Giordan, 2011). O autor ainda diz que SD é entendida como instrumento de fortalecimento das relações entre a teoria veiculada nos cursos de formação de professores e as práticas desenvolvidas em sala de aula. Zabala (1998) define uma SD, como um “[...] conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos estudantes”. Assim, uma SD deve apresentar atividades pensadas e planejadas de acordo com o objetivo proposto, aprofundando o tema discutido.

Em breves palavras, uma sequência de ensino investigativa (SEI) é o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados. Essa concepção reforça a ideia do ensino por investigação como abordagem didática, pois denota o papel do professor como proponente de problemas, orientador de análises e fomentador de discussões, independente de qual seja a atividade didática proposta (Sasseron, 2015).

Uma SEI abrange um tópico do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico, e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (Carvalho, 2012).

Proposta didática para Biologia: Estudo sobre compostagem e mini horta doméstica, seus benefícios socioambientais e aplicação dos conceitos envolvidos por meio de uma sequência didática para alunos do Ensino Médio.

Público alvo: alunos do 1º ano do Ensino Médio.

Duração da sequência didática: 8 aulas (50 minutos cada).

Para cada aula será apresentado um conjunto de sugestões de conteúdo a serem trabalhados, além dos descritos na sequência didática. Adicionalmente, será indicado se há a possibilidade de abordar conteúdos multidisciplinares, tais como química ou matemática. A

Tabela 4-1 detalha os recursos a serem utilizados ao longo do experimento, considerando a possibilidade de o mesmo ser realizado tanto na modalidade remota quanto na presencial.

Tabela 4-1 – Recursos utilizados para o desenvolvimento da sequência didática

Recursos utilizados	
Modalidade Remota	Modalidade Presencial
computador, tablet ou celular, com acesso à internet e um diário de bordo (caderno, ou bloquinho de anotações), para anotações importantes sobre o experimento.	Um diário de bordo (caderno, ou bloquinho de anotações) para anotações importantes sobre o experimento.
Composteira: duas garrafas PET, matéria orgânica (descritas na aula 3), areia e folhas secas Mini horta: potinhos de iogurte, adubo gerado na fase da compostagem e sementes	

4.1. Roteiro – proposta didática

4.1.1. Aula 1 – Abordagem inicial

Assuntos trabalhados: O que é ser cientista? Como é fazer ciência? Explicações sobre o que é fazer ciência? O que é metodologia científica? Como está o uso e reaproveitamento dos recursos orgânicos?

A. Ensino remoto

Primeiro momento: O professor pedirá que os estudantes anotem no diário de bordo respostas para as seguintes questões: “O que é ser um cientista?”, “Como é fazer ciência?”, “Explicações sobre o que é fazer ciência?”, e abrirá discussões sobre o tema. Os estudantes e o professor se reunirão em uma sala do *Google Meet* e assistirão ao vídeo “O que é ser um cientista?”, do canal *On ciência* (2020), <https://www.youtube.com/watch?v=88FjedLz9DM>, acesso em 20/06/2022. Após o vídeo e as discussões, o professor poderá sintetizar todas as respostas, a exemplo do que está apresentado na Figura 4-1.



Figura 4-1 - Características de um(a) cientista.

Fonte: <https://g1.globo.com/ce/ceara/especial-publicitario/unifor/ensinando-e-aprendendo/noticia/2020/11/26/voce-sabe-o-que-e-preciso-para-se-tornar-uma-cientista.ghtml>. Acesso em 15/06/2022.

Segundo momento: É necessário que os alunos entendam a importância de um experimento investigativo e de seguir protocolos do método científico, em que as etapas são desenvolvidas em uma determinada sequência. Essas etapas compreendem a observação, a problematização, a formulação de hipóteses, a experimentação, a análise dos resultados e, por fim, a elaboração de uma teoria que busque justificar o fato observado. Para que os estudantes compreendam esse assunto, sugere-se que o professor apresente o vídeo “Método Científico” (Rogério Anton, 2016), <https://www.youtube.com/watch?v=eRDBggKy0js>, acesso em 15/06/2022 e peça para que os estudantes sintetizem, no diário de bordo, as principais ideias transmitidas pelo vídeo. Espera-se que surjam frases como “a ciência começa na observação do problema”, “experimentos são feitos para testar hipóteses”, “vários pesquisadores participam do processo - rede colaborativa”, “hipóteses precisam ser testadas”, “é preciso divulgar as ideias, publicar”, entre outras. O professor pode apresentar a Figura 4-2 como forma de ilustração das etapas do método científico.



Figura 4-2 – Etapas do método científico

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/metodo-cientifico.htm>. Acesso em 15/06/2022

B. Ensino presencial

Se a modalidade de aplicação desta atividade for a presencial, é necessário que a escola tenha à disposição uma sala de vídeo e acesso à Internet para que os alunos possam assistir os vídeos: “O que é ser um cientista?” (canal *On ciência*, 2020) e “Método Científico” (Rogério Anton, 2016). Em sala de aula, o primeiro e o segundo momento podem ser conduzidos igualmente como descrito para a modalidade remota. Para finalizar a atividade desta aula, os estudantes sintetizarão, no diário de bordo, as percepções em relação aos vídeos assistidos. As Figura 4-1 e Figura 4-2, apresentadas acima, também podem ser exibidas para síntese dos assuntos abordados.

4.1.2. Aula 2 – Introdução do assunto a ser trabalhado

Assuntos trabalhados: materiais possíveis para reciclagem; discussão acerca dos problemas advindos do descarte inadequado do lixo, locais de destinação do lixo. Assuntos trabalhados multidisciplinarmente com geografia: panorama dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e no mundo.

A. Ensino remoto

Primeiro momento: Iniciar a aula com a leitura do trecho da reportagem, apresentada por meio da Figura 4-3:



Figura 4-3 - Trecho da- reportagem "Até 2025, China quer reutilizar 60% do lixo doméstico".

Fonte: <https://veja.abril.com.br/saude/ate-2025-china-quer-reutilizar-60-porcento-do-lixo-domestico/>. Acesso em 15/06/2022

Em uma discussão pelo Google Meet, a seguinte pergunta pode ser levantada: Como reduzir ou reutilizar o lixo doméstico?

Incentivados pelo professor, espera-se que os estudantes se manifestem, escrevendo no chat e no diário de bordo, ideias como: separar para a reciclagem os resíduos inorgânicos, evitar o desperdício, ou também reutilizar a matéria orgânica.

Segundo momento: O professor apresenta a Figura 4-4 e discute-se sobre a ordem de prioridade no gerenciamento dos recursos sólidos. Esse TCM aborda a importância

da reciclagem de resíduos orgânicos, por meio da compostagem, gerando adubo que pode ser usado na agricultura ou em jardins e plantas.



Figura 4-4 - Prioridades Estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos

Terceiro momento: Os estudantes serão abordados com as seguintes perguntas: “É possível produzir adubo a partir dos restos de alimentos que antes seriam jogados fora? Como?” e “É possível cultivar horta na sua casa e utilizar o adubo produzido a partir dos restos de alimentos?”. Os estudantes se reúnem em salas separadas de quatro integrantes e discutirão/pesquisarão qual é a forma mais viável para que esta questão seja trabalhada e quais etapas são necessárias para restos de alimentos se transformem em adubo e, posteriormente, o cultivo de uma horta.

B. Ensino presencial

Nessa aula o professor pode escrever no quadro o título da reportagem apresentada na Figura 4-3 “Até 2025, China quer reutilizar 60% do lixo doméstico” e a ordem de prioridade no gerenciamento dos recursos sólidos, apresentada na Figura 4-4. Com isso, as discussões e as perguntas norteadoras do primeiro e do segundo momento podem acontecer como o descrito para o ensino remoto.

No terceiro momento, presencialmente, os estudantes se organizarão em grupos de quatro integrantes e também receberão a pergunta: “É possível produzir adubo a partir dos restos de alimentos que antes seriam jogados fora? Como?” e “É possível cultivar horta

na sua casa e utilizar o adubo produzido a partir dos restos de alimentos?”. Eles discutirão e pesquisarão sobre as possibilidades, a viabilidade, os processos envolvidos na transformação de restos de alimentos em adubo e, por fim, sobre o cultivo de uma horta utilizando o produto das etapas anteriores.

4.1.3. Aula 3 – Questão norteadora, nuvem de palavras e discussão sobre a montagem das composteiras

Assuntos trabalhados: processo de decomposição da matéria orgânica e organismos decompositores (fungos e bactérias); fatores bióticos e abióticos do ambiente; Lei de Conservação da matéria. Multidisciplinarmente com a disciplina Química: elementos químicos presentes na matéria orgânica.

A. Ensino remoto

Primeiro momento: Baseados na discussão da aula anterior, e suportado pela plataforma *Google Meet*, introduz-se a questão norteadora principal: “O que você entende por compostagem?”.

Em seguida, o professor enviará aos alunos o link do aplicativo *Mentimeter*, o qual deverá ser acessado para que as respostas à pergunta norteadora sejam inseridas, individualmente, pelos próprios alunos. Este processo resultará uma “nuvem de palavras”, que permitirá ao professor promover uma ampla discussão sobre tópicos relativos aos termos que apareceram com maior frequência.

A Figura 4-5 apresenta um exemplo de “nuvem de palavras” relacionada à questão norteadora “O que você entende por compostagem?”.

O que você entende por compostagem?



Figura 4-5 – Nuvem de palavras sobre o entendimento do termo "compostagem"

Fonte: Produção própria.

A compostagem é uma técnica utilizada para obter a estabilização da matéria orgânica, de forma rápida e eficiente. Ela tem sido destacada por ser um tipo de medida eficaz, que contribui para a redução do volume total do lixo e no seu aproveitamento (Ribeiro & Lima, 2007).

As perguntas a seguir servem de base para os questionamentos sobre compostagem e cultivo de horta pelos estudantes. A partir das respostas, o professor estimula a formulação de hipóteses pelos estudantes e a montagem do experimento. Ao final do experimento, estas perguntas, juntamente com outras que se encontram na aula 4.1.6, serão apresentadas para interpretação dos dados, reflexão sobre os resultados e conclusões da atividade. É importante lembrar que essas questões são exemplificativas e sua construção foi formulada pela autora para orientar a condução da atividade, em caso de necessidade ou de baixa participação, e envolvimento dos estudantes.

- É possível cultivar horta na sua casa e reaproveitar os restos de alimentos que antes seriam jogados fora? Como?
- Qual proporção de adubo/terra gerará **maior crescimento**? Alguma proporção poderá ser prejudicial? Se sim, porque?
- Todas as plantas se desenvolverão da mesma forma? Comente.
- Quais **hipóteses e/ou previsões** você formularia para justificar o crescimento não uniforme das plantas?

- Os **tempos** de germinação e a **velocidade** de crescimento das plantas serão os mesmos entre as amostras?
- Qual proporção de adubo/terra gerará **maior crescimento**? Alguma determinada proporção poderia ser prejudicial para o cultivo da horta? Se sim, justifique?

O professor poderá instigar os alunos a analisarem o uso de hortaliças na sua casa e planejarem construir hortas para abastecer sua casa pelo menos uma vez no mês e, conseqüentemente, não precisar comprar essas plantas. Se você expandir sua horta, conseguirá vender o excedente. Feita esta reflexão, novas perguntas podem servir para estimular ainda mais o envolvimento dos alunos com o tema:

- Como esse experimento poderia gerar renda para seu núcleo familiar?

Na seqüência, o professor poderá também retomar a discussão sobre o ritmo crescente da produção de resíduos, superior ao crescimento populacional. Os materiais que serão utilizados na composteira, antes, iriam para o lixo. Baseados nessa reflexão, os estudantes podem responder a seguinte questão:

- Qual é o impacto social dessa atividade? E o impacto ambiental?

O aprendizado de biologia se torna mais dinâmico quando é possível observar processos cotidianos de maneira prática. Finalizando as perguntas para os estudantes e tendo em vista a abordagem do ensino investigativo, eles poderão responder:

- Quais os conceitos de biologia que você acredita estarem envolvidos nesse experimento?
- “Fazer ciência” é observar os fenômenos e produzir conclusões. Quais conclusões você espera chegar com esse experimento?
- “Fazer ciência” é difícil? Por quê?

Segundo momento: Após acordado que a compostagem é uma forma viável de se reduzir a quantidade de resíduos jogados no lixo, e que esse processo pode gerar adubo de qualidade, o professor proporá que os estudantes façam pesquisas na Internet, ou na biblioteca, objetivando identificar qual a melhor forma de montagem de uma composteira caseira. Para que haja a viabilidade da confecção da composteira, é necessário que os materiais escolhidos sejam de baixo custo e de fácil acesso. Neste contexto, a abordagem investigativa se materializa a partir do momento em que a interação entre “professor, aluno,

materiais e informações” oportuniza o protagonismo do aluno na atividade, permitindo a sua expressão intelectual gerando autonomia no processo de aprendizagem (Sasseron, 2015).

No ensaio de campo, a composteira foi feita a partir de garrafas PET, como mostrado na Figura 4-6. Este é um exemplo de material apropriado e viável para a realização da viabilidade do experimento junto dos alunos. Nada impede, entretanto, que outros materiais com dimensões semelhantes sejam identificados e utilizados pelos alunos. Ressalta-se que uma eventual variabilidade na construção da composteira (material utilizado, formato, etc.) poderá ser uma rica fonte de questões a serem discutidas entre o grupo. Em casa, cada discente construirá a sua própria composteira. Para a confecção, será recomendada a utilização de duas garrafas PET, areia, folhas secas, terra e restos de alimentos (frutas, legumes e verduras).



Figura 4-6 - Montagem da composteira.

Fonte: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=56962>. Acesso em 15/06/2022.

O experimento que a autora realizou em suas próprias dependências é um caso único, pois, além dos fatores abióticos, carrega consigo o material orgânico que foi decomposto na composteira, que reflete o hábito alimentar de um determinado grupo familiar. Conseqüentemente, cada composteira desenvolvida pelos estudantes em suas residências terá materiais (nutrientes) mais comuns naquela dieta familiar. É necessário discutir sobre “o que pode” e “o que não pode” ser disposto na composteira, elencando restos de alimentos provenientes de perguntas como: “Pode ir cascas de frutas e legumes?”, ‘E

frutas cítricas?”, “Alimentos cozidos?”, “Carne?”, “Alimentos oleosos, etc.?” podem ser feitas aos estudantes.

Outros fatores devem ser levados em consideração na montagem de cada composteira: o tempo de maturação do composto, a umidade, a forma de montagem da composteira, a terra que foi utilizada para montagem (pode, originalmente, ser mais ou menos rica em nutrientes) e, a exposição ao sol, dentre outros. Essas variações, fazem com que cada experimento seja único e o resultado poderá, com grandes chances, ser diferente. Não significa que haja um erro no método, pelo contrário, é a combinação de fatores não controlados que decorrem da própria natureza da proposta deste TCM. Essas variações podem beneficiar discussões sobre as vantagens do método de ensino investigativo.

A Tabela 4-2 apresenta exemplos de tipos de restos de alimentos que podem ou não participar do processo de compostagem. Os dados da tabela foram computados pela professora utilizando diferentes fontes, e servirá de referência para os estudantes.

Tabela 4-2 -Materiais que podem ou não podem participar do processo de compostagem

PODE ser disposto na composteira	NÃO PODE ser disposto na composteira
frutas, legumes e verduras (inclusive estragados)	carnes de qualquer espécie
saquinhos de chá, erva de chimarrão, borra de café (e o filtro usado) e de cevada	frutas cítricas (limão, laranja e outros), alho, cebola, derivados do trigo, arroz e nozes pretas
palhas, folhas secas, serragem, gravetos (quebre-os em pequenos pedaços), podas de jardim	papel higiênico usado, fezes de animais domésticos
papeis (papel toalha, guardanapos de papel, papel de pão) desde que não tenham tinta e química envolvida	serragem de madeira tratada (se for madeira envernizada ou quimicamente tratada), carvão vegetal
estercos (boi, de porco e de galinha, mas somente utilizar se tiverem sido curtidos).	alimentos com temperos, sal e conservantes
cascas de ovo	laticínios, óleos, gorduras
grãos e sementes	plantas doentes

Fonte: Tabela de autoria própria

Há controvérsias sobre os alimentos cozidos. Algumas fontes dizem que podem ser em pequena quantidade, outras dizem que não podem. Optou-se por não incluir na tabela, haja vista a falta de consenso.

B. Ensino presencial

Primeiro momento: baseados na discussão da aula anterior, o professor escreve no quadro a questão norteadora principal: “O que você entende por compostagem?”. Em seguida, explica o que é uma nuvem de palavras e anota, no quadro, os principais termos levantados pelos estudantes.

Após debatidas as questões relacionadas aos o problemas do lixo, e introduzido o assunto “reaproveitamento de matéria orgânica e compostagem”, pede-se que os estudantes formulem e redijam hipóteses em uma folha para entregar para o professor, que as guardará. As hipóteses serão lidas e, ano final do experimento, serão discutidas com a turma. Na aula 4.1.6, serão devolvidas aos estudantes para interpretação dos dados, reflexão sobre os resultados e conclusões da atividade.

Segundo momento: Nesta modalidade, os estudantes pesquisarão (na internet ou na biblioteca) e, posteriormente, discutirão sobre a melhor forma da montagem da composteira (qual material é mais viável). Sugere-se que a sala seja dividida em duplas para que um integrante fique responsável pelos materiais da montagem da composteira e o outro pela matéria orgânica que será utilizada no processo de compostagem. Ressalta-se a necessidade de discutir sobre que tipo de resíduo pode e o que não pode ser usado na composteira, baseados na Tabela 4-2. Escolhidos os materiais e divididas as tarefas entre a dupla, agenda-se a próxima aula, na qual serão montadas as composteiras.

4.1.4. Aula 4 - Montagem das composteiras

Assuntos trabalhados: produção de adubo; ciclo biogeoquímico; fluxo de energia e ciclagem de compostos químicos nos ecossistemas; fatores influenciadores da degradação da matéria orgânica e da qualidade do composto. Multidisciplinarmente com química: conceito de pH e compreensão das reações químicas que ocorrem durante o processo de decomposição; relação C/N.

A. Ensino remoto

Primeiro momento: A primeira etapa dessa atividade é a montagem da composteira. Na Figura 4-6, não há a presença das folhas secas, mas, segundo Penteadó (2015), o processo de compostagem domiciliar em garrafas PET necessita de terra e folhas secas para ocorrer de maneira apropriada (maiores temperaturas, produção de chorume no período mais adequado, menor exalação de odores e inibição de desenvolvimento de larvas de moscas). A adição de folhas secas tende a deixar a mistura mais fofa e aerada, reduz a produção do chorume e acrescenta carbono ao processo. O chorume produzido é denominado biofertilizante, e pode ser utilizado como adubo líquido ou pesticida natural.

Para a confecção, serão necessárias duas garrafas PET, areia, folhas secas, terra, restos de alimentos (ver Tabela 4-2) e uma meia fina. Todas as etapas do processo serão executadas em suas próprias casas e deverão ser devidamente documentadas e fotografadas. A meia fina é necessária para impedir que animais entrem na composteira e influenciem o processo de decomposição. É necessário que se façam pequenos furos na tampa para que o chorume escorra, como demonstrado na Figura 4-7. Uma garrafa PET é cortada ao meio para armazenamento do chorume e, sobre ela, a garrafa cuja tampa contém os furos.



Figura 4-7 - Garrafas PET usadas na composteira, modo de furar e posicionamento das garrafas

Segundo momento: Acondicionamento dos materiais a serem decompostos. A montagem da composteira é um momento importante, pois vários fatores podem influenciar

no processo de decomposição. Os alunos anotarão as condições abióticas em que a composteira está localizada, para discutir sobre as influências de fatores externos no processo de decomposição.

A montagem da composteira é uma das etapas mais importantes do processo, pois vários fatores podem influenciar no processo de decomposição. Os alunos pesquisarão sobre como montar a composteira e quais os fatores influenciadores no processo de decomposição. Discute-se com os alunos se a composteira pode ou não ficar exposta ao sol, com perguntas como: “Faz alguma diferença a composteira ficar exposta ao sol, ou ser mantida à sombra?”, “A temperatura pode influenciar no resultado do processo de compostagem, ou seja, no produto gerado?”, “Considerando que a decomposição é feita por microrganismos, as diferenças de temperatura podem impactá-los?”. Os alunos anotarão as condições abióticas relativas ao local em que a composteira está acondicionada. Em virtude da existência de microrganismos, esse processo libera energia na forma de calor, elevando naturalmente a temperatura da compostagem. Por isso, é necessário que a composteira seja acondicionada em local arejado e sombreado, pois, em excesso, a temperatura pode comprometer os microrganismos, acelerar o processo de decomposição e resultar em um desequilíbrio suficiente para invalidar todo o experimento.

Vários fatores podem influenciar o tempo de degradação da matéria orgânica e a qualidade do composto gerado. Segundo o Manual da FUNASA (2009), esses fatores podem ser: microrganismos, temperatura, umidade, aeração, granulometria dos grãos (quanto menor for o tamanho da partícula, maior será a superfície de exposição ao oxigênio), relação carbono/nitrogênio (C/N) e pH da composteira.

A relação carbono/nitrogênio (C/N) da matéria-prima a ser compostada é um importante fator para a velocidade do processo. A relação C/N considerada ideal para iniciar o processo está na faixa de 25/1 a 35/1. Se a relação não for esta, significa que o tempo de compostagem poderá ser maior (relações acima de 40/1 tornam o processo lento). Quando a relação for muito baixa, é necessário introduzir materiais ricos em carbono para melhorar a relação (FUNASA/2009). Materiais com alto grau em carbono fornecem matéria orgânica e energia para o processo e são encontrados nos restos vegetais, tais como as cascas de árvores, folhas e palhas. Já os materiais ricos em nitrogênio são necessários para o crescimento microbiano e são encontrados nas folhas verdes, esterco, camas animais, tortas vegetais, etc (Oliveira, 2008). De forma genérica, os materiais vegetais frescos e verdes



tendem a ser mais ricos em nitrogênio do que os materiais secos e acastanhados, que tendem a ter mais carbono em sua composição. O resultado, normalmente, é um composto escuro e de textura turfa, utilizado como condicionador de propriedades físicas e biológicas do solo; um composto fertilizante que fornece os nutrientes essenciais para o suprimento das plantas (Oliveira, 2008). O professor de química poderá trabalhar a relação C/N e qual a importância dessa proporção para o processo de decomposição.

Após a montagem das composteiras, os alunos deverão aguardar o tempo necessário (aproximadamente 5 semanas) para o material se decompor e formar o adubo que será utilizado na próxima etapa.

Os materiais utilizados pela autora, no ensaio de campo, foram cascas de frutas e legumes, como mostrado na Figura 4-8.

Figura 4-8 -Materiais a serem acondicionados na composteira para a decomposição

A intensidade da decomposição está relacionada à superfície específica do material a ser compostado, sendo que, quanto menor a granulometria das partículas, maior será a área que poderá ser atacada e digerida pelos microrganismos, acelerando o processo de decomposição. Por outro lado, a área não pode ser muito pequena para evitar a compactação e comprometer a aeração (Valente *et al.*, 2009). É interessante picá-los em áreas de aproximadamente três por três centímetros. Para Kiehl (1985), as dimensões das partículas devem ter entre um e cinco centímetros. Nessa etapa, pode-se levantar questões para os estudantes como: “Você acredita que haverá diferenças no resultado do composto e na velocidade da decomposição da matéria se os materiais forem grandes ou pequenos?”. A Figura 4-9 mostra os materiais orgânicos já acondicionados na composteira.



Figura 4-9 - Materiais acondicionados na composteira

No experimento de campo, os materiais demoraram cerca de 40 dias para se decompor e formar o adubo que foi utilizado na próxima etapa.

Observe na Figura 4-10 que o chorume líquido pinga continuamente. Na garrafa de baixo, o líquido que se acumula também pode ser usado como adubo, mas tem que ser diluído em água, por ser muito ácido. O chorume deve ser diluído para sua utilização como biofertilizante em jardins, vasos e hortas. A proporção para diluição é de 10 a 15 litros de água para cada 01 litro do biofertilizante (Prefeitura de São Paulo, 2015).

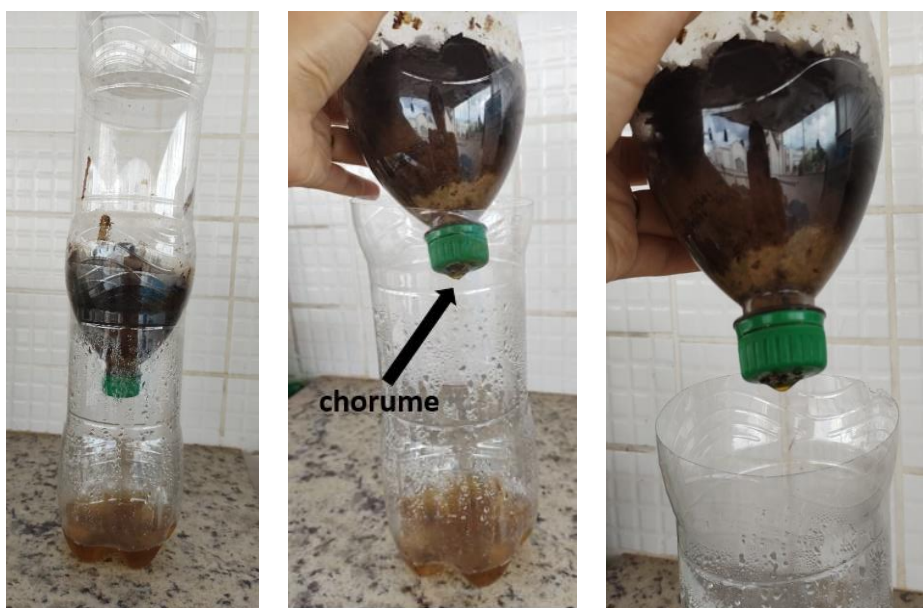


Figura 4-10 - Chorume pingando da composteira

O processo de compostagem, utilizado neste experimento, deu origem a um adubo úmido (massa pastosa) e ao chorume propriamente dito.

Terceiro momento: é necessário que o adubo úmido seque. O resultado será um aglomerado duro e que necessita ser macerado, de modo que se torne grãos finos, como mostrado na Figura 4-11.



Figura 4-11 - Parte mineral do adubo

Com o composto em mãos, os estudantes terão a possibilidade de executar a próxima etapa da atividade, que é a montagem da mini horta. Os estudantes poderão descrever, no diário de bordo, o que foi colocado de material orgânico, o local em que foi armazenado (relatando a intensidade da exposição ao sol), qual a aparência do composto e como foi a experiência da produção do adubo. Serão incentivados a registrarem, por meio de fotos, a composteira em vários estágios do processo.

B. Ensino presencial

Primeiro momento: A primeira etapa dessa atividade é a montagem da composteira. Para que haja a viabilidade da confecção da composteira por todos os estudantes, é interessante que seja acordado por um material de baixo custo e fácil acesso. Nessa atividade, sugere-se que a composteira seja feita com garrafas PET, como mostrado na Figura 4-6, podendo ser substituída por outros materiais.

Tendo como base a Tabela 4-2, as seguintes perguntas podem ser feitas aos estudantes.: “Podem ir cascas de frutas e legumes?”, “E frutas cítricas?”, “Carne?”, “Alimentos oleosos?”

Segundo momento: Posteriormente, os alunos pesquisarão sobre como montar a composteira e quais os fatores influenciadores no processo de decomposição. Previamente, em sala de aula, discute-se com os alunos se a composteira pode ou não ficar exposta ao sol, com perguntas como: “Faz alguma diferença a composteira ficar exposta ao sol, ou ser mantida à sombra?”, “A temperatura pode influenciar no resultado do processo de compostagem, ou seja, no produto gerado?”, “Considerando que a decomposição é feita por microrganismos, as diferenças de temperatura podem impactá-los?”.

Feita a discussão em sala de aula, o professor, juntamente com a direção da escola, escolherá um local arejado e sombreado na escola para acondicionar as composteiras. É importante que no local não transite muitas pessoas para que evitar eventuais danos ao experimento, como esbarrões e derrubada do conteúdo no chão. Espera-se que todas as composteiras recebam as mesmas influências abióticas, mas, se não for o caso, cada estudante anotará as condições, diferentes condições percebidas em seu diário de bordo, do local de armazenamento da sua composteira. É necessário identificá-las com o nome dos alunos.

As anotações são importantes pois os resultados dos estudantes podem ser diferentes e os dados fornecem informações para futuras discussões.

Sugere-se que a composteira seja construída como a da Figura 4-6, ou avalia-se a viabilidade das sugestões trazidas pelos estudantes. Posteriormente, os alunos, com o auxílio do professor, montarão as composteiras. Após a montagem, os alunos deverão aguardar o tempo necessário (aproximadamente 5 semanas) para o material já disposto se decompor e formar o adubo que será utilizado na próxima etapa.

Terceiro momento: O professor avaliará os resultados da compostagem e discutirá as próximas etapas com os estudantes. Pode-se tomar como base o ensaio de campo realizado pela autora.

4.1.5. Aula 5 - Montagem da mini horta

Assuntos trabalhados: qualidade nutricional do solo; solo e nutrição vegetal; bactérias de solo e a nutrição mineral; fungos e nutrição vegetal; fotossíntese; órgãos vegetais; sementes; multidisciplinarmente com química: componentes dos fertilizantes usados pelos agricultores; multidisciplinarmente com geografia: tipos de solos e usos para atividades humana; multidisciplinarmente com matemática: proporções e construções de tabelas e gráficos dos resultados.

A. Ensino remoto

Primeiro momento: Iniciar a aula, pelo *Google Meet*, com a seguinte pergunta norteadora: “Sabemos que para a planta realizar a fotossíntese é necessário água, luz e gás carbônico. Vocês acreditam que o substrato em que ela está inserida pode afetar seu desenvolvimento?”

Pedir para que os estudantes escrevam no diário de bordo a pergunta acima e a resposta inicial.

Em seguida, mostrar a Figura 4-12 - Altura média de plantas de graviola sob diferentes substratos. Figura 4-12 e pedir para que reescrevam a resposta, caso mudem de ideia.



Figura 4-12 - Altura média de plantas de graviola sob diferentes substratos. Influência de substratos na formação de porta-enxerto de gravioleira (*Annona muricata* L.), 2004

Fonte: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/jfn89v5Q89NTBwRJhGBhLwx/?lang=pt#>. Acesso em 16/06/2022

Com isso, os estudantes podem formular e anotar hipóteses sobre como o substrato afeta o desenvolvimento da planta.

Segundo momento: Para permitir que os estudantes possam avaliar os potenciais benefícios da compostagem, seriam incentivados a formularem hipóteses sobre como testar se, realmente, as plantas crescem melhor com a adição de adubos. O professor-pesquisador poderia levantar questões para que os alunos sejam instigados, a partir de conhecimentos prévios, a refletir sobre o experimento e avaliar os potenciais benefícios da compostagem. A autora formulou as perguntas a seguir para orientar os professores na condução da atividade, em caso de necessidade ou de baixa participação e envolvimento dos estudantes

- Você acredita que haverá diferença no crescimento das plantas, em diferentes substratos?
- Qual hipóteses e/ou previsões você desenvolveria?
- Os tempos de germinação e as velocidades de crescimento das plantas podem ser diferentes entre os tratamentos?
- Será que o crescimento é igual em um substrato que contenha só terra e um que tenha só adubo?
- Será que há alguma proporção que possa ser prejudicial para o crescimento das plantas?

Por fim, o professor apresentaria a seguinte pergunta para nortear a montagem da mini horta:

- Qual a melhor forma de testar se há diferenças no crescimento das plantas?

O professor também incentivaria os estudantes a formular hipóteses sobre como testar o adubo produzido a partir de suas próprias composteiras:

- Como testar esses substratos?

O professor poderia sugerir que, para testar essas hipóteses, seria interessante fazer cultivo de hortaliças em diferentes proporções de terra x adubo.

Para nortear o trabalho remoto, a autora realizou o ensaio de campo em que testou os diferentes tipos de substratos. Foram utilizadas cinco embalagens de iogurte, sementes, adubo e terra, com proporções de terra x adubo diferentes, sendo:

- 100% terra;
- 70% terra + 30% adubo;
- 50% terra + 50% adubo;
- 30% terra + 70% adubo;

- 100% adubo.

Outras proporções podem ser consideradas a fim de simplificar a dinâmica, por exemplo, 100% terra, 50% terra + 50% adubo e 100% adubo. A turma pode discutir de qual maneira ficará mais evidente o resultado do experimento e os benefícios/prejuízos da escolha por uma ou outra quantidade de amostras.

Os recipientes que serão utilizados para o cultivo da mini horta podem ser discutidos com os estudantes, entretanto, ressalta-se a necessidade de empregar um material com proporções que suportem a quantidade de adubo gerado. No ensaio de campo, o adubo gerado na garrafa PET foi suficiente para preenchimento de embalagens de iogurte, nas cinco diferentes proporções já mencionadas. Há de se considerar que o volume inicial da matéria orgânica diminui ao término do experimento, quando se forma o adubo. Por isso, se o material escolhido para a composteira for a garrafa PET, esta não poderá ser escolhida para o cultivo da mini horta pois o adubo terá que ser dividido em, pelo menos, três amostras, sendo que uma delas receberá a proporção de 100% adubo. Se as dimensões da composteira forem equivalentes à de uma garrafa PET, pode-se sugerir aos estudantes que o cultivo da mini horta seja feito em embalagens de iogurte, ou de margarina de 250 g, ou outras com dimensões similares.

Terceiro momento: Após escolhido o material, o professor advertiria os estudantes para que a terra usada nessa etapa fosse oriunda do mesmo local da terra utilizada na montagem da composteira. Esta recomendação visa evitar que substratos obtidos em locais diferentes possam influenciar o resultado do experimento, o que dificultaria a realização de uma comparação equânime dos resultados. O professor poderá também sugerir que os estudantes realizem o experimento utilizando um substrato mais “pobre”, por exemplo, mais arenoso, pois há uma tendência de não conter muitos nutrientes e microrganismos. Considerar a possibilidade de que seja utilizada terra proveniente de um solo humoso (possivelmente rica em nutrientes e potencialmente mais apropriada para a agricultura), de maneira que o experimento poderá não evidenciar diferenças significativas entre as diferentes proporções de terra e adubo. O docente instruiria os estudantes a anotarem no diário de bordo de onde foi feita a retirada da terra, o que continha nela e quais eram suas características.

Nessa etapa, pode-se pedir ao professor de matemática que oriente as proporções de terra e de adubo que serão utilizadas na atividade.

No ensaio de campo, as embalagens foram primeiramente preenchidas com adubo, como mostrado na Figura 4-13. Cada embalagem recebeu a seguinte proporção: embalagem 1 (100% terra), embalagem 2 (70% terra + 30% adubo), embalagem 3 (50% terra + 50% adubo), embalagem 4 (30% terra + 70% adubo) e embalagem 5 (100% adubo).



Figura 4-13 - Preenchimento de embalagens com adubo

Alerte os estudantes sobre a importância de identificar o conteúdo das embalagens, como mostrado na Figura 4-14.

A proporção pode ser escrita em um pedaço de fita crepe e colado na própria embalagem, ou escrita com caneta permanente, para evitar o risco de perda das referências.



Figura 4-14 - Identificação das embalagens

O volume das embalagens foi completado com terra e, por fim, o conteúdo foi misturado, de modo que cada pote tenha adubo e terra distribuídos uniformemente. As sementes utilizadas no experimento foram almeirão, alface crespa e rúcula, mas poderiam ser outras tais como de hortelã, cebolinha, salsinha. O importante, sob a ótica da eficácia do experimento, é observar a estação do ano em que a atividade está sendo desenvolvida. Há

sementes que germinam preferencialmente em determinada estação do ano, instruções de plantio e cultivo que podem ser observadas nos envelopes de sementes, quando adquiridas. Previamente, algum aluno pode se oferecer para pesquisar sobre as melhores sementes para a época. Outra questão a ser definida, a critério da turma, é a padronização do tipo de hortaliça a ser cultivada. Espera-se que as plantas se desenvolvam em até 25 dias.

Os fatores abióticos variarão em cada residência e, se escolhida apenas uma variedade, o resultado do trabalho tende a demonstrar a melhor proporção adubo x terra para a hortaliça.

Os alunos serão orientados a, regularmente, irrigar suas plantas e pesquisar sobre a quantidade de luz necessária para que a hortaliça escolhida se desenvolva melhor, de modo que as deixem mais ou menos expostas ao sol. É importante que sejam as mesmas quantidades de água, luz e temperaturas em todas as embalagens. No trabalho de campo, a autora regou as mudas todos os dias com o equivalente a uma colher de chá de água. A Figura 4-15 mostra o plantio de alface crespa.



Figura 4-15 - Plantio de alface crespa no pote.

Quarto momento: A autora desenvolveu a Tabela 4-3 para que os estudantes assumam o compromisso de, semanalmente, registrarem os resultados visualizados, visando aumentar o engajamento dos alunos nas atividades remotas. A autora sugere que a ferramenta digital usada para anotar o desenvolvimento semanal das plantas seja *Google Planilha*, no qual uma planilha eletrônica única pode ser criada, e os estudantes são cadastrados como colaboradores e editores da tabela. É interessante que alguns fatos observados sejam também registrados, tais como: surgimento de insetos que prejudicaram o crescimento das plantas,

desidratação das plantas caso tenham ficado muitos dias sem receber água, eventual crescimento simultâneo de outras plantas, e outras informações que julgarem relevantes para serem discutidas ao término da atividade. Também serão incentivados a registrarem, por meio de fotos, o crescimento das plantas, para divulgação dos resultados para a comunidade escolar.

Os alunos classificarão o crescimento das plantas de cada embalagem em uma escala de 0 a 5, sendo 0 (não cresceu nada) e 5 (a planta está grande e com muitos ramos).

Tabela 4-3 - Observações semanais realizadas pelos alunos sobre o crescimento das plantas

	100% terra	70% terra + 30% adubo	50% terra + 50% adubo	30% terra + 70% adubo	100% adubo	Observações
semana 1						
semana 2						
semana 3						
semana 4						
semana 5						
semana 6						

No início da atividade, os estudantes terão pouca consciência do desenvolvimento das plantas. Por isso, essa escala de 0 a 5 é comparativamente com a semana anterior. Por exemplo: se na semana 2 a planta já cresceu e ele classificou como 4, na próxima semana ela continua crescendo e ele quer atribuir 4 novamente, o estudante pode reclassificar a semana anterior como 3 e atribuir 4 para a semana 3. Mas, se a planta parou de crescer, a nota de uma semana será mantida na semana seguinte.

Espera-se que as plantas se desenvolvam em até 25 dias. Os alunos serão orientados a, regularmente, irrigar as plantas. É importante sempre ressaltar que sejam as condições de água, luz e temperaturas em todos os potinhos sejam as mesmas. Anotarão no diário de bordo o volume de água e qual frequência com que a água foi adicionada às plantas. Também fotografarão, descreverão o local onde os potinhos foram colocados e a temperatura do ambiente no dia (essa informação pode ser obtida em sites de previsão do tempo).

É necessário que os alunos entendam que um experimento investigativo segue o método científico, em que as etapas são desenvolvidas em uma determinada sequência. Essas etapas vão desde a observação, a problematização, a formulação de hipóteses, a experimentação, a análise dos resultados e, por fim, uma teoria para o fato observado

B. Ensino presencial

Para iniciar essa etapa da atividade, é necessário que o professor, juntamente com a direção da escola, reserve um local na escola para acondicionar os experimentos. Mas, diferentemente da etapa anterior (montagem da composteira), deverá haver a incidência de luz na quantidade necessária para a hortalíça escolhida.

O roteiro das atividades nessa modalidade é similar ao remoto. As perguntas norteadoras podem ser escritas no quadro e os estudantes responde-las no diário de bordo.

Nesta modalidade, a anotação dos resultados relativos ao desenvolvimento das plantas, pode ser desenvolvida com os alunos. Com o auxílio do professor de matemática, pode ser formulada a melhor maneira de acompanhar esse crescimento. Espera-se que os estudantes sugiram o desenvolvimento de uma tabela, o registro fotográfico, a medição (em centímetros) do crescimento, entre outras possibilidades.

Para possibilitar melhor acompanhamento e padronização do experimento, um estudante pode ser designado a ficar responsável pela irrigação diária das mudas, instruindo-o para que ele coloque o mesmo volume de água em todos os experimentos. Pode-se padronizar um pote, ou colher, para essa finalidade.

4.1.6. Aula 6 - Apuração dos resultados, discussão e conclusões do experimento

Assuntos trabalhados: conceitos de ecologia.

A. Ensino remoto

Primeiro momento: Nessa etapa da atividade, o professor e os discentes se reunirão novamente no *Google Meet*, discutirão sobre o experimento e responderão ao questionário a seguir para comprovação das hipóteses inicialmente levantadas na aula 3. As questões levantadas serão apresentadas para interpretação dos dados, reflexão sobre os resultados e conclusões da atividade:

- É possível cultivar horta na sua casa e reaproveitar os restos de alimentos que antes seriam jogados fora? Como?
- Todas as plantas se desenvolveram da mesma forma? Comente;
- Quais **hipóteses e/ou previsões** você formula para o crescimento não uniforme das plantas?
- Os **tempos** de germinação e as **velocidades** de crescimento das plantas foram diferentes entre os tratamentos? Comente;
- Qual proporção de adubo/terra gerou **maior crescimento**? Alguma proporção foi prejudicial? Comente.
- Como esse experimento pode gerar renda para seu núcleo familiar?
- Qual o impacto social dessa atividade? E o impacto ambiental?
- Quais conceitos de biologia você aprendeu?

Segundo momento: Após o término da atividade, os alunos serão incentivados a replantarem as hortaliças em vasos maiores, para que se desenvolvam mais.

B. Ensino presencial

As questões formuladas na aula 2 e anotadas no diário de bordo, serão discutidas nessa etapa. Sugere-se que o professor utilize também as questões da aula 6, da modalidade remota, para enriquecer o debate.

Cada estudante será incentivado a levar suas plantas para a casa, e as replantarem em vasos maiores para que se desenvolvam mais.

4.1.7. Aula 7 - Desenvolvimento do “post” e divulgação dos conteúdos assimilados

Assuntos trabalhados: divulgação de assuntos científicos

A. Ensino remoto

Para finalizar a atividade, cada estudante desenvolverá um “*post*”, no aplicativo *Canva*, sobre os assuntos trabalhados durante a atividade. Enviará para o professor para avaliação do conteúdo e, em seguida, deverá postar em suas redes sociais, mencionando a escola e o professor. Com isso, a divulgação das informações discutidas e aprendidas terá maior abrangência na comunidade escolar, e estará em consonância com a “Competência Específica 03” e com os objetos do conhecimento, em relação ao Método Científico, do CRMG do 1º ano do Ensino Médio, em que diz:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e **comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).**

B. Ensino presencial

Os estudantes também desenvolverão um informativo sobre os conhecimentos adquiridos nessa atividade. Nesse caso pode ser no formato de cartolina ou maquete, para ser apresentado para a comunidade escolar no dia da feira de ciências. É interessante, para escolas que tenham *Instagram*, a publicação das imagens dos cartazes nesse meio digital. Essa rede social tem ampla abrangência entre os adolescentes, com isso, também cumprirá a competência do CRMG citada acima.

4.1.8. Aula 8 - Questionário sobre o aproveitamento da atividade (Anexo 1)

A. Ensino remoto

A avaliação do estudante será feita ao longo do processo de aprendizagem, pela participação em todas as etapas do experimento didático, pelo “post” confeccionado e pelo questionário final (Anexo 1 - Auto avaliação dos estudantes). Esse questionário pode ser desenvolvido a partir do *Google Forms*, plataforma que pode ser facilmente acessada pelos alunos, e dispõe de outras facilidades para consolidação das respostas e averiguação do aproveitamento da atividade pela turma.

B. Ensino presencial

O formulário do Anexo 1 - Auto avaliação dos estudantes poderá ser impresso e distribuído para ser respondido fisicamente pelos alunos. Posteriormente, o professor compila as respostas e averigua o aproveitamento da atividade pela turma.

4.2. Cronograma

O cronograma proposto na Tabela 4-4 foi desenvolvido levando em consideração o tempo (dias) transcorrido após o início da atividade. O professor terá condições de planejar as aulas baseado na tabela apresentada.

Tabela 4-4 - Cronograma proposto para o desenvolvimento da atividade. Dias após o início da atividade.

Aula	Dia	Ações
1	1	Abordagem inicial: O que é fazer ciência? O que é metodologia científica? Como está o uso e reaproveitamento dos recursos orgânicos?
2	2	Introdução do assunto a ser trabalhado
3	3	Questão norteadora, nuvem de palavras e discussão sobre a montagem das composteiras

4	10	Montagem das composteiras
5	50	Montagem da mini horta
6	75	Apuração dos resultados, discussão e conclusões do experimento
7	76	Desenvolvimento do “post” e divulgação dos conteúdos assimilados
8	77	Questionário sobre o aproveitamento da atividade (Anexo 1)

4.3. Orçamento do Projeto de Pesquisa

Para a realização do projeto de pesquisa pela autora, foram necessárias duas garrafas PETs, cinco embalagens de iogurte e sementes de hortaliças, além de terra, areia, folhas secas e o material orgânico a ser decomposto (casca de frutas, legumes e verduras). A maior parte desses materiais foi obtida sem custo. As sementes de hortaliças custaram aproximadamente R\$3,00 por envelope. Caso a turma opte por outros materiais para a construção da composteira e da mini horta, o orçamento pode variar. Ressalta-se a importância de que sejam feitos a partir de materiais de baixo custo, para viabilizar a participação de todos os estudantes.

5. Análises de dados

A análise dos resultados dos experimentos deve ser realizada de forma qualitativa, pois espera-se que, ao final das seis semanas, os estudantes consigam diferenciar as plantas que se desenvolveram mais. Há uma coluna na Tabela 4-3 - Observações semanais reservada para os estudantes anotarem observações especiais sobre o desenvolvimento das plantas naquela semana.

Essa proposta foi desenvolvida para ser trabalhado tanto no formato remoto quanto no formato presencial. Na modalidade remota, será desenvolvida na casa de cada estudante. Variáveis como intensidade de luz, volume e frequência de irrigação, e, até mesmo, a sementeira (quantidade de sementes, espaçamento e profundidade do plantio) serão diferentes em cada amostra. Com isso, uma análise quantitativa do experimento fica comprometida, mesmo que cada estudante siga o método científico e obtenha resultado coerente com o esperado e com o dos seus pares. No final do experimento, a professora poderá, multidisciplinarmente com o conteúdo curricular de matemática, desenvolver uma tabela de acompanhamento do crescimento das plantas de todos os estudantes, a fim de que possam perceber a existência da melhor proporção de adubo para a hortaliça desenvolvida. Há de se considerar que vários fatores, tais como intensidade de luz, volume de água, materiais decompostos, aeração da composteira, entre outros, podem influenciar o desenvolvimento da planta, até mesmo a estação do ano e o clima no período de ocorrência da atividade. Por isso, espera-se que os estudantes percebam que não há certo ou errado nesse experimento, em virtude de uma significativa quantidade de variáveis incontroláveis envolvidas.

Na modalidade presencial, haverá uma padronização das condições abióticas, mas outros fatores podem influenciar, como o adubo gerado, a terra colocada na composteira (serão produtos trazidos pelos estudantes), a sementeira da mini horta, a qualidade da semente comprada (podem germinar ou não), etc. Esses fatores também fazem com que a atividade investigativa possa variar.

5.1. Resultados esperados

Espera-se que os estudantes, tanto na modalidade remota quanto na presencial, alcancem os seguintes resultados:

- Familiarização com o método científico e suas aplicações práticas;
- Compreensão dos processos biológicos envolvidos na compostagem (decomposição da matéria orgânica e reincorporação ao solo);
- Discussão dos aspectos socioeconômicos abrangidos pela compostagem;
- Compreensão dos tipos de materiais adequados para o processo de compostagem e as consequências da não destinação adequada desses materiais;
- Uso de ferramentas educacionais digitais para compreender o conteúdo abordado (modalidade remota).

5.2. Discussões sobre o ensaio de campo

Em suas dependências, a autora padronizou as condições abióticas do experimento para todas as amostras, tais como a terra colocada, a exposição à luz, o volume de água recebido diariamente, a quantidade de sementes em cada embalagem e o tempo de análise do desenvolvimento das plantas. A única variação foi o tipo de hortaliça cultivada: alface crespa, almeirão e rúcula.

O experimento da autora é um caso único, pois, além dos fatores abióticos, carrega consigo o material orgânico que foi decomposto na composteira, o qual reflete o hábito alimentar da família. Consequentemente, cada composteira desenvolvida pelos estudantes em suas residências terá materiais (nutrientes) mais comuns da rotina familiar. Outros fatores serão levados em consideração para que cada caso seja único, tais como: o tempo de maturação do composto, a umidade, a forma de montagem da composteira (pois a aeração influencia na decomposição), a terra que foi utilizada para montagem (podem, originalmente, ser mais ou menos adubada) e a exposição ao sol. Essas variações, fazem com que cada experimento seja único e o resultado poderá, com grandes chances, ser diferente. Não significa que haja um erro no método, pelo contrário, é a combinação de fatores que não se pretende controlar. As diferenças nos resultados serão discutidas com os alunos que deverão levantar hipóteses que possam justificar/explicar as diferenças obtidas.

As Figura 5-1, Figura 5-2, Figura 5-3 correspondem às pontuações atribuídas visualmente às mudas cultivadas pela autora. Foi desenvolvido o formulário “Análise de Plantas” (acessível a partir da URL: <https://forms.gle/U7bYJt4sDzm5PCGo8>), pelo *Google Forms*, e a atribuição de notas foi feita por dez discentes do PROFBIO/UFMG. No Anexo 2 – Análise das plantas estão as imagens do cultivo, com as respectivas datas de plantio e as de acompanhamento do crescimento.

Verificou-se que o comportamento do crescimento das hortaliças seguiu um padrão, como verificado na Figura 5-4, em que o melhor resultado foi associado às amostras cuja proporção era de 30% de adubo e 70% de terra.

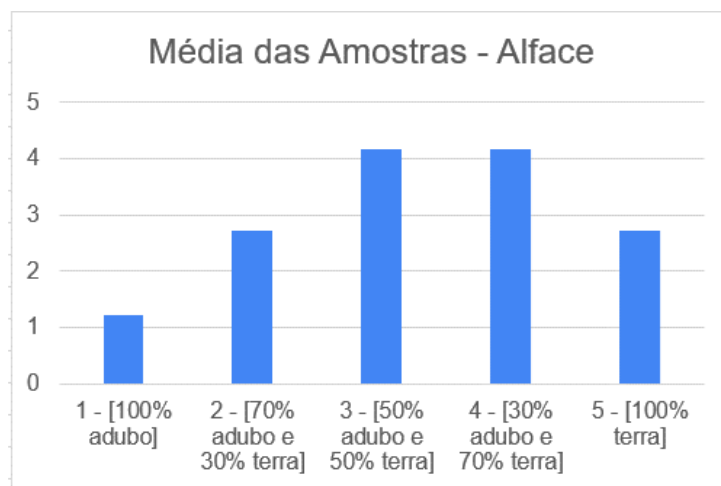


Figura 5-1 – Crescimento médio de alface em cinco concentrações de adubo e terra

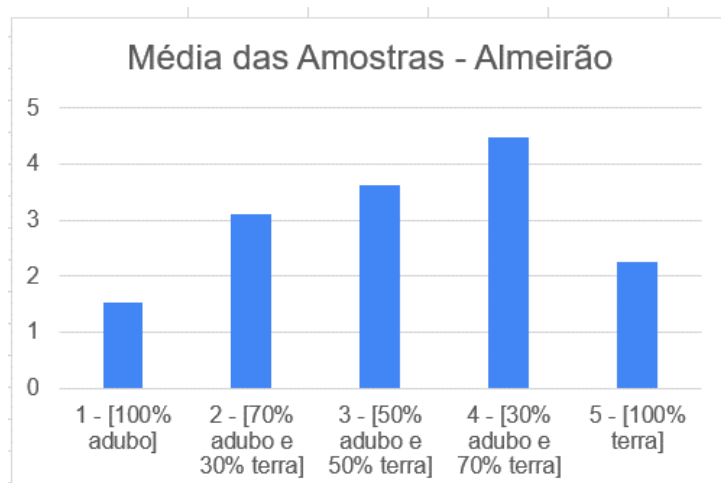


Figura 5-2 - Crescimento médio de almeirão em cinco concentrações de adubo e terra

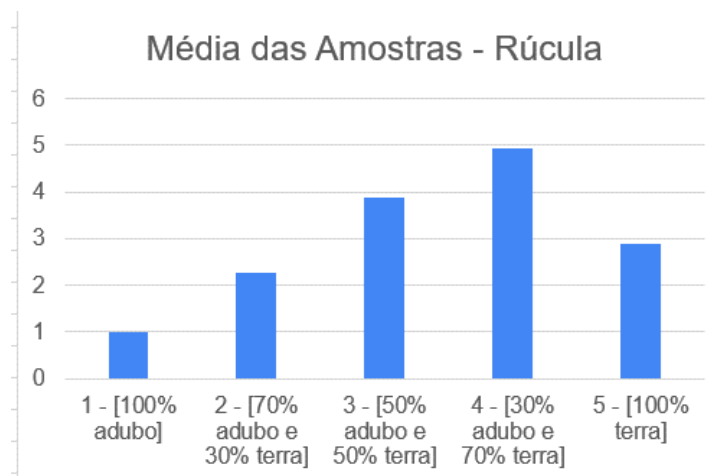


Figura 5-3 - Crescimento médio de rúcula em cinco concentrações de adubo e terra

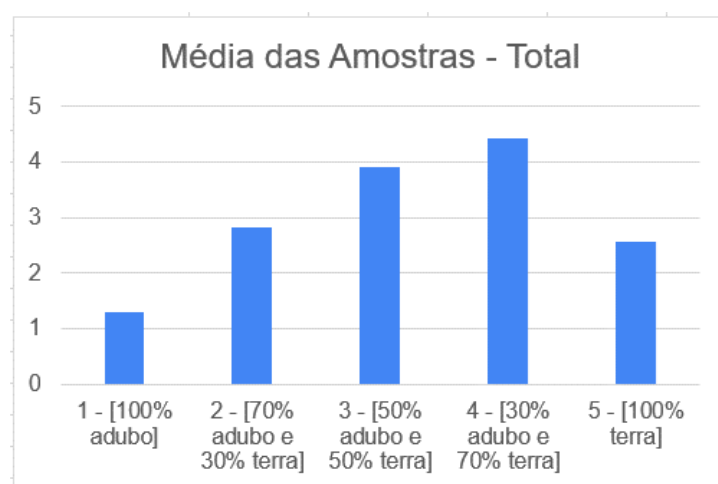


Figura 5-4 – Crescimento médio de alface, almeirão e rúcula em cinco concentrações de adubo e terra

Nas discussões finais da atividade com os estudantes, pode-se mostrar que o adubo favorece o crescimento da planta, muito embora, se estiver presente em excesso, pode até inibir seu crescimento. Perceberão as diferenças entre o mínimo de adubo, para que a planta se desenvolva, e os efeitos do excesso. O mesmo pode acontecer com vários aspectos na vida, como o uso de medicamentos, a quantidade de água ingerida diariamente, o excesso de alimentos que contém proteínas, gorduras, entre outros. Abordando os conceitos de ecologia, pode-se introduzir assuntos como limites de tolerância de uma espécie, distribuição de plantas dependendo da qualidade nutricional do solo, processos de sucessão em solos recém formados, entre outros assuntos.

5.3. Aspectos éticos e/ou ambientais

O presente trabalho garante o cumprimento das resoluções vigentes, dentre as quais, se destacam as resoluções CNS 466/12 e CNS 510/16, que tratam dos preceitos éticos que normatizam a pesquisa.

O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética, como mostra a Figura 5-5 e o **Número do Parecer é 5.179.661.**

The screenshot displays the 'Plataforma Brasil' interface. At the top, it shows the 'Portal do Governo Brasileiro' and the 'Plataforma Brasil' logo. The user is logged in as 'José Eugênio Côrtes Figueira - Pesquisador | V3.2'. The main content area is titled 'DETALHAR PROJETO DE PESQUISA' and shows the following details for the project version:

- Título da Pesquisa: Compostagem e cultivo de horta a partir do adubo gerado.
- Pesquisador Responsável: José Eugênio Côrtes Figueira
- Área Temática:
- Versão: 2
- CAAE: 53330621.8.0000.5149
- Submetido em: 15/01/2022
- Instituição Proponente: Universidade Federal de Minas Gerais
- Situação da Versão do Projeto: Aprovado
- Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
- Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

A circular stamp from the 'COMITÊ DE ÉTICA' is visible, with the word 'COORDENADOR' written across it. Below the details, there is a 'Comprovante de Recepção' (Receipt Certificate) with the file name 'PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1670389'.

Figura 5-5 – Aprovação pelo Comitê de Ética

6. TCLE, TALE e TCUI

Essa sequência didática foi elaborada para ser desenvolvida, de forma remota ou presencial, com alunos do 1º ano do Ensino Médio. Em ambos os casos, antes do início da aplicação da atividade, é necessário que os estudantes e seus pais ou responsáveis assinem o Termo de Consentimento Livre Esclarecido – TCLE, o Termo de Assentimento Livre Esclarecido – TALE e o Termo de Cessão de Uso de Imagem – TCUI.

O TCLE, aos pais ou responsáveis, e o TALE será aplicado, por meio da planilha eletrônica do *Google Forms* (na modalidade remota) ou formulário impresso (na modalidade presencial), antes do início do projeto. Esses termos esclarecem que a atividade proposta tem por objetivo complementar o aprendizado previsto no planejamento escolar. Ao final de todo experimento, haverá um questionário sobre a atividade (Anexo 1 - Auto avaliação dos estudantes), no qual os alunos responderão sobre a experiência e o aprendizado adquirido. Os questionários, em formato eletrônico ou impresso, serão identificados pelos alunos apenas para a apuração da nota do trabalho pedagógico. Os alunos serão informados que os resultados do trabalho serão divulgados no meio científico, e que eles terão a opção de manterem suas respostas no anonimato.

Também será aplicado o TCUI, uma vez que o desenvolvimento das composteiras e das plantas será periodicamente fotografado, e as fotos deverão ser disponibilizadas para o docente. Esse item estará expresso no TCLE e TALE para que o aluno possa decidir pela autorização da divulgação de sua produção. O aluno será informado que não haverá exposição indevida ou vexatória dos resultados por ele alcançados, e que servirão apenas para divulgação de trabalhos e eventos científicos.

A pesquisa possui caráter qualitativo, que será evidenciada por meio das respostas dos estudantes dadas ao final da atividade. A intenção é averiguar a capacidade de assimilação do conteúdo e a vivência do método científico.

Os resultados esperados também serão informados no TCLE e/ou TALE.

Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) – Planos de curso. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>. Acesso em 20/06/2022

FUNASA – Manual, 2013 Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/compostagem_familiar_conceitos_basicos_residuos_solidos_estudos_pesquisas.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022

Giordan, M.; Guimarães, Y. A. F.; Massi, L.; Uma Análise das Abordagens Investigativas de Trabalhos Sobre Sequências Didáticas: Tendências no Ensino de Ciências, 2011 - chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R0875-3.pdf. Acesso em 09/06/2022

Glasser, W. Control theory in the classroom. New York: Perennial Library/Harper & Row Publishers, v. 6, p. 144, 1986.

Kiehl, E. J. (1985). Fertilizantes Orgânicos. Editora Agronômica Ceres, 492p.: il. Piracicaba.

Melville, W.; Fazio, X.; Bartley, A.; Jones, D. Experience and reflection: preservice science teachers' capacity for teaching inquiry. Journal of Science Teacher Education, v.19, n.5, p.477-94, 2008.

Movimento pela Base – Sobre a BNCC - https://movimentopelabase.org.br/duvidas-frequentes/?gclid=Cj0KCQjw1tGUBhDXARIsAIJx01leH4FSDKUebwAUm_YryPLxt9G72xWhNoy0e3bCnv_9qvDcrM2cESoaAt94EALw_wcB. Acesso em 30/05/2022

NATIONAL RESEARCH COUNCIL [NCR]. National Science Education Standards. Washington: National Academy Press, 1996.

Oliveira, E. C. A., Sartori R. H., Garcez T. B., Compostagem, USP, maio 2008. https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyiv80efhb2adn37yaw.pdf. Acesso em: 02 fev. 2021.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T., Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry

cycle. Educational Research Review, 14, 47–61.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>

Penteado, M. M.; Santos, F. S.; Carneiro, P. A.; Novaez, C. C. S. B. Composteira domiciliar em garrafa PET: influência do material orgânico no procedimento e na fertilidade do composto. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. <https://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/1703.pdf>. Acesso em: 12 jul 2021.

Pereira Neto, J. T., 1987: “On the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting – A Low Cost Technology Approach”. University of Leeds, Inglaterra. p. 839-845.

Polzer, V. (2016). Compostagem: Uma Necessidade dos Centros Urbanos. Revista Brasileira De Ciências Ambientais (Online), (40), 124-136. <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820164014>. Acesso em: 12 jul 2021.

Prefeitura de Belo Horizonte - Prodabel detalha tamanho e número de bairros das regionais - <https://prefeitura.pbh.gov.br/noticias/prodabel-detalha-tamanho-e-numero-de-bairros-das-regionais#:~:text=Ao%20todo%2C%20a%20capital%20tem,a%20regional%20Barreiro%20possui%2072>. Acesso em: 23/08/2022

Prefeitura de Belo Horizonte - Coleta Seletiva Porta a Porta - <https://prefeitura.pbh.gov.br/slu/informacoes/coleta-seletiva/porta-a-porta#:~:text=A%20coleta%20seletiva%20porta%20a,o%20recolhimento%20em%20sua%20rua>. Acesso em: 23/08/2022

Prefeitura de São Paulo - Dica para cuidar das plantas: como utilizar o chorume orgânico - 2015. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/noticias/?p=189187
 Acesso em: 24 mar. 2022

Rampazzo, Lino – Livro: Metodologia Científica – 3º edição, 2005

Ribeiro, L. P.; Lima, J. S. Avaliação da eficiência do composto orgânico proveniente de resíduos orgânicos na produção da hortaliça *Allium fistulosum* L. (Cebolinha). In: Anais do VII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu-MG, 2007.

Rodrigues, M. D, Cipriano, D, M, Estevam, B, S, Calheiros, D, L, M, Neto, F, Q, V, Leitão, A, S. A educação ambiental através da horta escolar: um estudo de caso entre duas escolas da cidade de Rio Grande/RS São Cristóvão, Sergipe, Brasil, v. 11, n. 27, p. 217-232, out./dez. 2018 Revista: tempos e espaços em educação

Sasseron, L. H.; Carvalho, A. M. P de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.16, n.1, p.59-77, 2011.

Sasseron, L. H.; Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações Entre Ciências da Natureza e Escola. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. *Revista Ensaio - Belo Horizonte* - v.17 n.especial - p. 49-67 – novembro, 2015.

Scarpa, D. L.; Sasseron, L. H.; Silva, M. B. e. O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. *Tópicos Educacionais*, v.3, n.1, p.7-27, 2017.

Scarpa, D. L.; Silva, M. B. A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap.8, p.129-52.

Scarpa, D. Planejamento para o Ensino de Biologia - Aula 13 - Por que Ensino de Ciências por Investigação? 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=kM6WgTzkN1A>. Acesso em: 02 abr. 2020.

Ursi, S.; Scarpa, D. L. Ensino de Ciências por investigação: sequencia didática “Mata Atlântica Restinga” - São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2016. 39p.

Valente, B. S., Xavier, E. G., Morselli, T. B. G. A., Jahnke, D. S., Brum Jr, B. S., Cabrera, B. R., Moraes, P. O., Lopes, D. C. N. (2009). Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Archivos de zootecnia*, vol. 58 (R), p. 59-85.

Zabala, A. *Prática Educativa: como ensinar*. Porto Alegre: ARTMED, 1998, 18p.

Anexo 1 - Auto avaliação dos estudantes

O questionário a seguir será aplicado ao término da atividade para permitir aferição do grau de compreensão dos estudantes sobre os assuntos abordados, a satisfação dos discentes ao desenvolverem o método científico e a observação dos fenômenos biológicos. Esse questionário poderá ser transcrito para o *Google Forms* pelo fácil acesso *on line* e pela obtenção das respostas.

1. Você acredita que a participação nesta atividade contribuiu com a sua formação escolar?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
2. Você conhecia o assunto abordado?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
3. O objetivo da atividade ficou claro para você?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
4. Você já tinha ouvido falar em compostagem?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
5. Você acredita que o tema trabalhado é importante para o meio ambiente?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
6. Se você implantar compostagem na sua casa, sua família lhe ajudará a manter a composteira ativa?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
7. Você acha que o adubo gerado pode auxiliar no crescimento com rigorosidade das plantas?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
8. Você já tinha cultivado alguma horta anteriormente?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei



9. Você achou que a atividade acrescentou conhecimento para sua vida?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
10. Você conseguiria repetir o experimento sem o auxílio do professor?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
11. Você conseguiria explicar esse experimento para um familiar?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
12. Você achou que as discussões pelo Google Meet foram esclarecedoras?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
13. Você ficou satisfeito com seus resultados obtidos no experimento?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
14. Você teve auxílio do seu professor para o desenvolvimento e aprendizagem a respeito da atividade desenvolvida?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
15. Você acha que houve empenho da turma para que a atividade fosse realizada de forma satisfatória?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
16. Você acredita que essa atividade é importante para ser passada para outras turmas?
 sim, muito sim, mas pouco não não sei
17. Depois de desenvolver essa atividade e conhecer mais sobre o processo de compostagem, qual a probabilidade de você montar uma composteira em sua casa por vontade própria?
 0% de probabilidade
 baixa probabilidade
 alta probabilidade
 100% de probabilidade

Anexo 2 – Análise das plantas

Esse formulário, no *Google Forms*, foi respondido por dez discentes do PROFBIO/UFMG. Consistiu em aplicar notas em uma escala de 0 a 5, sendo 0 (não cresceu nada) e 5 (a planta está grande e com muitos ramos) às mudas, de maneira visual. Segue o link do formulário: <https://forms.gle/U7bYJt4sDzm5PCGo8>

Prezados alunos, atribua um valor de 1 a 5, para cada uma das amostras, de maneira que o 5 corresponda a amostra mais desenvolvida e o 1 a menos.

Verdura/nota	Data 1 – 28/01/2022	Data 2 – 10/02/2022
Alface Plantio 24/01/2022		

Verdura/nota	Data 1 – 28/01/2022	Data 2 – 10/02/2022
Almeirão Plantio 24/01/2022		

Verdura/nota	Data 1 – 10/02/2022	Data 2 – 15/02/2022
Almeirão Plantio 04/02/2022		





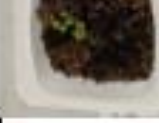





Verdura/nota	Data 1 – 10/02/2022	Data 2 – 15/02/2022
Alface Plantio 04/02/2022		

Verdura/nota	Data 1 – 06/03/2022	Data 2 – 11/03/2022
Alface Plantio 25/02/2022		

Verdura/nota	Data 1 – 06/03/2022	Data 2 – 11/03/2022
Almeirão Plantio 25/02/2022		

Verdura/nota	Data 1 – 17/03/2022	Data 2 – 23/03/2022
Alface 1 Plantio 11/03/2022		

Verdura/nota	Data 1 – 17/03/2022	Data 2 – 23/03/2022
Alface 2 Plantio 11/03/2022		

Verdura/nota	Data 1 - 17/03/2022					Data 2 - 23/03/2022				
nota										
Almeirão - 1 Plantio 11/03/2022										

Verdura/nota	Data 1 - 17/03/2022					Data 2 - 23/03/2022				
nota										
Almeirão - 2 Plantio 11/03/2022										

Verdura/nota	Data 1 - 17/03/2022					Data 2 - 23/03/2022				
nota										
Rucula 1 Plantio 11/03/2022										

Verdura/nota	Data 1 - 17/03/2022					Data 2 - 23/03/2022				
nota										
Rucula 2 Plantio 11/03/2022	