

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Cláudio Borges dos Santos

**A UTILIZAÇÃO DA COMPOSTEIRA EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO  
ENSINO DE ECOLOGIA**

Belo Horizonte

2020

Cláudio Borges Dos Santos

**A UTILIZAÇÃO DA COMPOSTEIRA EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA  
NO ENSINO DE ECOLOGIA**

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

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Paulina Maria Maia  
Barbosa

Belo Horizonte

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

043 Santos, Cláudio Borges dos.

A utilização da composteira em uma abordagem investigativa no ensino de ecologia [manuscrito] / Cláudio Borges dos Santos. - 2020.

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

Orientadora: Profa. Dra. Paulina Maria Maia Barbosa.

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

1. Ensino - Biologia. 2. Ecologia. 3. Educação Ambiental. I. Barbosa, Paulina Maria Maia. 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 em Rede Nacional -  
PROFBIO

|  |  |
|--|--|
| <b>ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE CLÁUDIO BORGES DOS SANTOS</b> | <b>Defesa<br/>No. 11<br/>entrada<br/>2º/2018</b> |
|--|--|

No dia 26 de outubro, de 2020, às 10:00 horas, reuniram-se, remotamente, através da plataforma *Google Meet*, 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: “**A utilização da composteira em uma abordagem investigativa no ensino de ecologia**”, como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, a **Dra. Paulina Maria Maia Barbosa**, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

| PROFESSOR EXAMINADOR            | INSTITUIÇÃO | INDICAÇÃO<br>(APROVADO/REPROVADO) |
|---------------------------------|-------------|-----------------------------------|
| Dra. Paulina Maria Maia Barbosa | UFMG        | APROVADO                          |
| Dra. Lussandra Martins Gianasi  | UFMG        | APROVADO                          |
| Dr. Luciano Campos da Silva     | UFOP        | APROVADO                          |

Pelas indicações, o candidato foi considerado: **APROVADO**.

O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pela Presidente da Comissão.

Comunicou-se, ainda, ao candidato, 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.



Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Biológicas

**Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -  
PROFBIO**

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

Belo Horizonte, 26 de outubro de 2020.

Dra. Paulina Maria Maia Barbosa

Dra. Lussandra Martins Gianasi

Dr. Luciano Campos da Silva

## RELATO DO MESTRANDO

|  |
|--|
| <b>Instituição:</b> UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS   |
| <b>Mestrando:</b> CLÁUDIO BORGES DOS SANTOS  |
| <b>Título do TCM:</b> A UTILIZAÇÃO DA COMPOSTEIRA EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO DE ECOLOGIA   |
| <b>Data da defesa:</b> 26 de outubro de 2020   |
| <p>Durante muito tempo na minha carreira, tinha muita vontade de cursar um Mestrado. Fiquei sabendo do mestrado profissional em biologia, o PROFBIO, participei do processo de seleção e fui aprovado. Tudo para mim era muito novo, não tinha ideia como seria o curso e dos desafios que seriam enfrentados. No decorrer do curso fui conhecendo os colegas, professores e a instituição UFMG. Me senti acolhido pela universidade e nossa turma também foi muito unida, os professores fazem um excelente trabalho, e aos poucos fui vencendo cada etapa, o que não foi fácil, pois me formei na graduação há 19 anos e tinha que conciliar trabalho e estudo. Então, cada exame de qualificação em que era aprovado, para mim era uma vitória.</p> <p>Mas o maior desafio estava por vir, quando num momento histórico da humanidade fomos surpreendidos por uma pandemia provocada pelo coronavírus disseminando a doença covid-19 em todo país. No momento final do curso tudo ficou paralisado por um bom tempo. Ainda neste tempo de paralisação tivemos a perda do nosso querido colega de turma o Rodrigo pela covid-19 que nos deixou muito triste.</p> <p>Mas diante tudo isso, sou muito grato a Deus, Pai do nosso Senhor Jesus Cristo, pela oportunidade de aprender e conviver com todos nesta instituição e sou ainda mais grato pela oportunidade de melhorar como professor por meio do curso, professores e colegas, e por toda oportunidade de conhecimento adquirido, que já está sendo usado para melhorar a educação, a começar deste e dos outros trabalhos realizados na escola, retornando para sociedade o investimento público feito na minha formação.</p> |

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

*Agradeço à Trindade (Deus Pai, Filho e Espírito Santo) por me guiar em um propósito tão bonito de ser professor. À Ele a honra, a glória e o louvor para todo sempre, amém.*

*Dedico esse trabalho à minha esposa Gláucia, meus pais, Oenes e Zulma (in memoriam), que pelo pouco tempo em que vivemos juntos, se dedicaram a plantar em mim a semente do conhecimento.*

*Agradeço à minha orientadora Professora Paulina pelo ensino, paciência e dedicação durante todo o percurso deste mestrado.*

*Agradeço também aos colegas do PROFBIO, companheiros de profissão nas adversidades e alegrias durante todo o curso e ao nosso colega Rodrigo que nos deixou um exemplo de dedicação a educação.*

*Por fim, agradeço a todos os meus professores do PROFBIO e a instituição UFMG pelo acolhimento e a oportunidade de aprender.*

*“Se a gente cresce com os golpes duros da vida, também podemos crescer com os toques suaves na alma”*

**RESUMO**

*Cora Coralina.*

## RESUMO

A ecologia possui um papel importante no ensino da Biologia e da Educação Ambiental nas escolas. No ensino médio a ecologia é geralmente abordada sob o foco do conservacionismo, limitando o seu potencial de ensino científico para compreensão do meio ambiente de uma forma integrada. É importante que os alunos compreendam como funciona o meio ambiente e como as alterações no ambiente podem trazer impactos na vida de todos os seres vivos. Considerando a Biologia como ciência experimental e as dificuldades encontradas em escolas do ensino público com a falta de recursos e materiais didáticos que possam melhorar o desenvolvimento das aulas atraindo o interesse dos alunos, este trabalho utilizou uma composteira como recurso didático para abordagem do tema funcionamento de um ecossistema. Foram discutidos assuntos como a geração de resíduos pelas atividades humanas e seu destino, como proposta de uma situação-problema a ser resolvida no contexto da abordagem investigativa. Os alunos construíram duas composteiras, fizeram medições de temperatura, umidade e pH, elaboraram tabelas e gráficos utilizando os dados das medições, interpretaram os gráficos e discutiram sobre o funcionamento da composteira. Por meio da atividade prática os alunos interagiram com os conceitos-chave propostos que auxiliaram na compreensão do tema abordado. Os resultados mostraram que a estratégia utilizada contribuiu para o desenvolvimento de habilidades que fazem parte da alfabetização científica, como elaboração de hipóteses, construção de conceitos, construção e interpretação de gráficos e a integração com outras disciplinas curriculares como matemática, química e geografia.

Palavras-Chave: Conceitos da Ecologia, Educação Ambiental, Decomposição, Alfabetização Científica.

## **ABSTRACT**

Ecology has an important role in teaching Biology and Environmental Education in schools. In high school, ecology is usually approached under the focus of conservationism, limiting its potential for scientific teaching to understand the environment in an integrated way. It is important that students understand how the environment works and how changes in the environment can impact the lives of all living beings. Considering Biology as an experimental science and the difficulties encountered in public schools with the lack of resources and teaching materials that can improve the development of classes by attracting the interest of students, this work used a compost as a teaching resource to address the issue of how an ecosystem works. Issues such as the generation of waste by human activities and its fate were discussed as a proposal of a problem situation to be solved in the context of the investigative approach. The students built two compost pans, took measurements of temperature, humidity and pH, prepared tables and graphs using the data from the measurements, interpreted the graphs and discussed the functioning of the compost pans. Through the practical activity the students interacted with the proposed key concepts that helped in the understanding of the approached theme. The results showed that the strategy used contributed to the development of skills that are part of scientific literacy, such as elaboration of hypotheses, construction of concepts, construction and interpretation of graphics and integration with other curricular subjects such as mathematics, chemistry and geography.

**Keywords:** Concepts of Ecology, Environmental Education, Decomposition, Scientific Literacy.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1 - COMPOSIÇÃO DO LIXO DOMICILIAR BRASILEIRO .....  | 27 |
| FIGURA 2 - CONSTRUÇÃO DAS COMPOSTEIRA PELOS ALUNOS .....   | 31 |
| FIGURA 3 - COMPOSTEIRAS CONSTRUÍDAS PELOS ALUNOS .....   | 31 |
| FIGURA 4 - MEDIÇÕES NAS COMPOSTEIRAS E REGISTRO NO DIÁRIO DE CAMPO PELOS ALUNOS ..   | 33 |
| FIGURA 5 - RESUMO DAS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA USADA COM OS ALUNOS DO 1º ANO<br>DO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE RIBEIRÃO DAS NEVES (MG) SOBRE O<br>FUNCIONAMENTO DE UM ECOSISTEMA. .... | 36 |
| FIGURA 6 - MAPA CONCEITUAL ELABORADO PELO GRUPO DE ALUNOS COMPARANDO O<br>FUNCIONAMENTO DE UM ECOSISTEMA E DE UMA COMPOSTEIRA SEM MINHOCAS. ....   | 52 |
| FIGURA 7 - MAPA CONCEITUAL ELABORADO PELO GRUPO DE ALUNOS COMPARANDO O<br>FUNCIONAMENTO DE UM ECOSISTEMA E DE UMA COMPOSTEIRA COM MINHOCAS. ....   | 52 |
| FIGURA 8 - AVALIAÇÃO DOS ALUNOS SOBRE AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS REALIZADAS NO<br>PROJETO DA CONSTRUÇÃO DE UMA COMPOSTEIRA.....  | 53 |
| FIGURA 9 - MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO DAS COMPOSTEIRAS.....   | 68 |
| FIGURA 10 - CONSTRUÇÃO DAS COMPOSTEIRAS .....  | 68 |
| FIGURA 11 - COMPOSTEIRAS CONSTRUÍDAS PELOS ALUNOS .....  | 68 |
| FIGURA 12 - IDENTIFICAÇÃO DE FATORES BIÓTICOS: PRESENÇA DE FUNGOS NA COMPOSTEIRA .   | 69 |
| FIGURA 13 - IDENTIFICAÇÃO DE FATORES BIÓTICOS: PRESENÇA DAS MINHOCAS .....   | 69 |
| FIGURA 14 - MEDIÇÃO DA TEMPERATURA DA COMPOSTEIRA SEM MINHOCAS.....  | 69 |
| FIGURA 15 - MEDIÇÃO DA TEMPERATURA DA COMPOSTEIRA COM MINHOCAS .....   | 70 |
| FIGURA 16 - MEDIÇÃO DA UMIDADE E pH DA COMPOSTEIRA SEM MINHOCAS .....  | 70 |
| FIGURA 17 - MEDIÇÃO DA UMIDADE E pH DA COMPOSTEIRA COM MINHOCAS .....  | 70 |
| FIGURA 18 - REGISTRO NO DIÁRIO DE CAMPO DAS MEDIÇÕES DA TEMPERATURA, UMIDADE E pH<br>.....   | 70 |
| FIGURA 19 - REGISTRO DOS ALUNOS NO DIÁRIO DE CAMPO EM DISCUSSÃO DOS DADOS<br>COLETADOS NAS COMPOSTEIRAS .....  | 71 |
| FIGURA 20 - REGISTRO DOS ALUNOS NO DIÁRIO DE CAMPO EM DISCUSSÃO DOS DADOS<br>COLETADOS NAS COMPOSTEIRAS .....  | 72 |
| FIGURA 21 - REGISTRO DOS ALUNOS NO DIÁRIO DE CAMPO DOS MAPAS CONCEITUAIS .....   | 73 |
| FIGURA 22 - REGISTRO DOS ALUNOS NO DIÁRIO DE CAMPO DOS MAPAS CONCEITUAIS .....   | 74 |
| FIGURA 23 - MURAL DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DESENVOLVIDO NA SEQUÊNCIA<br>DIDÁTICA NA FEIRA DE CIÊNCIAS DA ESCOLA.....  | 75 |

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 24 - APRESENTAÇÃO DAS COMPOSTEIRA NA FEIRA DE CIÊNCIAS DA ESCOLA .....  | 75 |
| FIGURA 25 - APRESENTAÇÃO PELOS ALUNOS DO TRABALHO DESENVOLVIDO NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA FEIRA DE CIÊNCIAS DA ESCOLA.....   | 75 |
| FIGURA 26 - APARELHO MEDIDOR DE UMIDADE E PH .....   | 76 |
| FIGURA 27 - TERMÔMETRO DIGITAL DE VARETA .....   | 76 |
| FIGURA 28 – HIGRÔMETRO.....  | 76 |
| QUADRO 1 - CATEGORIAS DE PERGUNTAS UTILIZADAS NA DISCUSSÃO COM OS ALUNOS EM SALA DE AULA .....   | 25 |
| QUADRO 2 - PERGUNTAS NORTEADORAS ATIVIDADE INVESTIGATIVA Nº 1 – APRESENTAÇÃO DO TEMA .....   | 28 |
| QUADRO 3 - PERGUNTAS NORTEADORAS UTILIZADAS NA ATIVIDADE INVESTIGATIVA Nº 2.....   | 32 |
| QUADRO 4 - PERGUNTAS NORTEADORAS UTILIZADAS NA ATIVIDADE INVESTIGATIVA Nº 3.....   | 34 |
| QUADRO 5 - CATEGORIZAÇÃO DOS INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, SEGUNDO SASSERON (2008) E SOUZA (2012).....  | 36 |
| QUADRO 6 - PERGUNTAS: 1 A 5 - COMENTÁRIO DOS ALUNOS SOBRE A PRODUÇÃO DE LIXO DOMICILIAR BRASILEIRO, INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA (AC) E CONCEITOS-CHAVE ASSOCIADOS (SOUZA, 2012).....   | 39 |
| QUADRO 7 - PERGUNTAS: 6 A 8 – COMENTÁRIO DOS ALUNOS SOBRE O FUNCIONAMENTO DAS COMPOSTEIRAS EM RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS PROBLEMATIZADORAS ASSOCIADO AOS INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, SEGUNDO SOUZA (2012) E SASSERON (2008) E CONCEITOS-CHAVE ASSOCIADOS. ....                                    | 40 |
| QUADRO 8 - PERGUNTAS 09 E 10 - COMENTÁRIO DOS ALUNOS SOBRE O FUNCIONAMENTO DAS COMPOSTEIRAS EM RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS EXPLORATÓRIAS ASSOCIADO AOS INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, SEGUNDO SOUZA (2012) E SASSERON (2008) E CONCEITOS-CHAVE ABORDADOS NO TEMA FUNCIONAMENTO DE UM ECOSISTEMA. .... | 42 |
| QUADRO 9 - PERGUNTAS 11 A 13 - COMENTÁRIO DOS ALUNOS SOBRE O FUNCIONAMENTO DAS COMPOSTEIRAS EM RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS EXPLORATÓRIAS ASSOCIADO AOS INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, SEGUNDO SOUZA (2012) E SASSERON (2008) E CONCEITOS-CHAVE ABORDADOS NO TEMA FUNCIONAMENTO DE UM ECOSISTEMA. .... | 43 |
| QUADRO 10 - PERGUNTAS 14 E 15 - COMENTÁRIO DOS ALUNOS SOBRE O FUNCIONAMENTO DAS COMPOSTEIRAS EM RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS EXPLORATÓRIAS ASSOCIADO AOS INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, SEGUNDO SOUZA (2012) E SASSERON  |    |

|  |    |
|--|----|
| (2008) E CONCEITOS-CHAVE ABORDADOS NO TEMA FUNCIONAMENTO DE UM ECOSISTEMA.<br>.....  | 44 |
| QUADRO 11 - PERGUNTAS 16 E 17 - COMENTÁRIO DOS ALUNOS SOBRE O FUNCIONAMENTO DAS<br>COMPOSTEIRAS EM RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE DADOS E SISTEMATIZAÇÃO ASSOCIADO<br>AOS INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, SEGUNDO SOUZA (2012) E<br>SASSERON (2008) E CONCEITOS-CHAVE ABORDADOS NO TEMA FUNCIONAMENTO DE UM<br>ECOSISTEMA..... | 50 |
| QUADRO 12 - PERGUNTAS 18 A 20 - COMENTÁRIO DOS ALUNOS SOBRE O FUNCIONAMENTO DAS<br>COMPOSTEIRAS EM RESPOSTAS ÀS PERGUNTAS DE DADOS E SISTEMATIZAÇÃO ASSOCIADO<br>AOS INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA, SEGUNDO SOUZA (2012) E<br>SASSERON (2008) E CONCEITOS-CHAVE ABORDADOS NO TEMA FUNCIONAMENTO DE UM<br>ECOSISTEMA..... | 51 |
| GRÁFICO 1 - MEDIÇÃO DA TEMPERATURA NAS COMPOSTEIRAS COM E SEM MINHOCAS EM CINCO<br>DIAS.....   | 47 |
| GRÁFICO 2 – MEDIÇÃO DA UMIDADE NAS COMPOSTEIRAS COM E SEM MINHOCAS EM CINCO DIAS.<br>.....   | 47 |
| GRÁFICO 3 - MEDIÇÃO DO pH NAS COMPOSTEIRAS COM E SEM MINHOCAS DURANTE CINCO DIAS.<br>.....   | 47 |

## **LISTA DE TABELAS**

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1 - VARIÁVEIS MEDIDAS NAS COMPOSTEIRAS COM E SEM MINHOCAS, E NO AMBIENTE<br>EM CINCO DIAS DE OBSERVAÇÃO. .... | 45 |
|--|----|

## **LISTA DE SIGLAS E ILUSTRAÇÕES**

AC - Alfabetização Científica

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

SDI – Sequência Didática Investigativa

SIMAVE – Sistema Mineiro de Avaliação e Equidade da Educação Pública

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>  | <b>16</b> |
| 2.1 - ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E CTSA NO ENSINO DE ECOLOGIA.....  | 16        |
| 2.2 - A ABORDAGEM INVESTIGATIVA NO ENSINO DE ECOLOGIA .....   | 20        |
| 2.3 – ESCOLHA DE UM TEMA RELEVANTE NO ENSINO DE ECOLOGIA.....   | 21        |
| <b>3. JUSTIFICATIVA .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>4. OBJETIVOS .....</b>   | <b>23</b> |
| 4.1 OBJETIVO GERAL.....   | 23        |
| 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....   | 23        |
| <b>5. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>  | <b>23</b> |
| 5.1 SUJEITOS E CONTEXTO DA PESQUISA.....  | 23        |
| 5.2 – PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS .....  | 25        |
| 5.3 – COLETA E ANÁLISE DE DADOS .....   | 27        |
| 5.4 – ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O TEMA FUNCIONAMENTO DE UM ECOSISTEMA .....  | 27        |
| 5.4.1 Primeira etapa – Problematização.....   | 27        |
| 5.4.2 Segunda Etapa – Construção da composteira .....   | 30        |
| 5.4.3 - Atividade Investigativa nº 01- Construção da composteira, levantamento de hipóteses sobre o seu funcionamento, obtenção, tabulação e interpretação de dados, construção de gráficos. .... | 30        |
| 5.4.4 Terceira etapa – Análise do funcionamento da composteira.....   | 34        |
| 5.4.4.1 - Atividade Investigativa nº 02 - Comunicação dos resultados, confirmação/refutação das hipóteses, levantamento de novas hipóteses, novas questões/previsões baseadas em evidências.....  | 34        |
| 5.5 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS.....  | 36        |
| <b>6. RESULTADOS .....</b>  | <b>37</b> |
| 6.1 - INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA PRIMEIRA ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA - (PROBLEMATIZAÇÃO).....  | 37        |

|  |           |
|--|-----------|
| 6.2 - INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA SEGUNDA ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (CONSTRUINDO A COMPOSTEIRA).....    | 41        |
| 6.3 - INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NA TERCEIRA ETAPA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (FUNCIONAMENTO DO ECOSISTEMA)..... | 45        |
| 6.4 DISCUSSÃO DOS DADOS COM OS ALUNOS .....  | 48        |
| 6.5 – MAPA CONCEITUAL .....  | 52        |
| 6.6 – NUVEM DE PALAVRAS .....  | 53        |
| 6.7 – RELATÓRIO PEDAGÓGICO DA ESCOLA ALUNOS DE INCLUSÃO.....   | 53        |
| <b>7. DISCUSSÃO .....</b>  | <b>54</b> |
| <b>8. CONCLUSÃO.....</b>   | <b>58</b> |
| <b>9. PERSPECTIVAS FUTURAS.....</b>  | <b>59</b> |
| <b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>59</b> |
| <b>ANEXO 1 - Parecer Consubstanciado Do Cep.....</b>   | <b>65</b> |
| <b>ANEXO 2 - Registro Fotográfico Da Aplicação Da Sequência Didática.....</b>  | <b>68</b> |
| ATIVIDADE INVESTIGATIVA Nº 1 – CONSTRUÇÃO DA COMPOSTEIRA .....   | 68        |
| ATIVIDADE INVESTIGATIVA Nº 2 – MEDIÇÕES NA COMPOSTEIRA .....   | 69        |
| ATIVIDADE INVESTIGATIVA Nº 3 – FUNCIONAMENTO DA COMPOSTEIRA.....   | 71        |
| APRESENTAÇÃO NA FEIRA DE CIÊNCIAS .....  | 75        |
| <b>ANEXO 3 - APARELHOS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>  | <b>76</b> |



## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta o resultado da aplicação de uma sequência didática investigativa, com atividades desenvolvidas por uma turma do 1º ano do ensino médio de uma escola da rede pública estadual de ensino do município de Ribeirão das Neves/MG.

A sequência didática abordou um tema da ecologia importante para os alunos, o funcionamento dos ecossistemas, trabalhado no currículo escolar tendo como referência a Base Nacional Comum Curricular do ensino médio (BNCC). Para analisar os resultados da sequência didática foram utilizados os indicadores de alfabetização científica (AC) propostos por Sasseron (2008) e Souza (2012).

O tema foi desenvolvido a partir de uma situação-problema que estimulou os alunos a procurarem soluções para um problema ambiental da escola: A geração excessiva de resíduos orgânicos da merenda escolar. Uma pergunta inicial norteou as discussões, a elaboração de hipóteses e a proposição da realização de um experimento com coleta, registro e sistematização de dados na forma de gráficos que foram apresentados pelos alunos divulgando o conhecimento entre os seus pares, e para a comunidade escolar durante a feira de ciências da escola.

Durante as discussões foram registradas as respostas dos alunos, principalmente aquelas que demonstravam habilidades científicas e uso de conceitos-chave abordados ao longo das atividades. Para a análise destes registros foram utilizados os indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron (2008) e Souza (2012) que categorizam as habilidades científicas como proposição de hipóteses, previsão de um acontecimento e explicação de um fenômeno.

No ensino médio os temas da ecologia muitas vezes são abordados enfatizando o conservacionismo, o que limita o potencial do ensino científico para compreensão do meio ambiente de uma forma integrada (CONTIN e MOTOKANE, 2012). Compreender como funciona um ecossistema auxilia na formação do estudante que se preocupa com os impactos ambientais causados pelas atividades humanas e em buscar soluções para minimizar estes impactos, contribuindo para a conservação e preservação do meio ambiente (BNCC, 2019).

A composteira tem sido utilizada como ferramenta pedagógica para o desenvolvimento de temas da ecologia (GAZANÊO, 2012; LUSTOSA *et al.*, 2018; SILVA e INTORNE, 2018) dentre outros principalmente aqueles relacionados a decomposição da matéria orgânica e redução de resíduos orgânicos gerados pela atividade humana. Ela tem se mostrado uma ferramenta didática importante para o ensino de ecologia, principalmente para

a avaliação de processos ecológicos e das variáveis ambientais que sustentam um ecossistema.

Nesse sentido, o objetivo geral desta proposta foi utilizar uma composteira como ferramenta didática e científica para aplicação de uma sequência didática investigativa que contribuísse para a compreensão do funcionamento de um ecossistema.

A proposta está apresentada seguindo os tópicos: 1- Sujeitos e contexto da pesquisa: descrição sucinta do perfil da turma e do ambiente social em que a escola está inserida; 2- Planejamento das atividades investigativas: apresenta as categorias de perguntas que estimularam a discussão do tema em sala de aula; 3- Coleta e análise de dados: utilizando o caderno de campo dos alunos e observações do professor como principal fonte dos dados coletados; 4- Etapas da sequência didática: descrição das atividades realizadas pelos alunos; 5- Análise de dados: apresenta os recursos e ferramentas usadas para analisar os resultados da aplicação da sequência didática, além da apresentação e discussão dos resultados e a conclusão.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 - Alfabetização científica e CTSA no ensino de ecologia**

A ecologia ficou conhecida como ciência a partir de 1866 e pode ser definida como as interações entre os organismos com o ambiente (FONSECA e CALDEIRA, 2008; REECE, 2015; MACIEL, 2018).

Assim como outras ciências, a ecologia é influenciada por fatores históricos, culturais, sociais e econômicos na construção do conhecimento ao longo do tempo. Essa influência exerce um papel importante no ensino de ecologia que se reflete nas propostas curriculares e nos conteúdos programáticos das escolas (MOTOKANE, 2015).

De acordo com Motokane (2015) para ensinar ecologia é importante saber as diferentes abordagens que se formaram ao longo do tempo. Manzochi (1994) reconhece e classifica as seguintes abordagens da ecologia: ecologia natural (dividida em ecologia sistêmica e evolutiva), ecologia humana/social e conservacionismo e ecologismo. Ainda segundo o autor, a ecologia sistêmica estuda os ecossistemas abordando temas como matéria e fluxo de energia, sucessão ecológica, biomas, serviços ecossistêmicos; a ecologia evolutiva concentra-se na dinâmica de populações, interação entre espécies, evolução e a ecologia humana estuda a relação entre o homem e a natureza, e discute aspectos culturais e de subsistência do ser humano em sua interação com a natureza. O conservacionismo representa a abordagem prática de conservação dos recursos naturais e o ecologismo exerce o papel de

influência social e política na sociedade. Há também uma preocupação de que o estudante não enxergue a ecologia apenas sob o ponto de vista da sustentabilidade, tema bastante abordado nas escolas, mas muitas vezes impregnado com vieses econômicos.

Essa percepção de diversas ecologias traz uma reflexão sobre como é ensinada a ecologia e que propostas curriculares estão sendo escolhidas pelas escolas. A BNCC (Base Nacional Comum Curricular) do ensino médio recomenda uma série de habilidades e competências que os estudantes devem adquirir utilizando o estudo e compreensão de temas que contextualizem a situação econômica, tecnológica, social e ambiental, cabendo destacar aqui três competências estabelecidas no documento para as Ciências da Natureza:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e 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 global.
2. 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.
3. 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), (BNCC, 2019, pag. 553).

Percebemos no documento a recomendação da formação de um indivíduo que se preocupe com o uso dos recursos naturais de forma menos impactante para o ambiente e os cidadãos, que saiba utilizar diferentes procedimentos científicos e tecnológicos, considerando as demandas regionais, locais ou globais. Ações de análises, interpretação e investigação devem ser estimuladas colaborando para soluções de problemas gerados pela própria sociedade.

O documento também incentiva os alunos a usarem a linguagem científica como subsídio para a aplicação do conhecimento científico na resolução de problemas, não só para lembrar termos, mas também para se adaptarem à cultura científica integrada à cultura humana.

Neste contexto, o ensino de ecologia no ensino médio deve contribuir para a compreensão dos processos ecológicos como decomposição, ciclagem de materiais, interações entre fatores bióticos e abióticos, entre outros, levando à reflexão sobre a ação humana no meio ambiente.

Por outro lado, há o desafio de integração entre a cultura científica e a cultura escolar para que os estudantes compreendam “como fazer ciência” e possam tomar decisões baseadas em fundamentos científicos e não no senso comum. Para auxiliar na superação desse desafio a alfabetização científica torna-se importante para incluir a cultura científica na educação básica. (SASSERON, 2016).

O termo alfabetização é apresentado no dicionário Aurélio como o ensino da leitura e escrita. No entanto, no mundo de hoje, a tecnologia passou a fazer parte da cultura humana e está ligada à diversas interações sociais, portanto, existem muitas formas de comunicação que demandam interpretações e subjetividades que vão além de saber ler e escrever.

Nesse sentido, foi instituído um novo termo “letramento” que está ligado a alfabetização, mas possui características específicas. A alfabetização é a capacidade de ler e escrever e o letramento a habilidade do uso da linguagem tanto escrita como falada em diversas situações no mundo social, tecnológico e científico (TEIXEIRA, 2013).

No campo da educação científica, há uma discussão sobre o uso dos termos alfabetização científica e letramento científico entre os autores. Autores brasileiros ao usarem o termo “Letramento Científico” se apoiam no conceito proposto por pesquisadores da área da linguística, que definem o letramento científico como “resultado da ação de ensinar e aprender” formando pessoas que fazem uso da escrita como parte do seu cotidiano (SASSERON, 2016).

Chassot (2003) considera a ciência como um tipo de expressão da linguagem humana e usa o termo Alfabetização Científica como a capacidade que uma pessoa deve possuir para ter condições de fazer a leitura da natureza e do universo. Sasseron (2016) utiliza um novo termo denominado de “encultramento científico”, para transmitir a ideia de que a ciência faz parte da cultura humana, e por isso, seu comportamento e maneira de pensar devem ser integrados ao cotidiano das pessoas, assim como a cultura histórica, social e religiosa.

Embora se discuta a diferença entre alfabetização e letramento científico, a utilização desses termos geralmente está relacionada à importância da formação de cidadãos críticos que se apropriam da ciência como empreendimento humano que pode trazer tantos benefícios como prejuízos para a sociedade, o que provoca a pergunta “o que é ser alfabetizado cientificamente”? Partindo da compreensão histórica da natureza da ciência e o seu papel na sociedade incluindo a tecnologia como produto da ciência e influenciadora na cultura humana, Penick (1998) apontou que a alfabetização científica deve levar em conta a relação existente entre ciência, tecnologia e sociedade. Segundo ele, o professor em sala de aula deve

discutir com os alunos os problemas sociais que afetam as suas vidas utilizando o pensamento científico para compreendê-los e buscar soluções.

Para o autor a alfabetização científica tem sido amplamente discutida e lacunas ainda precisam ser preenchidas. No entanto, algumas características podem ser encontradas em pessoas consideradas alfabetizadas cientificamente: curiosidade, compreensão básica de conceitos, proatividade, criatividade e investigativo. Nesse contexto, Sasseron (2008) aborda algumas habilidades que são características do mundo científico e que os alunos devem adquirir ao longo do processo de aprendizagem para se tornarem alfabetizadas cientificamente. Essas habilidades referem-se a atitudes do fazer científico: analisar, interpretar, investigar e resolver problemas. Segundo a autora, essas habilidades podem ser expressas no discurso dos alunos durante a realização de atividades que possibilitem a criação de um ambiente científico em sala de aula. Para reconhecê-las e medi-las, a autora propõe indicadores de Alfabetização Científica (AC) denominados de “raciocínio lógico”, “levantamento de hipóteses”, “previsão”, “explicação”, “justificativa”, “dedução” e “organização de informações” que servem como referência para o professor no planejamento das atividades e intervenções pedagógicas necessárias. No entanto, a autora destaca que, à medida que as mudanças na ciência afetam o currículo escolar, os indicadores podem mudar.

Neste trabalho o termo alfabetização científica será utilizado como um processo de apropriação de comportamentos e habilidades típicas do fazer científico que podem ser trabalhados no currículo escolar. No contexto do currículo escolar não podemos esquecer do tema Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). A CTSA foi um movimento ocorrido no século XX nascido no contexto histórico da forte corrida tecnológica entre países desenvolvidos após a segunda guerra mundial, quando Rússia e EUA saíram como duas potências e passaram a disputar a superioridade mundial, o que desencadeou uma insatisfação de grupos da sociedade gerando movimentos críticos à ciência na época. Esses movimentos discutiram o papel da ciência e da tecnologia na sociedade, propondo reflexões sobre benefícios e/ ou prejuízos do avanço tecnológico para a sociedade e o meio ambiente. Estas discussões repercutiram no currículo escolar, propondo a incorporação de conhecimentos científicos e tecnológicos na formação de um cidadão crítico, já que ambos podem modificar o mundo social e o meio ambiente. Incluir uma abordagem curricular que desenvolva o conhecimento científico e tecnológico é necessário também para uma reflexão dos impactos positivos e negativos decorrentes do desenvolvimento científico na sociedade e meio ambiente (CAVALCANTI et. al, 2012; BOURSCHEID, 2014; LEMOS, 2014, CARMONA e PEREIRA, 2018).

No ensino de ecologia a alfabetização científica e a abordagem CTSA estão intrinsicamente ligadas e tornam-se um desafio para o ensino de ecologia no ensino médio, pois demanda um planejamento conjunto com outros professores e uma abordagem contextualizada que possa conectar diferentes áreas de conhecimento (FONSECA e CALDEIRA, 2008; FREIRE, 2014).

Neste contexto a abordagem CTSA contribui para a alfabetização científica em sala de aula, desde que temas relevantes que fazem parte do cotidiano dos alunos possam ser contextualizados e abordados numa perspectiva científica (SANTOS e MACIEL, 2013).

## 2. 2 - A abordagem investigativa no ensino de ecologia

A abordagem investigativa utilizada em sala de aula segue algumas etapas que fazem parte da natureza da ciência e da rotina dos cientistas:

- Situação-problema;
- Proposição de hipóteses;
- Coleta de dados;
- Análise dos dados;
- Discussão dos dados;
- Divulgação do conhecimento.

A divulgação do conhecimento é feita utilizando a linguagem científica, fundamental na compreensão de conceitos, teorias e leitura do mundo do ponto de vista da ciência. (MOTOKANE, 2015; SASSERON, 2015; TRIVELATO e TONIDANDEL, 2015; CARVALHO, 2018).

Consideramos aqui, a linguagem científica sob o enfoque dos eixos estruturantes da alfabetização científica proposta por Sasseron (2015, p. 8): “(a) a compreensão básica de termos e conceitos científicos, retratando a importância de que os conteúdos curriculares próprios das ciências sejam debatidos na perspectiva de possibilitar o entendimento conceitual; (b) a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática [...] privilegiando a investigação em aula [...] e (c) o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), permitindo uma visão mais completa e atualizada da ciência, vislumbrando relações que impactam a produção de conhecimento e são por ela impactadas, desvelando, uma vez mais, a complexidade existente nas relações que envolvem o homem e a natureza.”

A abordagem investigativa como proposta didática para o ensino de ecologia, além de despertar o interesse dos alunos, favorece o desenvolvimento cognitivo e da cultura científica

no ambiente escolar. Zômpero e Laburú (2011) em pesquisa sobre atividades investigativas apontam diversos autores com diferentes visões sobre esse método de ensino. Entretanto, elementos são comuns nas abordagens pesquisadas: um problema a ser resolvido, a elaboração de hipóteses, pesquisa, comunicação do conhecimento apreendido e o protagonismo do aluno. Os autores também dizem que o ensino investigativo não tem como objetivo formar cientistas, mas fomentar o desenvolvimento cognitivo dos alunos para aquisição de habilidades próprias da ciência: elaborar hipóteses, anotar e analisar dados e desenvolver habilidade argumentativa.

Neste contexto o ensino de ecologia pelo método tradicional de aulas expositivas e memorização de conceitos, dificulta o desenvolvimento das habilidades citadas, pois as aulas estão centradas no professor e os conteúdos estão desconectados da realidade dos alunos, levando a um desinteresse e pouca ação do aluno no seu processo de aprendizagem. Portanto, a sequência didática proposta oportuniza aplicar uma metodologia e didáticas condizentes com a aprendizagem significativa, por meio da composteira.

### 2.3 – Escolha de um tema relevante no ensino de ecologia

Considerando o currículo escolar por meio da BNCC, observamos que os conteúdos da ecologia podem ser abordados através de temas que discutem questões socioambientais e de saúde, incluindo aqueles que abrangem a relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). Neste contexto, a compostagem tem sido utilizada como ferramenta de ensino-aprendizagem para a discussão de problemas socioambientais nas escolas. Saraiva *et al.* (2017) utilizaram a construção de uma minicomposteira no ensino de Química, abordando os temas decomposição de materiais orgânicos e inorgânicos, transformação da matéria orgânica e ciclos biogeoquímicos (ciclo do nitrogênio, carbono, fósforo). Lustosa *et al.* (2018) enfocaram a importância da conservação do solo e Silva e Intorne (2018) da microbiota. A vermicompostagem (compostagem com adição de minhocas) foi utilizada como atividade prática investigativa para discutir o tratamento de resíduos orgânicos na escola (AZEVEDO, 2015; BATISTA, 2019; COSTA e AGUIAR, 2019).

Ressaltamos a importância das minhocas no processo de decomposição. São chamadas de “Engenheiras do Ecossistema” porque, junto com outros organismos detritívoros, promovem aeração do solo, permitindo também a “infiltração e retenção de água”. Além disso, atuam como decompositoras da matéria orgânica beneficiando diversos organismos, como as plantas e são bioindicadoras da qualidade dos solos (STEFFEN, 2012).

Pelo exposto fica claro o grande potencial da compostagem na abordagem de temas da ecologia, principalmente no estudo da interação entre os seres vivos e os fatores bióticos e abióticos que influenciam esta interação.

Reece (2015) define ecossistema como a interação de todos os organismos com o ambiente em que vivem em uma “determinada área”, independente do seu tamanho. O autor comenta que um pedaço de um tronco de uma árvore tem em seu “microcosmo” um ecossistema em funcionamento, assim como os grandes biomas do planeta. Qualquer interferência neste ecossistema, seja por ação antrópica ou por processos naturais e evolutivos pode modificar seu funcionamento. Assim, a relação entre matéria, fluxo de energia e componentes bióticos e abióticos determinam o funcionamento de um ecossistema (FREITAS, 2016).

Para Inácio e Miller (2009), o processo de compostagem pode ser definido como uma “decomposição aeróbia e termofílica de resíduos orgânicos por populações microbianas quimiorganotróficos existentes nos próprios resíduos”, ou seja, o funcionamento de uma composteira depende das interações entre os fatores bióticos e abióticos.

A composteira torna-se desta forma, uma importante ferramenta pedagógica de ensino, não apenas pelo enfoque da redução de resíduos orgânicos, mas para o ensino da ecologia numa abordagem interdisciplinar.

Nesse sentido a proposta deste trabalho foi desenvolver e aplicar uma sequência didática investigativa (SDI) utilizando como recurso experimental e investigativo a composteira, abordando conceitos da ecologia relacionados ao funcionamento de um ecossistema.

### **3. JUSTIFICATIVA**

Em diversos trabalhos desenvolvidos em escolas utilizando a compostagem como prática interdisciplinar (GAZANÊO, 2012; LUSTOSA ET AL., 2018; SILVA E INTORNE, 2018; MOTHÉ ET AL., 2020), percebemos um grande potencial de ensino dos temas da ecologia. Geralmente os temas ecológicos são abordados sob o enfoque da redução dos resíduos gerados pela atividade humana, com pouca compreensão sobre os mecanismos ecológicos que podem atuar nesta redução.

Os temas da ecologia podem ser abordados de diversas formas no ensino médio. A utilização de atividades práticas e interdisciplinares é uma estratégia pedagógica importante, e no contexto da abordagem investigativa estimula o protagonismo do aluno e o desenvolvimento de habilidades necessárias para a compreensão dos temas da ecologia.

Segundo Fonseca e Caldeira (2008), os conceitos da ecologia são fundamentais para compreensão dos processos ecológicos, os quais são a base da construção de uma política ambiental da sociedade. No contexto atual da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), Santos *et al.* (2013), preconizam a compreensão do conhecimento ecológico como subsídio para o julgamento das questões ambientais que envolvem a atividade humana. Então, entender o funcionamento de um ecossistema é importante na formação de um cidadão crítico capaz de argumentar, questionar e se posicionar perante os problemas socioambientais que afligem a sociedade.

A composteira pode ajudar neste processo já que é criado um miniecosistema cujo funcionamento poderá ser acompanhado, levando os alunos a formular questões, problematizar, produzir e analisar dados tornando-os protagonistas no processo de ensino-aprendizagem.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo Geral**

Elaborar uma sequência didática que auxilie, através do desenvolvimento de atividades investigativas, a compreensão do “funcionamento dos ecossistemas”

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Estimular os estudantes a construir uma composteira usando resíduos orgânicos gerados na escola, bem como analisarem seu funcionamento.
- Realizar atividades investigativas que permitam os alunos explicitarem seus conhecimentos prévios, propor hipóteses e coletar dados para construção de tabelas e gráficos.
- Discutir com os alunos sobre o funcionamento de um ecossistema a partir da observação de uma composteira.
- Analisar o discurso dos alunos utilizando os indicadores de alfabetização científica.

## **5. MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.1 Sujeitos e contexto da pesquisa**

Os sujeitos da pesquisa são alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola estadual localizada no município de Ribeirão das Neves/MG.

A escola foi construída em 1987 com uma estrutura de apenas duas salas, uma cozinha e dois banheiros para atender alunos dos anos iniciais (1º ao 5º ano). A demanda por matrícula

de estudantes da região foi crescendo e anexos foram construídos na década de 90, e a escola foi incorporada à rede estadual de ensino passando a atender alunos dos anos iniciais e fundamental. Atualmente a escola atende cerca de 800 alunos dos anos iniciais no turno da tarde, anos finais (6º ao 9º ano) no turno da manhã, EJA (ensino de jovens e adultos) e ensino médio (1º ao 3º ano) nos turnos manhã e noite.

Segundo avaliação de proficiência<sup>1</sup> em língua portuguesa e matemática no ano de 2019 feita pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, apenas 4,3 % dos alunos do 3º ano do ensino médio avaliados nesta escola apresentaram nível recomendado, e 80,4 % apresentaram nível abaixo do recomendado em língua português e 87% prestaram nível abaixo do recomendado em matemática. Isso significa que a maioria dos alunos que realizaram a avaliação apresentaram dificuldade em leitura e interpretação de texto, em interpretação da linguagem matemática e suas operações, conforme matriz referência de conhecimentos e habilidades do programa SIMAVE<sup>2</sup> (Sistema Mineiro de Avaliação e Equidade da Educação Pública).

Foi neste contexto que vinte alunos do ensino médio, em processo de desenvolvimento em leitura, interpretação e escrita, participaram desta proposta. Deste universo, dois foram acompanhados durante toda a atividade (aqui identificados como alunos A e B), por um professor de apoio educacional. No planejamento das atividades da sequência didática e sua adequação a realidade escolar foi considerado o relatório do professor de apoio juntamente com manifestações da supervisora pedagógica da escola, formulados até aquele momento.

“[...] A aluna A, apresenta dificuldade em interpretar textos simples, mas consegue acompanhar a turma que está inserida. A aluna é participativa, tem interesse em fazer as atividades propostas, tem boa oralidade, se expressa bem, é bastante extrovertida e sociável, tem facilidade em fazer e estabelecer relações interpessoais [...]”

Fonte: Relatório pedagógico da escola

Segundo relatório pedagógico o aluno B também possui dificuldades cognitivas com leitura, interpretação e operações matemáticas. É pouco sociável, interage pouco com os alunos da sala, mas com ajuda do professor de apoio consegue acompanhar a turma. O projeto desta

---

<sup>1</sup> Proficiência é o termo dado pelo programa SIMAVE da Secretaria de Educação de Minas Gerais que estabelece o nível de conhecimentos e habilidades dos estudantes da educação básica por meio da realização de um teste anual. O teste mede quatro níveis de conhecimentos e habilidades: baixo, intermediário, recomendado e avançado.

<sup>2</sup> SIMAVE é um programa de avaliação por meio de um teste anual que avalia “conhecimentos e habilidades” dos estudantes da educação básica da rede pública estadual e municipal de Minas Gerais segundo padrão estabelecido pelo próprio programa.

pesquisa foi encaminhado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP) sob o número 3.713.834 (Anexo 1).

## 5.2 – Planejamento das atividades investigativas

Considerando os sujeitos da pesquisa e seu contexto social, as atividades investigativas foram planejadas com o intuito de estabelecer em sala de aula um ambiente que favorecesse a argumentação utilizando as categorias de perguntas investigativas (quadro 1), propostas por SOUZA, (2012).

Quadro 1 - Categorias de perguntas utilizadas na discussão com os alunos em sala de aula

| <b>Classificação das Perguntas</b>       | <b>Descrição</b>  |
|--|---|
| Perguntas de Problematização             | “Remetem-se ao problema estudado ou subjacente a ele dentro da proposta investigativa. Refazem, reformulam de outra maneira, voltam à proposta do problema. Ajudam os alunos a planejar e buscar soluções para um problema e exploram os conhecimentos do aluno antes de eles o resolverem. Levantam as demandas do problema para que os alunos iniciem a organização das informações necessárias para resolvê-lo.” |
| Perguntas sobre dados                    | “Abordam os dados envolvidos no problema. Seja evidenciando-os, apresentando-os ou selecionando-os de forma a descartar ou não variáveis. Direcionam o olhar do aluno para as variáveis envolvidas relacionando-as, procurando um grau maior de precisão, comparando ideias, propondo inversões e mudanças.”  |
| Perguntas exploratórias sobre o processo | “Buscam que os alunos emitam suas conclusões sobre os fenômenos. Podem demandar hipóteses, justificativas, explicações, conclusões como forma de sistematizar seu pensamento na emissão de uma enunciação própria. “Buscam concretizar o aprendizado na situação proposta. Fazem com que o aluno reveja o processo pelo qual ele resolveu o problema, elucide seus passos.”   |
| Perguntas de sistematização              | “Buscam que os alunos apliquem o conceito compreendido em outros contextos, prevejam explicações em situações diferentes da apresentada pelo problema. Levam o aluno a raciocinar sobre o assunto e a construir o modelo para explicar o fenômeno estudado.”  |

Fonte: Souza (2012, p. 46) – Quadro reproduzido da dissertação do autor, título: “A importância da pergunta na promoção da alfabetização científica dos alunos em aulas investigativas de física.

A contextualização do tema funcionamento de um ecossistema foi outro aspecto contemplado no planejamento das atividades, tendo em vista os conceitos-chave da ecologia abordados e sua conexão com outras disciplinas do currículo escolar. Krasilchik (2016) diz que uma das maiores dificuldades de ensinar biologia no ensino médio é falta de integração entre as disciplinas dividindo os conteúdos que deveriam ser interligados. Segundo a autora cabe ao professor mediar essa conexão afim de preencher essa lacuna existente. Nesse sentido o planejamento contou com a participação dos professores das disciplinas de matemática, química e geografia que receberam um roteiro das atividades realizadas para acompanhar e fazer as interferências e mediações necessárias junto aos alunos participantes em suas respectivas aulas (ALMEIDA e SASSERON, 2013).

Esse planejamento aplicado está contemplado na atual BNCC do ensino médio. As diretrizes para o ensino de biologia fazem parte da área de conhecimento da Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A recomendação do documento é a integração das ciências para adquirir competências e habilidades específicas desta área:

“As competências e habilidades da BNCC constituem a formação geral básica. Os currículos do Ensino Médio são compostos pela formação geral básica, articulada aos itinerários formativos como um todo indissociável, nos termos das DCNEM/2018 (Parecer CNE/CEB nº 3/2018 e Resolução CNE/CEB nº 3/201858)”. (BNCC, 2019, p. 470)

Neste contexto o planejamento da sequência didática busca se adequar ao documento, principalmente quando se utiliza a abordagem investigativa, conforme proposto:

“[...] No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias oportuniza o aprofundamento e a ampliação dos conhecimentos explorados na etapa anterior. Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais [...]. (BNCC, 2019, p. 472).

Dessa forma o planejamento das atividades pretende seguir uma sequência metodológica que abrange os aspectos cognitivos, a interdisciplinaridade e a aproximação da cultura científica.

### 5.3 – Coleta e análise de dados

A metodologia deste trabalho está baseada na pesquisa-ação, na qual o pesquisador e o pesquisado são objetos de estudo num processo investigativo de uma questão social a ser transformada (AZEVEDO, 2008; CERATI e LAZARINI, 2009).

Os dados foram coletados durante o desenvolvimento das três etapas da sequência didática por meio dos registros dos alunos no diário de campo e o caderno de campo do professor-pesquisador. O caderno de campo é um instrumento de coleta de dados que permite análise descritiva da observação em situações únicas que ocorrem em sala de aula, levando à reflexão e aprimoramento da metodologia de ensino aplicada (PINHEIRO, 2019). Também foram coletados dados utilizando os relatórios pedagógicos da escola e da redação individual dos alunos participantes sobre suas percepções das atividades realizadas em sala de aula utilizando o programa Wordle. Esta ferramenta processa as palavras de um ou vários textos simultaneamente apresentando como resultado, um conjunto de palavras mais citadas em forma de um gráfico denominado nuvem de palavras (CAMARGO, JUSTO, IRAMUTEQ, 2013; PRAIS e ROSA, 2017). Neste gráfico podemos analisar a opinião dos alunos sobre as atividades realizadas durante a sequência didática.

A coleta de dados foi realizada nas três etapas da sequência didática realizadas no período de 22/10/2019 a 26/11/2019.

### 5.4 – Etapas da sequência didática sobre o tema funcionamento de um ecossistema

#### 5.4.1 Primeira etapa – Problematização

Essa etapa da sequência didática destaca-se pela exposição do problema a ser resolvido com levantamento de dados sobre os resíduos orgânicos e proposição de solução para o tratamento dos resíduos orgânicos gerados pela escola. Uma sequência didática com abordagem investigativa inicia-se com a proposição de um problema contextualizado que estimule os alunos no processo de investigação (MOTOKANE, 2015; CARVALHO, 2018).

Neste contexto, a aula 1 foi iniciada com a apresentação para os alunos, da figura abaixo (Figura 1) sobre a composição do lixo brasileiro.



Figura 1- Composição do lixo domiciliar brasileiro

Fonte: [http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cors/kit\\_res\\_5\\_organico.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cors/kit_res_5_organico.pdf)- acesso em 20/09/2019.

Nessa aula, para começar a discussão foi entregue aleatoriamente para 08 alunos da turma perguntas numeradas de 1 a 8 (Quadro nº 2).

Quadro 2 - Perguntas norteadoras Atividade Investigativa nº 1 – Apresentação do tema

| Nº | Perguntas Problematizadoras   |
|----|---|
| 01 | O que podemos comentar sobre os dados apresentados no gráfico?                      |
| 02 | Na natureza há geração de resíduos? Se sim. quais são eles?                         |
| 03 | Como esses resíduos são tratados no meio ambiente?                                  |
| 04 | Qual o destino destes resíduos na natureza?   |
| 05 | Há geração de resíduos orgânicos na escola?   |
| 06 | Para onde vão os restos de alimentos que sobram na merenda escolar?                 |
| 07 | Qual(is) destino(s) poderíamos dar para os resíduos orgânicos produzidos na escola? |
| 08 | Como podemos tratar os resíduos orgânicos da escola?                                |

Fonte: Autor, 2020.

Cada aluno fez a leitura da pergunta para toda a turma de acordo com a sequência numérica. A partir da pergunta nº 01: “O que podemos comentar sobre os dados apresentados no gráfico?”. Os alunos foram estimulados a explicar a figura interpretando as informações contidas no gráfico. Durante a discussão, o professor-pesquisador perguntou para a turma: “Na sua opinião, dos resíduos apresentados no gráfico, qual seria aquele que é mais gerado nas suas casas? e na escola?”

Carvalho e Sasseron (2018) abordam a questão do debate em sala de aula para introduzir os alunos no ambiente científico, assim como acontece na comunidade científica quando há uma discussão entre os cientistas sobre um problema. O professor é o mediador responsável em conduzir o debate interagindo com a fala dos alunos abrindo espaço para que eles possam expor seus conhecimentos prévios. Assim com estas perguntas, os alunos foram estimulados a pensar sobre o lixo gerado em suas casas e na escola, o tipo de resíduo e sua quantidade abordando o conceito-chave de resíduos sólidos. A leitura das perguntas nº 02, 03 e 04, estimulou os alunos a expressarem suas ideias a respeito dos resíduos orgânicos, decomposição e ciclagem de materiais.

Assim durante a discussão destas perguntas, o professor-pesquisador apresentou o termo ecossistema com a seguinte pergunta: “Olhando para a mata aqui perto da escola, como seria a geração de resíduos nesse ecossistema? Desta forma, os alunos foram estimulados a pensar no conceito de ecossistema e os elementos que fazem parte dele. Em uma sequência

didática investigativa trabalhar os conceitos científicos em sala de aula é importante na formação do aluno como cidadão que interpreta o mundo a sua volta (CARVALHO e SASSERON, 2018). As perguntas 05, 06 e 07, problematizaram a geração de resíduos orgânicos com o objetivo de preparar os alunos para o processo investigativo.

Carvalho (2018) explica a importância do professor em conduzir os alunos no processo de passagem da linguagem cotidiana à linguagem científica, uma vez que o aluno traz consigo a bagagem da linguagem cotidiana. Neste processo a autora menciona que o professor deve ser o agente que provoca a discussão do tema, apresentando a linguagem científica. Isso pode ser feito por meio da cooperação e especialização das linguagens expressas em sala de aula: “verbal”, “gestual” e “gráfica”, na medida que o professor ao abordar o tema, estabelece a interação entre as linguagens, falando, gesticulando e utilizando formas gráficas, como desenhos, figuras, gráficos, trazendo maior significação da linguagem científica para os alunos.

Na aula nº 2, para que os alunos pudessem ter liberdade de investigar, discutir e tomar suas próprias decisões (KRASILCHIK, 2016) o professor-pesquisador solicitou aos alunos reunirem em quatro grupos de cinco participantes com objetivo de responder a pergunta nº 8 na forma de uma tempestade de ideias. Os alunos discutiram, anotaram pontos importantes da discussão e cada grupo fez uma apresentação das suas respostas. No final da apresentação, o professor-pesquisador perguntou à turma, qual seria a melhor ideia para solucionar o problema “como tratar os resíduos orgânicos da escola?”.

Dessa forma os alunos discutiram sobre o problema e pela pesquisa feita pelos alunos sobre compostagem orientado pelo professor-pesquisador juntamente com outras ideias apresentadas pelos alunos, a composteira foi a solução mais adequada para resolver o problema. Concluída a apresentação os alunos ficaram com a tarefa de pesquisarem sobre a composteira, utilizando o computador e internet disponível da escola e nos livros disponíveis na biblioteca.

Neste contexto, a abordagem investigava 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).

Na aula nº 3 os alunos se reuniram em três grupos e fizeram a apresentação sobre como poderiam construir uma composteira para tratar os resíduos orgânicos da escola. Após a apresentação foi um consenso da turma que a composteira doméstica era mais fácil de construir e podia ser uma solução para tratamento dos resíduos orgânicos gerados pela escola.

Encerrando a aula o professor-pesquisador e os alunos da turma ficaram com a tarefa de coletar os materiais necessários para a construção da composteira, encerrando assim, a primeira etapa da sequência didática.

Os alunos conseguiram, por doação pela padaria do bairro, cinco galões de 15 kg, folhas secas do próprio quintal das casas dos alunos e terra vegetal. As minhocas e os aparelhos medidores de temperatura, umidade e pH, manta de jardim, torneira de filtro, bem como a furadeira e uma broca de 8 mm foram trazidos pelo professor-pesquisador. Os resíduos sólidos provenientes da merenda durante uma semana foram acondicionados pelas canteiras da escola em galão de 15 kg, coletados posteriormente pelos alunos. Com os materiais coletados teve início a atividade investigativa.

#### 5.4.2 Segunda Etapa – Construção da composteira

Nesta etapa os alunos estão concentrados em resolver o problema e por isso a prioridade não é o ensino dos conceitos ecológicos, mas a prática experimental, a liberdade dos alunos trabalharem sem a interferência do professor cujo papel se restringe em não deixar dúvidas para os alunos quanto ao problema a ser resolvido (CARVALHO, 2018). Segundo a mesma autora é mais fácil para os alunos resolverem problemas em grupos, pois há uma interação afetiva e comunicativa entre eles, pois gera segurança e permite maior envolvimento com a atividade. Nesse processo de engajamento os alunos levantaram hipóteses sobre o funcionamento da composteira, fizeram previsões sobre o que aconteceria, obtiveram dados das variáveis que influenciam no seu funcionamento, tabularam e sistematizaram esses dados para que pudessem ser interpretados.

Assim, nessa etapa os alunos manipularam os materiais e discutiram sobre o problema a ser resolvido.

5.4.3 - Atividade Investigativa nº 01- Construção da composteira, levantamento de hipóteses sobre o seu funcionamento, obtenção, tabulação e interpretação de dados, construção de gráficos.

Para a construção da composteira, a sala de aula, foi organizada formando duas bancadas com os materiais coletados pelos alunos: 04 galões de 15 kg com tampa, terra vegetal, folhas secas, restos de alimentos selecionados da merenda escolar (cascas de legumes e frutas, folhas de verdura), torneira de filtro, 02 metros de manta de jardim, 50 minhocas californianas adquiridas pelo professor-pesquisador no mercado de flores e uma furadeira elétrica com uma broca de 8 mm.



Figura 2 - Construção das composteiras pelos alunos

À princípio a ideia era construir quatro composteiras, mas ao analisarmos o espaço necessário para armazenamento de todo o material, e a logística para observação do funcionamento da composteira, medição das variáveis e coleta dos dados, além de todas as atividades que estavam ocorrendo na escola (ex. preparação para a feira de ciências, avaliações externas pela Secretaria de Educação) isso se tornou inviável. Optamos por construir duas composteiras com dois compartimentos: o primeiro para acondicionamento dos resíduos orgânicos, terra, folhas, a manta de jardim utilizada na tampa do galão entre os dois compartimentos para escoamento do chorume e barreira para impedir a saída das minhocas, e outro compartimento para armazenamento e coleta (utilizando as torneiras) do chorume a ser produzido nas composteiras.

Quando prontas, foram acondicionado no primeiro compartimento, cerca de 03 quilos de terra vegetal, 01 quilo de cascas e restos de legumes e frutas, como banana e melancia, 400 gramas de folhas secas. Uma das composteiras recebeu ainda 50 minhocas. A composteira sem minhocas foi “marcada” pela torneira branca e a com minhocas pela torneira marrom (Figura 3).



Figura 3 - Composteiras construídas pelos alunos

As duas composteiras foram então colocadas em uma sala da escola para as observações. Antes de iniciar a observação do funcionamento das composteiras foi lembrado aos alunos as perguntas que deram origem a esta atividade, ou seja, “Como tratar os resíduos orgânicos gerados pela escola?”. Nessa retomada do problema a ser resolvido, foi feita uma discussão em torno da pergunta e os alunos chegaram à conclusão que era necessário saber como a composteira trata os resíduos orgânicos e qual o resultado esperado. Neste momento, os alunos se reuniram em quatro grupos novamente e foi entregue para cada grupo um caderno de campo para registro das suas anotações. O professor-pesquisador propôs aos grupos responderem as perguntas do quadro 3 para auxiliá-los na discussão sobre como funciona uma composteira.

Quadro 3 - Perguntas norteadoras utilizadas na atividade investigativa nº 2.

| Nº | Perguntas Exploratórias  |
|----|--|
| 09 | O que vocês esperam que aconteça na composteira?   |
| 10 | Será que todas as composteiras funcionarão da mesma forma? Por quê?  |
| 11 | O que pode mudar o funcionamento de uma composteira?   |
| 12 | O que você espera que aconteça se adicionarmos minhocas na composteira?  |
| 13 | Considerando a composteira como um ecossistema, como conseguimos representar os fatores bióticos e abióticos.? |
| 14 | Como você acha que podemos representar o fluxo de energia na composteira?                                      |
| 15 | Como podemos saber que a matéria está sendo reciclada?   |

Fonte: Autor, 2020.

Os alunos elaboraram hipóteses, discutiram sobre os fatores bióticos e abióticos presentes na composteira e como esses elementos interagem. Na abordagem destas perguntas foram introduzidos termos que se referem à conceitos-chave do funcionamento de um ecossistema como fatores bióticos e abióticos. Assim os grupos registraram no caderno as suas respostas que foram apresentadas em sala de aula para discussão. Neste momento o professor-pesquisador apresentou os instrumentos de medidas de temperatura, umidade e pH, explicou como funcionava cada aparelho e como seria a medição nas composteiras. Informou aos alunos que os professores de Matemática, Química e Geografia participariam das atividades para auxiliá-los sobre conteúdos relacionados ao tema, como estatística, reações químicas e tipos de solos, e que as aulas desses professores estariam disponíveis para os alunos realizarem as medições.

A partir desse momento os alunos foram divididos novamente em dois grupos, um grupo responsável pela observação e medição na composteira sem minhocas e um grupo responsável por observar e medir na composteira com minhocas. As medições realizadas foram: temperatura, umidade e pH das composteiras e temperatura ambiente da sala onde as composteiras estavam armazenadas.

Durante todo o período de cinco dias consecutivos os alunos deveriam medir e anotar, no caderno de campo, a temperatura utilizando o termômetro (Termômetro Digital de vareta Prova D'água -45+230°C 0,1°C Incoterm), a umidade e o pH utilizando o aparelho (Medidor 3x1 pH e Umidade Terra Solo Lúmens Luz Plantas Grow) nas composteiras, além das medidas de temperatura e umidade do ambiente pelo aparelho (Termo-higrômetro digital capacidade -10°C ~ +50°C Ref. NOVOTEST DC803). Os aparelhos usados são facilmente encontrados no mercado por um valor acessível ao professor ou a escola.

Com a mediação do professor-pesquisador, os alunos estabeleceram um protocolo de registro das medições. Por entendermos que o material em processo de decomposição é heterogêneo, estabelecemos que seria utilizada uma média aritmética de três medições realizadas em diferentes pontos das composteiras para cada parâmetro medido: temperatura, umidade e pH, além das medidas de umidade e temperatura do ambiente.

Os professores participantes utilizaram o roteiro das atividades investigativas para discutir com os alunos, durante suas aulas, o contexto de suas disciplinas nas atividades. Os dados obtidos das medições foram utilizados para elaboração de tabelas e gráficos com o auxílio do professor de matemática. O professor de geografia abordou os tipos de solos e usos para atividades humana, e o professor de química trabalhou na construção do conceito de pH e na compreensão das reações químicas que acontecem durante o processo de decomposição.

As medições nas composteiras e observações foram realizadas pelos dois grupos de alunos, na sala onde estavam armazenadas as mesmas, utilizando 50 minutos para a realização das duas atividades durante cinco dias consecutivos. Os alunos puderam observar o crescimento de fungos nas composteiras, além da ação detritívora das minhocas.



Figura 4 - Medições nas composteiras e registro no diário de campo pelos alunos

Ao final do período de observação o material das composteiras foi descartado na horta da escola. As composteiras ficaram na escola para realização de novas compostagens. Essa atividade foi desenvolvida em 10 aulas de 50 minutos, sendo 03 aulas para a construção da composteira e elaboração de hipóteses sobre o seu funcionamento, 07 aulas de 50 minutos para medições, registros, tabulações das medições e confecções de gráficos pelos alunos que também utilizaram as aulas das disciplinas que participaram do trabalho.

#### 5.4.4 Terceira etapa – Análise do funcionamento da composteira

A terceira etapa desta sequência didática se concretiza na organização do conhecimento, onde ocorre a transposição da “ação manipulativa” do experimento para a “ação intelectual”, trazendo os conceitos do tema estudado à tona, pois o aluno procura explicação sobre o que foi observado na composteira, onde os conceitos são utilizados no seu discurso (CARVALHO, 2018).

5.4.4.1 - Atividade Investigativa nº 02 - Comunicação dos resultados, confirmação/refutação das hipóteses, levantamento de novas hipóteses, novas questões/previsões baseadas em evidências.

Nesta atividade os alunos apresentaram, utilizando o programa Powerpoint, as tabelas e gráficos confeccionados com os dados coletados. Segundo Carvalho (2018), frequentemente a organização dos dados obtidos em um experimento feito por alunos do ensino médio ocorre com a “construção de tabelas e gráficos”, onde aluno aprende a expressar a linguagem científica.

Neste contexto foram discutidas as variações da temperatura, umidade e pH entre as composteiras e suas possíveis causas. Os alunos puderam discutir também se as hipóteses levantadas na atividade investigativa nº 01 foram confirmadas após as observações feitas e propuseram novas hipóteses.

Na discussão foi abordado pelo professor-pesquisador as perguntas de dados e sistematização (quadro 4). Por meio das perguntas os alunos expressaram suas respostas em torno do conceito-chave funcionamento de um ecossistema.

Quadro 4 - Perguntas norteadoras utilizadas na atividade investigativa nº 3

| Nº | Perguntas dados e sistematização   |
|----|--|
| 16 | O que aconteceria se houvesse um grande aumento no pH?                     |
| 17 | O que foi importante para manter a umidade e a temperatura da composteira? |
| 18 | Como os parâmetros pH e temperatura podem funcionar em um ecossistema      |

|    |  |
|----|--|
|    | aquático?  |
| 19 | Comparando com um ecossistema, o que seria a compostagem produzida na composteira? |
| 20 | Em solos sem a presença de minhocas, o que aconteceria com a decomposição?         |

Fonte: Autor, 2020.

A proposta de uma abordagem investigativa tem como premissa a construção do conhecimento pela forma de se fazer ciência, que se propõe a ser uma interação argumentativa demonstrada pelo uso de elaboração de hipóteses, explicação, raciocínio lógico, coleta, análise e sistematização de dados com a divulgação do conhecimento. (SASSERON, 2008; SOUZA, 2012; FREIRE, 2014; MOTOKANE, 2015; NUNES, 2016; CARVALHO, 2018).

Dessa forma a atividade foi encerrada, com o compromisso dos alunos de apresentarem todo o trabalho realizado por eles na feira de ciências.

O trabalho foi apresentado na feira de ciências, durante duas horas, com a presença dos professores participantes e toda comunidade escolar.

A figura abaixo resume as etapas da sequência didática realizada:



Figura 5 - Resumo das etapas da sequência didática usada com os alunos do 1º ano do ensino médio de uma escola pública de Ribeirão das Neves (MG) sobre o funcionamento de um ecossistema.

Após a realização de todas as atividades, os cadernos de campo com os registros das observações e discussões foram entregues ao professor-pesquisador para análise dos conteúdos registrados.

### 5.5 Análise dos dados coletados

Para análise dos dados coletados foram utilizadas três ferramentas: Indicadores de Alfabetização Científica (AC); Mapa Conceitual e Nuvem de Palavras.

Os indicadores de alfabetização científica propostos por Sasseron (2008), consistem em categorias formuladas pela autora, após um estudo na literatura das principais características que compõem a alfabetização científica, permitindo encontrar no discurso do aluno elementos que indicam o seu desenvolvimento no processo de alfabetização científica (Quadro 5). A autora utilizou a transcrição de uma gravação para análise do discurso dos alunos. Nesta proposta foram utilizados os registros do caderno de campo para análise do discurso, e anotações das observações do professor-pesquisador durante a realização da sequência didática. Segundo Pinheiro (2019), as anotações de campo do pesquisador podem descrever momentos de interações do objeto de estudo que acontecem naquele momento, os quais são importantes para uma ampla análise da pesquisa.

Quadro 5 - Categorização dos indicadores de alfabetização científica, segundo SASSERON (2008) e SOUZA (2012).

| <b>Indicadores de Alfabetização Científica</b>       | <b>Funcionalidades</b>   |
|--|--|
| Levantamento de hipóteses                            | Indicadores relacionados com a obtenção de dados e delimitação de variáveis. |
| Classificação, Seriação e Organização de informações | Indicadores relacionados ao trabalho com os dados empíricos.                 |
| Explicação, Justificativas, Previsão                 | Indicadores de relação entre variáveis e informações.                        |
| Raciocínio lógico                                    | Indicadores de apropriação de ideias em caráter científico.                  |

Fonte: Souza (2012, p. 35) – Quadro reproduzido da dissertação do autor, título: “A importância da pergunta na promoção da alfabetização científica dos alunos em aulas investigativas de física”.

Os indicadores representam habilidades discursivas e ações articuladas pelos alunos para resolver um problema (SOUZA, 2012, p. 35). Cada indicador representa um estágio de argumentação no discurso do aluno. O levantamento de hipóteses indica uma suposição sobre o fenômeno ou problema em investigação. A classificação de informações aponta a organização hierárquica das informações obtidas. A seriação de informações aborda uma lista de dados que podem estar ordenadas ou não. A organização de informações é um indicador que aponta a articulação das informações no discurso do aluno. O indicador explicação aponta para o discurso em que se procura relacionar informações e hipótese levantada. A justificativa indica uma afirmação que garante o argumento de uma resposta. A previsão indica afirmações que irão prever uma situação ou acontecimento, e o raciocínio lógico é o indicador que representa o desenvolvimento coerente das ideias no discurso dos alunos (SASSERON, 2008).

A segunda ferramenta de análise utilizada foi o mapa conceitual. É uma forma “visual” de interpretação do conhecimento apreendido (TAVARES, 2007). Na análise dos mapas de conceitos foi observada a habilidade dos alunos em fazer relações entre os conceitos, sistematizando o seu conhecimento.

A terceira ferramenta de análise foi a nuvem de palavras, ferramenta que auxilia na interpretação da mensagem, mas é subjetiva e pode ser expressa de várias formas (LIMA, 2016). Segundo a autora o pesquisador pode fazer inferências com intuito de interpretar a mensagem expressada pelos alunos, tanto escrita como falada, e até mesmo comportamental.

As três ferramentas de análises permitiram observar o desenvolvimento da abordagem investigativa proposta no trabalho, e a construção dos conceitos da ecologia pelos alunos durante a realização das atividades.

## **6. RESULTADOS**

### **6.1 - Indicadores de Alfabetização científica na primeira etapa da sequência didática - (Problematização).**

A apresentação do gráfico sobre a composição do lixo brasileiro provocou uma discussão entre os alunos a respeito dos resíduos orgânicos gerados nas nossas casas. Primeiro, os alunos não conheciam o que fazia parte do lixo de suas casas, e não imaginavam, segundo os comentários em sala de aula, que a maior parte do lixo era gerado pela alimentação. Neste momento, o professor-pesquisador fez uma pergunta “Porque a maior parte do lixo é composta por resíduo orgânico?” Alguns alunos perguntaram o que era resíduo

orgânico, um aluno respondeu que era “resto de comida”, o professor-pesquisador fez outra pergunta: “Será que somente resto de comida é resíduo orgânico?” Os alunos começaram a se perguntar o que seria orgânico, então o professor-pesquisador percebendo a dificuldade de chegarem a uma conclusão, disse aos alunos que esse termo também tem relação com a química e que os alunos também poderiam perguntar sobre esse conceito com o professor da área participante do projeto. Entretanto, para dirimir a dúvida o professor-pesquisador disse que na visão da biologia orgânico seria aquilo que originasse de um ser vivo, como por exemplo, a folha de uma árvore, óleo de cozinha, até um pedaço de papel do caderno que eles utilizam.

Os quadros nº 6 e 7 apresentam comentários dos alunos em respostas as perguntas problematizadoras que auxiliaram na discussão em sala de aula.

Quadro 6 - Perguntas: 1 a 5 - Comentário dos alunos sobre a produção de lixo domiciliar brasileiro, indicadores de alfabetização científica (AC) e conceitos-chave associados (SOUZA, 2012).

| Perguntas problematizadoras                                       | Respostas dos alunos em discussão nos grupos registradas no caderno de campo  | Indicadores de AC            | Conceitos-Chave   |
|---|---|------------------------------|---|
| 1. O que podemos comentar sobre os dados apresentados no gráfico? | A. “O gráfico mostra que o lixo é feito mais de orgânico do que outros.”<br>B. “O lixo da nossa casa tem mais comida.”<br>C. “Tem muito desperdício de comida.” | Classificação de informações | <ul style="list-style-type: none"> <li>Resíduos sólidos</li> </ul>  |
| 2. Na natureza há geração de resíduos? Se, sim, quais são eles?   | A. Sim. “Resto de animais mortos”.<br>B. Sim. “Pedacos de árvores, frutas, folhas caídas no chão”.  | Explicação                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Resíduos orgânicos</li> <li>Ecosistema</li> </ul>  |
| 3. Como esses resíduos são tratados no meio ambiente?             | A. “A natureza decompõe”.<br>B. “Os animais comem esses resíduos”.  | Levantamento de hipóteses    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ecosistema</li> <li>Decomposição</li> <li>Ciclagem de materiais</li> <li>Fatores bióticos e abióticos</li> </ul> |
| 4. Qual o destino destes resíduos na natureza?                    | A. “Vai para a terra.”<br>B. “Irão apodrecer.”<br>C. “Vai entrar em decomposição”.<br>D. “As minhocas podem comer”.<br>E. “As bactérias também podem comer.”    | Previsão                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Decomposição</li> <li>Ciclagem de materiais</li> <li>Fatores bióticos</li> </ul>                                 |
| 5. Há geração de resíduos orgânicos na escola?                    | A. “Sim. Eles vêm da merenda da escola”.  | Raciocínio Lógico            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Resíduos orgânicos</li> </ul>  |

Fonte: Caderno de campo dos alunos e discussão em sala de aula. 2019.

Quadro 7 - Perguntas: 6 a 8 – Comentário dos alunos sobre o funcionamento das composteiras em respostas às perguntas problematizadoras associado aos indicadores de alfabetização científica, segundo SOUZA (2012) e SASSERON (2008) e conceitos-chave associados.

| Perguntas problematizadoras   | Respostas dos alunos em discussão nos grupos registrados no caderno de campo   | Indicadores de AC | Conceitos-Chave  |
|---|--|-------------------|--|
| 6. Para onde vão os restos de alimentos que sobram na merenda da escola?                | A. “Para o lixo”.<br>B. “São doados para uma pessoa que cria porcos”.  | Previsão          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resíduos orgânicos</li> <li>• Educação ambiental</li> </ul> |
| 7. Qual (is) destino(s) poderíamos dar para os resíduos orgânicos produzidos na escola? | A. “Doar como alimento para animais de rua.”<br>B. “Usar numa composteira”.  | Raciocínio lógico |  |
| 8. Como podemos tratar os resíduos orgânicos gerados na escola?                         | A. “A escola deveria impor regras para evitar o desperdício punindo os alunos que desperdiçarem comida.”<br>B. “Construir uma composteira para que o lixo vire adubo para as plantas.”<br>C. “Fazer uma composteira.”<br>D. “Fazer um buraco no chão e jogar todos os restos de comidas e tampar com mais terra.”<br>E. “Separar os resíduos em um recipiente e levar para algum lugar pra ser tratado.”<br>F. “Juntar e doar para quem cria animais.”<br>G. “Podemos fazer composteira na horta da escola, e aproveitar o húmus para fertilizar a terra. E o resto dos alimentos como, arroz, feijão, podemos montar um grupo na escola para alimentar animais de rua.” | Raciocínio lógico |  |

Fonte: Caderno de campo dos alunos e discussão em sala de aula, 2019.

Os quadros apresentados mostram as respostas dos alunos no início da investigação. Ao mesmo tempo, apresentam alguns indicadores de AC e ideias sobre os conceitos-chave. Sasseron (2008) apresenta os indicadores de AC como forma de detectar se o tema trabalhado está desenvolvendo habilidades do “fazer científico”. Nesse sentido encontramos indicadores de classificação de informações onde os alunos puderam trabalhar com os dados estatísticos do gráfico apresentado (resposta à pergunta nº 1). Nesse indicador os alunos procuraram relacionar a hipótese de que a natureza pode gerar resíduos com a informação sobre a decomposição da matéria orgânica (resposta à pergunta nº 2). Na resposta à pergunta nº 3 o discurso dos alunos aponta para o levantamento de hipóteses onde buscaram responder como os resíduos da natureza podem ser tratados no ambiente. Na discussão frente as perguntas 4 e 6 observamos os indicadores de previsão em que os alunos procuraram prever o destino dos resíduos gerados pela natureza e pela escola. Encontramos também os indicadores de raciocínio lógico na discussão às perguntas 5, 7 e 8, onde percebemos a organização das ideias no discurso dos alunos.

Uma das falas sobre a doação de sobras de alimentos para criadores de porcos, pode parecer estranha, porém esta é uma prática comum na região onde os alunos moram.

Considerando que a pergunta carrega no seu enunciado um conceito (SOUZA, 2012), verificamos na discussão dos alunos ideias que apontam para a construção dos conceitos-chave: ecossistema, fatores bióticos e abióticos, resíduos sólidos e orgânicos, decomposição, ciclagem de materiais e educação ambiental. Podemos considerar que essas ideias são os conhecimentos prévios dos alunos a serem trabalhados durante as atividades.

## 6.2 - Indicadores de Alfabetização científica na segunda etapa da sequência didática (Construindo a composteira).

Apresentamos nos quadros 8, 9 e 10 os comentários dos alunos sobre como seria o funcionamento da composteira e respectivos indicadores de AC e os conceitos-chave do tema abordados nesta atividade.

Quadro 8 - Perguntas 09 e 10 - Comentário dos alunos sobre o funcionamento das composteiras em respostas às perguntas exploratórias associado aos indicadores de alfabetização científica, segundo SOUZA (2012) e SASSERON (2008) e conceitos-chave abordados no tema funcionamento de um ecossistema.

| Perguntas Exploratórias   | Respostas dos alunos em discussão nos grupos registrados no caderno de campo   | Indicadores de AC  | Conceitos-Chave  |
|---|--|--|--|
| 9. O que vocês esperam que aconteça na composteira?                     | <p>A. “Esperamos que as minhocas comam os alimentos e os transformem em húmus.”</p> <p>B. “Que ela decomponha os resíduos orgânicos e no final produza o húmus.”</p> <p>C. “Decomposição.”</p>   | Levantamento de hipóteses  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamento de um Ecossistema</li> <li>• Fatores bióticos</li> <li>• Fatores abióticos</li> <li>• Decomposição</li> </ul> |
| 10. Será que todas as composteiras funcionarão da mesma forma? Por quê? | <p>A. “Achamos que não, porque uma composteira tem as minhocas que ficam com a função de comer os resíduos e a outra não tem minhocas.”</p> <p>B. “Não. Porque algumas irão estar úmida demais ou oxigênio pode estar impedido de entrar.”</p> <p>C. “Sim. porque talvez no final da composteira vai ser o mesmo.”</p> | <p>A. Previsão/ Explicação/Justificativa</p> <p>B. Explicação/ Justificativa</p> <p>C. Levantamento de hipóteses</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamento de um Ecossistema</li> <li>• Fatores bióticos e abióticos</li> </ul>  |

Fonte: Caderno de campo dos alunos e discussão em sala de aula. 2019.

Quadro 9 - Perguntas 11 a 13 - Comentário dos alunos sobre o funcionamento das composteiras em respostas às perguntas exploratórias associado aos indicadores de alfabetização científica, segundo SOUZA (2012) e SASSERON (2008) e conceitos-chave abordados no tema funcionamento de um ecossistema.

| Perguntas Exploratórias   | Respostas dos alunos em discussão nos grupos registrados no caderno de campo  | Indicadores de AC   | Conceitos-Chave   |
|---|---|---|---|
| 11. O que pode mudar o funcionamento de uma composteira?  | A. “A temperatura elevada, falta de umidade e o pH alto.”<br>B. “A umidade do ar, a temperatura, a luz e o pH etc.”<br>C. “A terra vai ficar seca.”<br>D. “A temperatura”.  | Levantamento de hipóteses   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatores bióticos</li> <li>• Fatores abióticos</li> </ul>   |
| 12. O que você espera que aconteça se adicionarmos minhocas na composteira?                                       | A. “Que elas comam os resíduos e os transformem em húmus.”<br>B. “Que elas comam os resíduos jogados e produza mais húmus e melhore a umidade do ar.”<br>C. “A terra fica mais fértil.”<br>E. “As minhocas vão se desenvolver, pois as minhocas dependem da terra.” | Levantamento de hipóteses<br><br>Explicação                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fatores bióticos</li> <li>• Fatores abióticos</li> <li>• Ciclagem de materiais</li> </ul>          |
| 13. Considerando a composteira como um ecossistema, como conseguimos representar os fatores bióticos e abióticos. | A. “Através da temperatura, da umidade que é como a composteira funciona.”<br>B. “Abióticos: a umidade da composteira, a luz correta e a temperatura, pois sem isso ela não estaria funcionando e bióticos: as minhocas, fungos e bactérias encontrados.”           | A. Explicação.<br><br>B. Explicação/<br>Justificativa/Raciocínio Lógico | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funcionamento de um Ecossistema</li> <li>• Interação entre fatores bióticos e abióticos</li> </ul> |

Fonte: Caderno de campo dos alunos e discussão em sala de aula, 2019.

Quadro 10 - Perguntas 14 e 15 - Comentário dos alunos sobre o funcionamento das composteiras em respostas às perguntas exploratórias associado aos indicadores de alfabetização científica, segundo SOUZA (2012) e SASSERON (2008) e conceitos-chave abordados no tema funcionamento de um ecossistema.

| Perguntas Exploratórias   | Respostas dos alunos em discussão nos grupos registrados no caderno de campo   | Indicadores de AC            | Conceitos-Chave   |
|---|--|------------------------------|---|
| 14. Como você acha que podemos representar o fluxo de energia na composteira? | <p>A. “Quando está passando de um ser vivo para o outro, no caso da composteira dos resíduos para as minhocas e bactérias.”</p> <p>B. “Podemos identificar quando a energia passa de um ser para o outro.”</p> <p>C. “Com um medidor de energia.”</p> <p>D. “Pela temperatura ambiente.”</p> | Explicação/Raciocínio lógico | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciclagem de materiais</li> <li>• Fluxo de energia</li> </ul>                               |
| 15. Como podemos saber que a matéria está sendo reciclada?                    | <p>A. “Quando começar a ser produzido o húmus.”</p> <p>B. “Porque os fungos comem os materiais recicláveis.”</p> <p>C. “Pela composteira.”</p>   | Explicação/Raciocínio lógico | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interação entre fatores bióticos e abióticos.</li> <li>• Ciclagem de materiais.</li> </ul> |

Fonte: Caderno de campo dos alunos e discussão em sala de aula, 2019.

O levantamento de hipóteses é a principal característica do “fazer ciência”. Ela, vai dar sentido a investigação de um fenômeno, ou problema estudado, permitindo a realização de experimento, novas descobertas e auxiliando no desenvolvimento de aspectos cognitivos como o raciocínio lógico e a explicação, que se traduzem como indicadores de AC (NUNES, 2016). Neste trabalho, os alunos foram estimulados a propor hipóteses abrindo espaço para discussão e do fazer ciência em sala de aula.

Observamos que os comentários dos alunos apontam para indicadores de AC para levantamento de hipóteses e explicação predominantemente, demonstrando a etapa investigativa da atividade.

### 6.3 - Indicadores de Alfabetização científica na terceira etapa da sequência didática (funcionamento do ecossistema).

Com os dados obtidos das 05 medições realizadas, foram construídas tabelas e gráficos com auxílio do professor de matemática. A tabela 1 apresenta os dados de temperatura do ambiente (TA), e média das temperaturas (TC), umidade e pH das composteiras com e sem minhocas.

Tabela 1 - Variáveis medidas nas composteiras com e sem minhocas, e no ambiente em cinco dias de observação.

| Variáveis | TA (°C) |      | TC (°C) |      | UMIDADE (%) |     | pH  |     |
|-----------|---------|------|---------|------|-------------|-----|-----|-----|
|           | C       | S    | C       | S    | C           | S   | C   | S   |
| 1         | 34,6    | 34,6 | 32,3    | 33,4 | 83          | 100 | 5,6 | 4,5 |
| 2         | 30,5    | 30,5 | 30,5    | 30,5 | 60          | 93  | 6,0 | 6,1 |
| 3         | 30,5    | 30,5 | 29,4    | 32,3 | 75          | 75  | 6,5 | 6,1 |
| 4         | 26,4    | 26,4 | 29,8    | 30,5 | 100         | 58  | 6   | 6   |
| 5         | 27,7    | 27,7 | 27,5    | 33,4 | 100         | 75  | 6,3 | 5,8 |

Legenda: TA = temperatura ambiente; TC = temperatura média das composteiras, C = composteira com minhocas; S = composteira sem minhocas.

As tabelas e gráficos gerados com os dados obtidos nas observações feitas foram apresentados pelos alunos numa roda de conversa em que foi comparada as variações dos

parâmetros nas duas composteiras e discutido aspectos como o intervalo de tempo de decomposição, diferenças pessoais nas medições, características do produto a ser decomposto.

Inicialmente foram previstas 10 medições das variáveis ambientais. No entanto, devido ao cronograma escolar com atividades já em desenvolvimento (projeto institucional, aplicação de avaliações, etc.) e ao tempo necessário para o desenvolvimento das atividades propostas, o número de medições foi reduzido para 5.

Da mesma forma não foi possível acompanhar a decomposição total dos resíduos. Isso não invalidou a proposta, uma vez que o objetivo principal não era “ver” o resultado final da decomposição, mas que os alunos investigassem e discutissem sobre o tema por meio de atividades que os levassem a prática do “fazer ciência” como forma de aprendizagem da ecologia.

Os gráficos abaixo mostram os resultados das medições de temperatura, umidade e pH nas composteiras com e sem minhocas.

Gráficos produzidos pelos alunos com os resultados de temperatura, umidade e pH nas composteiras com e sem minhocas.

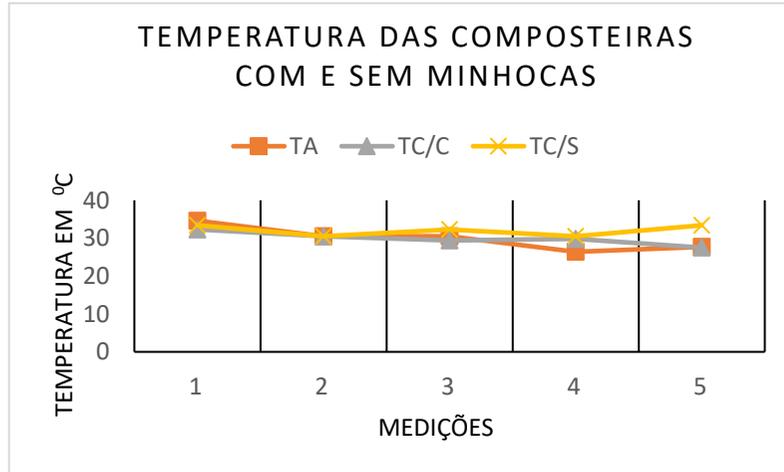


Gráfico 1 – Medição da temperatura nas composteiras com e sem minhocas em cinco dias.

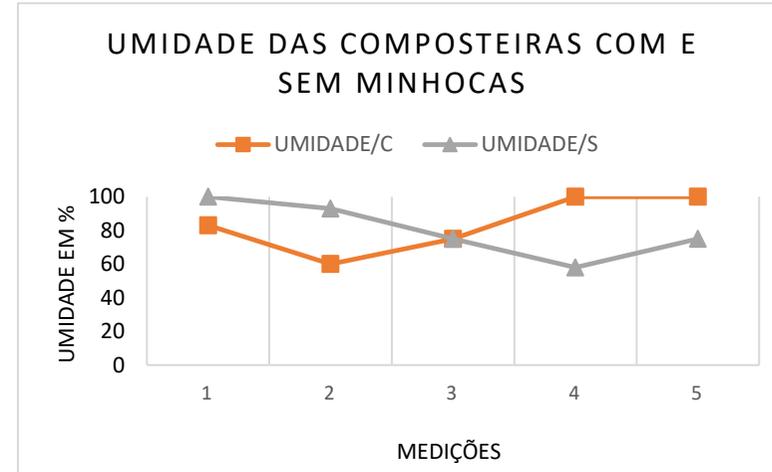


Gráfico 2 – Medição da umidade nas composteiras com e sem minhocas em cinco dias.

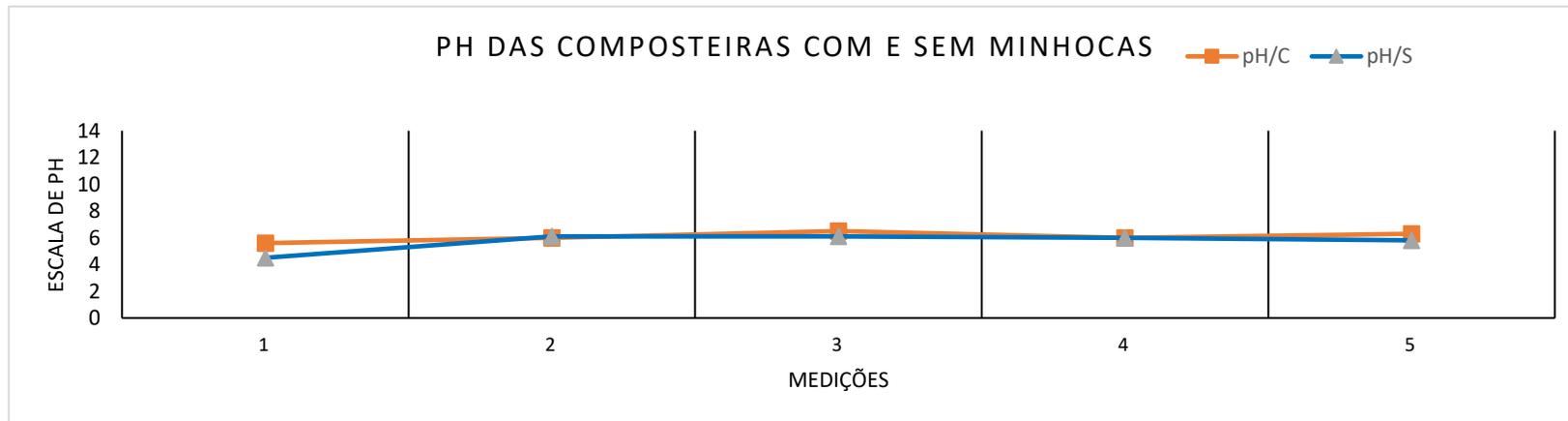


Gráfico 3 - Medição do pH nas composteiras com e sem minhocas durante cinco dias.

Legenda: TA – Temperatura Ambiente, TC/C – Temperatura da composteira com minhocas, TC/S – Temperatura da composteira sem minhocas, Umidade/C - Umidade composteira com minhocas, Umidade/S- Umidade composteira sem minhocas, pH /C – pH da composteira com minhocas, pH/S – pH da composteira sem minhocas.

Fonte: Caderno de campo dos alunos, 2019.

#### 6.4 Discussão dos dados com os alunos

Os alunos discutiram as variações na umidade que teve um comportamento inverso entre as duas composteiras, ou seja, a umidade na composteira com minhocas aumentou, enquanto na composteira sem minhocas diminuiu. Para tentar explicar essa variação os alunos disseram que a presença das minhocas torna o ambiente mais úmido do que sem minhocas, sem, no entanto, conseguir explicar como elas fazem isso. Por falta de tempo não foi possível levantar na bibliografia respostas para este resultado. Neste momento o professor-pesquisador estimulou os alunos a pensarem sobre outros fatores que podem afetar os resultados com a pergunta: “Será que pode ser o tipo de resíduos que colocamos? Os alunos falaram dos resíduos que tinham colocado nas composteiras, como a casca de banana e batatas, pedaços de melancia, e procuraram fazer uma associação entre os resíduos e a umidade, como por exemplo em uma fala dos alunos: “Tinha restos de melancia que a gente colocou na composteira, e ela é muito úmida”.

Discutindo sobre os gráficos gerados os alunos perceberam que não houve grandes variações entre as duas composteiras. Perceberam também que após cinco dias em que foram observadas as composteiras não houve decomposição completa do material formando húmus, e que a hipótese levantada não conseguiu ser testada. Diante dessa constatação levantaram novas hipóteses para explicar este fato:

- “O local onde as composteiras foram colocadas era fechado o que poderia influenciar na decomposição dos resíduos orgânicos, alterando a temperatura e umidade”.
- “Os resíduos orgânicos colocados na composteira podem ter uma decomposição mais lenta”.
- “Tinha que ter deixado mais tempo para vermos a decomposição completa dos resíduos.”

Como não houve a decomposição total dos resíduos, na discussão com os alunos o professor-pesquisador abordou a importância da ação dos fatores bióticos e abióticos no processo de decomposição, que pode ser mais rápido ou lento, dependendo das condições ideais de temperatura, umidade e pH. Foi explicado que a compostagem com minhocas, chamada de vermicompostagem, necessita de um ambiente morno entre 13 e 27 °C e a composteira com apenas ação microbiana, a temperatura varia de 35°C a 70 °C (INÁCIO E MILLER, 2009). Estes valores foram comparados com os obtidos nas medições feitas pelos alunos, que concluíram que as temperaturas nas duas composteiras não eram ideais para o processo de decomposição (na composteira com minhocas variou entre 29,4 °C a 32,3 °C, e na composteira sem minhocas variou entre 27,5 °C a 33,4 °C). Os alunos perceberam também

que as composteiras mantiveram temperaturas próximas àquelas do ambiente, mas não conseguiram explicar porque isso aconteceu e ficaram de pesquisar e trazer alguma resposta na próxima aula. Ao retornar o assunto depois, os alunos disseram que pesquisaram na internet e verificaram que a temperatura da composteira pode variar de acordo com a estação do ano. Uma composteira no verão é um pouco mais fria do que a temperatura ambiente. Então o professor-pesquisador fez a pergunta: “Como gráfico deveria ficar a partir dessa descoberta de vocês? Os alunos disseram que o gráfico deveria ser menor que o da temperatura ambiente, mas que provavelmente isso poderia ter ocorrido em outro horário do dia, o que poderia ser uma nova hipótese para explicar o ocorrido.

Foi também discutido os valores do pH das duas composteiras, que ficaram em torno de 6,0. A seguinte pergunta foi proposta: “Será que se fossem colocados nas composteiras resíduos orgânicos do tipo casca de laranja e limão, o pH encontrado nas composteiras seria o mesmo?” Os alunos discutiram que poderia haver alteração explicando que estes resíduos sendo ácidos poderiam alterar o pH tornando-o mais ácido, mas que dependeria da quantidade de resíduos nas composteiras.

Encerrando a discussão foi proposto a pergunta: “Apesar de não visualizarmos a decomposição completa dos resíduos orgânicos, podemos considerar a composteira uma solução viável para tratar o problema da grande geração de resíduos orgânicos diminuindo a quantidade de lixo nos lixões ou aterro sanitário? Os alunos disseram que sim, caso o tempo de observação fosse maior, a decomposição seria completa. Então, mais uma pergunta foi proposta pelo professor-pesquisador: “Poderia a composteira funcionar como um ecossistema”? Os alunos disseram que sim, pois no ecossistema natural o seu funcionamento depende dos seres vivos que fazem a decomposição, bactérias, fungos e animais como as minhocas por exemplo, e também do que “está em volta deles como o pH, temperatura e umidade que vimos na composteira”.

As respostas às perguntas de sistematização são apresentadas nos quadros a seguir:

Quadro 11 - Perguntas 16 e 17 - Comentário dos alunos sobre o funcionamento das composteiras em respostas às perguntas de dados e sistematização associado aos indicadores de alfabetização científica, segundo SOUZA (2012) e SASSERON (2008) e conceitos-chave abordados no tema funcionamento de um ecossistema.

| Perguntas dados e sistematização   | Respostas dos alunos  | AC                                     | Conceitos-Chave                 |
|--|---|--|---------------------------------|
| 16. O que aconteceria se houvesse um grande aumento no pH?                     | <p>A. “Prejudicaria as minhocas, os fungos e bactérias e a compostagem não estaria boa para uso.”</p> <p>B. “Ficaria básico e precisaria de algum ácido para ficar neutro.”</p> <p>C. “Diminuiria a acidez.”</p> <p>D. “Se aumentar o pH da composteira pode haver prejuízo para os seres envolvidos no processo de compostagem como fungos, bactérias, minhocas, etc...”</p> | Levantamento de Hipótese e Explicação. | Funcionamento de um ecossistema |
| 17. O que foi importante para manter a umidade e a temperatura da composteira? | <p>A. “O ambiente onde permaneceu a composteira, pois não era um local muito arejado.”</p> <p>B. “O ambiente com os abióticos e os seres bióticos.”</p> <p>C. “O ambiente.”</p> <p>D. “O que foi importante foi a decomposição e a reprodução das minhocas.”</p>  | Explicação                             | Funcionamento de um ecossistema |

Fonte: Caderno de campo dos alunos e discussão em sala de aula, 2019.

Quadro 12 - Perguntas 18 a 20 - Comentário dos alunos sobre o funcionamento das composteiras em respostas às perguntas de dados e sistematização associado aos indicadores de alfabetização científica, segundo SOUZA (2012) e SASSERON (2008) e conceitos-chave abordados no tema funcionamento de um ecossistema.

| Perguntas dados e sistematização   | Respostas dos alunos  | AC  | Conceitos-Chave                 |
|--|---|---|---------------------------------|
| 18. Como os parâmetros pH e temperatura podem funcionar num ecossistema aquático?      | <p>A. “Provavelmente a umidade seria maior em função de uma temperatura mais baixa e o pH seria neutro.”</p> <p>B. “Pela temperatura da água e algumas algas que devem ser ácidas.”</p> <p>C. “Acidez e temperatura.”</p> <p>D. “A umidade e a temperatura podem mudar no ecossistema aquático e morreria os seres vivos.”</p>                                  | Levantamento de Hipótese e Explicação.                | Funcionamento de um ecossistema |
| 19. Comparando com um ecossistema, o que seria a compostagem produzida na composteira? | <p>A. “Seria o húmus que é vindo da decomposição.”</p> <p>B. “Árvore, Plantas e fatores abióticos.”</p> <p>C. “Decomposição.”</p> <p>D. “Húmus.”</p>  | Explicação  | Funcionamento de um ecossistema |
| 20. Em solos sem a presença de minhocas, o que aconteceria com a decomposição?         | <p>A. “Outros agentes bióticos fariam o que seria a função das minhocas.”</p> <p>B. “Outros agentes trabalhariam no processo de decomposição dependendo da umidade, pH e temperatura, como por exemplo os fungos.”</p> <p>C. “Leva mais tempo para se decompor.”</p> <p>D. “A decomposição seria mais lenta sem minhocas e com minhocas seria mais rápida.”</p> | Levantamento de Hipótese/Explicação/Raciocínio lógico | Funcionamento de um ecossistema |

Fonte: Caderno de campo dos alunos e discussão em sala de aula. 2019.

Percebe-se pela fala dos alunos nos indicadores de AC, um predomínio de levantamento de hipóteses e explicação em que os alunos buscam propor respostas e explicações para fenômenos ecológicos e os termos referentes a conceitos ecológicos estão presentes no discurso dos alunos.

### 6.5 – Mapa Conceitual

No contexto do processo de sistematização foram construídos dois mapas conceituais pelos respectivos grupos, os quais foram utilizados como forma de avaliação dos conceitos-chave abordados (Figuras 6 e 7).

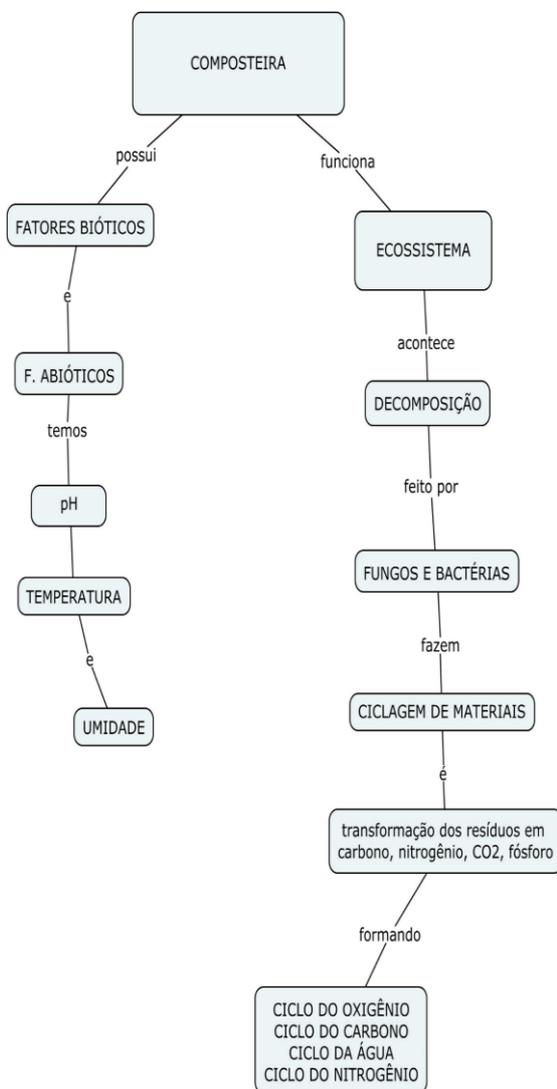


Figura 6 - Mapa conceitual elaborado pelo grupo de alunos comparando o funcionamento de um ecossistema e de uma composteira sem minhocas.

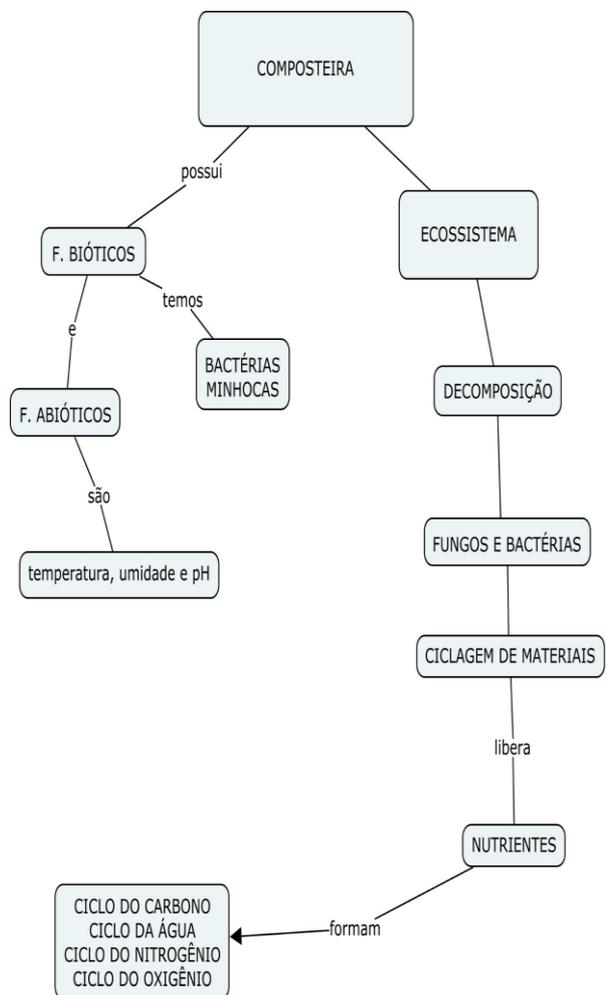


Figura 7 - Mapa conceitual elaborado pelo grupo de alunos comparando o funcionamento de um ecossistema e de uma composteira com minhocas.



em todas as disciplinas em relação a nota, faltando poucos pontos para ser aprovada. Ela fez os trabalhos, participou da feira de ciências, realizou atividades de intervenção pedagógica, o que possibilitou ela ser aprovada com boas notas. [...] Faz-se necessário que a aluna continue tendo atividades de intervenção e atividades adaptadas de acordo com suas necessidades, apesar de conseguir acompanhar com certa facilidade as disciplinas da turma. [...] é preciso trabalhar com ela as disciplinas de forma mais lúdica, como tirinhas, histórias em quadrinhos, charge, pequenos textos de diferentes gêneros, já que ela não consegue desenvolver o hábito de ler. Na matemática, domínios de operações, ábaco, material dourado e materiais diferenciados [...]"

No relatório pedagógico percebemos que a aluna participou da feira de ciências, obteve notas satisfatórias em todas as disciplinas, permitindo auxiliar o professor na avaliação de atividades que possam atingir todas as formas de inclusão.

Temos abaixo o relatório pedagógico do aluno participante das atividades que é acompanhado pelo seu respectivo professor de apoio:

"Nesse bimestre o aluno B, esteve mais interessado nos estudos, procurou realizar todas as atividades propostas pelos professores e participou bastante dos trabalhos extraclasse como: feira de ciências; literatura de cordel e projeto de construção de compoteiras proposta pelo professor de biologia, com ajuda dos professores de matemática, geografia, química e física. O aluno envolveu bastante nas atividades realizando-as com muito interesse. Mesmo diante das necessidades, apresentadas nos relatórios anteriores, o aluno conseguiu avançar bastante nesse bimestre. Sempre foi feita a intervenção pedagógica diferenciada com o aluno, com atividades diferenciadas que atendam às suas necessidades [...]"

Observa-se no relatório pedagógico da escola a importância da integração entre os professores para auxiliar o desenvolvimento das atividades propostas.

## 7. DISCUSSÃO

No contexto de realizar atividades de experimentação que abordam uma prática científica, este trabalho procurou estabelecer na sala de aula um ambiente que pudesse aproximar os alunos da cultura científica. Isso foi feito por meio da abordagem de um problema que faz parte do cotidiano dos alunos (geração de lixo), passando pelo planejamento, execução e observação de um experimento com registro, análise e interpretação de dados e comparando os resultados obtidos com aqueles da literatura (pesquisa sobre o assunto). Para finalizar, os alunos comunicaram os resultados entre os grupos e para a comunidade escolar (feira de ciências).

A proposta desenvolvida propiciou aos alunos a compreensão do processo investigativo e a importância da argumentação como forma de se fazer ciência. Para Sasseron

(2015) tanto a investigação quanto a argumentação são elementos da cultura científica e, portanto, fazem parte do fazer científico.

As perguntas feitas em cada uma das etapas da sequência didática proposta geraram discussões que permitiram aos alunos elaborarem suas próprias hipóteses para explicar situações propostas pelas mesmas, auxiliaram na interpretação de gráficos e tabelas e abordaram conceitos importantes para compreensão do funcionamento de um ecossistema.

Como dito anteriormente, a composteira como ferramenta pedagógica é um recurso muito utilizado por vários autores em pesquisa de ensino, e em áreas diferentes. Silva e Intorne (2018) utilizaram essa ferramenta para abordar o tema microbiologia com os alunos do ensino médio. As atividades realizadas despertaram o interesse dos alunos, e a abordagem interdisciplinar auxiliou no desenvolvimento do ensino de microbiologia.

Gazenô (2012) trabalhou com a construção de uma composteira como prática de educação ambiental na escola. Produziu um manual de prática da compostagem na escola, para os docentes utilizarem em suas aulas.

Mothé e colaboradores (2020) relatam que os alunos de uma escola pública apresentaram uma melhora significativa no entendimento do processo de decomposição e agentes decompositores ao realizarem as atividades práticas da construção de uma composteira.

Silva *et al.* (2015) trabalharam a construção de uma composteira na escola como atividade de experimentação, problematizando a questão dos resíduos sólidos gerados pela atividade humana. Segundo os autores, a prática experimental e investigativa extrapolou o ambiente sala de aula demonstrando a importância desta metodologia de trabalho na escola.

Motokane e Trivelato (1999) no trabalho intitulado “Reflexões sobre o ensino de ecologia no ensino médio” comentam sobre as dificuldades do ensino de ecologia que vão desde a seleção de temas relevantes até dificuldades apresentadas pelos professores para o ensino de conceitos básicos e as dificuldades de aprendizagem dos alunos. O autor mostra a necessidade de desenvolver trabalhos que auxiliem no ensino-aprendizagem e considerem o conhecimento espontâneo do aluno.

Fonseca e Caldeira (2008) mostraram que conceitos da ecologia são importantes para a formação de cidadãos conscientes e ativos na sociedade. Uma sequência didática utilizando um terrário em uma escola, mostrou que conceitos ecológicos, como fatores bióticos e abióticos podem ser ensinados utilizando a observação feitas pelos alunos (SILVA, SILVA, JUNIOR, 2015).

Devido ao caráter investigativo do nosso trabalho os conceitos ecológicos foram construídos a partir do conhecimento prévio dos alunos sobre o assunto. Tomemos um exemplo de um conceito prévio dos alunos a respeito do conceito “resíduos”. Na pergunta de problematização nº 02, “Na natureza há geração de resíduos? Os alunos disseram que sim, exemplificando: “restos de animais mortos”, “pedaços de árvores, frutas, folhas caídas no chão”. Observa-se que os alunos apresentam a ideia de resíduos como restos de uma produção. Esse conhecimento prévio dos alunos ao ser trabalhado ao longo da sequência didática permitiu discutir com eles que na natureza há um processo de reciclagem da matéria baseado no conceito científico da lei da conservação das massas que na “natureza nada se cria, nada se perde, tudo é transformado”.

Podemos dizer que as habilidades científicas trabalhadas nas atividades propostas e demonstradas pelos indicadores de AC, são um diferencial desta proposta. Elas permitiram que o professor-pesquisador vivenciasse as etapas do ensino-aprendizagem mediando o conhecimento junto aos alunos. O professor-pesquisador não ficou engessado na metodologia visando alcançar o resultado, mas conseguiu acompanhar o processo investigativo para detectar as dificuldades dos alunos e realizar as intervenções pedagógicas necessárias adequando o conteúdo às necessidades de aprendizagem dos alunos.

A análise e interpretação das tabelas e gráficos foi outro fator importante no ensino de ecologia. Reece e colaboradores (2015) estabeleceram a importância das habilidades científicas a serem adquiridas pelos alunos para compreender a forma de se fazer ciência, sendo uma delas a “interpretação de dados apresentados em gráficos, figuras e tabelas”.

A recente base nacional comum curricular (BNCC, 2019) do ensino médio preconiza o desenvolvimento de competências e habilidades na área das ciências da natureza que o aluno deve obter durante o curso do ensino médio. Podemos destacar a competência e habilidade nº 3 da referida base onde o aluno deve:

“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)”. (BNCC, 2019).

E a habilidade que deve ser desenvolvida:

“(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”. (BNCC, 2019).

A sequência didática apresentada, envolvendo as atividades investigativas, atende à BNCC e permitiu abordar o tema funcionamento de um ecossistema a partir de um problema ambiental local, e auxiliar no desenvolvimento da competência e habilidades citadas, ou seja, a investigação de uma situação-problema utilizando a linguagem científica, elaboração de hipóteses, previsões e interpretação de dados. Uma das principais habilidades destacadas numa abordagem investigativa é elaboração de hipóteses. Nunes (2016) em seu trabalho destaca as principais funções da formulação de hipóteses no ensino da ecologia:

a) “generalizar uma experiência, quer resumindo, quer ampliando os dados empíricos disponíveis; b) desencadear inferências, atuando como afirmações ou conjecturas iniciais sobre o "caráter", a "quantidade" ou as "relações" entre os dados; c) servir de guia à investigação; d) atuar na tarefa de interpretação (hipóteses explicativas) de um conjunto de dados ou de outras hipóteses; e) funcionar como proteção de outras hipóteses.” (NUNES, 2016, p. 30)

Dos itens citados acima por Nunes, na sequência didática desenvolvida podemos destacar o caráter explicativo das hipóteses (“o que aconteceria se houvesse um grande aumento do pH nas composteiras?” “Prejudicaria as minhocas, os fungos e bactérias, e a compostagem não estaria boa para uso”); “O local onde as composteiras foram colocadas era fechado o que poderia influenciar na decomposição dos resíduos orgânicos, alterando a temperatura e umidade”. “Os resíduos orgânicos colocados na composteira podem ter uma decomposição mais lenta”.

Sasseron (2008) apresenta o levantamento de hipótese como um indicador de AC, visto que é um elemento característico da ciência e por isso deve ser considerado no discurso dos alunos. A autora também diz que o indicador de AC “explicação” tem sua referência em uma “hipótese já levantada” e geralmente é sucedido por uma justificativa e/ ou previsão que possa fundamentar a explicação. Porém a “explicação” pode estar em processo de construção no discurso dos alunos, uma vez que estes desenvolverão suas falas e comentários ao longo das atividades.

Com relação ao uso de mapas conceituais os alunos tiveram problemas e sentiram dificuldades no início. Optaram por construir o mapa no caderno de campo e só depois usar a ferramenta cmaptools. O uso do mapa conceitual auxiliou na consolidação dos conceitos ecológicos. Esta dificuldade também foi relatada por Junior (2019) em trabalho realizado com alunos do ensino médio. Apesar das dificuldades iniciais o autor relata que, nas entrevistas

realizadas com os alunos, ficou claro a importância do uso da ferramenta para o aprendizado de biologia.

Na opinião dos alunos sobre as atividades realizadas demonstrada na nuvem de palavras percebe-se que a sequência didática auxiliou no desenvolvimento da linguagem científica, onde os alunos conseguiram utilizar termos referente a conceitos da ecologia.

Pela avaliação dos alunos sobre as atividades realizadas, apresentada na nuvem de palavras, percebe-se que a sequência didática desenvolvida contribuiu para a apropriação de termos científicos relacionados à ecologia.

Consideramos que a sequência didática também estimulou o protagonismo dos alunos, que participaram de todas as fases do processo educativo, o pensamento científico e a elaboração de conceitos durante e após o desenvolvimento da atividade prática (construção da composteira), se mostrando bastante apropriada para o ensino de ecologia.

## **8. CONCLUSÃO**

A sequência didática desenvolvida por meio das atividades investigativas, oportunizou a compreensão do funcionamento de um ecossistema (composteira) pela discussão em sala de aula dos processos ecológicos como: decomposição, interação dos fatores bióticos e abióticos, ciclagem de materiais e fluxo de energia e matéria.

O uso da composteira auxiliou não apenas na promoção da educação ambiental, como também da alfabetização científica, por meio da problematização dos resíduos orgânicos e a construção das composteiras como forma de se fazer ciência na escola.

A abordagem investigativa no ensino da Ecologia ainda é pouco utilizada seja pela demanda maior de tempo para preparo e execução das atividades, ou porque esta forma de desenvolvimento do conteúdo não é comum para os alunos, que levam um tempo maior na articulação de ideias e na interpretação e apresentação dos dados em durante a realização das atividades investigativas.

A sequência didática aplicada procurou abordar e desenvolver um tema importante da ecologia dentro do contexto investigativo, que tem como característica a problematização do tema, proposição de soluções para o problema por meio de formulação de hipóteses, realização de experimento, coleta e análise de dados, discussão e divulgação do conhecimento, aproximando os alunos do ambiente científico. Entretanto, o desenvolvimento desta atividade está sujeita à realidade escolar e alguns pontos podem não atender a expectativa gerada. Por exemplo, no nosso caso a o tempo curto não permitiu a visualização da decomposição completa dos resíduos comprometendo a hipótese levantada pelos alunos de

que a composteira seria uma solução para o tratamento de resíduos orgânicos. Nesse sentido para o desenvolvimento desta sequência serão necessários de 30 a 120 dias, tempo estimado para a decomposição dos resíduos.

O trabalho também mostrou que devemos considerar no planejamento da sequência didática, atividades que possam abranger a diversidade encontrada em sala de aula. Numa sala “real” de uma escola pública, não há seleção de alunos com maior ou menor facilidade de aprendizagem. Alunos com necessidades especiais devem ser incluídos, considerando diferentes formas de alcançar o mesmo objetivo que é aprender.

## 9. PERSPECTIVAS FUTURAS

A expectativa é melhorar profissionalmente, com práticas de ensino que possam fazer a diferença na educação. Que esta sequência didática possa ser utilizada por outros professores de biologia como ferramenta auxiliar no ensino do conteúdo de ecologia, considerando sua realidade local e sem a pretensão de estabelecer uma metodologia única de ensino, mas estimular o interesse em melhorar o ensino da Biologia nas escolas.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.; SASSERON, L. **As ideias balizadoras necessárias ao professor planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativo**. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, n. Extra, p. 1188-1192, 2013. Disponível em: <<https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307073>. Acesso em 10 setembro 2019.

AZEVEDO, A. P.A. M. **A importância da vermicompostagem como atividade prática investigativa para a educação ambiental no ensino fundamental**. (Monografia de especialização) UFMG, 2015. Disponível em [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AE6LZ8/1/ana\\_paula\\_abreu\\_murta\\_azevedo.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AE6LZ8/1/ana_paula_abreu_murta_azevedo.pdf). Acesso em 25 setembro 2020.

AZEVEDO, M. N. D. **Pesquisa-ação e atividades investigativas na aprendizagem da docência em ciências**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2008. 228 p. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-09102008-155205/en.php>> Acesso em 03 setembro 2020.

BATISTA, V. G D. **A vermicompostagem no ensino de ciências para promover a alfabetização científica e desenvolver a educação ambiental**. (Dissertação de Mestrado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019. 169 p. Disponível em: [http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/4232/1/CT\\_PPGFCET\\_M\\_Batista%2c%20Vanda%20Gusm%2c%20a3o%20Dobranski\\_2019.pdf](http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/4232/1/CT_PPGFCET_M_Batista%2c%20Vanda%20Gusm%2c%20a3o%20Dobranski_2019.pdf). Acesso em 01 outubro 2020.

BOURSCHEID, J.L.W. **A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências.** Revista Thema, v. 11, n. 1, p. 24-36, 2014. Disponível em <<http://periodicosnovo.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/183/109>>. Acesso em 02 de outubro 2020.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: MEC. 2019. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>pdf >. Acesso em 05 agosto 2019.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. **IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais.** Temas em psicologia, v. 21, n. 2, p. 513-518, 2013. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/5137/513751532016.pdf>> Acesso em 17 setembro 2020.

CARMONA, I. V., & PEREIRA, M. V. Ciência, Tecnologia e Sociedade e Educação Ambiental: Uma Revisão Bibliográfica em Anais de Eventos Científicos da Área de Ensino de Ciências. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477**, v. 8, n. 3, p. 94-114, 2018. Disponível em: <<https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/752>> Acesso em 28 de novembro 2020.

CARVALHO, A.M.P. **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**, 3ª reimpr. – São Paulo: Cengage Learning, 2018, 152 p.  
CAVALCANTI, D. B.; LEMOS J.; CHRISPINO, A. Abordagem sociocultural de saúde e ambiente para debater os problemas da dengue: um enfoque CTSA no ensino de biologia. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 5, n. 3, 2012.

CERATI, T. M.; LAZARINI, R. A. M. **A pesquisa-ação em educação ambiental: uma experiência no entorno de uma unidade de conservação urbana.** Ciência & Educação (Bauru), v. 15, n. 2, p. 383-392, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132009000200009>>. Acesso em 17 setembro 2020.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, n. 22, p. 89-100, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf>> Acesso em 01 de dezembro 2020.

CONTIN, C., & MOTOKANE, M. T. A imagem da ecologia em alunos do ensino médio do município de Ribeirão Preto. **Revista do EDICC-ISSN 2317-3815**, v. 1, n. 1, 2012.

COSTA, D.G.; AGUIAR P.A. Composteira Pedagógica: uma proposta de material didático para abordagem da temática "Vermicompostagem" no ensino de Química. **Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)**, 2019. Disponível em: <<https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/reid/article/view/4899/4449>>. Acesso em 16 setembro 2020.

FONSECA, G.; CALDEIRA, A.M.A. Uma reflexão sobre o ensino aprendizagem de ecologia em aulas práticas e a construção de sociedade sustentáveis – **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 3, 2008. Disponível em:

<[https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33434021/240-892-3-PB.pdf?1397108023=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUma\\_reflexao\\_sobre\\_o\\_ensino\\_aprendizagem.pdf&Expires=1602369169&Signature=Lr1d0nkQlSHG6cZBGXiwWPfA8FpUDVxBBMm6auDG~E4p85MjfRbZeNxmF03fmdot9knOnhUy5hIL~ElbmaOMnVG24P5OZCL1e18cLIA4LTs711DrEdc7kUDEmZNXtW1OuZIn-8x1P~cvjhOtZ4SiQ5eqiZuTK9tEXeiB0zcO5Bg3szjEhvnGthjdYJZ~HegXjQbGjK3loc2VgGImnWfqkh4oML4eed3WVtDx~0DJyiBq2VY1lgB7cRG7zgSHcAXFNryRpG9qyUTY11VtLgMxvPHr-tuHGdD4oigCNWghwqB7Wr0EzaxXO3ctlxBMvn6QbGlQ2niWCtucf3s7F68~A\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33434021/240-892-3-PB.pdf?1397108023=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUma_reflexao_sobre_o_ensino_aprendizagem.pdf&Expires=1602369169&Signature=Lr1d0nkQlSHG6cZBGXiwWPfA8FpUDVxBBMm6auDG~E4p85MjfRbZeNxmF03fmdot9knOnhUy5hIL~ElbmaOMnVG24P5OZCL1e18cLIA4LTs711DrEdc7kUDEmZNXtW1OuZIn-8x1P~cvjhOtZ4SiQ5eqiZuTK9tEXeiB0zcO5Bg3szjEhvnGthjdYJZ~HegXjQbGjK3loc2VgGImnWfqkh4oML4eed3WVtDx~0DJyiBq2VY1lgB7cRG7zgSHcAXFNryRpG9qyUTY11VtLgMxvPHr-tuHGdD4oigCNWghwqB7Wr0EzaxXO3ctlxBMvn6QbGlQ2niWCtucf3s7F68~A__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)> Acesso em 16 setembro 2020.

FREIRE, C.C. **Argumentação e explicação no ensino de ecologia**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-28042014-201013/en.php>>. Acesso em 08 abril 2020.

FREITAS, J.R. **Funcionamento dos ecossistemas e conservação biológica: Poluição por luz artificial, oferecimento de serviços ecossistêmicos e diversidade funcional**. 2016. 118 f. Tese doutorado (Pós-graduação em ciências ambiental), Universidade de São Paulo -USP, São Paulo, 2016.

GAZANÊO, L. **Pensando a compostagem como ferramenta de aprendizagem significativa** – Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade do Vale do Paraíba, São Paulo, 2012. 45 p. Disponível em: <<https://biblioteca.univap.br/dados/000004/00000451.pdf>>. Acesso em 05 agosto 2020.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **RAE-revista de administração de empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a04v35n3.pdf>>. Acesso em 22 setembro 2020.

INÁCIO, C.T.; MILLER, P.R.M. **Compostagem: ciência e prática para gestão de resíduos orgânicos** - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009, 154 p.

JUNIOR, C.E.L.M. **O uso dos Mapas Conceituais como Recurso Didático no Ensino de Biologia**. Dissertação (Mestrado), Belo Horizonte – Universidade Federal de Minas Gerais, 2019, 115 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/32104>>. Acesso em 12 maio 2020.

KRASILCHIK, M. **Práticas de Ensino de Biologia**. 4ª ed. ver. e amp., 5ª reimp. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016, 199 p.

LIMA, J. M. D. **Ensino de ecologia: uma proposta dialógica sobre conservação de morcegos com estudantes de ensino fundamental**. (Dissertação) UNB, Instituto de Ciências Biológicas. 2016. p. 37-39. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/21260>>. Acesso em 30 setembro 2020.

LUDKE, MENGA, ANDRÉ M. E.D.A., **Pesquisa em educação: abordagens**

LUSTOSA, M. A. F. S.; SANTOS, L. A., FREITAS, A. L & Vital, A. D. F. M. Compostagem como proposta didática para falar sobre solos no ensino fundamental. **Scientia Plena**, v. 13, n. 12, 2018. Disponível em: < <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/3907>>. Acesso em 27 março 2020.

MACIEL, E.A. **Ensino de ecologia: Concepções e estratégias de ensino**. (Monografia) – Universidade Federal da Fronteira do Sul, Cerro Largo/RS, 2018. 27 p. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/2474>> Acesso: 25/08/2020.

MANZOCHI, L.H. – **Participação do ensino de ecologia em uma Educação Ambiental voltada para a formação da cidadania: a situação das escolas de segundo grau no município de Campinas**. Campinas, Instituto de Biologia, UNICAMP, 1994. 282p. Dissertação de Mestrado. Disponível em: < <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/315790>> Acesso em 30/07/2020.

MOTHÉ, G.P.B.; ALMEIDA, T.F.; DELATORRE, A.B.; GAMA, J.L.; INTORNE, A.C. **Compostagem e Educação Ambiental: Uma ferramenta importante no Tratamento de Resíduos Sólidos**. Brazilian Journal of Development, 6(7), 49520-49532. 2020. Disponível em: < <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/13658>>. Acesso em 04 outubro 2020.

MOTOKANE, M.T. Sequências Didáticas investigativas e Argumentação no ensino da ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 2015, Belo Horizonte, 17(spe), 115-138. Disponível em: < <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00115.pdf>>. Acesso em: 30/07/2019.

MOTOKANE, M.T.; TRIVELATO, S. L. **Reflexões sobre o ensino de ecologia no ensino médio**. II Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências. Valinhos - SP. 1999. 11p. Disponível em: < <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/G32.pdf>>. Acesso em 30 julho 2019.

NUNES, T.S. **Características das hipóteses em sequências didáticas investigativas**; Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2016. 129 p. Disponível em: < <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-29032017-172339/en.php>>. Acesso em 05 março 2020.

PENICK, J.E. Ensinando "alfabetização científica". **Educar em Revista**, n. 14, p. 91-113, 1998. Disponível em <https://doi.org/10.1590/0104-4060.183>. Acesso em 02 outubro 2020.

PINHEIRO, A. L. **Ensino de ecologia no ensino médio através de atividades investigativas**. (Dissertação de mestrado). UNB. Instituto de Ciências Biológicas. 2019. 41 p. Disponível em: < <https://repositorio.unb.br/handle/10482/37404>>. Acesso em 17 julho 2020.

PRAIS, J.L.S.; ROSA, V.R.F. Nuvem de Palavras e Mapa Conceitual: Estratégias e Recursos Tecnológicos na Prática Pedagógica. **Nuances: Estudo sobre Educação**, v. 28, n. 1, p. 201-219, 2017. Disponível em: < <https://revista.fct.unesp.br/index.php/Nuances/article/view/4833>>; Acesso em 29 setembro 2020.

REECE, J.B. **Biologia de Campbell**. 10 ed. Porto Alegre. Artmed, 2015. p. 1159-1278.

SANTOS, S.; MACIEL, M.D. **As interações CTSA no ensino de ecologia: um estudo sobre cadeia alimentar. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, n. Extra, p. 1096-1110, 2013. Disponível em < <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/306761>>. Acesso em: 08 setembro 2020.

SARAIVA, M., SEIXAS, M., OLIVEIRA, H. PERLENBERG, E. **A compostagem como ferramenta de Aprendizagem para o primeiro ano do ensino médio**; 37º Encontro sobre ensino de Química, Universidade Federal do Rio Grande, 2017. Disponível em: <https://edeq.furg.br/images/arquivos/trabalhoscompletos/s04/ficha-105.pdf>> acesso em 13 setembro 2019.

SASSERON, L.H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 2008, 267 p.

SASSERON, L.H. ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA, ENSEÑANZA POR INVESTIGACIÓN Y ARGUMENTACIÓN: RELACIONES ENTRE LAS CIENCIAS DE LA NATURALEZA Y LA ESCUELA. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015. Disponível em: < [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172015000400049&script=sci\\_abstract&tlng=es](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172015000400049&script=sci_abstract&tlng=es)>. Acesso em 10 setembro 2019.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, V.16, n. 1, p. 59-77, 2016. Disponível em <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246> Acesso em 01 outubro 2020.

SILVA, A.M.; SILVA G.G.R.; JUNIOR A.F.N. **Uma Sequência didática envolvendo a construção de um terrário no ensino de conceitos de ecologia**. XI Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 11, n.4, 2015, pp. 79-88. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.17271/1980082711420151249>>. Acesso em 23 setembro 2020.

SILVA, T.AR.; INTORNE, A.C. **Compostagem como prática interdisciplinar no ensino médio**, V CONEDU, Congresso nacional de educação, Olinda – PE, 2018, 6 p. Disponível em: < [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO\\_EV117\\_MD4\\_SA16\\_ID11478\\_17092018222701.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD4_SA16_ID11478_17092018222701.pdf)>. Acesso em 08 fevereiro 2020.

SILVA, M.A.; MARTINS, E.S.; AMARAL, W.K.; SILVA, H.S.; MARTINES, E.A.L. **Compostagem: Experimentação Problematizadora e Recurso Interdisciplinar no Ensino de Química** – Revista Química Nova Escola – São Paulo, Vol. 37, nº 1 p. 71-81, 2015. Disponível em: < [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37\\_1/12-EEQ-38-14.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_1/12-EEQ-38-14.pdf)>. Acesso em 14 novembro 2019.

SIMAVE. Sistema Mineiro de Avaliação e Equidade da Educação Pública. Disponível em: <http://simave.educacao.mg.gov.br>. Acesso em 20 de novembro de 2020.

SOUZA, V.F.M. **A importância da pergunta na promoção da alfabetização científica dos alunos em aulas investigativas de física.** Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2012. 151 p. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-20042012-145959/en.php>. Acesso em 30 de julho 2019.

STEFFEN, G. P.K. **Diversidade de minhocas e sua relação com ecossistemas naturais e alterados no Estado do Rio Grande do Sul.** (Tese de Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria. 2012. 208 p. Disponível em: < <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/3334>>. Acesso em 01 outubro 2020.

TAVARE, R. **Construindo mapas conceituais.** Artigo Científico – Periódico Eletrônico Ciência & Cognição 2007; Vol 12: 72-85 – Disponível em <[http://www.cienciasecognicao.org/portal/?page\\_id=6144](http://www.cienciasecognicao.org/portal/?page_id=6144)>. Acesso em 01 agosto 2020.

TEIXEIRA, F. M. **Alfabetização científica: questões para reflexão.** Ciênc. educ. (Bauru) [online]. 2013, vol.19, n.4 pp.795-809. Disponível em: < [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132013000400002&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132013000400002&script=sci_arttext&tlng=pt)>. Acesso em 17 setembro 2020.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. **Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte, v. 17, n. SPE, p. 97-114, 2015. Disponível em <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17nspe/1983-2117-epec-17-0s-00097.pdf>. Acesso em 25 setembro 2020.

ZOMPERO, A.F.; LABURÚ, C.E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172011000300067&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-21172011000300067&script=sci_arttext)>. Acesso em 18 setembro 2019.

## ANEXO 1 - Parecer Consubstanciado Do Cep

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** A utilização da composteira em uma abordagem investigativa no ensino da ecologia.

**Pesquisador:** Paulina Maria Maia Barbosa

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 20895419.0.0000.5149

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.713.834

#### Apresentação do Projeto:

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, será realizada uma sequência didática com atividades investigativas aos alunos do 1º ano do ensino médio em uma escola da rede pública de ensino localizada no município de Ribeirão das Neves/MG. Os alunos divididos em grupos irão construir composteiras realizando as seguintes atividades propostas: 1) A primeira atividade será aplicada em três momentos - No primeiro momento a haverá a proposição aos alunos de uma situação-problema sobre os resíduos orgânicos gerados no Brasil através de dados estatísticos extraídos de fontes governamentais; No segundo momento a proposição de uma discussão sobre os dados estatísticos através de uma tempestade de ideias; No terceiro momento a proposição de uma composteira como forma de aprendizagem de conceitos da ecologia e tratamento de resíduos sólidos orgânicos. 2) A segunda atividade consiste na construção de quatro composteiras sendo duas com adição de minhocas adquiridas em mercado de vendas e outras duas composteiras sem adição de minhocas, com objetivo dos alunos verificarem uma variável do conceito fator biótico da composteira ; 3) A terceira atividade consiste na medição dos parâmetros de temperatura, pH e umidade através de um aparelho medidor de solo com elaboração de tabelas para análise dos dados medidos. 4) A quarta atividade consiste na discussão dos dados medidos e registro dos alunos no caderno de campo. 5) A quinta atividade é a apresentação da composteira construída pelos alunos na feira de ciências da escola. 6) E a sexta e última atividade consiste numa avaliação da sequência didática aplicada pelos alunos. Os dados coletados dos alunos no caderno de campo

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2ª Ad Sl 2005  
**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.713.834

escola.

**Recomendações:**

Não há.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

O projeto poderá ser aprovado, SMJ.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

| Tipo Documento  | Arquivo                                       | Postagem               | Autor                      | Situação |
|---|---|------------------------|----------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1321271.pdf | 03/11/2019<br>18:59:49 |                            | Aceito   |
| Outros  | CARTA_RESPOSTA.pdf                            | 03/11/2019<br>18:53:56 | CLAUDIO BORGES DOS SANTOS  | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TALE_Atualizado.pdf                           | 03/11/2019<br>18:52:58 | CLAUDIO BORGES DOS SANTOS  | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_ATUALIZADO.pdf                           | 03/11/2019<br>18:52:26 | CLAUDIO BORGES DOS SANTOS  | Aceito   |
| Parecer Anterior  | ParecerConsubs.pdf                            | 12/09/2019<br>10:56:35 | Paulina Maria Maia Barbosa | Aceito   |
| Folha de Rosto  | Folhaderosto.pdf                              | 12/09/2019<br>10:54:30 | Paulina Maria Maia Barbosa | Aceito   |
| Declaração de Instituição e Infraestrutura                | DeclaracaoInstituicao.pdf                     | 22/08/2019<br>20:49:04 | Paulina Maria Maia Barbosa | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | PROJETODetalhado.docx                         | 22/08/2019<br>20:36:41 | Paulina Maria Maia Barbosa | Aceito   |

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Sl 2005  
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901  
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
 Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.713.834

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 19 de Novembro de 2019

---

**Assinado por:**

**Eliane Cristina de Freitas Rocha  
(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad S/N 2005

**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE

**Telefone:** (31)3409-4592

**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

## ANEXO 2 - Registro Fotográfico Da Aplicação Da Sequência Didática

### Atividade investigativa nº 1 – Construção da composteira



Figura 9 - Materiais para construção das composteiras



Figura 10 - Construção das composteiras



Figura 11 - Composteiras construídas pelos alunos



Figura 12 - Identificação de fatores bióticos: presença de fungos na composteira



Figura 13 - Identificação de fatores bióticos: presença das minhocas

#### Atividade investigativa nº 2 – Medições na composteira



Figura 14 - Medição da temperatura da composteira sem minhocas



Figura 15 - Medição da temperatura da composteira com minhocas



Figura 16 - Medição da umidade e pH da composteira sem minhocas



Figura 17 - Medição da umidade e pH da composteira com minhocas



Figura 18 - Registro no diário de campo das medições da temperatura, umidade e pH

## Atividade investigativa nº 3 – Funcionamento da composteira

**ATIVIDADE INVESTIGATIVA No. 03**

➤ Apresentação dos dados coletados:

1. O que aconteceria se houvesse um grande aumento no pH ?
2. O que foi importante para manter a umidade e a temperatura ?
3. Como os parâmetros pH, umidade e temperatura podem funcionar num ecossistema aquático?
4. Comparando com um ecossistema, o que seria a compostagem produzida na composteira?
5. Em solos sem a presença de minhocas, o que aconteceria com a decomposição?

*Respostas*

- ① Prejudicaria as minhocas, os fungos e bactérias, e não estaria bom para o uso.
- ② O ambiente onde permaneceu a composteira, pois não é um local muito afetado nem pegava o sol.
- ③ Provavelmente a umidade seria maior em função de uma temperatura mais baixa e o pH seria neutro.
- ④ seria o húmus que é vindo da decomposição.
- ⑤ outros agentes bióticos fariam o que ~~era~~ seria função das minhocas.

12

Figura 19 - Registro dos alunos no diário de campo em discussão dos dados coletados nas composteiras

**ATIVIDADE INVESTIGATIVA No. 03**

➤ Apresentação dos dados coletados:

1. O que aconteceria se houvesse um grande aumento no pH ?
2. O que foi importante para manter a umidade e a temperatura ?
3. Como os parâmetros pH, umidade e temperatura podem funcionar num ecossistema aquático?
4. Comparando com um ecossistema, o que seria a compostagem produzida na composteira?
5. Em solos sem a presença de minhocas, o que aconteceria com a decomposição?

① Ficaria básica e necessário de algum ácido pra ficar neutro

② O ambiente e o ser aeróbicos e bióticos

③ Pela temperatura da água e algum umar algum que devem ser oxidar

④ - Anore, Plantas, fatores abióticos.

⑤ Outros agentes trabalharia no processo de decomposição depender do da umidade pH e temperatura.  
Ex: Fungos.

12

Figura 20 - Registro dos alunos no diário de campo em discussão dos dados coletados nas composteiras

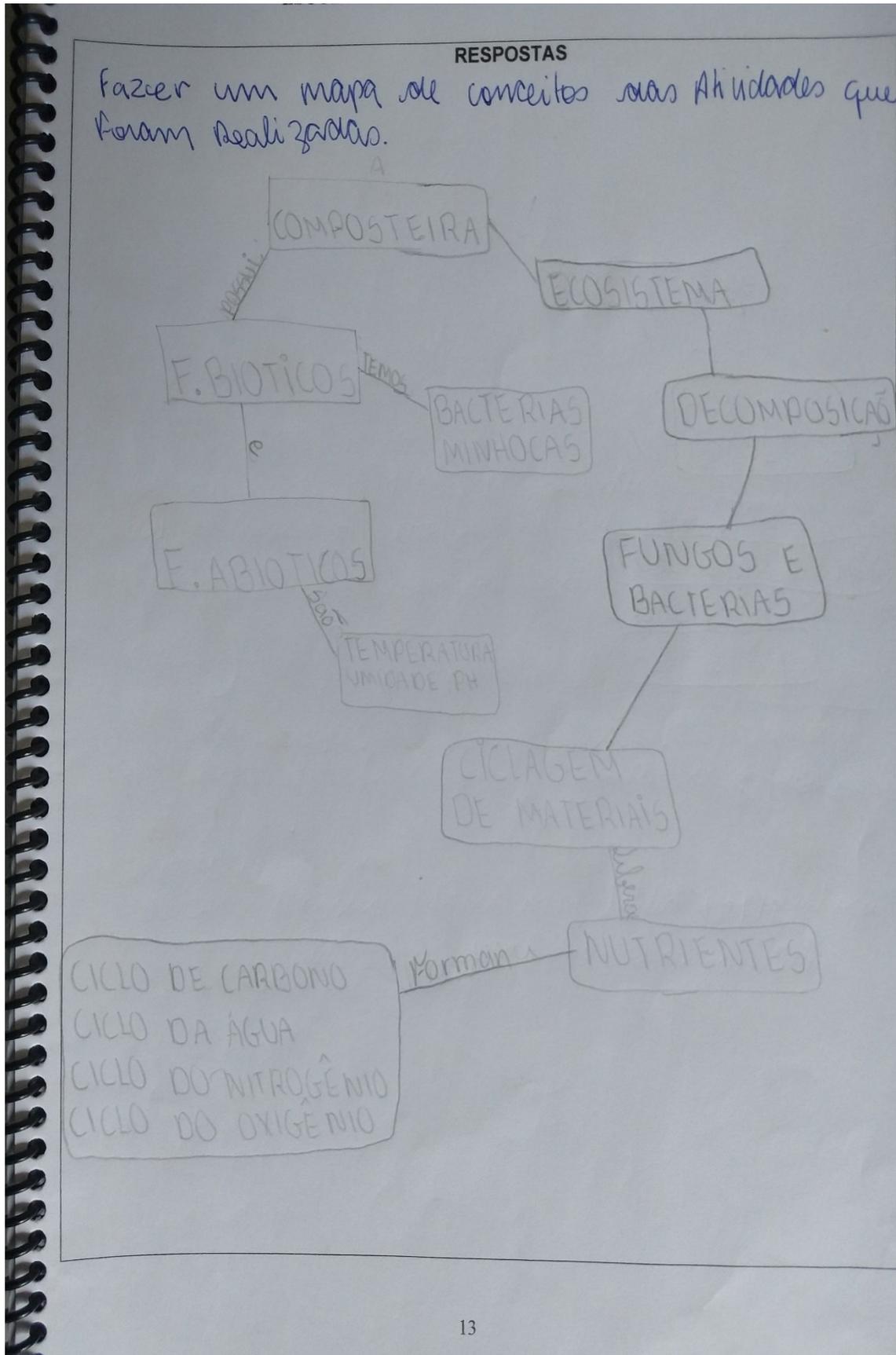


Figura 21 - Registro dos alunos no diário de campo dos mapas conceituais

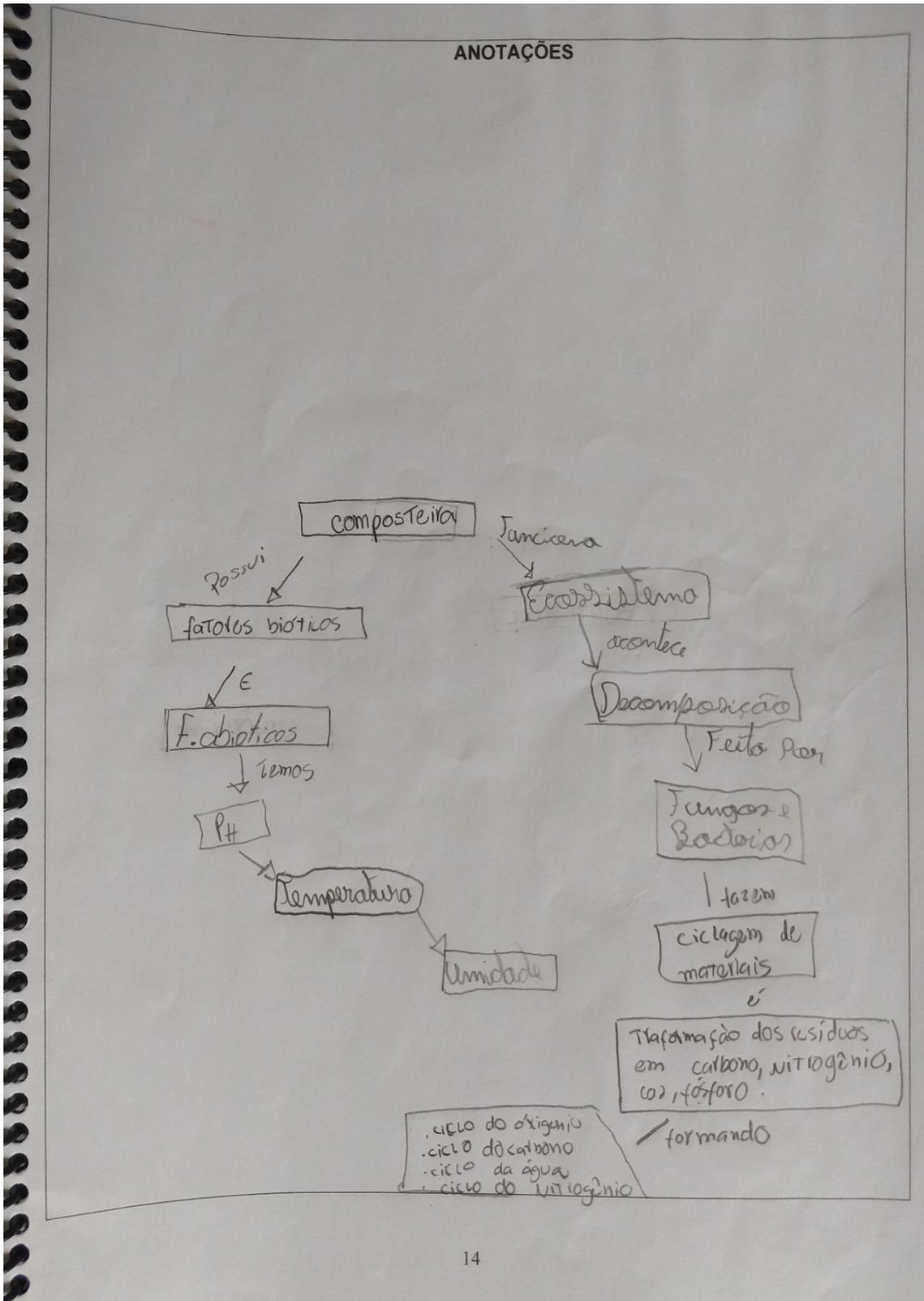


Figura 22 - Registro dos alunos no diário de campo dos mapas conceituais

### Apresentação na Feira de Ciências



Figura 23 - Mural de apresentação do trabalho desenvolvido na sequência didática na Feira de Ciências da escola.

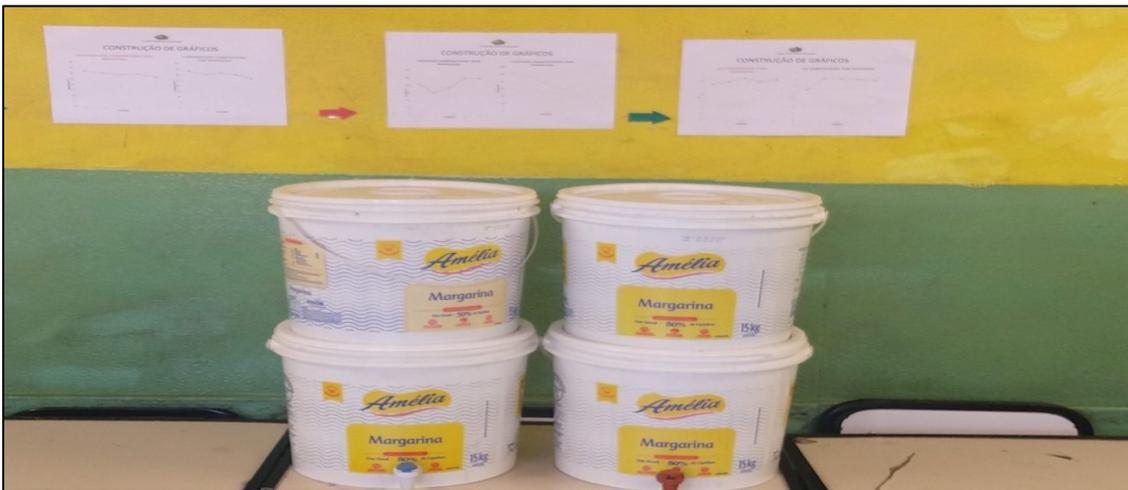


Figura 24 - Apresentação das composteira na feira de ciências da escola



Figura 25 - Apresentação pelos alunos do trabalho desenvolvido na sequência didática na Feira de Ciências da escola.

### ANEXO 3 - APARELHOS DE MEDIÇÃO UTILIZADOS NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA



Figura 26 - Aparelho medidor de umidade e pH



Figura 27 - Termômetro digital de vareta



Figura 28 - Higrômetro