

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA**

PAULO HERTON COSTA JUNIOR

**O CONTEÚDO DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO:
Análise do livro didático e de uma atividade experimental.**

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA**

PAULO HERTON COSTA JUNIOR

**O CONTEÚDO DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO:
Análise do livro didático e de uma atividade experimental.**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional-
PROFBIO, do Núcleo de Ciências Biológicas
do Centro Acadêmico de Vitória (CAV), como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. Simão Dias de Vasconcelos
Filho.

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2019**

Catálogo na fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE - Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Jaciane Freire Santana, CRB4-2018

C837c Costa Junior, Paulo Herton.

O conteúdo decomposição orgânica no ensino médio: Análise do livro didático e de uma atividade experimental / Paulo Herton Costa Junior. - Vitória de Santo Antão, 2019.

110 folhas; il.: color.

Orientador: Simão Dias de Vasconcelos Filho.

Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional 2019.

Inclui referências, apêndices e anexo.

1. Biologia - estudo e ensino. 2. Decomposição orgânica. 3. Livro didático - Biologia. I. Vasconcelos Filho, Simão Dias (Orientador). II. Título.

570.07 CDD (23. ed.)

BIBCAV/UFPE-161/2019

PAULO HERTON COSTA JUNIOR

O CONTEÚDO DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO: Análise do livro didático e de uma atividade experimental.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia.

APROVADO EM: 23/07/2019

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. SIMÃO DIAS DE VASCONCELOS FILHO (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Professora Dr^a. MICHELINE BARBOSA DA MOTTA (Examinadora interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Professor Dr. RODRIGO FELIPE RODRIGUES DO CARMO (Examinador externo)
Universidade Federal de Pernambuco

*Àqueles sem o qual eu nem existira, que se
esforçaram bastante para que eu chegasse
até aqui, dedico;*

Ângela Delmar e Paulo Hertton.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, pois devo agradecê-lo todos os dias por tudo que me é concebido.

A minha mãe, por acreditar no meu potencial e por estar sempre presente em todos os momentos bons e ruins, me incentivando para que eu não desista nunca.

Ao meu pai, por estar sempre cobrando o melhor de mim, me incentivando a sempre buscar mais à minha vida.

Aos meus irmãos Ana Paula e Guilherme, obrigado por existirem, fazendo a minha vida mais completa.

A minha esposa Ariane, pelo seu amor e compreensão por todos esses 7 anos que estamos juntos. Obrigado por me ajudar e por me dar forças quando eu estava completamente esgotado. Sem você nada disso seria possível.

A meus amigos Mário Rocha, Rodrigo Ordônio, Pedro Henrique, Hildson Dornelas, Hugo Souza, Felipe Farias e Danilo Martin, por sempre me apoiarem desde a época do colégio até hoje na carreira acadêmica, e por se mostrarem amigos verdadeiros.

A meu grande amigo e mestre Erotides Marinho, por enxergar o potencial que existia em mim quando mais jovem, me auxiliando na escolha da profissão de professor a qual exerço atualmente, e por sempre me ajudar quando eu passo por momentos de dificuldade.

A todos os funcionários da ETE Advogado José David Gil Rodrigues (gestão, coordenação, professores, secretárias e auxiliares de serviços gerais), em especial: Renato César, grande irmão, que sempre se mostrou disposto a ajudar no que fosse preciso, sempre com um sorriso no rosto; Bruna, Elisângela, Sérgio, Carlos e Válter, que contribuíram e colaboraram sempre de alguma forma, dando força para mim nos momentos que pensei que não seria possível realizar este trabalho.

A toda a turma do 1º B de ADM, meus amores! Foi excepcional realizar essa atividade com vocês. Todos os momentos que vivenciamos vão ficar guardados pra sempre em minha memória. Vocês serão sempre a turma que terei como referência por toda minha carreira profissional. A turma do “bordado” é diferenciada. Vocês são os melhores!

A Mauro Monteiro, licenciando que me ajudou bastante durante todo o processo de aplicação do projeto. Obrigado por me auxiliar durante toda a fase dos testes piloto, onde só nós sabemos o quanto ralamos pra conseguir a melhor opção para que tudo corresse bem. Obrigado por promover uma interação tão boa e saudável com os alunos da turma, os ajudando sempre que possível, inclusive em finais de semana. Obrigado por tudo.

Aos doutores Diego Oliveira e Taciano Barbosa, pela colaboração em inúmeros momentos, dando sugestões, e auxiliando na atividade experimental como um todo.

A Capes, que foi essencial para a realização do PROFBIO, ao disponibilizar recursos ao longo dos 2 anos de curso.

Ao coordenador do PROFBIO, Kênio Lima, que se mostrou disposto a ajudar todos os mestrands durante os dois anos da Pós-Graduação, sempre muito solícito, estando sempre ao nosso lado.

Aos professores do programa de Pós-Graduação do PROFBIO, que durante os 2 anos do curso contribuíram com seus ensinamentos de forma bastante enriquecedora.

Aos membros da Banca Examinadora, pelas contribuições ao longo do projeto.

A meu orientador, Professor Simão, referência para mim desde o período da Graduação, me ajudou bastante durante o processo, na criação, planejamento, execução e análise de todo o projeto. Obrigado por me estimular a buscar mais de mim e ver a educação de uma forma diferenciada.

A todos, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTO ESPECIAL AO PROFBIO

Após 10 anos de meu ingresso na Graduação, me vi novamente inserido em uma universidade de ponta, desta vez no Centro Acadêmico de Vitória (CAV), outro campus da UFPE, agora fazendo parte de um curso de Pós-Graduação, o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO).

No início do curso, me senti lisonjeado em poder participar da primeira turma do programa de mestrado. Ao analisar o corpo docente do curso, me deparei com a presença de um professor do período da Graduação, o qual tive o prazer de reencontrar agora na Pós-Graduação e ter como meu orientador na pesquisa desenvolvida.

Durante os dois anos de curso, tanto nas aulas presenciais quanto nas atividades EAD, o estímulo a uma maior qualificação dos professores mestrandos se fez presente no PROFBIO. Ao final de cada um dos períodos, propostas de sequências didáticas, com o uso de atividades experimentais e lúdicas, fizeram parte do processo avaliativo. As atividades desenvolvidas ao longo do curso geraram uma constante busca por aprimoramento e aperfeiçoamento profissional dos discentes.

O desenvolvimento da atividade experimental implicou em uma ressignificação do ensino para o mestrando. O acompanhamento dos estudantes nesse período gerou uma maior aproximação entre eles e o professor, o que contribuiu para o êxito da atividade. O aprendizado adquirido com a experiência vivida durante os meses de aplicação do projeto acarretou em uma mudança no pensar e no agir do mestrando. Cresceu o sentimento de acreditar na educação como ferramenta capaz de promover a transformação do ser e, conseqüentemente, uma mudança significativa na sociedade.

"Nenhum tema mais adequado para constituir-se em objeto desta primeira carta a quem ousa ensinar do que a significação crítica desse ato, assim como a significação igualmente crítica de aprender. É que não existe ensinar sem aprender e com isto eu quero dizer mais do que diria se dissesse que o ato de ensinar exige a existência de quem ensina e de quem aprende. Quero dizer que ensinar e aprender se vão dando de tal maneira que quem ensina aprende, de um lado, porque reconhece um conhecimento antes aprendido e, de outro, porque, observado a maneira como a curiosidade do aluno aprendiz trabalha para apreender o ensinando-se, sem o que não o aprende, o ensinante se ajuda a descobrir incertezas, acertos, equívocos."

PAULO FREIRE, 1993

RESUMO

O conteúdo Decomposição Orgânica (DO) foi tema da pesquisa devido ao seu potencial multi e interdisciplinar, sendo trabalhado em duas linhas de pesquisa, primeiramente, pela análise de livro didático (LD) e, posteriormente, de uma atividade experimental. A análise de LD teve como objetivo verificar se o tema DO é contemplado, em que tópicos é abordado, se é apresentado de forma contextualizada e interdisciplinar, com que profundidade é abordado e se o papel de insetos é reconhecido no processo. A partir daí, criamos e analisamos uma intervenção didática desenvolvida e aplicada no fortalecimento de competências de investigação científica baseada na pedagogia de projetos. Esta atividade visou aproximar os alunos da realidade de um cientista, executando as etapas do Método Científico e estimulando a produção textual e a apresentação de seminários; estimular a construção de tabelas e gráficos e a formação de conexões com outras áreas do conhecimento; validar ferramentas de acompanhamento da participação coletiva dos alunos, incluindo o aplicativo WhatsApp; oportunizar ao professor do Ensino Médio o relato de uma experiência de metodologia ativa de ensino-aprendizagem; e gerar um produto a ser adotado por professores de Biologia. A amostra da análise de LD foi composta por seis coleções de Biologia, cada uma com três volumes, sendo selecionadas a partir de uma sondagem dos livros mais usados por professores da rede pública estadual de Pernambuco. Verificamos que o conteúdo DO foi abordado em todas as coleções e em todos os volumes, em tópicos como Origem da Vida, Biodiversidade, Ecologia, Criminalística, entre outros, trabalhado de forma interdisciplinar com História, Química, Física e Matemática, e tendo o papel dos insetos reconhecido no processo em alguns volumes. A atividade experimental teve como base metodológica o experimento de Francesco Redi, foi aplicada na Escola Técnica Estadual (ETE) Advogado José David Gil Rodrigues com uma turma de 1º ano do Ensino Médio com 43 estudantes. Estes realizaram inúmeras atividades com alto grau de autonomia, com competências associadas ao trabalho dos cientistas. Primeiramente, os grupos prepararam diferentes tratamentos contendo baço bovino, visando a atração de moscas. Depois, se deu início o período de observação e registros, ao passo que ocorria o processo de holometabolismo. Após atingir a fase adulta, os espécimes foram coletados e os estudantes manipularam o material biológico (utilizando EPI's) no Laboratório de Análises Clínicas da escola, realizando a quantificação e a identificação das famílias das moscas. A partir daí, os grupos promoveram a análise interpretativa dos dados coletados para a produção de gráficos e tabelas a partir dos mesmos. Por fim, as equipes realizaram a produção textual com a construção de um relatório, e, posteriormente, a apresentação de seminários, socializando o conhecimento construído na atividade investigativa com outros estudantes e membros do corpo escolar. Dessa forma, vivenciaram uma experiência bem-sucedida de metodologia ativa de baixo custo e alta complexidade.

Palavras-chave: Redi. Projetos. Experimentação. Investigação. Interdisciplinaridade. Autonomia. Moscas. Holometabolismo. Decompositores. Insetos.

ABSTRACT

The Organic Decomposition (OD) content was the subject of the research due to its multi and interdisciplinary potential, being worked in two lines of research, firstly by the Science textbooks (ST) and, later, an experimental activity. The ST analysis aimed to verify if the OD theme is contemplated, in which topics it is approached, if it is presented in a contextualized and interdisciplinary way, with what depth is approached and if the role of insects is recognized in the process. From there, we create and analyze a didactic intervention developed and applied in the strengthening of scientific research skills based on the pedagogy of projects. This activity aimed to bring the students closer to the reality of a scientist, performing the steps of the Scientific Method and stimulating the textual production and the presentation of seminars; stimulate the construction of tables and graphs and the formation of connections with other areas of knowledge; validate tools for tracking student participation, including the WhatsApp application; to give the teacher of the High School the report of an experience of active teaching-learning methodology; and generate a product to be adopted by Biology teachers. The sample of ST analysis was composed of six Biology collections, each with three volumes, being selected from a survey of the most used books by professors of the state public network of Pernambuco. We verified that OD content was addressed in all collections and in all volumes, in topics such as Origin of Life, Biodiversity, Ecology, Criminology, among others, worked interdisciplinarily with History, Chemistry, Physics and Mathematics, and having the role of insects recognized in the process in some volumes. The experimental activity was based on the experiment of Francesco Redi, was applied in the State Technical School (ETE) Advogado José David Gil Rodrigues with a class of 1st year of high school with 43 students. They performed numerous activities with a high degree of autonomy, with skills associated with the work of scientists. First, the groups prepared different treatments containing bovine spleen, aiming the attraction of flies. Afterwards, the period of observation and records began, while the process of holometabolism occurred. After reaching the adult stage, the specimens were collected and the students manipulated the biological material (using EPI's) in the Clinical Analysis Laboratory of the school, performing the quantification and identification of the families of the flies. From there, the groups promoted the interpretative analysis of the collected data for the production of graphs and tables from them. Finally, the teams carried out the textual production with the construction of a report, and, later, the presentation of seminars, socializing the knowledge built in the investigative activity with other students and members of the school body. In this way, they experienced a successful experiment of low cost and high complexity active methodology.

Key words: Redi. Projects. Experimentation. Investigation. Interdisciplinarity. Autonomy. Flies. Holometabolism. Decomposers. Insects.

LISTA DE SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular.
CAV – Centro Acadêmico de Vitória.
DO – Decomposição Orgânica.
EAD – Educação à Distância.
EPI – Equipamento de Proteção Individual.
ETE – Escola Técnica Estadual.
IPM – Intervalo Pós-morte.
PNLD – Programa Nacional do Livro Didático.
PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.
RIC – Relatório de Investigação Científica.
SIEPE – Sistema de Informações da Educação de Pernambuco.
TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação.
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Exemplo de abordagem presente em uma das coleções, contendo algumas informações da metodologia e dos materiais utilizados por Redi em seu experimento	29
Figura 2. Abordagem de uma das coleções acerca do experimento de Redi, com ênfase na Metodologia Científica utilizada	29
Figura 3. Cadeia de detritos presente em uma das coleções	30
Figura 4. Abordagem sobre a sucessão ecológica em uma lagoa, presente em uma das coleções	31
Figura 5. Papel ecológico do besouro “rola-bosta” na decomposição orgânica, presente em uma das coleções	32
Figura 6. Modelo de fluxo energético presente em uma das coleções, em que os decompositores são apresentados	33
Figura 7. Abordagem dos insetos como animais detritívoros, presente em uma das coleções	34
Figura 8. Tira em quadrinhos contendo uma possível aplicação da Entomologia Forense ...	35
Figura 9. Exemplos de inserção de abordagens aplicadas encontradas no LD: a) processo de compostagem e b) conservação dos alimentos	37
Figura 10. Abordagem interdisciplinar do conteúdo DO relacionado a conhecimentos de História	38
Figura 11. Abordagem interdisciplinar do conteúdo DO relacionado a conhecimentos de Matemática	39
Figura 12. Utilização de um gráfico de setores em uma questão que envolve o conteúdo DO	40

Capítulo 2

Figura 1. Escola Técnica Advogado José David Gil Rodrigues	58
Figura 2. Relação entre os membros participantes da pesquisa	60
Figura 3. Teste piloto em sala protegida com janelas	61

Figura 4. Potencial interdisciplinar do conteúdo biológico trabalhado na atividade experimental desenvolvida na ETE Advogado José David Gil Rodrigues	62
Figura 5. Tratamentos selecionados para a atividade experimental	64
Figura 6. Fase de exposição dos tratamentos	66
Figura 7. Manutenção dos substratos pós-exposição para observação pelos alunos	67
Figura 8. Observação, registros e coleta de material biológico: a) observação e registro dos estudantes e b) pote etiquetado após coleta	68
Figura 9. Atividade no Laboratório de Análises Clínicas: a) manipulação do material biológico e b) contagem e identificação das moscas	69
Figura 10. Chave de identificação utilizada pelos grupos	69
Figura 11. Abundância média de moscas emergidas a partir da colonização de iscas em diferentes tratamentos	70
Figura 12. Representação sintetizada dos critérios de acompanhamento da atividade investigativa	72
Figura 13. Gráfico construído por um dos grupos para representação dos dados coletados	76
Figura 14. Apresentação dos seminários	77
Figura 15. Alunos do 1º B ADM após receber o certificado de conclusão do projeto	79
Figura 16. Apresentação de um dos grupos com a utilização da plataforma <i>Prezi</i>	80
Figura 17. Fluxograma da metodologia da atividade experimental	81
Figura 18. <i>Prints</i> do WhatsApp dos grupos do trabalho: a) envio de arquivos e b) dúvidas dos alunos	88
Figura 19. Gradiente demonstrando o grau de abordagem dos conteúdos trabalhados ao longo da pesquisa	90
Figura 20. Questionamentos a serem respondidos após a coleta e análise de dados	91
Figura 21. Fluxograma (Tamanhograma) demonstrando o nível de envolvimento e interesse dos estudantes durante as fases do projeto (Caixas maiores representam maiores interesses)	94

LISTA DE QUADROS

Capítulo 1

Quadro 1. Coleções de livros didáticos utilizados como amostra na pesquisa	24
Quadro 2. Critérios utilizados na leitura crítica dos LD da amostra de pesquisa	26
Quadro 3. Série, Tópico e Tema onde o Conteúdo DO foi contemplado nas coleções da amostra	27

Capítulo 2

Quadro 1. Livros e artigos disponibilizados aos alunos	63
Quadro 2. Distribuição aleatória dos tratamentos entre os grupos de alunos (I a VII), sendo 5 tratamentos (1 a 5) e quatro réplicas (A a D)	66
Quadro 3. Abundância de moscas emergidas a partir da colonização de iscas em diferentes tratamentos, por réplica	70
Quadro 4. Formatação sugerida para o Relatório da Investigação Científica (RIC)	73
Quadro 5. Conteúdos presentes no RIC, trabalhados na atividade experimental	74
Quadro 6. Descrição resumida dos níveis utilizados nos critérios de avaliação da produção textual	75
Quadro 7. Resultados da Avaliação Textual	76
Quadro 8. Descrição sintetizada dos índices utilizados nos critérios de avaliação dos seminários	78
Quadro 9. Resultados da Avaliação dos Seminários	79

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	16
2. ANÁLISE DO CONTEÚDO DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO SOB UMA PERSPECTIVA MULTIDISCIPLINAR	18
2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1.1 O livro didático de Biologia como ferramenta para a apresentação de conteúdos e para a formação do pensar científico	18
2.1.2 Leituras críticas do livro didático de Biologia: um breve recorte	20
2.1.3 Por que analisar o conteúdo "Decomposição Orgânica"?	21
2.2 OBJETIVOS	23
2.3 METODOLOGIA	24
2.3.1 Coleções analisadas	24
2.3.2 Critérios de leitura crítica	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.1 Abordagem e cronologia do conteúdo Decomposição Orgânica nas coleções	27
3.2 Nível de contextualização e profundidade do conteúdo Decomposição Orgânica nas coleções	27
3.3 Interdisciplinaridade	37
3.4 Implicações e desdobramentos da abordagem Decomposição Orgânica no Livro Didático para o Ensino de Biologia	40
3.4.1 <i>O que a leitura crítica dos livros didáticos nos revela?</i>	40
3.4.2 <i>A decomposição como um processo multitrófico: o papel dos insetos</i>	42
3.5 Considerações Finais	44
REFERÊNCIAS	47
4. CONTRIBUIÇÃO DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL SOBRE DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA PARA A FORMAÇÃO CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO	50
4.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	50
4.1.1 A importância de atividades investigativas experimentais na formação do pensar científico entre estudantes do ensino básico	50

4.1.2 A decomposição orgânica como um eixo temático para atividades experimentais multidisciplinares	53
4.1.3 Insetos e decomposição orgânica	55
4.2 OBJETIVOS	57
4.3 METODOLOGIA	58
4.3.1 Descrição do público alvo	58
4.3.2 Aprovação pelas instâncias pertinentes e formação da equipe de trabalho	59
4.3.3 Preparação da atividade experimental e condução de testes-piloto	60
4.3.4 Definição dos eixos temáticos e construção do arcabouço teórico	61
4.3.5 Seleção das fontes de informação e consulta para disponibilização	62
4.3.6 Construção coletiva do desenho experimental	63
4.4 RESULTADOS	65
4.4.1 A construção do protocolo experimental: execução e resultados	65
4.4.2 Mecanismos e estratégias de acompanhamento da atividade investigativa	71
4.4.3 Acompanhamento e avaliação do produto: relatório	72
4.4.4 Acompanhamento e avaliação do produto: seminário	77
4.5 DISCUSSÃO	82
4.5.1 <i>Uma abordagem diferenciada sobre a Decomposição Orgânica: do resgate dos conhecimentos prévios a aplicação da atividade experimental</i>	82
4.5.2 <i>A construção de competências por meio da atividade experimental</i>	84
4.5.3 <i>Novas formas de “trabalhar”, “acompanhar” e “avaliar” a construção do conhecimento biológico</i>	86
4.5.4 <i>Divulgação dos resultados das produções dos estudantes pós atividade experimental: Produção textual</i>	88
4.5.5 <i>Divulgação dos resultados das produções dos estudantes pós atividade experimental: Seminários</i>	92
4.5.6 <i>Reflexões a partir da atividade experimental investigativa</i>	94
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
REFERÊNCIAS	99
APÊNDICES	104
ANEXOS	110

1. APRESENTAÇÃO

O presente trabalho nasceu da necessidade de investigar como o conteúdo Decomposição Orgânica (DO) é trabalhado no Ensino de Biologia em turmas do Ensino Médio. A escolha do tema se deu pelo fato de ser um conteúdo multi e interdisciplinar, que muitas vezes não se apresenta de maneira clara e objetiva aos estudantes. Essa pesquisa se deu a partir de dois projetos semi-independentes: o primeiro, a partir da análise de coleções de livros didáticos, e o segundo, propondo e testando uma atividade experimental investigativa.

Como ponto de partida do projeto, buscamos inspiração no experimento de Francesco Redi relatado em sua obra *Esperienze intorno alla generazione degli insetti* (Experiências em torno da geração dos insetos), em 1668. Encontramos, através deste trabalho, uma maneira de homenagear o procedimento experimental realizado por Redi há cerca de 350 anos, que, ainda assim, é um marco no que diz respeito a procedimentos experimentais, sendo tema central de inúmeras pesquisas acadêmicas nos dias de hoje.

No primeiro capítulo, a partir da análise de coleções de livros didáticos, buscamos reconhecer como o conteúdo DO se fazia presente no Ensino Médio. Observamos em que séries o conteúdo era abordado, em que tópicos era trabalhado, qual seu nível de abordagem, o nível de contextualização e de interdisciplinaridade e se a participação dos insetos era relacionada ao fenômeno estudado.

No segundo capítulo, o conteúdo DO foi trabalhado a partir de uma atividade experimental, de forma a estimular competências relacionadas a investigação científica, baseada na Pedagogia de Projetos. Nessa atividade investigativa, os estudantes, acompanharam um fenômeno biológico ao longo de 1 mês, realizando diversas etapas da Metodologia Científica como registros de observação, elaboração de hipóteses, coleta de dados a partir da triagem e quantificação do material coletado e construção de tabelas e gráficos a partir dos dados coletados. Após esse momento, os estudantes tiveram uma atividade voltada para a produção textual ao redigirem um relatório constando informações acerca da atividade experimental, e, ao final, divulgaram seus resultados em um seminário para outros estudantes no auditório da escola.

Ao trabalhar o conteúdo Decomposição Orgânica com a leitura crítica de coleções de livros didáticos e a partir de uma atividade experimental, possibilitamos ao professor de Biologia o acesso ao conteúdo estudado de maneira detalhada, a partir de uma abordagem multi e interdisciplinar.

A pesquisa gerou um produto, na forma de um modelo de atividade investigativa que pode vir a ser adotado, modificado e replicado por outros professores de Biologia, trabalhando o conteúdo em questão com os estudantes de suas respectivas unidades de ensino, inclusive para o Ensino Fundamental. Outros profissionais de educação de outras áreas de ensino também podem vir a utilizar o modelo adotado nesta pesquisa para trabalhar outros conteúdos relacionados a suas respectivas disciplinas.

2. ANÁLISE DO CONTEÚDO DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO SOB UMA PERSPECTIVA MULTIDISCIPLINAR

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1.1 O livro didático de Biologia como ferramenta para a apresentação de conteúdos e para a formação do pensar científico

O livro didático (LD) é uma ferramenta amplamente utilizada para o ensino de diversas disciplinas, tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. Além do conteúdo, os livros didáticos possuem valores implícitos e explícitos que são transmitidos aos alunos (ZABALA, 1998; KRASILCHIK, 2004). De acordo com Zabala (*op. cit.*, p. 174), são “veiculadores de mensagens, atuam como transmissores de determinadas visões da sociedade, da história e da cultura”.

Na Prática Docente do Ensino de Biologia, o LD se caracteriza como um importante instrumento de apoio, sendo um dos recursos didáticos mais utilizados pelo professor, e para muitos, é o principal recurso, realizando seus planejamentos de acordo com o livro adotado (SATO; PASSOS, 2002). Vasconcelos e Souto (2003, p. 93-94) reiteram a sua importância, ao afirmarem que os livros didáticos: “(...) representam em muitos casos o único material de apoio didático disponível para alunos e professores”.

Como um dos principais responsáveis pela estruturação do conhecimento científico, o LD exige maior rigor em sua linguagem, com o propósito de evitar que o aluno produza uma visão distorcida da ciência (AIRES *et al.*, 2009). A partir de uma linguagem inadequada, conceitos importantes podem ser construídos de forma equivocada, dificultando o processo de aprendizagem dos estudantes.

Os livros de Ciências Naturais apresentam função diferenciada dos demais, já que promovem a aplicação dos procedimentos associados ao método científico, isto é, estimulam a análise de fenômenos, o teste de hipóteses, o registro minucioso de dados e a formulação de conclusões (VASCONCELOS; SOUTO, *op. cit.*). Portanto, necessitam de uma avaliação mais criteriosa em sua construção, com um maior rigor científico, a fim de que essa função seja exercida corretamente por seus usuários.

No caso de Biologia, o LD tem sido considerado um forte estabilizador do ensino teórico, técnico e fragmentário dessa ciência, frequentemente limitando o papel do professor como planejador e executor do currículo (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009). Vasconcelos e Souto (*op. cit.*, p. 94), destacam que “historicamente, livros didáticos têm sido compreendidos como agentes determinantes de currículos, limitando a inserção de novas abordagens e possibilidades de contextualização do conhecimento”.

Muitas vezes, o livro didático não é apenas usado como uma ferramenta auxiliar, mas sim como a autoridade, a última instância, o método incondicional da verdade, o exemplar de excelência a ser adotado na aula (FREITAG; COSTA; MOTTA, 1997). Uma parcela considerável de professores ainda os utilizam como inflexíveis manuais que conduzem suas aulas (VASCONCELOS; SOUTO, *op. cit.*), podendo transformar o professor em um “transmissor mecânico dos conteúdos do livro de texto” (GIL-PÉREZ; CARVALHO, 2006, p. 21).

Para Batista, Cunha e Cândido (2010, p. 146), o professor deve ser capaz de “utilizar esse recurso [LD] para suscitar nos alunos experiências pedagógicas significativas, diversificadas e alinhadas com a sociedade em que estão inseridos, que são exigências do contexto educacional contemporâneo”. Um livro didático claro, objetivo, que não possui contradições nem erros conceituais e, principalmente, contendo informações que estimulem o debate sobre o conteúdo teórico para convertê-lo em conhecimento, pode contribuir de forma significativa para melhorar a qualidade do aprendizado, especialmente dos alunos que utilizam esse recurso fora da sala de aula (VASCONCELOS; SOUTO, *op. cit.*).

Mesmo que possuam erros, cabe ao professor os identificar e discutir com seus alunos, pois quando não são analisados, podem levar os mesmos à construção de conceitos distorcidos (NASCIMENTO, 2002). De acordo com Freitag, Costa e Motta (*op. cit.*, p. 140): “Caberá, portanto, ao professor controlar a médio e longo prazo a qualidade do livro didático. É sua a responsabilidade de, daqui para frente, quebrar o círculo vicioso da reprodução da mediocridade”.

A dependência exagerada do LD pode refletir lacunas e deficiências na formação do professor. É de grande importância que nesse período se traga reflexões direcionadas a compreender que LD possui limitações. Logo, sua análise é essencial para reconhecer suas insuficiências. Assim, espera-se que antes de ministrar determinado conteúdo, o professor esteja apto a fazer uma análise crítica a fim de que sua abordagem não seja simplista e reducionista (SARTIN *et al.*, 2012).

2.1.2 Leituras críticas do livro didático de Biologia: um breve recorte

Apesar de conter falhas, o LD tem melhorado significativamente nos últimos anos, especialmente com a implementação do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) em 1995. Este programa tem como função avaliar e disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, de forma sistemática, regular e gratuita, às instituições federais, estaduais, municipais e distrital. A partir de 2017, teve sua finalidade ampliada com a possibilidade de inclusão de outros materiais de apoio, como por exemplo: softwares e jogos educacionais, materiais de reforço e correção de fluxo, materiais de formação e materiais destinados à gestão escolar, entre outros.

A importância do LD é tão crucial que nos últimos anos observa-se um crescente número de publicações científicas sobre sua análise, não apenas de Biologia, na forma de dissertações (FIGUEIREDO, 2017), teses (CHAVES, 2015; COSTA, 2016; MARTINS, 2017; VARGAS, 2017) e artigos (LOPES; VASCONCELOS, 2012; DALAPICOLLA, *et al.*, 2015; MACEDO; JUNIOR, 2015; FREIRE *et al.*, 2016; NIEBISCH; SOUZA, 2016; SILVA; JUNIOR, 2016; BRAUNSTEIN; EICHLER, 2017; CORDEIRO; MORINI, 2017; LACERDA; ABÍLIO, 2017; TOMOTANI; SALVADOR, 2017; SANTOS; MARLOW, 2018).

Diversos estudos têm a preocupação principal de “detectar” erros conceituais, como é o caso de Tomotani e Salvador, 2017. Outros, analisam se o conteúdo é abordado em quantidade e profundidade suficiente, como Freire *et al.* (2016) e Silva e Junior (2016). A presença de obstáculos epistemológicos na abordagem de conteúdos específicos é analisada nos trabalhos de Lopes e Vasconcelos (2012), Niebisch e Souza (2016) e Martins (2017). Outros ainda, buscam avaliar a inserção de atividades práticas nos livros, como o estudo de Lacerda e Abílio (2017), ao observar a contribuição de experimentações para uma aprendizagem potencialmente significativa. Em alguns casos, a análise de LD é baseada na análise de imagens, como em Costa (2016) e Braunstein e Eichler (2017). Alguns se preocupam na relação entre a formação inicial de professores e o uso do LD, como é o caso de Lima (2015).

Entretanto, poucos estudos disponíveis na literatura procuraram mesclar diferentes visões na análise do livro. O estudo feito por Lopes e Vasconcelos (2012) se propôs a realizar uma análise de LD de Biologia do ensino médio sobre o conteúdo “filogenia” utilizando eixos temáticos diversificados, como o conteúdo teórico, recursos visuais, atividades propostas e

recursos para o professor. No que diz respeito a análise do conteúdo, Lopes e Vasconcelos (2012) buscaram, nas coleções de sua amostra, saber se o conteúdo era contemplado; o nível do conteúdo, em termos de clareza, coerência e correção conceitual; que erros conceituais eram mais comuns e que consequências traziam para compreensão da classificação da biodiversidade.

Em pesquisas relacionadas à análise de livros didáticos, alguns questionamentos são vitais, como por exemplo, quando e em que momentos o conteúdo é abordado. Com a discussão aberta sobre a implementação da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o papel do livro é ainda mais crítico. Segundo este documento, em fase final de elaboração, espera-se que os conteúdos sejam trabalhados na forma de uma “espiral” de conhecimento, de forma que o núcleo do conteúdo seja alimentado e se conecte a outros saberes.

A BNCC propõe a superação da fragmentação radicalmente disciplinar do conhecimento, o estímulo à sua aplicação na vida real, a importância do contexto para dar sentido ao que se aprende e o protagonismo do estudante em sua aprendizagem e na construção de seu projeto de vida (BRASIL, 2017).

Desta forma, os livros precisam estar preparados para oferecer uma abordagem multi e interdisciplinar. Segundo Nicolescu *et al.* (2000), na multidisciplinaridade ocorre a busca da integração de conhecimentos através de um objeto de uma mesma e única disciplina ou por várias delas simultaneamente. Já na interdisciplinaridade, duas ou mais disciplinas interagem entre si, podendo ir da simples comunicação de ideias até a integração mútua dos conceitos, da metodologia, dos procedimentos, entre outros (JAPIASSU; MARCONDES, 1993).

Decomposição Orgânica, por sua complexidade, pertinência, multidisciplinaridade, interdisciplinaridade – Origem da Vida, Biodiversidade, Ecologia, Criminalística, entre outros, – pode ser um excelente modelo a ser trabalhado com essa visão.

2.1.3 Por que analisar o conteúdo “Decomposição Orgânica”?

O conceito de decomposição orgânica, por sua natureza, presta-se a uma abordagem multidisciplinar no ensino de Biologia, e fornece um modelo interessante para estudos teóricos. Para Benbow,

A decomposição contribui para o funcionamento global dos ecossistemas, contribuindo para a reciclagem de nutrientes, o fluxo de energia e a limitação do acúmulo de biomassa. Os organismos decompositores que influenciam este processo formam comunidades diversas, complexas e altamente dinâmicas, que geralmente se especializam em diferentes recursos vegetais ou animais (BENBOW *et al.*, 2018, p. 1).

A partir da experiência dos autores deste estudo em insetos especializados em explorar recursos animais em decomposição, como carcaças e cadáveres, optamos por investigar o fenômeno da decomposição orgânica, com base em modelos teóricos mais atualizados, como os que propõem o conceito de necrobioma. Segundo Benbow *et al* (2018), o necrobioma define um conjunto de organismos, onde muitos evoluíram para detectar, usar e, finalmente, se reunir com a matéria orgânica em decomposição, seja como alimento ou como recurso de habitat. Este processo é complexo e inclui, além de microrganismos como bactérias, outros organismos que ajudam no processo, como fungos, nematoides e insetos (BENBOW *et al.*, *op. cit.*).

Um recurso animal em decomposição pode alterar o comportamento e a composição das espécies de um local, atraindo uma variedade de seres vertebrados e invertebrados, ao mesmo tempo que os produtos da decomposição podem acarretar mudanças na flora e fauna (BYRD; CASTNER, 2000). A cada momento, a putrefação cadavérica oferece condições e características próprias que atraem um determinado grupo de insetos, e, conseqüentemente, eles sucedem-se segundo um padrão (OLIVEIRA-COSTA, 2007).

A matéria orgânica em decomposição tem utilidade para insetos necrófagos de variadas formas, pois serve como fonte proteica, ou para si visando estimular a oviposição, ou para desenvolvimento de suas fases imaturas. A atividade desses insetos acelera a putrefação e a desintegração do corpo (OLIVEIRA-COSTA, *op. cit.*).

Diante do que já foi mencionado, o conteúdo Decomposição Orgânica apresenta grande riqueza de ideais, com potencial interdisciplinar elevado, que pode vir a ser explorada ao se realizar a análise de livros didáticos.

2.2 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Caracterizar a abordagem do conteúdo “Decomposição Orgânica” nos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Especificamente, buscamos investigar:

- i) se o tema é contemplado nas coleções e nas diferentes séries;
- ii) em que momentos/tópicos do planejamento letivo/conteúdo curricular é abordado;
- iii) se o conteúdo é apresentado de forma contextualizada e interdisciplinar,
- iv) com que profundidade o conteúdo é abordado, e, por último,
- v) se o papel dos insetos é reconhecido neste processo.

2.3 METODOLOGIA

2.3.1 Coleções analisadas

Esta pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) de janeiro de 2017 a julho de 2017. A amostra da pesquisa é constituída por seis coleções de livros didáticos de Biologia, todas sendo compostas por três volumes para o Ensino Médio (Quadro 1) perfazendo 18 volumes. Para seleção da amostra, foi feita uma sondagem dos livros de Biologia amplamente usados pelos professores de Biologia da rede pública estadual de Pernambuco, por meio de consulta via redes sociais e aplicativos de comunicação. Tais coleções representam obras das principais editoras nacionais e também figuram entre os livros texto de Biologia mais utilizados em outras regiões do país (FERREIRA; JUSTI, 2004).

É importante destacar que as coleções ainda não representam os marcos teóricos e pressupostos estabelecidos na Base nacional Comum Curricular (BNCC), uma vez que este documento está em fase final de implementação e, portanto, ainda não existem coleções didáticas disponibilizadas com o novo perfil.

Quadro 1. Coleções de livros didáticos utilizados como amostra na pesquisa

Título	Edição / Ano	Autor	Editora
Biologia: Ensino Médio	12ª edição 2017	César, Sezar, Caldini	Saraiva
Biologia Moderna	1ª edição 2016	Amabis e Martho	Moderna
Biologia Hoje	3ª edição 2017	Sérgio Linhares, Fernando Gewandsznajder, Helena Pacca	Ática
Bio	3ª edição 2017	Sônia Lopes, Sergio Rosso	Saraiva
Conexões com a Biologia	2ª edição 2016	Miguel Thompson, Eloci Peres Rios	Moderna
Biologia: Unidade e Diversidade	1ª edição 2016	José Arnaldo Favaretto	FTD

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H. 2019.

As coleções foram recebidas pela Secretaria de Educação e previamente analisadas pelos professores de Biologia. Elas passam por discussões coletivas, realizadas periodicamente a cada três anos, para escolha da coleção que será utilizada durante esse intervalo de tempo. A fim de garantir a atualização do conteúdo, optamos por trabalhar apenas com coleções publicadas a partir de 2016.

2.3.2. Critérios de leitura crítica

Os critérios utilizados para a leitura crítica dos livros didáticos foram baseados em aspectos metodológicos e pedagógicos tendo como referenciais os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a proposta do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2018).

Tendo como norteador o tema “Decomposição Orgânica”, definimos os critérios baseados na abordagem, sequência e contextualização do conteúdo, como descritos no Quadro 2. Adicionalmente, a partir da experiência dos autores em Entomologia Forense, a qual, de modo simplificado trata da utilização de evidências entomológicas em investigações criminais e procedimentos legais, e reconhecendo o papel vital dos insetos como agente ativo no processo de DO, buscamos identificar se as coleções apresentam ainda informações a respeito do envolvimento dos insetos na decomposição orgânica.

Quadro 2. Critérios utilizados na leitura crítica dos livros didáticos da amostra de pesquisa.

Abordagem do conteúdo (se é abordado ou não)
Nesta leitura, buscamos reconhecer se o tema é contemplado nas três séries e, dentro de cada série, em que tópicos do conteúdo curricular é abordado. Para isto, usamos categorias: () sim; () não, ou () não se aplica.
Sequência da abordagem do conteúdo
Identificamos em que momentos e tópicos/temas ao longo do volume e entre os volumes o conteúdo é abordado Para nossa leitura crítica, e com base na nossa experiência no Ensino de Biologia, selecionamos 4 tópicos nos quais o conteúdo DO poderia ou deveria ser abordado: Origem da Vida, Ecologia, Biodiversidade e Biologia Aplicada. Em Origem da Vida, pesquisamos o conteúdo DO ao trabalhar Abiogênese x Biogênese e Experimentações; na Ecologia, em Níveis tróficos e Teia alimentar, Sucessão Ecológica, Domínios Morfoclimáticos (Biomassas), "Papel" Ecológico (Nicho) e Ciclos Biogeoquímicos; em Biodiversidade, no estudo dos Microrganismos, do Reino Fungi e da Zoologia; e na Biologia Aplicada, nas áreas de Biotecnologia, Criminalística, Saúde, Meio Ambiente e Conservação, Conservação de Alimentos, Controle Biológico.
Nível de profundidade e interdisciplinaridade
Consideramos os seguintes critérios: Interdisciplinaridade = Se o conteúdo DO se comunica com outras disciplinas (História, Geografia, Português, Matemática, Ciências Humanas, etc.) Profundidade = Se o conteúdo é suficientemente completo para entender o fenômeno, suas causas, seus agentes e suas implicações. Para este fim, consideramos três categorias: a) <i>insuficiente</i>, se a abordagem não oportuniza condições mínimas para que o conceito seja plenamente construído b) <i>suficiente</i>, se os critérios mínimos de conteúdo são oferecidos. c) <i>muito bom</i>, se a coleção, além de apresentar o conteúdo, contribui para entender os desdobramentos teóricos e práticos do fenômeno.
Nível de contextualização
Investigamos se o LD oferece exemplos práticos, pertinentes à realidade do aluno? A partir de nossa experiência, propusemos alguns tópicos (Criminalística, etc.), embora, naturalmente, outras aplicabilidades exploradas pelo LD também pudessem ser computadas. O LD oportuniza exemplos de aplicabilidade do conhecimento para a Ciência e Tecnologia (exemplo, Saúde, Criminalística)?

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H. 2019

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visto que esta pesquisa não teve natureza avaliadora ou fiscalizadora, optamos por registrar os resultados da análise e apontar as inadequações observadas a partir do conjunto de obras, sem mencionar especificamente a qual(is) autor(es) nos referimos. Desta forma, as citações não serão acompanhadas dos respectivos autores e as figuras de suas fontes.

3.1 ABORDAGEM E CRONOLOGIA DO CONTEÚDO DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NAS COLEÇÕES

O conteúdo Decomposição Orgânica está presente em todas as seis coleções. A abordagem foi detectada em todos os 18 volumes, sendo estudado em diversos assuntos. O Quadro 3 lista em quais séries, tópicos e temas o conteúdo DO é contemplado nas coleções analisadas.

Quadro 3. Série, Tópico e Tema onde o Conteúdo DO foi contemplado nas coleções da amostra.

Série	Tópico	Tema
1 ^a	Origem da Vida	Abiogênese x Biogênese
2 ^a	Biodiversidade	Microrganismos Reino Fungi Zoologia.
3 ^a	Ecologia	Níveis tróficos e Teia alimentar Sucessão Ecológica Domínios Morfoclimáticos/Biomas "Papel" Ecológico (Nicho) Ciclos Biogeoquímicos.
Todas	Biologia Aplicada	Biotecnologia Criminalística Saúde Meio Ambiente e Conservação Conservação de Alimentos Controle Biológico.

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H. 2019

3.2 NÍVEL DE CONTEXTUALIZAÇÃO E PROFUNDIDADE DO CONTEÚDO DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NAS COLEÇÕES

Em Origem da Vida, a abordagem do conteúdo se fez presente em todas as coleções, as quais descreveram, em diferentes graus de detalhe, o experimento de Francesco Redi, considerado um marco experimental fundamental na História da Biologia. Ao realizá-lo, Redi utilizou diversos tratamentos para observar o aparecimento de larvas, a fim de comprovar que estas não surgiam de forma espontânea em organismos em decomposição. Após inúmeras

repetições, o cientista concluiu que as larvas faziam parte do ciclo de vida de moscas, surgindo apenas nos tratamentos os quais esses insetos tiveram contato.

A abordagem sobre DO foi considerada “insuficiente” em uma das coleções, não tendo além de três linhas do texto destinadas ao assunto. Apenas um trecho relatando que Redi mostrou “por meio de um engenhoso experimento, que o surgimento de larvas na carne em decomposição não se dava espontaneamente – uma crença comum em sua época -, mas sim a partir de moscas que ali depositavam seus ovos”.

Merecem destaque duas das coleções, com nível de abordagem classificado como “muito bom”, destinando aproximadamente uma página para tratar do assunto, contendo informações mais detalhadas, com uma representação mais próxima acerca de como Redi realizou o seu experimento. Uma dessas coleções apresentou informações como: a utilização de materiais diversos como pedaços de peixe, de serpente ou de outras carnes para a exposição; estágios de desenvolvimento observados, com o surgimento das larvas que se alimentava da carne, até quando se tornavam imóveis e se revestiam de uma camada endurecida, possuindo formato ovalado (originando as pupas); e a utilização de musselina napolitana para cobrir alguns frascos (Figura 1).

A outra coleção apresentou informações acerca do experimento, dando enfoque as etapas da Metodologia Científica. A representação se deu a partir de um esquema contendo quadros intitulados “Observação de fatos e pergunta”, “Hipótese e predição”, “Experimento”, “Resultados” e “Conclusões”, com informações relativas ao experimento de Redi em cada uma das etapas (Figura 2).

Ainda sobre procedimento experimental realizado por Redi, as coleções restantes tiveram uma abordagem considerada “suficiente”, tratando do tema brevemente, sem entrar em detalhes, como nas duas coleções citadas anteriormente. Estas coleções apresentam informações resumidas, informando que o procedimento experimental foi realizado com alguns frascos abertos e outros cobertos com gaze, contendo carne e peixe para verificar a atração de moscas.

A maior prevalência da abordagem do conteúdo DO nas coleções analisadas foi em Ecologia. O tema foi tratado nas coleções através de Níveis Tróficos e Teia Alimentar, Ciclos Biogeoquímico, Sucessão Ecológica, Domínios Morfoclimáticos (Biomassas) e Papel Ecológico (Nicho).

Figura 1. Exemplo de abordagem presente em uma das coleções, contendo algumas informações da metodologia e dos materiais utilizados por Redi em seu experimento.

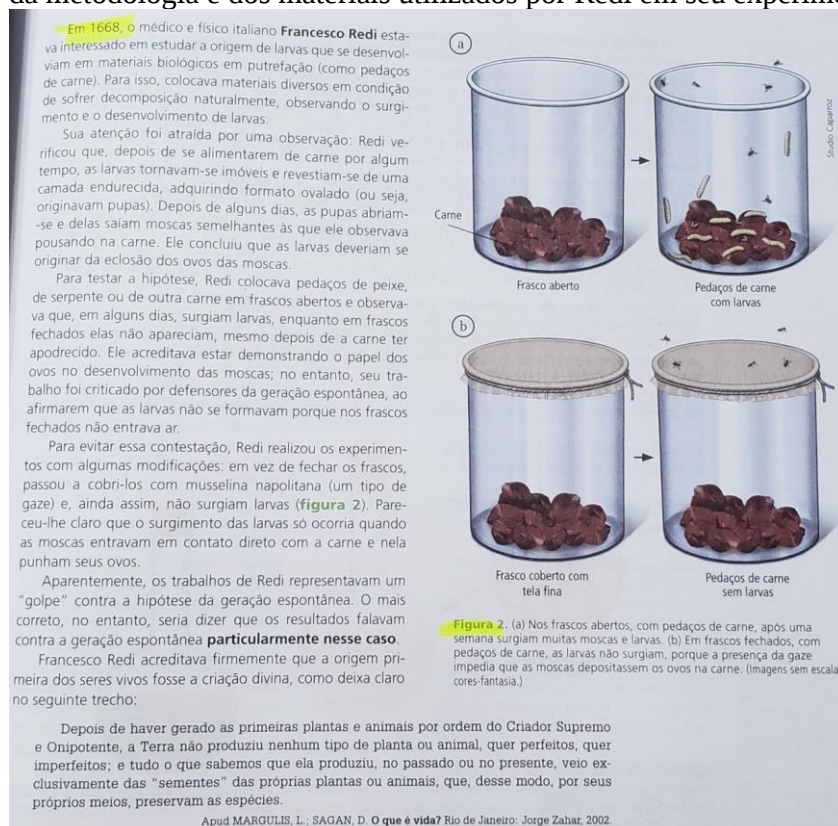


Figura 2. Abordagem de uma das coleções acerca do experimento de Redi, com ênfase na Metodologia Científica utilizada.

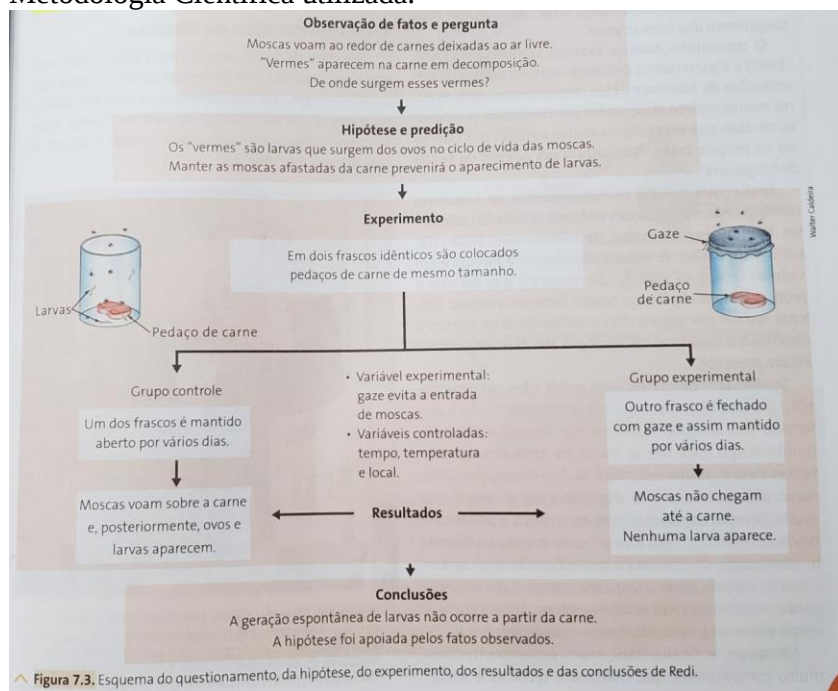
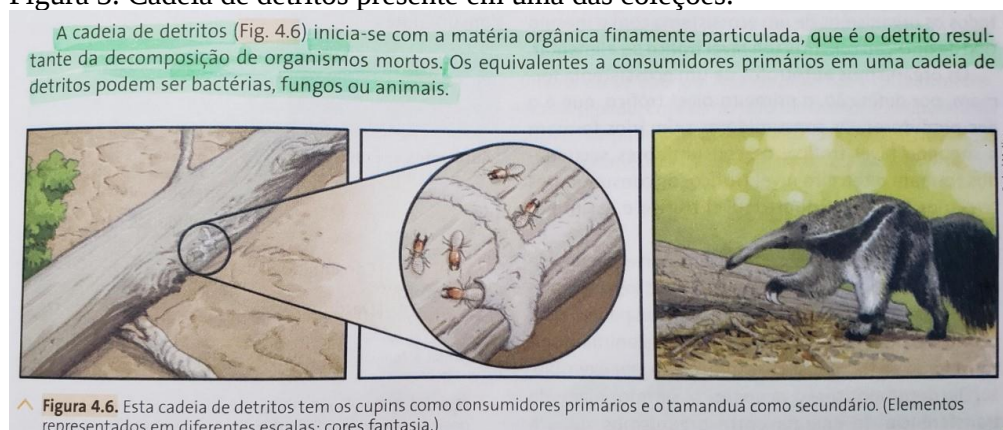


Figura 7.3. Esquema do questionamento, da hipótese, do experimento, dos resultados e das conclusões de Redi.

A abordagem do tema DO através da Ecologia foi considerada “muito boa” em três coleções. Observamos a presença de informações detalhadas acerca da decomposição e até alguns fatores que interferem nesse processo, trazendo também exemplos de seres decompositores. Ao trabalhar Níveis Tróficos e Teia Alimentar, as coleções descreveram a importância dos decompositores (fungos e bactérias), que ocupam o último nível de transferência de energia entre organismos de um ecossistema. Estes atuam promovendo a reciclagem da matéria orgânica, para que sais minerais e nutrientes pudessem ser utilizados novamente pelos produtores.

É importante destacar que uma das coleções apresentou a cadeia de detritos (Figura 3). Esta tem início “com a matéria orgânica finamente particulada, que é o detrito resultante da decomposição de organismos mortos. Os equivalentes a consumidores primários em uma cadeia de detritos podem ser bactérias, fungos ou animais”. Como exemplo, a coleção trouxe cupins como consumidores primários e o tamanduá como secundário.

Figura 3. Cadeia de detritos presente em uma das coleções.



O papel dos decompositores no processo de Sucessão Ecológica foi mencionado nas coleções ao descrever as modificações das condições iniciais de ambientes terrestres realizadas pelas comunidades pioneiras. À medida que morrem, as espécies pioneiras tornam o solo mais rico em matéria orgânica em decomposição (húmus), tornando o terreno mais rico em nutrientes e aumentando a capacidade de reter água. Uma das coleções trouxe um trecho tratando da sucessão na lagoa (Figura 4). De forma gradativa, “a lagoa se torna mais rasa, porque água da chuva traz partículas de terra e folhas mortas. Os detritos são atacados pelos decompositores, liberando nutrientes que se dissolvem na água”. Em razão disso, o número de vegetais cresce e conseqüentemente o de consumidores.

Figura 4. Abordagem sobre a sucessão ecológica em uma lagoa, presente em uma das coleções.

■ A sucessão na lagoa

Nos primeiros tempos após a formação de uma lagoa, a água é límpida, praticamente sem vida, e o fundo não tem vegetação. O fitoplâncton é a primeira vida vegetal a se instalar; em seguida, surgem algumas plantas mais complexas nas bordas. Aos poucos, a lagoa se torna mais rasa, porque a água da chuva traz partículas de terra e folhas mortas. Os detritos são atacados pelos decompositores, liberando nutrientes que se dissolvem na água. Os vegetais proliferam e, consequentemente, cresce também o número de consumidores.

Gradativamente, aumenta a quantidade de detritos no fundo, já que os processos de decomposição consomem oxigênio e a concentração desse gás diminui cada vez mais. Espécies de peixes que precisam de muito gás oxigênio são substituídas por outras, que precisam de menos. A invasão de plantas aquáticas, cujos caules se elevam acima do nível da água, apressa o preenchimento da lagoa; parte dela, desse modo, transforma-se, e vai secando aos poucos.

Plantas terrestres começam a se estabelecer na área. No início, aparecem gramíneas; à medida que a terra seca, surgem arbustos e, por fim, árvores, formando-se assim, gradativamente, uma floresta no local antes ocupado pela lagoa. A floresta é a comunidade clímax, que permanecerá estável a partir desse ponto, em um equilíbrio relativo.

A respeito do papel ecológico de indivíduos, uma das coleções trouxe como exemplo o besouro da espécie *Digitonthophagus gazela*, conhecido popularmente como “rola-bosta” (Figura 5). Como consta na coleção, “esses besouros alimentam-se do esterco do gado, onde as larvas da mosca-dos-chifres se desenvolvem, ou o enterram. Assim, quebram o ciclo reprodutivo da mosca”. Por conta disso, esse besouro é utilizado para o controle biológico dessas moscas hematófagas, que atacam o gado, causando desconforto desses animais.

Também foi abordada a participação de animais saprófagos que vivem em regiões profundas dos oceanos e se alimentam de plantas e animais mortos da zona fótica que caem lentamente em direção ao fundo através da “chuva de detritos”. O papel das formigas saúvas foi citado em uma das coleções, pois, no Cerrado brasileiro, as mesmas levam nutrientes para camadas mais profundas do solo, ao aproveitar as folhas para “adubar” suas plantações de fungo. O material sofre decomposição, liberando sais minerais, beneficiando plantas de raízes mais profundas, como arbustos e árvores.

No estudo dos Biomas, as coleções relacionaram a DO com Florestas Tropicais, como a Mata Atlântica e a Floresta Amazônica. Nesses locais, o solo possui uma camada fértil de terra escura, formada pelo acúmulo de matéria orgânica (restos de plantas, animais e outros seres vivos) em diferentes estágios de decomposição, conhecida como húmus. Este é responsável pelo retorno dos nutrientes ao solo, pois contém componentes inorgânicos fundamentais para o crescimento de plantas. Uma das coleções explicita que, “em casos de desmatamento, o solo é empobrecido em nutrientes rapidamente, sendo estes carregados pela chuva, em um processo denominado lixiviação”.

Figura 5. Papel ecológico do besouro “rola-bosta” na decomposição orgânica, presente em uma das coleções.

CAPÍTULO 7 **Populações e comunidades**

A MOSCA-DOS-CHIFRES: UM EXEMPLO DE CONTROLE BIOLÓGICO

A mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) é um inseto hematófago¹ que ataca principalmente o gado. A picada é dolorosa e causa desconforto aos animais, que, consequentemente, se alimentam e dormem mal. O resultado é uma redução de 30% a 40% na produção de carne e de leite. O nome mosca-dos-chifres deve-se ao fato de que esse inseto, na Europa, ataca de preferência a base dos chifres dos animais. Aqui no Brasil, no entanto, ela pica o gado em praticamente todo o corpo.

Para livrar o gado dessas moscas, pecuaristas e pesquisadores têm feito uso do **controle biológico**, isto é, a introdução no ambiente de um inimigo natural da praga, com a intenção de impedir o crescimento de sua população. Para isso, foram importados da África os besouros conhecidos como rola-bosta (*Digitonthophagus gazella*). Esses besouros alimentam-se do esterco do gado, onde as larvas da mosca-dos-chifres se desenvolvem, ou o enterram. Assim, quebram o ciclo reprodutivo da mosca.

A técnica do controle biológico traz vantagens com relação ao controle químico com uso de inseticidas, já que essas substâncias podem causar danos ambientais e deixar resíduos na carne e no leite bovinos. Além disso, ao enterrar o esterco, os besouros rola-bosta enriquecem o solo com nitrogênio.

Fonte de pesquisa: CASTELÕES, Liliane. O controle biológico da mosca-dos-chifres. Embrapa – Dia de Campo na TV. Postado em: ago. 2009. (15 min.) Disponível em: <http://www.embrapa.br/dia-de-campo-na-tv>. Acesso em: mar. 2016.

1. Hematófago: o que se alimenta de sangue.

Moscas-dos-chifres (*Haematobia irritans*, 2 mm a 5 mm de comprimento) sobre os pelos de um animal.

Besouro rola-bosta (*Digitonthophagus gazella*, 1 cm de comprimento).

EXPLORANDO AS IDEIAS DO TEXTO

1. O que significa a expressão “controle biológico”?
2. Em que consiste o controle biológico da mosca-dos-chifres?
3. Compare os métodos biológico e não biológico (uso de inseticidas) no controle de pragas, apresentando as vantagens e as desvantagens de cada um deles.

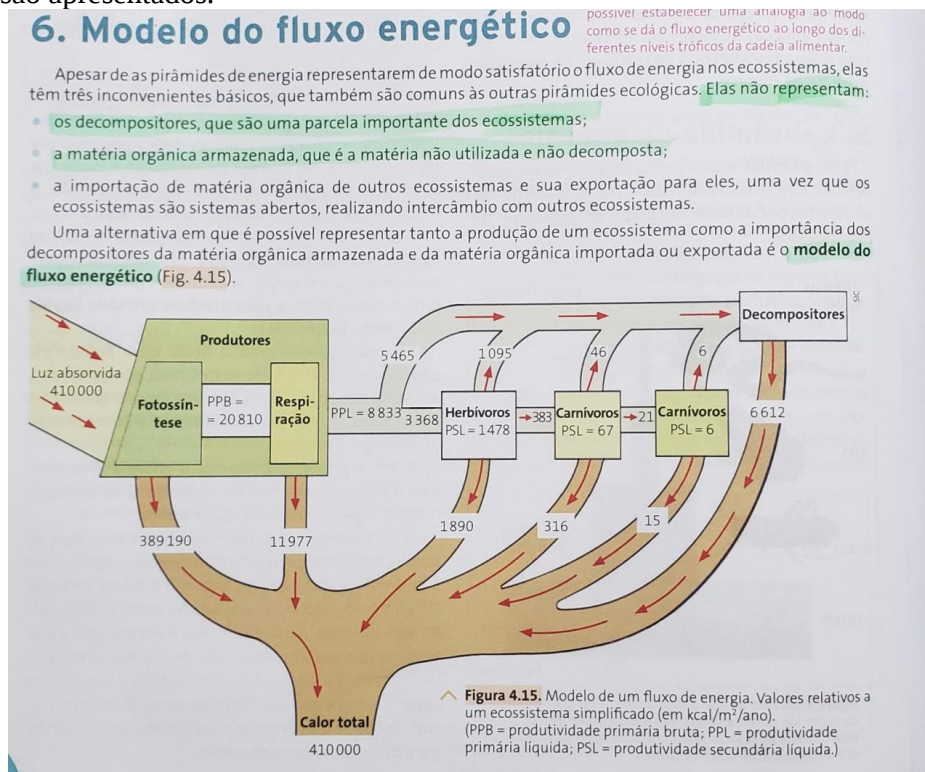
As respostas das questões dissertativas estão nas Orientações Didáticas, ao final deste volume.

NÃO ESQUEÇA DE LEVANTAR

Constatamos que o tema DO foi encontrado em todas as coleções ao abordar os Ciclos Biogeoquímicos, citando a importância de bactérias decompositoras no Ciclo da Água, Ciclo do Carbono, Ciclo do Nitrogênio e no Ciclo do Fósforo. Importante ressaltar que, ao falar sobre o fluxo de energia nos ecossistemas, uma das coleções apresentou o modelo do fluxo energético (Figura 6). Neste modelo, a matéria orgânica armazenada e os seres decompositores são apresentados, diferentemente do modelo que utiliza as pirâmides de energia, sendo as ausências consideradas pelos autores como inconvenientes básicos.

Em duas coleções, a abordagem foi considerada apenas “suficiente”, pois deixou de abordar o tema em conteúdos como Sucessão Ecológica e Papel Ecológico (Nicho). Por fim, em uma coleção, a abordagem foi considerada “insuficiente”, pois, além de não apresentar o tema em alguns conteúdos de Ecologia, quando presente, foi apresentado de forma muito resumida, sem riqueza de detalhes de como o processo ocorre na natureza.

Figura 6. Modelo de fluxo energético presente em uma das coleções, em que os decompositores são apresentados.



No que diz respeito à Biodiversidade, o tema DO foi contemplado em todas as coleções. A abordagem foi considerada “muito boa” em três delas, e as restantes, classificadas como suficientes, por dar ênfase em alguns conteúdos, mas trazer outros de forma superficial. Todas trouxeram a importância das bactérias como seres decompositores da matéria orgânica e seu papel fundamental na reciclagem dos nutrientes para sua reutilização na natureza. Em duas delas, foi citado o envolvimento das bactérias não apenas decomposição orgânica, mas também na eliminação de resíduos nocivos, atuando como recicladores e remediadores da natureza, como por exemplo, na utilização em estações de tratamento de esgoto ou em desastres ambientais, como vazamento de petróleo.

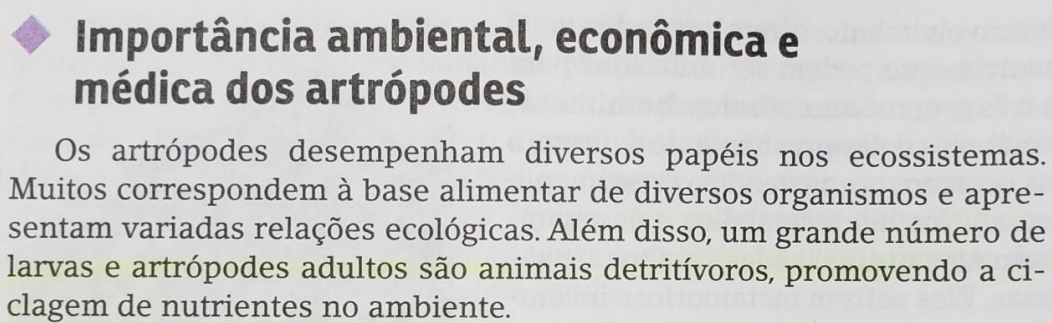
Apenas uma das coleções citou indivíduos do Reino Protista como seres envolvidos no processo de decomposição. O livro exemplificou as algas dos gêneros *Chlamydomonas* e *Chlorella* na utilização no tratamento de esgoto em estações de tratamento de água, promovendo a decomposição aeróbia de resíduos orgânicos, ao liberar oxigênio pela fotossíntese. O papel dos fungos na DO também foi abordado em todas as coleções. Foram citadas situações como ação dos fungos saprófitos, que atacam a matéria orgânica morta, e também alguns problemas trazidos por fungos, causando o apodrecimento de alimentos e a

destruição de roupas, papéis, couro e outros produtos – o que não deixa de relacionar-se com o conteúdo DO.

Na Zoologia, a participação de minhocas na DO esteve presente em quatro coleções. Nestas, foi informada a importância das minhocas para a fertilidade do solo ao digerir a matéria orgânica dos detritos e, posteriormente, na eliminação de fezes que servem para adubar o solo, produzindo, assim, uma parte do húmus, com grande quantidade de sais minerais necessários às plantas.

A respeito dos insetos, apenas duas coleções relataram o envolvimento dos mesmos com o processo de decomposição orgânica. Uma citou a participação na DO de grande número de larvas e artrópodes adultos, pois, como detritívoros, realizam a ciclagem de nutrientes no ambiente (Figura 7).

Figura 7. Abordagem dos insetos como animais detritívoros, presente em uma das coleções.



Nesta mesma coleção, também se comenta em dois momentos distintos sobre a Entomologia Forense. Primeiramente, ao comentar que os entomólogos são requisitados nessa ciência, que utiliza insetos e outros artrópodes associados a questões criminais, ajudando nas investigações. Posteriormente, a coleção trouxe uma tira com quadrinhos, contendo uma história destinada a demonstrar uma situação de possível aplicação da Entomologia Forense, ao tentar desvendar um crime ambiental (Figura 8).

A outra coleção que menciona o papel de insetos apenas comentou de forma superficial sobre a participação de insetos no processo de compostagem ao falar que “a transformação em adubo de matéria orgânica presente nos resíduos sólidos, como nos restos de alimentos e de vetais (folhas, galhos etc.), e resulta da ação de invertebrados (minhocas e insetos) e microrganismos (bactérias e fungos)”.

Figura 8. Tira em quadrinhos contendo uma possível aplicação da Entomologia Forense.



No que diz respeito à Biologia Aplicada, foi possível visualizar o envolvimento da DO em áreas como Biotecnologia, Criminalística, Saúde, Meio Ambiente e Conservação, Conservação de alimentos e Controle biológico. A abordagem foi considerada “muito boa” em três coleções, com informações detalhadas e contextualizadas acerca do envolvimento da DO nas áreas observadas. Porém, as restantes tiveram a abordagem considerada como “insuficiente”, falhando ao não trazer o tema DO nos temas pesquisados.

A respeito da Biotecnologia, três coleções abordaram conteúdos relacionados a DO ao falar sobre os biodigestores. A matéria orgânica depositada em recipientes (biodigestores), a partir da decomposição do lixo orgânico, produz gases (biogás) que são aproveitados como combustíveis para veículos, fogões, lampiões, entre outros. Os resíduos sólidos remanescentes da biodigestão podem ser utilizados como fertilizantes do solo.

Na Criminalística, apenas uma coleção abordou a utilização de insetos auxiliando na resolução de crimes através da Entomologia Forense, como já citado anteriormente. Na temática da Saúde, uma coleção aborda a DO ao falar sobre os poluentes persistentes ou conservativos, que demoram dezenas ou centenas de anos para se decompor, e quando absorvidos pelo organismo, podem se acumular, atingindo concentrações muito nocivas, acarretando em doenças e até a morte.

Sobre Meio Ambiente e Conservação, a decomposição orgânica esteve presente em todas coleções. Sua abordagem se deu através de temas como poluição e poluentes, eutrofização, lixões, aterros sanitários, compostagem, entre outros. No que diz respeito a poluição do ar, se relatou que a liberação de gás metano (CH_4) proveniente da decomposição de matéria orgânica cresceu nos últimos anos, devido ao aumento populacional e consequentemente aumento da produção de lixo e esgotos.

Com relação à poluição de lagos devido ao despejo de fezes ou urina em grandes quantidades vindos do esgoto, as coleções citaram a eutrofização, fenômeno que causa a morte dos seres vivos desses ecossistemas. Neste fenômeno, a maior disponibilidade de nutrientes induz o crescimento populacional de algas, que, após morrerem, acarreta na multiplicação de bactérias decompositoras, aumentando o consumo de oxigênio, gerando a morte dos seres aeróbios daquele local.

A respeito do lixo, as coleções apresentaram informações sobre a decomposição da matéria orgânica em lixões e aterros sanitários e em técnicas como a compostagem. A respeito dos lixões, foi trazido à tona a problemática da atração de insetos, ratos, urubus e outros animais transmissores de doenças, pelo fato do lixo ficar amontoado ao ar livre nestes locais. Sobre aterros sanitários, foram trazidas informações sobre a ausência de cuidados em lixões. Como exemplo, foram citadas a utilização de sistemas de escoamento do chorume e de águas das chuvas e a presença de tubulações para a saída de gases como o metano, provenientes da decomposição, que podem ser utilizados posteriormente como fonte de energia (combustível residencial, industrial ou de veículos motorizados).

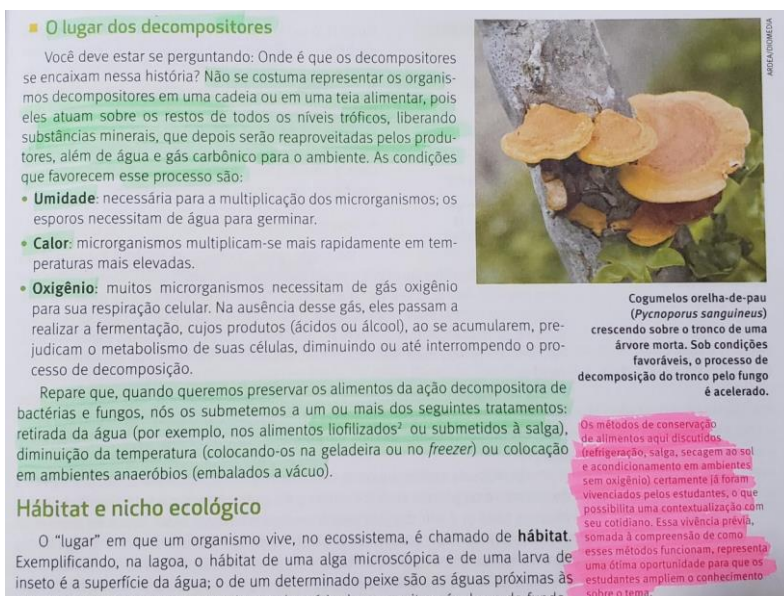
Sobre a compostagem, o processo foi abordado como alternativa para reutilização do lixo orgânico como adubo (Figura 9a). O composto é resultado da decomposição aeróbia parcial da matéria orgânica, sob condições controladas em usinas de triagem e compostagem de lixo. É realizada a triagem do lixo, onde o material não orgânico é retirado, e o lixo orgânico é triturado e levado para equipamentos que aceleram o processo de decomposição e formação do adubo. Uma das coleções citou a importância da ação de invertebrados (minhocas e insetos) e microrganismos (bactérias e fungos) na formação do composto. Além disso, a mesma também trouxe as condições necessárias para que o processo de decomposição orgânica ocorresse mais rapidamente, com a matéria orgânica úmida, em contato com o ar e continuamente revolvida, para promover maior contato com o oxigênio.

Figura 9. Exemplos de inserção de abordagens aplicadas encontradas no LD: a) processo de compostagem e b) conservação dos alimentos.

a)



b)



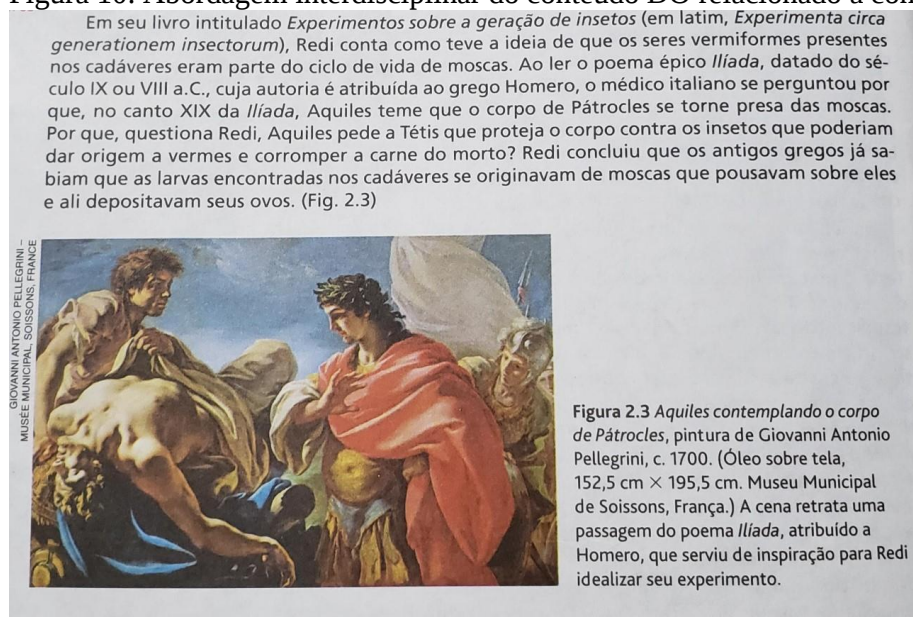
Apenas uma coleção tratou da relação da Conservação de alimentos e a DO. Ao citar alguns fatores que interferem no processo de decomposição orgânica, a coleção trouxe exemplos de situações e técnicas utilizadas para preservar os alimentos da ação decompositora de bactérias e fungos. Foram citadas a desidratação por técnicas como liofilização ou salga; diminuição da temperatura (colocando os alimentos em geladeira ou freezer) ou formação de ambientes anaeróbios (embalagem a vácuo) (Figura 9b). Além dos citados na coleção, métodos alternativos para reduzir o “apodrecimento” dos alimentos e repelência contra insetos também podem ser utilizados, como o enlatamento, utilizado para conservar alimentos industrializados, com a adição de conservantes; pasteurização, usado nas indústrias, fazendo o uso de altas temperaturas para conservar os alimentos; defumação ou ainda o uso de “repelentes naturais”, como o cravo-da-índia, muito usado popularmente.

3.3 INTERDISCIPLINARIDADE

Ao observar a interdisciplinaridade da abordagem do conteúdo DO nos livros, levamos em consideração o envolvimento com outras disciplinas como História, Geografia, Matemática, Química, Física e Língua Portuguesa. Uma das coleções se apropria de elementos e conceitos da História ao comentar sobre trechos do poema *Ilíada* que relatam o aparecimento de larvas em um cadáver, o que teria servido como referência para Francesco

Redi para desenvolver seu experimento (Figura 10). Acerca da Geografia, o tema está presente em cinco coleções, sendo apresentado quando se discorre sobre a disponibilidade de matéria orgânica no solo dos Biomas da Mata Atlântica e da Amazônia, e a importância dos decompositores presentes no solo para sua renovação.

Figura 10. Abordagem interdisciplinar do conteúdo DO relacionado a conhecimentos de História.

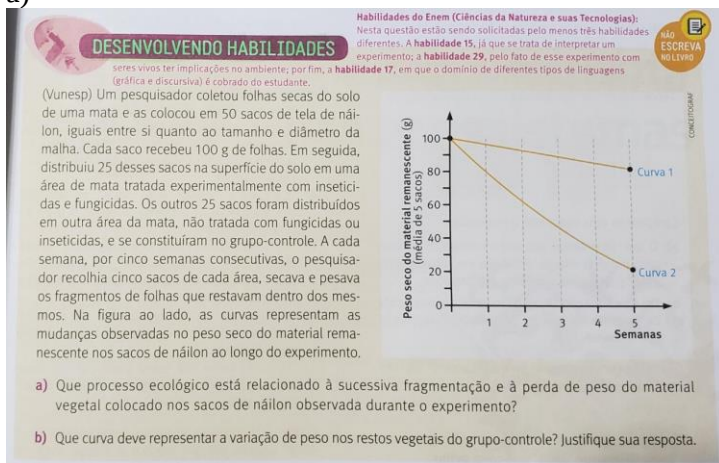


Competências associadas à Matemática estiveram presentes em duas coleções, ao fazer o uso de gráficos com informações sobre decomposição orgânica. Em uma coleção, um tópico denominado “Desenvolvendo Habilidades” trouxe uma questão dissertativa abordando a DO ao falar sobre a perda de peso de material vegetal (folhas secas) ao serem colocados em sacos de náilon, sendo metade deles tratados com inseticidas e fungicidas e a outra, não. Esta questão contém um gráfico com informações quantitativas sobre o peso seco do material remanescente ao longo do tempo (semanas) (Figura 11a).

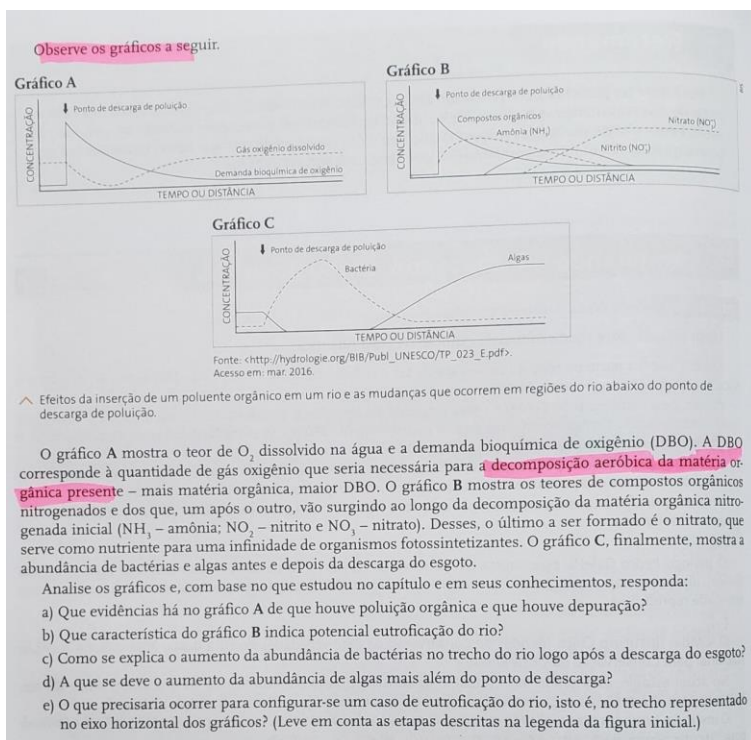
Na outra coleção que integrou princípios da Matemática, a abordagem também se deu através de duas questões dissertativas. A primeira tratava da autodepuração da água de rios devido ao despejo de esgoto e continha 3 gráficos (A, B e C), com informações sobre as concentrações de oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio em função do tempo; as concentrações de compostos orgânicos como Amônia, Nitrato e Nitrito em função do tempo; e as concentrações de bactérias e algas em função do tempo, respectivamente (Figura 11b).

Figura 11. Abordagem interdisciplinar do conteúdo DO relacionado a conhecimentos de Matemática.

a)

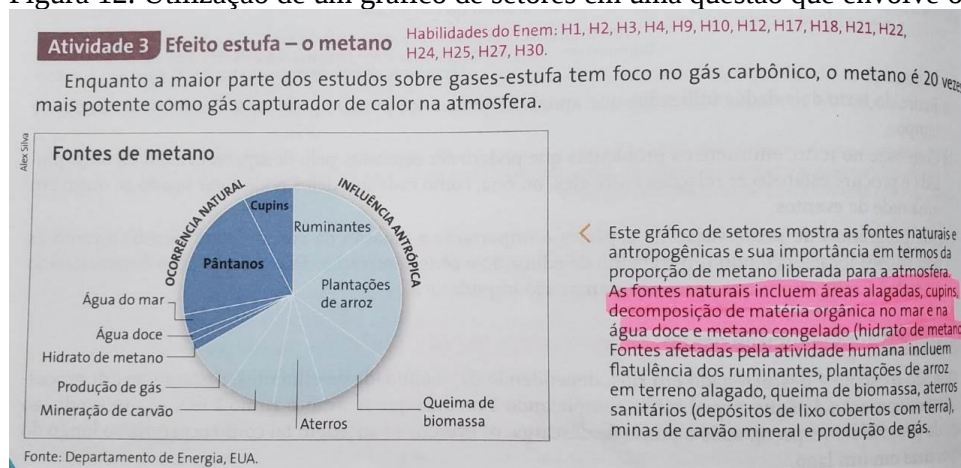


b)



A segunda questão desta coleção apresentou um gráfico de setores para representar as fontes naturais e antropogênicas e sua importância em termos de proporção de metano liberado para a atmosfera. Dentre as fontes presentes no gráfico, está a decomposição de matéria orgânica no mar e na água doce (Figura 12).

Figura 12. Utilização de um gráfico de setores em uma questão que envolve o conteúdo DO.



Conhecimentos de Química e Física, presentes em uma das coleções, foram utilizados ao representar algumas variáveis que interferem no processo de decomposição, como umidade (necessidade de água para a multiplicação de microrganismos e germinação de esporos); calor (temperaturas mais elevadas favorecem a multiplicação mais rápida dos microrganismos) e oxigênio (necessário para a respiração celular de muitos microrganismos).

Nenhuma coleção estimula explicitamente a construção da textualidade para a abordagem do conteúdo DO. Nas coleções analisadas, há apenas a presença de algumas questões dissertativas relacionadas à decomposição orgânica, onde o aluno é estimulado à escrita, porém, de forma sucinta e resumida.

3.4 IMPLICAÇÕES E DESDOBRAMENTOS DA ABORDAGEM DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NO LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

3.4.1 O que a leitura crítica dos livros didáticos nos revela?

De modo geral, a pesquisa nos revela aspectos positivos das seis coleções analisadas tanto sob aspectos qualitativos. Primeiramente, observamos que o conteúdo decomposição orgânica é abordado em todos os volumes de todas as coleções. Isto sugere que já existe uma preocupação dos autores e das editoras em contemplar este importante tema. Entender a decomposição tem grande importância, pois permite ao aluno relacioná-la “à ação de microrganismos, para que entendam os ciclos biogeoquímicos nos quais participam os microrganismos, como condição necessária à manutenção da vida no planeta” (ZÔMPERO; LABURÚ, 2010, p. 74).

O conteúdo DO é trabalhado nas coleções da amostra em todos tópicos pré-definidos (Origem da Vida, Ecologia, Biodiversidade e Biologia Aplicada), nas três séries do Ensino Médio. Isso evidencia a grande importância deste conteúdo para o aprendizado dos estudantes. O fato de ser mencionado em muitos momentos nos mais variados temas no ensino da Biologia possibilita que o conteúdo DO seja trabalhado pelo professor, relacionando-o com múltiplas disciplinas do Ensino Médio e com outras áreas.

Como o livro didático é uma ferramenta crucial nas escolas, é fundamental que o professor se aproprie de abordagens interdisciplinares, permitindo ao aluno uma visão mais ampla acerca de determinados conceitos sob diferentes perspectivas. A interdisciplinaridade no ambiente escolar é importante porque fortalece o conceito de conhecimento uma visão de totalidade, e oportuniza aos estudantes estímulos para a percepção de que o mundo no qual estão inseridos é formado de vários fatores e que o somatório de todos forma uma complexidade (BONATTO *et al.*, 2012).

Embora a pesquisa não tenha se limitado a apontar erros conceituais, a leitura crítica das coleções revelou a preocupação dos autores com a cientificidade dos conteúdos. Trata-se de um eixo central dos documentos legais que embasam a educação no ensino médio (BNCC, 2017). Observa-se que, apesar de o conteúdo ter sido trabalhado em diferentes níveis de profundidade nas coleções, pode-se afirmar que, de modo geral, o conteúdo foi contemplado de modo satisfatório. Conceitos-chave para a compreensão de processos biológicos podem ser construídos a partir dos textos, figuras e atividades disponibilizadas nas seis coleções. Nossa experiência em sala de aula nos leva a concluir que o nível e a organização com as quais o conteúdo DO é apresentado nas coleções não se configuram como impeditivos para a abordagem satisfatória no ensino médio. Cabe ao professor desenvolver repertórios, estratégias ou ferramentas para promover a contextualização do tópico em situações mais pertinentes à realidade do aluno. Este diálogo pode ser viabilizado, por exemplo, por meio de atividades investigativas que explorem situações aplicadas.

A produção textual, surpreendentemente, é pouco conectada, o que limita a consolidação de competências como o registro escrito de experiências, redação de relatórios, resenhas e textos dissertativos. No caso da Matemática, em nosso ponto de vista, a tímida exploração na abordagem do conteúdo DO provavelmente reflete a forma compartimentalizada como os livros didáticos são elaborados, e a fraca integração entre profissionais dos autores de diferentes disciplinas. Esses dados nos levam a concluir que provavelmente, as futuras coleções precisarão realizar mudanças no que diz respeito a como a

BNCC prevê o Ensino Médio. De acordo com a Lei nº 13.415/2017, os componentes curriculares de Língua Portuguesa e Matemática devem ser oferecidos nos três anos do Ensino Médio, o que comprova tamanha importância dos mesmos. No entanto, as coleções da amostra ainda não evidenciam tal importância devido ao fato de não serem muito presentes ao abordar o conteúdo que norteia a pesquisa, o que desnova a espiral de conhecimento preconizada pela BNCC.

Observa-se que o cuidado com a contextualização traz implicações extremamente positivas para o ensino de Biologia. Por exemplo, o estudo realizado por Duré *et al.* (2018) expõe que conteúdos relacionados à saúde humana, como o corpo humano, sexualidade e prevenção de doenças são os prediletos dos estudantes de Ensino Médio. Segundo os autores, isso se deve ao fato de que conteúdos relacionados à alimentação, corpo humano, prevenção de doenças, sexualidade, gestação humana, ciclo das doenças, entre outros, possuem grande facilidade de contextualização por parte dos estudantes. Isto nos leva a concluir que os estudantes preferem estudar os conteúdos que são mais facilmente contextualizados por eles. Portanto, é de grande importância que a abordagem dos LD tragam possibilidades de contextualização, pois “ao formular atividades que não contemplam a realidade imediata dos alunos, perpetua-se o distanciamento entre os objetivos do recurso em questão e o produto final” (VASCONCELOS; SOUTO, *op. cit.*).

3.4.2 A Decomposição como um processo multitrófico: o papel dos insetos

A partir da experiência dos autores, consideramos que o reconhecimento do papel dos insetos como agentes iniciais que propiciam/favorecem a decomposição orgânica poderia ser mais explorado, visto que apenas uma pequena porção da amostra (duas coleções) apresentou essa abordagem. Sobre o papel de insetos no processo de decomposição, experimentos comprovam que recursos efêmeros, como carcaças, demoram muito mais a decompor quando os insetos são excluídos deste processo, pois:

atração, colonização, desenvolvimento e migração de artrópodes necrófagos podem afetar a transformação e a liberação de nutrientes e, portanto, a biodiversidade local, que pode impactar a biodiversidade da paisagem dependendo da densidade e frequência dos necrófagos (tradução nossa) * (PECHAL *et al.*, 2014, p. 2).

Trabalhos como os de Almeida *et al.* (2008) e Aquino (2016) se basearam na análise do conteúdo insetos/entomologia nos livros didáticos do ensino fundamental e médio, respectivamente. Almeida *et al.* (*op. cit.*) realizaram uma pesquisa do conteúdo de insetos em

uma amostra de livros do 6º ano do Ensino Fundamental dos anos 80, 90 e 2000. Inúmeros critérios foram usados na pesquisa, a partir de uma análise quantitativa (mensuração da área de mancha do texto, figuras, exercícios, e textos complementares) e qualitativa (adequação à série, qualidade da figura, pertinência ao texto, presença e adequação das legendas, abordagem prática e contextualização).

Já Aquino (*op. cit.*) realizou uma análise qualitativa, com uma amostra composta por obras adotadas pela Rede Pública de Ensino do Estado de Mato Grosso do Sul. Para o estudo, foram analisadas diversas categorias como: conceitos morfológicos e fisiológicos, estímulo à consulta de textos complementares, presença de ilustrações para construção de conceitos científicos, abordagem da importância dos insetos e da entomologia, atividades propostas conectadas com a realidade do aluno e presença de textos complementares no manual do professor.

Um importante ponto apontado na análise de LD do ensino fundamental realizada por Almeida *et al.* (*op. cit.*, p. 14) foi que as coleções possuem:

o enfoque direcionado aos aspectos prejudiciais que se estenderam pelas décadas, destacando poucos os aspectos ecológicos. Os aspectos benéficos, quando citados eram interligados com o aspecto econômico, como a produção de mel e seda, portanto dificultando o desenvolvimento do raciocínio crítico sobre a exploração sustentável dos insetos e demais benefícios advindos destes seres.

O estudo realizado por Aquino (*op. cit.*) demonstrou uma preocupação em verificar se as coleções apresentavam informações a respeito do envolvimento dos insetos na decomposição orgânica. Ao apresentar seus resultados, Aquino (*op. cit.*, p. 47) relata que nas coleções:

os autores abordam mais os pontos negativos que os positivos. Não relatam a grande quantidade de matérias primas que os insetos podem produzir, e não dão valor aos serviços fundamentais que eles prestam aos ecossistemas, tais como decomposição de matéria orgânica, filtração de partículas em suspensão nos mananciais de água doce, polinização, predação e parasitismo de outros artrópodes pragas e vetores de doenças, controle biológico de plantas invasoras, entre outros.

Apesar de serem pesquisas realizadas em momentos distintos (2008 e 2016) e com amostras de livros de diferentes etapas da educação básica (ensino fundamental e ensino médio), ambas apontam falhas semelhantes nos livros didáticos. De décadas passadas até os dias de hoje, os LD's ainda apontam predominantemente os pontos negativos de insetos, deixando muitas vezes de abordar os aspectos positivos, como a importância ecológica dos insetos envolvidos na decomposição da matéria orgânica. Os resultados presentes nesses

trabalhos reiteram o que foi constatado na amostra utilizada nesta pesquisa, onde verificamos uma presença ainda muito pequena nas coleções da amostra (3 coleções) no envolvimento dos insetos na decomposição orgânica.

3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, buscamos realizar uma leitura crítica, analítica do conteúdo “Decomposição orgânica” nos livros didáticos de Biologia, partindo de critérios facilmente utilizáveis pelo professor do ensino médio. Partimos da perspectiva de construção de pontes entre o conhecimento básico e aplicado deste conteúdo, baseados na importância da contextualização. Como afirmam Vasconcelos e Souto (*op. cit.*, p. 101),

Livros didáticos precisam, sem dúvida, conter ferramentas que incitem a discussão sobre o conteúdo teórico a fim de permitir sua conversão em conhecimento. Estamos falando em produção de conhecimento útil, aplicável e presente no cotidiano do aluno. Tais metas parecem inatingíveis quando observamos questões do tipo: O que são élitros, qual a sua função e onde ocorrem? Os apelos à memorização de termos científicos, conceitos e definições ainda são muito presentes, tanto na forma com que são apresentados quanto nos meios desenvolvidos para exercitar o conhecimento.

Existe na literatura especializada uma série de estudos voltados para a análise do livro didático na forma de dissertações (FIGUEIREDO, 2017), teses (CHAVES, 2015; COSTA, 2016; MARTINS, 2017; VARGAS, 2017) e artigos (LOPES; VASCONCELOS, 2012; DALAPICOLLA, *et al.*, 2015; MACEDO; JUNIOR, 2015; FREIRE *et al.*, 2016; NIEBISCH; SOUZA, 2016; SILVA; JUNIOR, 2016; BRAUNSTEIN; EICHLER, 2017; CORDEIRO; MORINI, 2017; LACERDA; ABÍLIO, 2017; TOMOTANI; SALVADOR, 2017; SANTOS; MARLOW, 2018).

Grande parte destes trabalhos priorizou a detecção de erros conceituais. Nos últimos anos, uma diversidade de estudos sobre o livro didático tem se apropriado de diversas abordagens, como na análise se o conteúdo é abordado em quantidade e profundidade suficiente; na presença de obstáculos epistemológicos na abordagem de conteúdos específicos; ao avaliar a inserção de atividades práticas nos livros; ao observar a contribuição de experimentações para uma aprendizagem potencialmente significativa; baseada na análise de imagens; ou na relação entre a formação inicial de professores e o uso do LD. Especificamente sobre livro didático de Biologia, merece destaque o trabalho de Lopes e Vasconcelos (2012), que, partindo de um conteúdo considerado “difícil” (Filogenia),

extrapolaram a mera análise da correção conceitual nos livros, mas interpretaram os desdobramentos de abordagens equivocadas na construção dos conceitos.

Aspectos da interdisciplinaridade do conteúdo de Biologia nos livros didáticos foram investigados por Ferreira e Justi (*op. cit.*), que buscaram detectar conexões entre tópicos de Biologia e Química na abordagem do conteúdo “DNA”. No que diz respeito a contextualização de conteúdos, Duré *et al.* (2018) demonstraram que os estudantes têm maior interesse pelos conteúdos que possuem grande facilidade de contextualização.

Os trabalhos de Almeida *et al.* (2008) e Aquino (2016) demonstraram que a presença do conteúdo insetos/entomologia nos livros didáticos do ensino fundamental e médio apresentam uma abordagem focada principalmente nos aspectos negativos de insetos. Muitas vezes, os LD's deixam de apontar os aspectos positivos, como o envolvimento dos insetos na decomposição orgânica.

Diante de problemas de ensino em sala de aula, torna-se imprescindível que os professores escolham recursos literários que abordem os insetos, considerando a realidade sociocultural dos alunos, realizando uma diversidade de contextos científico e didático (LAGE; POMPILHO; SILVA, 2012).

Como conclusão, concordamos com Vasconcelos e Souto (*op. cit.*, p. 102), que

É importante ressaltar que toda discussão em torno da qualidade e papel dos recursos de apoio didático, assim como os avanços e conquistas orientadas pelos instrumentos de avaliação, não serão suficientes para garantir educação de qualidade. O trabalho desenvolvido pelo professor, em toda sua subjetividade, tem nos livros apenas um suporte. De que adianta um excelente livro didático se o professor não foi preparado para trabalhar objetivos educacionais tão arrojados?

Buscamos, com este diagnóstico, oferecer ao professor de Biologia mais do que uma síntese comentada sobre conteúdos do livro didático. Nossa intenção é construir um *produto*, entendido aqui não como algo físico, rígido, inflexível e pronto para o uso. Apresentamos aqui nosso produto como um conjunto de diretrizes, testadas empiricamente, e voltadas para a leitura crítica do material didático, seja este um livro na forma física ou quaisquer outros meios, digitais, magnéticos e afins – basta ao professor apropriar-se deste roteiro proposto. Naturalmente, defendemos a autonomia do professor para elaborar seus próprios critérios, substituindo, expandindo ou modificando os itens que aqui analisamos. Os desafios para a melhoria da educação básica no Brasil são gigantescos. Embora a formação e a valorização do professor sejam, no nosso ponto de vista, a prioridade absoluta, a garantia da qualidade do material didático é um suporte indispensável para um ensino transformador.

REFERÊNCIAS

- AIRES, A. J.; GUIMARÃES, O. M.; LARA, M. S. **Obstáculos epistemológicos no ensino de Química: uma análise do livro didático público do Paraná.** In: Congresso Paranaense de Educação de Química, 1, 2009, Londrina. Anais.
- ALMEIDA, A. V.; SILVA, L. S. T.; BRITO, R. L. **Desenvolvimento do conteúdo sobre os insetos nos livros didáticos de ciências.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2008.
- AQUINO, L. B. **Entomologia no nível médio: limites e possibilidades dos conteúdos dos livros didáticos e do processo de ensino e aprendizagem.** Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2016.
- BATISTA, M. V. A. CUNHA, M. M. S; CÂNDIDO, A. L. **Análise do tema Virologia em livros didáticos do ensino médio.** Ensaio: Pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 145-158, 2010.
- BENBOW, M. E.; BARTON, P. S.; ULYSHEN, M. D.; BEASLEY, J. C.; DEVAULT, T. L.; STRICKLAND, M. S.; TOMBERLIN, J. K.; JORDAN, H. R.; PECHAL, J. L. **Necrobiome framework for bridging decomposition ecology of autotrophically and heterotrophically derived organic matter.** Ecological Monographs, v. 89, n. 1, p. 1, 2018.
- BONATTO, A.; BARROS, C. R.; GEMELI, R. A.; LOPES, T. B.; FRISON, M. D. **Interdisciplinaridade no ambiente escolar.** IX Anped Sul, Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 2012.
- BRASIL. **Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental.** Guia de Livros Didáticos: 5a. a 8a. séries. Brasília, p. 599, 1999.
- _____. **Ministério da Educação.** Secretaria da Educação Básica. Base nacional comum curricular. Brasília, DF, 2017. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>. Acesso em: 18 mar. 2019.
- BRAUNSTEIN, G. K; EICHLER, M. L. **Análise iconográfica do tópico evolução biológica em livros didáticos de Biologia para o ensino médio.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 10, n. 2, 2017.
- BYRD, J. H.; CASTNER, J. L. **Forensic Entomology: the utility of arthropods in legal investigations.** CRC Press LLC, Corporate Blvd., Boca Raton, Florida, 2000.
- CHAVES, E. A. **A Presença do Livro Didático de História em aulas do Ensino Médio: estudo etnográfico em uma escola do campo.** Tese (Doutorado em Educação) – Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- CORDEIRO, R. S.; MORINI, M. S. C. **História da Filogenia: uma análise dos livros didáticos aprovados pelo PNLD / 2015.** Revista Científica UMC, Mogi das Cruzes, v. 2, n. 2, 2017.

COSTA, W. P. A. **Percorrendo as imagens do livro didático de língua inglesa com vistas para além dos territórios nativos da anglofonia:** uma análise de suas páginas de abertura. Tese (Doutorado em Linguística) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

DALAPICOLLA, J.; SILVA, V. A.; GARCIA, J. F. M. **Evolução biológica como eixo integrador da biologia em livros didáticos do ensino médio.** Ensaio: Pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 150-172, 2015.

DURÉ, R. C.; ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. **Ensino de biologia e contextualização do conteúdo:** quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano? Experiências em Ensino de Ciências, v. 13, n. 1, 2018.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. **A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio:** uma análise crítica. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 38-50, 2004.

FIGUEIREDO, M. C. O. **O Livro Didático na sala de aula:** os modos de uso de um livro de Ciências por uma professora do ensino fundamental. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

FREIRE, C. C.; CASTRO, R. G.; MOTOKANE, M. T. **O conceito de interações ecológicas em livros didáticos de biologia.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 2, 2016.

FREITAG, B.; COSTA, W. F.; MOTTA, V. R. **O livro didático em questão.** 3. ed. São Paulo: Cortez, 1997.

GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P. **Formação de professores de ciências.** São Paulo: Cortez, 2006.

JAPIASSU, H.; MARCONDES, D. **Dicionário básico de filosofia.** 2 ed. rev. Rio de Janeiro: Zahar, 1993.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

LACERDA, D. O.; ABÍLIO, F. J. P. **Experimentação:** análise de Conteúdo dos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio (publicados no período de 2003 a 2013). Experiências em Ensino de Ciências v. 12, n. 8, 2017.

LAGE, V. C.; POMPILO, W. M.; DE SOUZA SILVA, F. **A importância dos livros didáticos para o ensino dos insetos.** Revista Práxis, v. 4, n. 7, 2012.

LAJOLO, M. **Livro Didático:** um (quase) manual de usuário. Em Aberto, Brasília, ano 16, n. 69, 1996.

LOPES, W. R.; VASCONCELOS, S. D. **Representação e distorções conceituais do conteúdo “filogenia” em livros didáticos de biologia do ensino médio.** Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 149-165, 2012.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia:** histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez Editora, 2009.

MARTINS, L. **Abordagens da Saúde em Livros Didáticos de Biologia:** análise crítica e proposta de mudança. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

NASCIMENTO, G. G. O. **O Livro Didático no Ensino de Biologia.** Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação – Universidade de Brasília, Brasília, 2002.

NICOLESCU, B.; PINEAU, G.; MATURANA, H. RANDOM, M.; TAYLOR, PAUL. **Educação e transdisciplinaridade.** Tradução de VERO, J.; MELLO, M. F.; SOMMERMAN, A. Brasília: UNESCO, 2000.

NIEBISCH, C. H.; SOUZA, L. C. A. B. **Bioquímica nos livros didáticos de Biologia:** análise da presença de obstáculos epistemológicos. Amazônia, Revista de Educação em Ciências e Matemática, v. 12, n. 24, p.14-25, 2016.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia Forense:** Quando os insetos são vestígios. 2. ed., Campinas, SP, Millenium Editora, 2007.

PECHAL, J. L.; BENBOW, M. E.; CRIPPEN, T. L.; TARONE, A. M.; TOMBERLIN, J. K. **Delayed insect access alters carrion decomposition and necrophagous insect community assembly.** Ecosphere, v. 5, n. 4, p. 2, 2014.

SATO, M.; PASSOS, L. A. **Biorregionalismo:** identidade histórica e caminhos para a Cidadania. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P.P.; CASTRO, R.S. (Org.). *Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania.* São Paulo: Cortez, 2002.

SILVA, A. C.; JUNIOR, M. N. **Análise do Conteúdo de Fungos nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio.** Revista Ciências & Ideias, v. 7, n. 3, p. 235-273, 2016.

SANTOS, R. A.; MARLOW, R. M. **Livro didático:** análises de abordagens didáticas da leitura e ação docente. PERcursos Linguísticos, v. 8, n. 18, p. 217-227, 2018.

TOMOTANI, J. V.; SALVADOR, R. B. **Análise do conteúdo de Evolução em livros didáticos do Ensino Fundamental brasileiro.** Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza, vol. 1, n. 1, 2017.

VARGAS, D. S. **O Plano Inferencial de Leitura e o Ensino de Espanhol na Escola Brasileira:** cognição distribuída, políticas cognitivas e livro didático. Tese (Doutorado em Letras Neolatinas) – Estudos Linguísticos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. **O Livro Didático de Ciências no Ensino Fundamental – Proposta de Critérios para Análise do Conteúdo Zoológico.** Recife: Ciência & Educação, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

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

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **A decomposição da matéria orgânica nas concepções de alunos do ensino fundamental:** aspectos relativos à educação ambiental. Experiências em Ensino de Ciências, v. 5, n. 1, p. 67-75, 2010.

4 CONTRIBUIÇÃO DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL SOBRE DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA PARA A FORMAÇÃO CIENTÍFICA DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

4.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1.1 A importância de atividades investigativas experimentais na formação do pensar científico entre estudantes do ensino básico

O conhecimento científico depende da abordagem experimental e da metodologia científica, visto que sua organização ocorre por meio da investigação (GIORDAN, 1999). Aplicando este pensamento ao ensino das Ciências, o estudante precisa refletir, explicar e relatar o que irá conferir ao seu trabalho as características próprias da investigação científica, com autonomia durante o processo de desenvolvimento da atividade (CARVALHO, 2004).

A maioria das atividades práticas realizadas no ensino básico tendem a ser ainda excessivamente orientadas, promovendo um nível baixo de reflexão, o que limita as competências que possibilitam desenvolver o grau de motivação dos alunos na sua realização, dada a reduzida participação deles exigida (HODSON, 1994). Lima e Teixeira (2014) constataram que há o predomínio de atividades comprobatórias, com o uso de experimentos demonstrativos para a comprovação de teorias. Estas são compostas por roteiros para a orientação dos alunos na simulação das atividades ou para que sejam realizadas pelos professores. Ao ser mediada pelo professor, o aluno não se reconhece ativo e construtor do conhecimento pela experimentação, por não provocar inquietações e incertezas aos estudantes (LIMA; TEIXEIRA, *op. cit.*).

Acerca disso, Pozo e Crespo (2006, p. 21) afirmam que:

a ciência deve ser ensinada como um saber histórico e provisório, tentando fazer com que os alunos participem, de algum modo, no processo de elaboração do conhecimento científico, com suas dúvidas e incertezas, e isso também requer deles uma forma de abordar o aprendizado como um processo construtivo, de busca de significados e de interpretação, em vez de reduzir a aprendizagem a um processo repetitivo ou de reprodução de conhecimentos pré-cozidos.

O método científico se caracteriza como uma teoria de investigação – ou conjunto de procedimentos - que possui as seguintes etapas: identificação do problema, busca de solução para o problema por meio da técnica, formulação de hipóteses ou produção de dados que

auxiliam na resolução do problema (MARCONI; LAKATOS, 2007). Quando aplicado ao processo de aprendizagem, “o professor pode suscitar conflitos ou perguntas, mas são os alunos que devem resolvê-los. Sua função não é dar respostas, mas fazer perguntas” (POZO; CRESPO, *op. cit.*, p. 255).

Acerca da postura dos alunos que não estão habituados a realizar atividades investigativas, Pozo e Crespo (*op. cit.*, p. 18) afirmam que:

... os alunos tendem a assumir atitudes inadequadas com respeito ao trabalho científico, assumindo posições passivas, esperando respostas em vez de dá-las, e muito menos são capazes de fazer eles mesmos as perguntas; também tendem a conceber os experimentos como “demonstrações” e não como pesquisas; a assumir que o trabalho intelectual é uma atividade individual e não de cooperação e busca conjunta.

Ao se pensar e executar as etapas do método científico dessa forma, deve-se tomar precauções para que os alunos não fiquem expostos a uma concepção ultrapassada, incorreta, acerca dessa prática. O método científico já não é visto como um método universal, linear, sequencial e uniforme, mas como uma via para ideias cada vez mais racionais, repensadas, gerais e abstratas. Este método não possui o sujeito como um mero espectador passivo da natureza, mas o incentiva a observá-la, a buscar respostas para as questões e a não se deixar levar por ela, evitando as certezas absolutas (SANTOS; PRAIA, 1992).

A necessidade de mudança do processo de aprendizagem é evidenciada em publicações atuais. Em 2017, foi divulgado por um grupo de acadêmicos do *Institute of Educational Technology in The Open University*, no Reino Unido, um relatório intitulado *Innovating Pedagogy 2017*, que propõe 10 inovações pedagógicas que, mesmo estando em circulação, ainda não tiveram profunda influência na educação. Dentre essas propostas, destaca-se a segunda, intitulada *Learners making science* (Aprendizes fazendo Ciência).

O relatório propõe que, ao aprender sobre como a ciência é feita, os alunos podem melhorar seu conhecimento do conteúdo, desenvolvendo competências científicas e tendo uma maior compreensão do que significa ser um cientista. Segundo Ferguson *et al.* (2017):

Quando os alunos experimentam como a ciência é feita, eles aumentam seu conhecimento e desenvolvem habilidades científicas. A experiência também pode contribuir para o seu crescimento pessoal e ajudá-los a entender o que significa ser um cientista. Participar e contribuir para as atividades científicas cidadãos é fundamental. Estas atividades podem promover o envolvimento com ciências sociais e naturais. Eles também constroem compreensão do método científico, pensamento crítico e reflexão (FERGUSON *et al.*, 2017, p. 12).

Uma ferramenta para a abordagem do Ensino Investigativo é através da Pedagogia de Projetos. Projetos são experiências finitas com propósitos bem definidos, que surgem a partir de um problema, uma necessidade, uma oportunidade ou interesses de uma pessoa, um grupo de pessoas ou uma organização. O Método de Projetos é uma estratégia de ensino-aprendizagem que tem como objetivo, através da investigação de um tema ou problema, vincular teoria e prática, gerando aprendizagem diversificada e em tempo real, em um novo contexto pedagógico, onde o aluno é agente na produção de conhecimento (BARBOSA *et al.*, 2003).

Como recurso pedagógico, os Projetos de Aprendizagem são utilizados por profissionais da educação de diversas áreas. De acordo com Barbosa e Moura (2013), os Projetos de Aprendizagem são categorizados em:

- Projeto construtivo: tem o intuito de construir algo novo, trazendo uma inovação, sugerindo uma solução nova para um problema ou situação;
- Projeto investigativo: desenvolvimento de uma pesquisa sobre uma situação ou questão, com a utilização do método científico;
- Projeto didático (ou explicativo): tem o intuito de encontrar respostas para indagações como: “Qual a utilidade? Como funciona? Como foi construído?”, buscando explicar e revelar os princípios científicos para o funcionamento de objetos, mecanismos, etc.

A utilização de projetos como recurso pedagógico na construção de conhecimentos remete ao final do século XIX, com base nas ideias enunciadas por John Dewey, em 1897 (BARBOSA; MOURA, *op. cit.*). Atualmente, vem ganhando cada vez mais espaço, especialmente em universidades de Ciências Aplicadas, dada a carência dos estudantes desenvolverem diversas habilidades para a vida profissional, e seu uso oferece experiências de aprendizagem multifacetadas, em contrapartida ao método tradicional de ensino. (LETTENMEIER *et al.*, 2014).

O ensino por meio de projetos é um exemplo típico de metodologia ativa de aprendizagem. Para que a aprendizagem seja ativa, o aluno deve perguntar, ler, escrever, discutir ou ocupar-se em resolver problemas e desenvolver projetos. Ele interage com o assunto estudado, sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo passivamente do professor. Este atua na orientação, supervisão, facilitação do processo de aprendizagem, e não como fonte única de conhecimento (BARBOSA; MOURA, *op. cit.*).

Com métodos ativos, os alunos conseguem assimilar maior quantidade de conteúdos, reter as informações por mais tempo e aproveitar as aulas com mais satisfação e prazer (SILBERMAN, 1996). Alunos que vivenciam esse método adquirem maior confiança para tomar decisões e para aplicar seu conhecimento em situações práticas; obtêm uma melhora no relacionamento com os colegas; passam a se expressar melhor de forma oral e escrita; passam a ter vontade de solucionar problemas experimentam situações que exigem tomar decisões por conta própria, corroborando a autonomia no pensar e no atuar. (RIBEIRO, 2005).

4.1.2 A decomposição orgânica como um eixo temático para atividades experimentais

A decomposição orgânica (DO) é um processo definido como a desintegração gradativa da matéria orgânica morta onde ocorre a quebra de moléculas orgânicas complexas, ricas em energia, até serem desmembradas em dióxido de carbono, água e nutrientes inorgânicos (BEGON *et al.*, 2007). Tal processo é fundamental para a manutenção de compostos inorgânicos (nutrientes) nos sistemas ecológicos, sendo de suma importância para a ciclagem dos nutrientes. Se não ocorresse, todos os nutrientes ficariam presos a organismos mortos, sendo uma função absolutamente vital (ODUM; BARRET, 2007). Fatores externos como temperatura, quantidade de oxigênio, atividade microbiológica e processos físicos também afetam os níveis de decomposição (CUNHA-SANTINO; BIANCHINI JR., 2006), contribuindo para a abordagem do conteúdo de forma multidisciplinar.

No Ensino Médio, o aluno tem contato com o termo “decomposição” em disciplinas como Biologia e Química. Em Biologia, por exemplo, o termo é visto em conteúdos como: Origem da Vida (surgimento de larvas na carne em decomposição – Experimento de Francesco Redi); Características dos Reinos dos Seres Vivos (alguns destes sendo responsáveis pela decomposição da matéria orgânica para a obtenção de energia); Ecologia (Cadeias e Teias Alimentares e Ciclos Biogeoquímicos), e assim por diante.

A apresentação para os estudantes de como a DO ocorre na natureza é, muitas vezes, superficial e descontextualizada. Isto reforça o argumento de Zompero (2009, p. 31), segundo o qual as concepções dos alunos são “geralmente distantes dos conceitos científicos, construídas em seu meio social e com as quais explica os fatos e fenômenos naturais que se defronta no dia a dia”. Porém, o processo de decomposição e sua importância nem sempre são explorados de forma a promover a cientificidade do método de construção do conhecimento pelos alunos.

Ao longo do conhecimento científico, um dos exemplos pioneiros na validação do método experimental como estratégia para observação, registro e validação de informações para o fortalecimento de teorias biológicas refere-se ao experimento realizado por Francesco Redi ao investigar o aparecimento das larvas nas carnes em decomposição. Este experimento foi publicado em sua principal obra, *Esperienze intorno alla generazione degli insetti* (Experiências em torno da geração dos insetos), em 1668. Seu arcabouço metodológico, que ajudou a derrubar teorias associadas à Abiogênese, é um marco na filosofia da Ciência, e um modelo de simplicidade e lógica, ao utilizar materiais acessíveis para observar e interpretar fenômenos complexos e, até então, entendidos de forma obscura.

Francesco Redi foi membro da *Accademia della Crusca* e da *Accademia del Cimento*, continuação da herança experimentalista de Galileu, este considerado como “verdadeiro fundador da filosofia científica, do método experimental” (CAP, 1887, p. 313, *apud* MENEZES, 1993). Em sua principal obra, Redi dá “à Itália seu melhor trabalho de filosofia experimental, depois de *Il Saggiatore*, de Galileu” (NARDI, 1959, p. 590). Ao publicar suas conclusões, Redi estaria “na primeira fila dos investigadores da Biologia.” (CASTIGLIONI, 1947, p. 51).

No que diz respeito à importância de Galileu e de Redi sobre o método científico, somos ensinados que Galileu introduziu o método científico enquanto Francesco Redi, o experimento controlado. Ambas as crenças podem ser simplistas, contudo Francesco Redi e Galileo Galilei demonstraram seus métodos utilizando experimentos muito simples e explicaram seus procedimentos de maneira clara e convincente. (SANT, 2017).

Ainda sobre a mesma temática, “Galileu introduziu o método experimental no estudo das ciências físicas. Redi demonstrou que o método experimental era o mais eficiente meio de se chegar à verdade concernente aos fenômenos biológicos” (COLE, 1926, p. 356, *apud* MENEZES, 1993).

O trabalho de Redi é citado em obras como artigos, periódicos, dissertações e teses, sendo tema recorrente na bibliografia atual, mesmo se tratando de um experimento realizado há 350 anos. Em situações de ensino, um dos poucos trabalhos foi apresentado por Dantas e colaboradores (2013), os quais propõem estratégias didáticas práticas, uma das quais consistia em uma versão simplificada do experimento de Redi desenvolvida junto a alunos do 1º ano do Ensino Médio. O artigo de Parke (2014), em busca de lições mais amplas para compreensão da geração espontânea, analisa os compromissos teóricos de Redi realizados durante seu experimento. Em sua dissertação, Xavier (2016) descreveu uma intervenção na qual os

estudantes realizaram uma reprodução adaptada do experimento de Redi para trabalhar a temática metamorfose em sala de aula através de uma sequência didática investigativa. O artigo de Santos *et al.* (2017) possui uma proposta de intervenção didática na qual foi desenvolvida uma atividade onde o professor se propôs a reproduzir parte do experimento de Redi, para comprovar a teoria da Biogênese.

4.1.3 Insetos e decomposição orgânica

Os insetos possuem fontes de alimento variadas, como, por exemplo, frutos, fezes e carcaças de animais. A estrutura dessas fontes de alimento está em constante transformação química e estrutural (GOMES; VON ZUBEN, 2004), usando essa matéria orgânica como fonte de alimento (proteínas) para o desenvolvimento ovariano das fêmeas adultas ou para o desenvolvimento de suas formas imaturas (OLIVEIRA-COSTA, 2007).

Larvas de insetos exploram recursos em decomposição; por exemplo: espécies de moscas-das-frutas (*Drosophila* spp.) têm preferência por frutas e hortaliças em decomposição; excrementos de herbívoros são decompostos principalmente por besouros, como o besouro coprófago *Helicopris dilloni*, que se alimenta de excrementos e os enterra junto com seus ovos, fornecendo alimento às larvas em desenvolvimento; larvas de espécies da mosca-varejeira (*Lucilia* spp.) produzem uma enzima chamada collagenase que consegue digerir o colágeno e a elastina encontrados nos tendões e ossos mais fracos de carcaças (BEGON *et al.*, *op. cit.*).

Apesar de a decomposição de vertebrados ser realizada principalmente pela ação de microrganismos como fungos e bactérias, os primeiros seres vivos a colonizarem um cadáver/carcaça são, comumente, os insetos. Por possuírem um olfato bastante apurado, conseguem perceber os odores exalados pelos cadáveres muito antes que os seres humanos, sendo capazes de localizá-lo poucos minutos após a morte do indivíduo (OLIVEIRA-COSTA, *op. cit.*). A fauna entomológica cadavérica no Brasil possui uma grande diversidade de espécies que se desenvolvem na carcaça, uma vez que o processo de decomposição oferece circunstâncias ideais ao desenvolvimento (PUJOL-LUZ *et al.*, 2008).

Segundo Pujol-Luz *et al.* (2008), essa fauna pode ser classificada da seguinte maneira: *necrófagos*, cujos adultos e/ou imaturos, na sua maioria moscas e besouros (dípteros muscóides e coleópteros) utilizam os tecidos em decomposição como fonte alimentar; *onívoros*, insetos [formigas e vespas (himenópteros) e alguns besouros] com dieta alimentar ampla, que se alimentam tanto da carcaça, quanto da fauna associada; *parasitas e predadores*,

os quais utilizam a entomofauna cadavérica como sua fonte de alimentação (himenópteros, coleópteros, dípteros e dermápteros) e por fim os *acidentais*, que se encontram ao acaso no cadáver como extensão do seu habitat normal (artrópodes como aranhas, centopeias e ácaros).

A Entomologia Forense trata da aplicação do conhecimento sobre insetos e outros artrópodes associados a procedimentos criminais, como a data provável da morte, inferir se o corpo foi transferido para um outro local e também se foi manipulado, e possivelmente inferir as situações que contornaram o fato antes ou após o ocorrido (OLIVEIRA-COSTA, *op. cit.*). A título de exemplo, algumas espécies de moscas são encontradas em centros urbanos e ao associá-las em corpos, encontrados nas áreas rurais, sugere-se que o cometimento do crime não tenha ocorrido no local onde o corpo foi encontrado (OLIVEIRA-COSTA, *op. cit.*).

O principal uso da Entomologia Forense é para fazer uma estimativa da cronologia da morte, o chamado intervalo pós-morte (IPM), que tem como objetivo determinar o tempo mínimo e máximo, entre o instante da morte e o momento que o corpo foi achado (OLIVEIRA-COSTA, *op. cit.*), tendo importância crucial nas investigações de homicídios (BYRD; CASTNER, 2000). Diversos centros de investigação ao redor do mundo como por exemplo, o FBI, contam com a cooperação de entomologistas (OLIVEIRA-COSTA, *op. cit.*).

Condições intrínsecas e extrínsecas afetam os fenômenos putrefativos, pois, o aspecto do cadáver depende das condições nas quais ele esteve exposto, sendo o IPM algo difícil de determinar (BYRD; CASTNER, *op. cit.*; OLIVEIRA-COSTA, *op. cit.*). De início, as alterações químicas e físicas da morte são os indicadores mais confiáveis, porém, com o passar do tempo, os resultados mais precisos são obtidos ao se utilizar informações ecológicas (BYRD; CASTNER, *op. cit.*).

Embora sua importância seja reconhecida desde o século XIX na Europa, apenas nos últimos anos o uso de insetos em investigações médico-legais tem sido cientificamente maduro para sua aplicação prática (OLIVEIRA-COSTA, *op. cit.*). Os insetos utilizados com maior frequência nesses estudos são dípteros pertencentes às famílias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae e Phoridae e coleópteros das famílias Scarabaeidae, Silphidae e Dermestidae (BYRD; CASTNER, *op. cit.*; OLIVEIRA-COSTA, *op. cit.*).

Considerando-se esta importância, concluímos que a decomposição orgânica e o papel dos insetos proporcionam um excelente modelo de investigação prática – especialmente em situações didáticas.

4.2 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

- Criar e Analisar uma intervenção didática interdisciplinar desenvolvida e aplicada no fortalecimento de competências de investigação científica baseada na pedagogia de projetos com ênfase no conteúdo biológico “Decomposição Orgânica”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar uma atividade de ensino por investigação visando aproximar os alunos da realidade de um cientista, ao executarem as etapas do Método Científico por meio da condução de uma pesquisa original, buscando promover um maior grau de autonomia dos alunos;
- Validar protocolos e ferramentas de acompanhamento e avaliação da participação coletiva dos alunos na atividade, incluindo o aplicativo WhatsApp;
- Familiarizar o aluno com a interpretação e análise de dados e a construção de gráficos e tabelas a partir dos mesmos;
- Sensibilizar o aluno quanto à possibilidade de conexões com outras áreas (multi e interdisciplinares), que podem ser feitas a partir de um objeto de estudo (decomposição orgânica).
- Estimular competências associadas ao trabalho de cientistas – produção textual e apresentação de seminários – como formas de socialização do conhecimento construído na atividade investigativa;
- Oportunizar ao professor do Ensino Médio o relato de uma experiência bem sucedida de metodologia ativa de ensino-aprendizagem, apontando dificuldades e acertos, a partir de um experimento de baixo custo e alta complexidade.
- Gerar um produto – na forma de um modelo de atividade experimental investigativa que pode ser amplamente adotado por professores de Biologia da rede pública, de baixo custo e alta complexidade.

4.3 METODOLOGIA

Nesta seção, descrevemos o nosso público-alvo, a equipe de trabalho, os procedimentos legais e burocráticos necessários à operacionalização da atividade e ainda apresentamos como a atividade experimental foi concebida. Priorizamos nesta seção a descrição das condições iniciais do projeto, e também, quais referenciais teóricos foram utilizados como norteadores da atividade. Por fim, apresentamos a contextualização do tema da atividade e seus desdobramentos.

4.3.1 Descrição do público alvo

O estudo foi desenvolvido na Escola Técnica Estadual (ETE) Advogado José David Gil Rodrigues (Código 26185946) (Figura 1). A ETE conta com estrutura de auditório, biblioteca, bloco de serviços e vivência, quadra poliesportiva coberta, laboratórios especiais voltados para ensino profissionalizante, bloco pedagógico e administrativo composto de 12 salas de aula e laboratórios de Biologia, Química, Física, Matemática, Línguas e Informática. Os cursos técnicos oferecidos pela escola são Desenvolvimento de Sistemas e Administração.

Figura 1. Escola Técnica Advogado José David Gil Rodrigues.



Fonte: Secretaria de Educação de Pernambuco, 2016.

Localizada na BR101 Sul, km 78, Jardim Jordão, Jaboatão dos Guararapes, a escola está estrategicamente no limite dos municípios de Recife e Jaboatão dos Guararapes,

beneficiando várias comunidades, como: Ibura, Jordão Alto, Jordão Baixo, Jardim Jordão, Monte Verde, Milagres, URs 1, 2 e 6, Prazeres, Curado, Cavaleiro, Muribeca, Dois Carneiros e Zumbi do Pacheco.

A atividade foi desenvolvida com a turma do 1º ano B (Técnico em Administração), com um total de 43 estudantes. A escolha dessa turma deveu-se ao fato de o conteúdo abordado (Origem da Vida, em especial) na investigação ser vivenciado pelos alunos durante o ano letivo. Além disso, as etapas do Método Científico vivenciadas durante a aplicação do projeto também são estudadas neste mesmo ano.

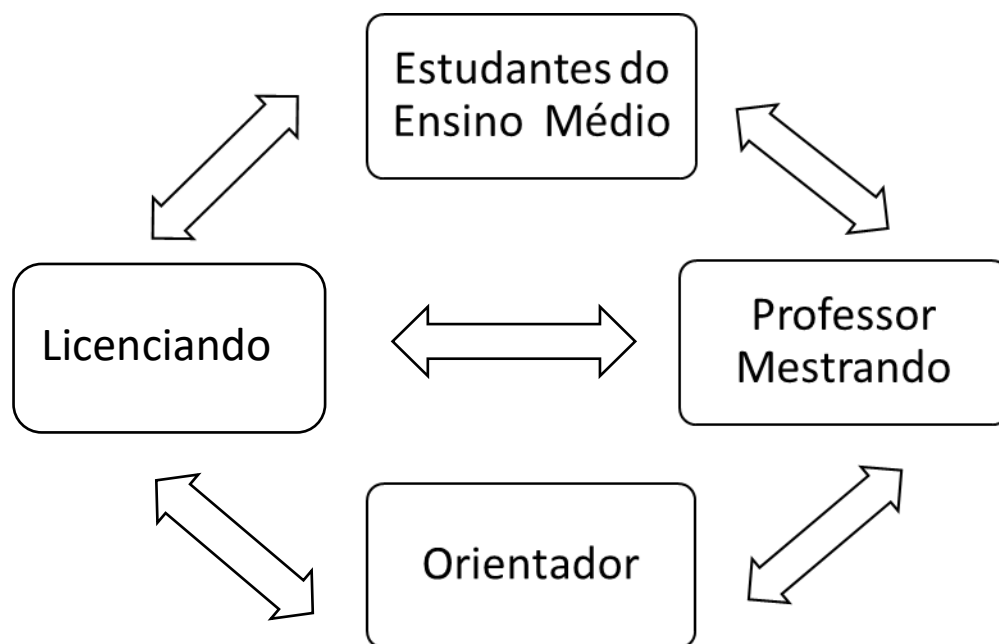
4.3.2 Aprovação pelas instâncias pertinentes e formação da equipe de trabalho

O Projeto foi aprovado pela gestão e coordenação pedagógica da escola, tendo o professor-mestrando obtido autorização para a utilização do espaço escolar para a realização da atividade. Além da sala de aula, foi destinado um local específico (laboratório especial) para a realização dos testes piloto e da aplicação do projeto como um todo.

Após a aprovação pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), o projeto teve permissão para ser executado juntamente aos estudantes. Todos os 43 estudantes da turma tiveram o consentimento dos responsáveis para a participação e desenvolvimento da pesquisa. Foram utilizadas fichas de autorização no formato pré-definido e aprovado pelo Comitê de Ética. Finalmente, o projeto foi aprovado nas instâncias internas do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, recebendo o aval para sua execução.

Para o desenvolvimento da pesquisa, os alunos foram distribuídos em seis grupos formados espontaneamente por sete integrantes. Para compor a equipe de pesquisa, além do mestrando e seu orientador, optamos por incluir um estudante de Licenciatura em Ciências Biológicas para assumir parte das responsabilidades pertinentes a um projeto complementar de acompanhamento dos alunos. Com isto, oportunizamos uma vivência prática de ensino ao licenciando, maximizamos o tempo de interação com o aluno do ensino básico, e promovemos a integração de quatro níveis: o aluno da escola, o licenciando, o mestrando e o orientador (Figura 2). Para este fim, foi realizado um processo de seleção entre licenciandos do Curso de Ciências Biológicas da UFPE, após a qual o estudante do segundo período Mauro Soares Monteiro passou a integrar o projeto.

Figura 2. Relação entre os membros participantes da pesquisa.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

4.3.3 Preparação da atividade experimental e condução de testes-piloto

Paralelamente à revisão de literatura pertinente ao(s) tema(s) abordados direta e indiretamente no projeto, o mestrando-professor e o licenciando realizaram um treinamento teórico-prático sobre diversidade, taxonomia, comportamento e bionomia de moscas necrófagas, desenvolvido no Laboratório de Insetos de Importância Forense, na Universidade Federal de Pernambuco. O estágio envolveu observações sobre estágios imaturos e adultos das moscas mais frequentemente associadas a matéria orgânica animal em decomposição, das famílias Sarcophagidae, Muscidae, Phoridae e Calliphoridae sob a colaboração dos doutorandos Diego Oliveira e Taciano Barbosa. Durante este estágio, foram testados diferentes formatos e iscas para maximizar a eficiência do desenho experimental.

Cerca de dois meses antes da apresentação do projeto aos alunos, nós conduzimos testes pilotos para a verificação da viabilidade e a aplicabilidade do projeto. Os testes serviram para definir o local de aplicação da atividade experimental na escola, os tratamentos a serem utilizados, materiais a serem utilizados, entre outros. Os tratamentos pré-selecionados foram testados em mais de uma ocasião, para averiguar a atração de moscas e viabilidade de forma geral. Foram testados tratamentos com carne processada (hamburger), baço imerso em água, barço misturado com terra, frango, entre outros.

Alguns tratamentos foram descartados devido a fatores externos ao fenômeno estudado, como por exemplo, a presença de fungos contaminantes em um curto espaço de tempo em um dos tratamentos (carne de hambúrguer). A partir dos testes, constatamos a factibilidade da aplicação da atividade experimental. Os tratamentos pré-selecionados foram testados e se observou que houve o aparecimento diferencial de moscas em alguns deles.

Após tentativas malsucedidas de teste em campo devido a intempéries (chuva e vento em excesso, por exemplo), optamos por realizar a atividade experimental em uma sala protegida (Figura 3), mas com amplo acesso a moscas, por meio de janelas mantidas constantemente abertas durante a exposição do material biológico.

Figura 3. Teste piloto em sala protegida com janelas.



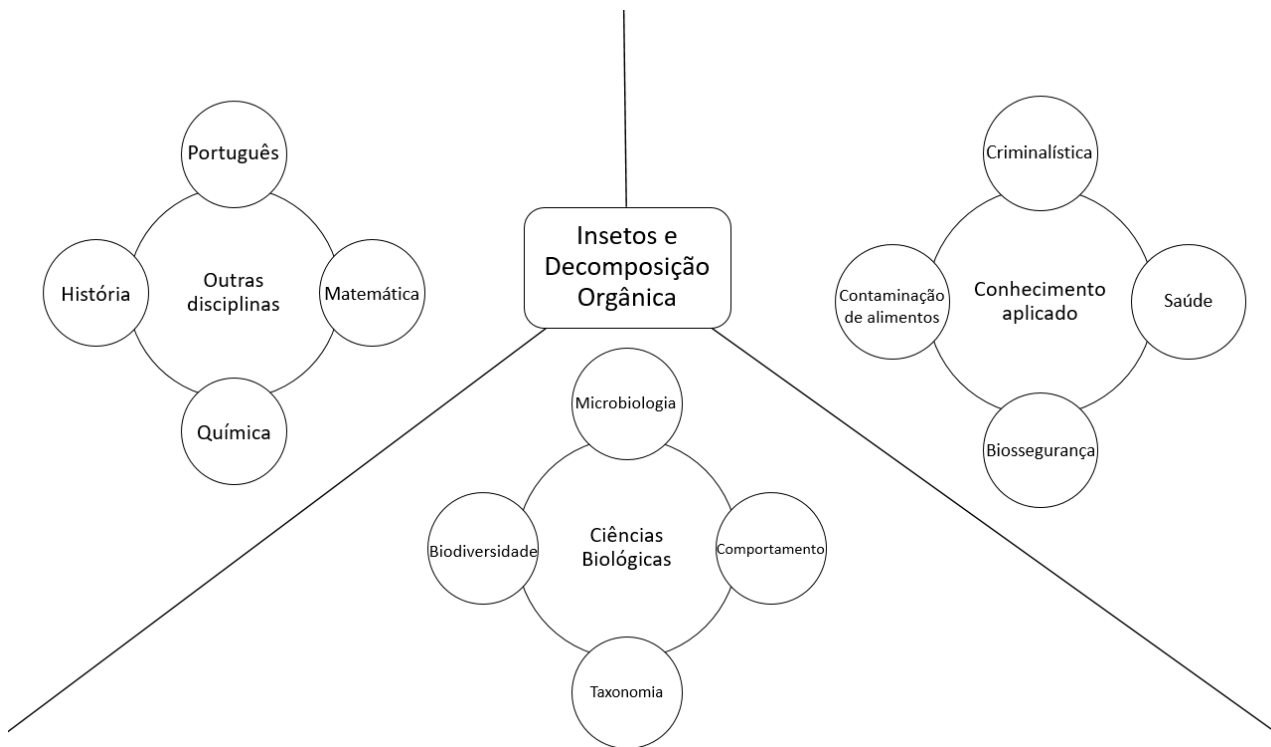
Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019

4.3.4 Definição dos eixos temáticos e construção do arcabouço teórico

A temática central do projeto – Decomposição Orgânica – possui elevado potencial interdisciplinar, podendo abranger diversas áreas: Ciências Biológicas, com a Biodiversidade, Taxonomia, Comportamento, Microbiologia e Fisiologia; Conhecimento Aplicado, com Saúde, Criminalística, Biossegurança e Contaminação de alimentos; e Outras Disciplinas, como Português, Matemática, Física, Geografia e História. Durante o desenrolar do projeto, diversas das áreas supracitadas foram trabalhadas com os estudantes em diferentes momentos, sendo algumas no período prévio, outras durante e outras após a atividade experimental.

Para nortear os trabalhos a serem desenvolvidos pelos grupos, foram definidos dois eixos temáticos: Criminalística e Saúde (Figura 4). A escolha desses temas se deu pela importância de reconhecer as moscas como insetos vetores de diversas doenças e também pela utilização de moscas para elucidar diversos crimes.

Figura 4. Potencial interdisciplinar do conteúdo biológico trabalhado na atividade experimental desenvolvida na ETE Advogado José David Gil Rodrigues.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019

4.3.5 Seleção das fontes de informação e consulta para disponibilização

Como fonte de consulta sobre o conhecimento biológico fundante do projeto, foram selecionadas coleções de livros didáticos de Ensino Médio e alguns artigos para que os estudantes pudessem consultar o material antes, durante e depois da realização da atividade experimental (Quadro 1). Tivemos a preocupação em selecionar obras em Português, compatíveis com o nível cognitivo dos alunos e amplamente acessíveis sem infringir direitos autorais. Todo o material foi impresso e disponibilizado para consulta presencial na biblioteca da escola. Além disso, o material também foi disponibilizado no formato PDF para os estudantes através do compartilhamento no aplicativo WhatsApp. Alguns materiais eram para consulta de todas as equipes, com informações gerais sobre diversidade e morfologia de insetos, holometabolismo, diversidade de dípteros, entre outros. Já outras fontes foram destinadas para as equipes de acordo com o eixo temático definido previamente.

Quadro 1. Livros e artigos disponibilizados aos alunos.

Tipo	Obra
Livro didático	AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. Biologia dos Organismos . Moderna, 2004
Livro didático	LOPES, S.; ROSSO, S. Conecte Bio . 2. ed. Saraiva, 2014
Livro Paradidático	MESSIAS, M. C. Vivendo com os insetos . 22. ed. FIOCRUZ, p. 51-63, 2011.
Artigo científico	PARADELA, E. P.; FIGUEIREDO, A. L. dos S.; GREDI, R. Entomologia forense: insetos aliados da lei , 2011. Disponível em: http://www.egov.ufsc.br/portal/conteudo/entomologia-forense-insetos-aliados-da-lei .
Artigo científico	SANTANA, C. S. de; VILAS BOAS, D.S. Entomologia Forense: insetos auxiliando a lei . Revista Ceciliana. dez 4(2), p. 31-34, 2012.
Artigo científico	GRIGULO, M. M. M. Entomologia Forense: Os insetos de maior importância para a Ciência Criminal . Disponível em: https://editora.unoesc.edu.br/index.php/jornadaintegradaembilogia/article/view/10213
Artigo científico	TORREZAN, R. M. Saúde pública e moscas domésticas: ação educativa em bairro da periferia urbana pobre . Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228649643_Saude_publica_e_moscas_domesticas_a_cao_educativa_em_bairro_da_periferia_urbana_pobre
Artigo científico	TORREZAN, R. M.; DIAS, L. S.; GUIMARÃES, R. B.; O Estudo de Moscas Domésticas e a Saúde Ambiental: atividades desenvolvidas pelo Laboratório de Geografia da Saúde da Unesp de Presidente Prudente , 2009.
Artigo científico	GOMES, P. M. da S.; SANTOS, A. M. M. dos; Moscas Sinantrópicas Nocivas, um desafio atual: <i>Musca domestica</i> L. (MUSCIDAE) E <i>Chrysomya megacephala</i> (FABRICIUS) (CALLIPHORIDAE) . Revista <i>SUSTINERE</i> . Rio de Janeiro, v. 3, n. 2. p. 89-106, jul-dez, 2015.

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

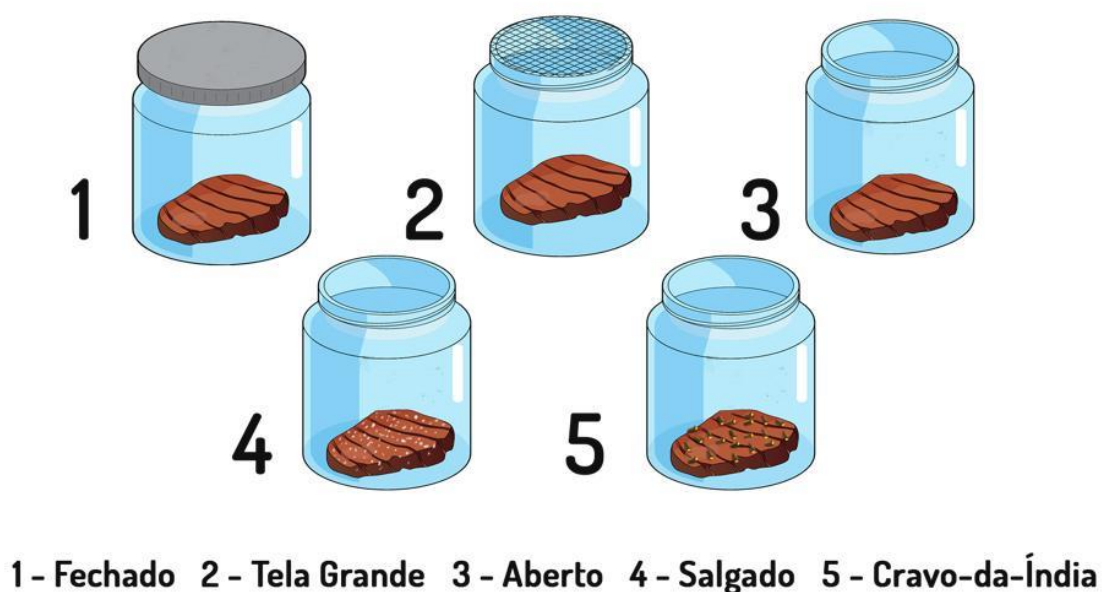
4.3.6 Construção coletiva do desenho experimental

De início, foram escolhidos diversos tipos de tratamentos para serem testados nos testes piloto, onde, a partir daí, seriam selecionados cinco tratamentos (1, 2, 3, 4 e 5) para a realização da atividade experimental. Diferentes materiais de origem animal como baço bovino, carne de hambúrguer industrializada e coxa de frango foram testados em diferentes momentos do projeto. Em rodas de conversa, a equipe discutiu os substratos animais que poderiam servir como tratamentos para a atividade. Professor e alunos levaram em consideração diversos fatores como custo, acessibilidade, facilidade para a preparação, pertinência para os temas abordados, periculosidade, público-alvo, entre outros.

Após a realização de alguns testes piloto, definimos três tratamentos comuns a todas as equipes com base na reprodução/validação da atividade experimental de Francesco Redi – um dos eixos norteadores da pesquisa. Em todos os tratamentos foram colocados 100 g de baço bovino, conhecido popularmente como “passarinha”, sendo o “1” com o recipiente fechado, o “2” coberto com uma tela com uma abertura que permitiria a passagem de algumas moscas e o “3” completamente aberto. Posteriormente a uma ampla discussão, na qual os alunos argumentaram fatores favoráveis e contrários aos mais extravagantes tratamentos

(carne carbonizada, exposta a ácido sulfúrico, para mencionar alguns), houve consenso por dois tratamentos, ambos completamente abertos. Os estudantes definiram como tratamento “4” o recipiente com o baço misturado a sal para testar o papel conservante do sal no retardo da decomposição e como tratamento “5” o baço misturado ao cravo-da-índia para verificar a eficácia de repelentes às moscas – de acordo com saberes prévios dos próprios estudantes. Os tratamentos são esquematizados na Figura 5.

Figura 5. Tratamentos selecionados para a atividade experimental.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

4.4 RESULTADOS

4.4.1 A construção do protocolo experimental: execução e resultados

Após o trabalho preliminar de leitura e familiarização com o conteúdo, e definição dos tratamentos, a etapa seguinte foi a fase experimental em si, ou seja, a exposição dos substratos para colonização. Reforçando nossa intenção de promover a autonomia dos alunos, estes participaram de todas as etapas. A preparação do material para o experimento foi realizada conjuntamente, conforme descrito na seção 4.3.6. Preparamos quatro repetições de cada um dos cinco tratamentos (**1** – fechado, **2** – tela grande, **3** – aberto, **4** – aberto com sal e **5** – aberto com cravo-da-índia), totalizando 20 unidades observacionais.

Além do substrato, os materiais utilizados foram: 20 potes de plástico transparentes (480 ml); material dos tratamentos 4 e 5 (20 g de sal de cozinha e 2 g de cravo-da-índia); tela plástica com abertura de 4 mm; sacos plásticos; 1 bisnaga de cola de contato; serragem de madeira; 2 m de tecido de musseline fino; Equipamento de Proteção Individual (EPI) – luvas (2 caixas), máscaras (2 caixas) e avental descartável especial (5 pacotes); 6 pinças.

O corte e a pesagem da carne utilizada foram feitos previamente pelo mestrando e pelo licenciando, para diminuir riscos com o manuseio de objetos cortantes pelos alunos. A carne utilizada foi colocada em sacos plásticos individuais, para evitar contaminação entre tratamentos ou por moscas previamente ao período desejado. Durante a montagem dos tratamentos, os alunos se responsabilizaram por algumas funções, como por exemplo, conferir o fechamento adequado dos potes plásticos no tratamento 1, colocar as telas no tratamento 2, promover a mistura do baço com o sal no tratamento 4 e com cravo-da-índia no tratamento 5, e etiquetar todos os potes.

Após a montagem dos substratos nos potes, estes ficaram expostos por um período de 48 horas na sala de laboratório com as janelas abertas, para que ocorresse a atração de moscas (Figura 6). Todos os potes foram etiquetados individualmente para facilitar a identificação durante toda atividade.

Figura 6. Fase de exposição dos tratamentos.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Cada grupo ficou responsável por realizar o acompanhamento e observação de cinco potes que foram distribuídos de forma aleatória (Quadro 2), sendo cada um deles de um tratamento diferente. Pelo fato de haver 20 potes no total, e a fim de viabilizar uma “checagem” das observações, alguns potes ficaram sob a responsabilidade de mais de um grupo.

Quadro 2. Distribuição aleatória dos tratamentos entre os grupos de alunos (I a VII), sendo 5 tratamentos (1 a 5) e quatro réplicas (A a D).

Grupos	Distribuição dos tratamentos por grupo				
I	1-A	2-B	3-C	4-D	5-A
II	2-A	3-B	4-C	5-D	1-A
III	3-A	4-B	5-C	1-D	2-A
IV	4-A	5-B	1-C	2-D	3-A
V	5-A	1-B	2-C	3-D	4-A
VI	1-C	2-B	3-B	4-C	5-A

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Após a “janela de exposição” por 48 horas, todo o material exposto (colonizado ou não por moscas) foi transferido para novos potes. Estes continham serragem de madeira, usada para promover um substrato adequado para o empupamento das larvas. Após a transferência, cobrimos todos os potes com um tecido de musselina fino, para promover o isolamento do meio, impedindo a evasão das larvas e a contaminação por outras moscas adultas, e para permitir a passagem de oxigênio (Figura 7).

Após a substituição dos potes, os substratos ficaram em observação durante 30 dias no mesmo laboratório onde ocorreu a fase de exposição, durante os quais cada grupo ficou responsável pelo preenchimento do formulário de acompanhamento da atividade. Esta tarefa foi realizada durante o intervalo do almoço, a cada dois dias (segundas, quartas e sextas) (Figura 8a). Cada observação durava em torno de 15 a 20 minutos e havia um revezamento entre os alunos do grupo, para garantir a participação de todos e buscando otimizar o tempo do intervalo destinado à atividade.

Assim que eram observadas moscas adultas dentro dos potes, estas eram coletadas e transferidas para pequenos potes (coletores de fezes) contendo álcool 70%. Nesta etapa, uma pequena parte das moscas conseguia escapar, mas podemos afirmar que mais de 90% dos exemplares eram efetivamente capturados. Cada um dos potes pequenos era etiquetado, constando as informações da data e de qual tratamento as moscas foram coletadas (Figura 8b).

Figura 7. Manutenção dos substratos pós-exposição para observação pelos alunos



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Após os 30 dias, a contabilização de todos os exemplares emergidos foi realizada, de modo que os alunos puderam inferir sobre o tempo de desenvolvimento das espécies. Na

etapa seguinte, os alunos realizaram a triagem e identificação do material biológico (adultos emergidos), a quantificação dos espécimes de acordo com a família. Nestes momentos, os estudantes se dirigiram ao Laboratório de Análises Clínicas da escola, a qual dispunha de microscópios estereoscópios (lupas) (Figura 9a). Os alunos não manusearam o material biológico colonizado em nenhum momento durante a realização do experimento; apenas o professor mestrando e o licenciando o manusearam após a fase de exposição. Somente ao final da atividade experimental, os estudantes realizaram o processo de contagem e identificação das moscas (Figura 9b), já imersas em álcool 70%, com uma pinça, e usando os equipamentos de proteção individual (EPI) listados anteriormente.

Figura 8. Observação, registros e coleta de material biológico: a) observação e registro dos estudantes e b) pote etiquetado após coleta.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019

Para o registro qualitativo e quantitativo dos dados, os alunos contabilizaram as moscas presentes em cada um dos potes coletados na fase anterior e preencheram uma tabela (Apêndice C) com as informações obtidas. Em seguida, realizaram a identificação das famílias das moscas coletadas na atividade experimental (Sarcophagidae, Calliphoridae, Phoridae e Muscidae), preenchendo uma nova tabela (Apêndice D), com informações referentes a quantidade de moscas por família.

Figura 9. Atividade no Laboratório de Análises Clínicas: a) manipulação do material biológico e b) contagem e identificação das moscas.

a)



b)



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Para auxiliar os estudantes acerca da identificação das famílias, foi projetada com um aparelho Datashow, uma chave de identificação simplificada priorizando as principais características morfológicas das famílias de moscas coletadas, construída conjuntamente com os doutorandos colaboradores, sob supervisão do orientador deste projeto (Figura 10).

Figura 10. Chave de identificação utilizada pelos grupos.

• moscas menores que 3 mm → *Phoridae*;

• moscas maiores que 3 mm

○ Metálicas → *Calliphoridae*;



Calliphoridae

○ Não metálicas : 3 listras → *Sarcophagidae*

4 listras → *Muscidae*



Muscidae



Phoridae



Sarcophagidae

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Procedeu-se então a análise dos dados obtidos com a representação dos resultados na forma de gráficos e tabelas. Quando combinados todos os resultados de todos os tratamentos

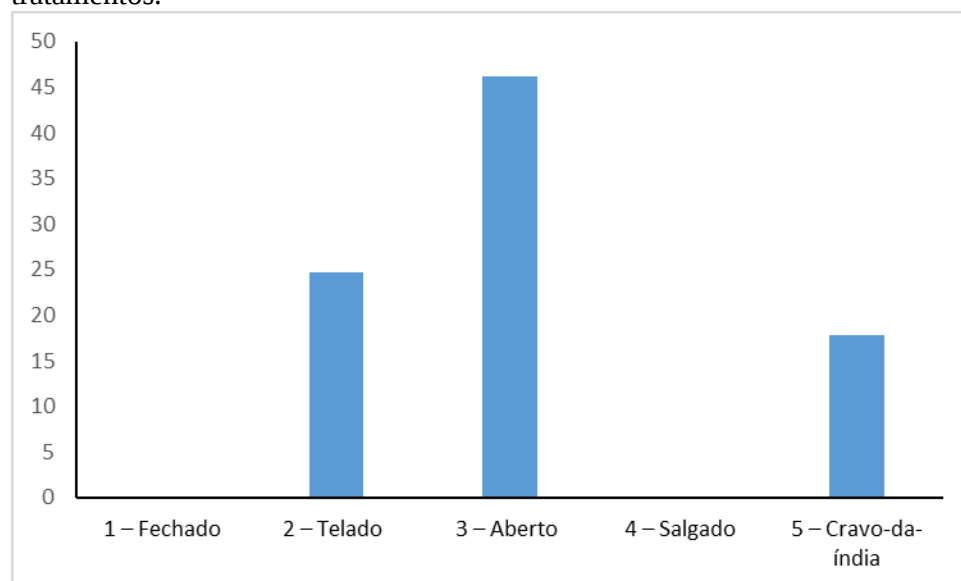
das sete equipes de estudantes, foi construída uma tabela coletiva de dados constando o número total de dípteros e um gráfico com as médias (Quadro 3 e Figura 11, respectivamente).

Quadro 3. Abundância de moscas emergidas a partir da colonização de iscas em diferentes tratamentos, por réplica.

Tratamento	A	B	C	D	Frequência absoluta
1 – Fechado	0	0	0	0	0
2 – Telado	33	25	19	22	99
3 – Aberto	41	59	37	48	185
4 – Salgado	0	0	0	0	0
5 – Cravo-da-índia	15	25	14	17	71

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Figura 11. Abundância média de moscas emergidas a partir da colonização de iscas em diferentes tratamentos.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019

Quanto à sua biodiversidade, os tratamentos colonizados apresentaram a presença de quatro famílias de moscas: Sarcophagidae, Calliphoridae, Muscidae e Phoridae, o que estava dentro do esperado, pois foram as mesmas que foram encontradas no período dos testes piloto. Vale ressaltar que, em estudos de sucessão, as famílias Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae são as mais usadas em estudos relacionados ao IPM, por sua frequente associação a carcaças (BYRD; CASTNER, *op. cit.*; OLIVEIRA-COSTA, *op. cit.*).

Moscas da família Phoridae possuem comprimento entre 0,75 e 8,0 mm, com aparência curva (aspecto corcunda) e voo ativo; possuem hábitos saprofíticos e suas larvas causam miíases no homem e em outros animais. Moscas da família Calliphoridae possuem comprimento entre 6,00 e 14,00 mm, com coloração metálica azul, violeta, verde ou cobre, sendo de grande importância para a estimativa do IPM em cadáveres humanos. Dípteros da família Muscidae são geralmente escuras, com comprimento entre 3,0 e 10,0 mm, sendo algumas espécies são transmissoras de doenças como a febre tifoide, antraz e disenteria. Adultos de Sarcophagidae são geralmente grandes, com comprimento entre 2,0 e 16,0 mm, de coloração cinza com três faixas pretas longitudinais no tórax e olhos vermelhos, sendo as fêmeas vivíparas que depositam larvas. (BYRD; CASTNER, *op. cit.*; OLIVEIRA-COSTA, *op. cit.*).

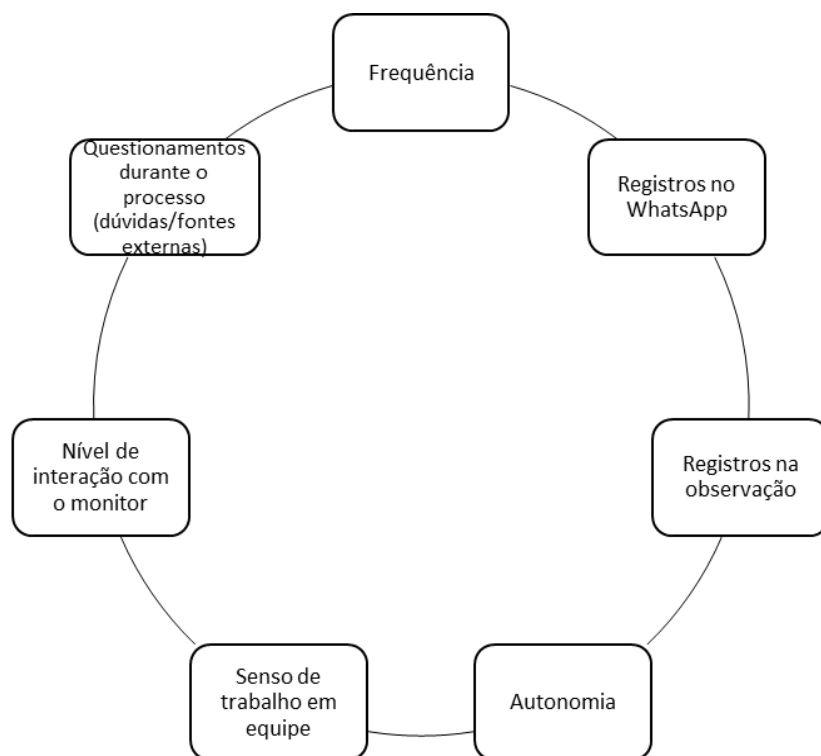
4.4.2 Mecanismos e estratégias de acompanhamento da atividade investigativa

Anteriormente ao início da atividade experimental, definimos alguns critérios para que o professor mestrando e o licenciando realizassem o acompanhamento da atividade investigativa desenvolvida pelos estudantes. Embora possam estar impregnados de subjetividade, buscamos criar critérios qualitativos, listados na Figura 12.

A frequência escolar do estudante foi um parâmetro utilizado para o acompanhamento da atividade que teve como ferramenta facilitadora o aplicativo SIEPE – Diário de Classe, utilizado pela Rede Estadual de ensino. Outro aplicativo também serviu como ferramenta de acompanhamento, o WhatsApp, após consulta aos alunos, que afirmaram ter acesso a internet pelos seus próprios aparelhos de celular. Cada equipe de alunos tinha um grupo de WhatsApp destinado ao compartilhamento de informações a respeito do projeto. Neste universo, os estudantes poderiam se comunicar, enviar fotos, links, vídeos e tirar dúvidas com o licenciando, que estava inserido em cada um dos grupos do aplicativo. Democraticamente, foram estabelecidas regras para que conteúdos pessoais ou externos ao projeto não fossem veiculados.

Durante o período de exposição do material, os grupos realizaram o preenchimento do formulário de acompanhamento da atividade (Apêndice 2). As fichas seguiam um modelo elaborado pelo professor mestrando e pelo licenciando, e continha tópicos listados que os alunos preenchiam de acordo com o andamento da atividade experimental.

Figura 12. Representação sintetizada dos critérios de acompanhamento da atividade investigativa.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Ao longo da aplicação do projeto, buscamos possibilitar desde o início um alto grau de autonomia aos alunos. Os estudantes estavam inseridos no processo de construção da atividade experimental, desde sua fase inicial até o seu desfecho.

O senso de trabalho em equipe foi um critério utilizado para estimar o nível de interação do estudante com os seus colegas de equipe. Em diversas etapas do trabalho, foi necessário que os alunos interagissem entre si realizando observações e registros, discutindo hipóteses, compartilhando informações e chegando a conclusões que se deram de forma conjunta. Também foi verificado o nível de interação dos estudantes com o licenciando. Observamos a frequência com que os estudantes consultavam o licenciando para tirar dúvidas, pedir sugestões, tanto pessoalmente quanto através do grupo de WhatsApp do qual faziam parte.

4.4.3 Acompanhamento e avaliação do produto: relatório

Além de acompanhar o desenvolvimento da atividade investigativa em si, ou seja, o “processo”, definimos critérios para a avaliação dos estudantes após a realização da atividade experimental por meio da construção de um “produto”.

Para a produção textual, consideramos a capacidade de os alunos transcreverem as informações e os resultados obtidos ao final do processo de forma contextualizada, clara e objetiva, seguindo uma padronização determinada. Também foi observada a utilização de recursos adicionais, como tabelas e figuras para representação dos dados coletados e dos resultados alcançados.

Para a elaboração do Relatório da Investigação Científica (RIC), estabelecemos regras de produção textual, tendo como base algumas normas da ABNT. Os grupos receberam um “esqueleto” do relatório que seria construído, exibindo a estruturação e os tópicos (Quadro 4) que deveriam ser seguidos para a construção do texto.

Todo o texto deveria ser redigido com fonte Arial ou Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento entre linhas de 1,5 cm e o texto justificado. As margens superior e esquerda com 3 cm e inferior e direita com 2 cm. As páginas deveriam ser numeradas (com exceção da capa, contracapa e sumário).

Quadro 4. Formatação sugerida para o Relatório da Investigação Científica (RIC).

Segmento	Estruturação
Capa	Autores, título do trabalho, local e data.
Contracapa	Autores, título do trabalho, nome da escola; indicação da disciplina; nome do professor; local e data.
Sumário	Enumeração dos capítulos do trabalho, na ordem em que aparecem no texto, com a página inicial de cada capítulo.
Introdução	Apresentação geral do assunto do trabalho, objetivos e finalidade da pesquisa.
Desenvolvimento/Fundamentação Teórica	Apresentação histórica e científica do trabalho, através de citações e comentários sobre a literatura relevante que serviu de base à investigação.
Resultados e Discussão	Os resultados da pesquisa são analisados, acompanhados por gráficos, tabelas, mapas e figuras
Conclusão	Conclusões fundamentadas nos resultados e na discussão, contendo deduções lógicas.
Anexos e apêndices	Contendo imagens e outros artefatos produzidos pelo grupo durante a atividade.
Referências Bibliográficas	Apresentadas em forma de listagem de acordo com um sistema de chamada.

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Devido à natureza do experimento e dos conteúdos abordados ao longo do projeto, esperava-se que os relatórios de iniciação científica (RIC) contemplassem alguns dos (ou todos) tópicos alistados no Quadro 5.

Quadro 5. Conteúdos presentes no RIC, trabalhados na atividade experimental.

Tema	Conteúdo
Origem da vida	Experimento de Redi
Insetos	Holometabolismo
Biodiversidade	Família de Moscas
Fungos	Surgimento de fungos
Biossegurança	Utilização do EPI
Metodologia Científica	Etapas do Método Científico
Estatística	Construção de tabelas e gráficos
Conhecimentos Aplicados	Saúde e Criminalística

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019

Embora seja extremamente difícil excluir a subjetividade deste processo, buscamos categorizar cada um dos critérios em 4 níveis: muito bom, bom, regular e insuficiente. Estes índices foram utilizados para verificar os procedimentos avaliativos utilizados. Naturalmente, não se trata de um processo totalmente excludente, e nossa intenção foi atribuir conceitos mais fluidos nesta avaliação. Para acompanhamento da produção textual, priorizamos, por exemplo, a correção conceitual e o respeito às normas cultas da redação, além do uso de fontes científicas confiáveis, evitando sites de baixa cientificidade, como o Wikipedia (Quadro 6).

De modo geral, todas as equipes obtiveram classificação muito boa em quase todos os critérios (Quadro 7).

No que se trata da *organização textual*, os relatórios foram escritos de forma bem sucinta, clara e objetiva. Os grupos conseguiram repassar as informações adequadas, com textos que seguiram uma sequência lógica e de agradável leitura. Além disso, havia poucos erros de ortografia, gramática e de redação de um modo geral na maioria dos trabalhos. Quanto à *adequação as normas de produção textual*, todas equipes obtiveram classificação boa ou muito boa. Os trabalhos foram produzidos de acordo com as normas estabelecidas previamente. Os grupos não apresentaram dificuldade para se adequarem aos requisitos exigidos, uma vez que os estudantes já estavam habituados a produzir trabalhos de produção textual com professores de outras disciplinas, o que os torna familiarizados com o padrão de escrita solicitado.

Sobre a *contextualização dos conteúdos*, todos os grupos obtiveram classificação boa ou muito boa. Os mesmos conseguiram contextualizar bem os tópicos listados no relatório (Quadro 5) com os conteúdos trabalhados ao longo da atividade, trazendo informações e

resultados obtidos durante a atividade experimental e através de pesquisas em artigos e sites confiáveis da internet. Quanto à *precisão nos dados coletados*, todas as equipes obtiveram classificação boa ou muito boa. No momento da triagem, quantificação e identificação do material biológico coletado, os grupos obtiveram 100% de acerto no preenchimento dos dados nas tabelas. Além disso, ao longo da atividade experimental, alguns questionamentos surgiram por parte dos grupos no período de observação. Estes utilizaram fontes confiáveis, como livros e artigos, como fonte de pesquisa para suas dúvidas.

Quadro 6. Descrição resumida dos níveis utilizados nos critérios de avaliação da produção textual.

Critério	Muito bom	Bom	Regular	Insuficiente
<i>Organização textual</i>	Texto escrito de forma clara, sucinta, objetiva, em sequência lógica com poucos erros ortográficos	Texto bem escrito, com falhas na sequência, e alguns erros ortográficos	Texto com erros de redação e de organização, vários erros ortográficos	Texto escrito de forma confusa, redundante, sem sequência lógica, com muitos erros ortográficos
<i>Adequação as normas de produção textual</i>	Relatório atendeu > 75% das normas solicitadas	Relatório atendeu entre 50% e 75% das normas solicitadas	Relatório atendeu entre 25% e 50% das normas solicitadas	Relatório atendeu < 25% das normas solicitadas
<i>Contextualização dos conteúdos</i>	Conteúdos abordados de forma adequada, totalmente relacionados aos assuntos trabalhados	Conteúdos abordados de forma adequada, bem relacionados ao assuntos trabalhados	Conteúdos abordados superficialmente mal relacionados ao assuntos trabalhados	Conteúdos abordados de forma inadequada, sem relação com os assuntos trabalhados
<i>Precisão nos dados coletados</i>	Dados coletados com 90-100% de acertos (triagem e identificação). Uso de fontes científicas confiáveis	Dados com 70-90% de acertos (triagem e identificação). Uso de fontes confiáveis	Dados com 50-70% de acertos (triagem e identificação). Uso de fontes pouco confiáveis	Dados coletados incorretamente (triagem e identificação). Uso de fontes não confiáveis
<i>Qualidade de figuras, tabelas e gráficos</i>	Imagens nítidas, relacionadas ao conteúdo. Tabelas e gráficos com os dados precisos	Imagens nítidas, relacionadas ao conteúdo. Tabelas e gráficos com poucos dados incorretos	Imagens sem nitidez, pouco relacionadas ao conteúdo. Tabelas e gráficos com dados incorretos	Imagens desconectadas ao conteúdo; ausência de imagens. Ausência de tabelas e gráficos

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019

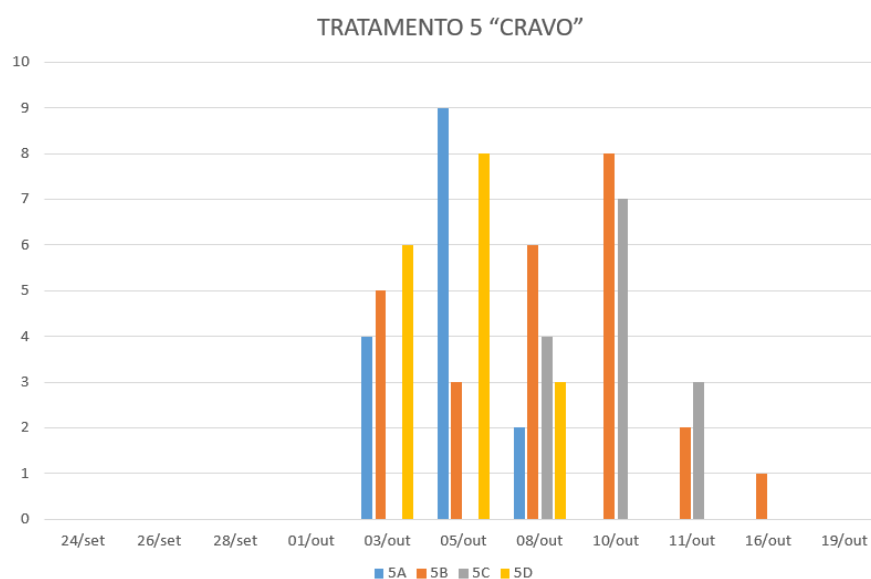
Quadro 7. Resultados da Avaliação Textual.

Critério	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V	Grupo VI
Organização textual	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom
Adequação as normas de produção textual	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Bom	Bom	Muito bom
Contextualização dos conteúdos	Muito bom	Bom	Bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom
Precisão nos dados coletados	Muito bom	Bom	Bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom
Qualidade de figuras, tabelas e gráficos	Muito bom	Bom	Bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019

Por fim, sobre a *qualidade de figuras, tabelas e gráficos* todos grupos obtiveram classificação boa ou muito boa. As equipes construíram tabelas e gráficos para representar os dados coletados no processo de triagem, quantificação e identificação das moscas das diferentes famílias. As figuras utilizadas no RIC foram de boa qualidade, relacionadas ao conteúdo, de forma clara e sem excesso de informação. Além disso, tiveram a preocupação de inserir fotos de sua própria autoria das etapas vivenciadas na atividade experimental. Um exemplo de uma figura construída pelos alunos representa o registro diário do número de moscas adultas nos potes do tratamento “Cravo”, em suas quatro réplicas (Figura 13).

Figura 13. Gráfico construído por um dos grupos para representação dos dados coletados.



Fonte: extraído do relatório de investigação científica orientado pelo autor, 2019.

4.4.4 Acompanhamento e avaliação do produto: seminário

O desfecho de toda a pesquisa se deu com as apresentações dos seminários das seis equipes, sendo três com a temática de Criminalística e as outras três com a temática de Saúde. Todos os grupos utilizaram os temas correlatos como norteadores para as apresentações, trazendo também os conteúdos vivenciados ao longo da pesquisa, explicando as fases do projeto e os resultados encontrados ao final do processo, em sincronia com dados apresentados nos relatórios produzidos previamente.

Por sua vez, os seminários foram avaliados com base na desenvoltura, familiaridade com o conteúdo e com os procedimentos, entre outros (Quadro 8). Durante a exposição oral (Figura 14), observamos a capacidade de transmitirem o conteúdo demonstrando domínio, em uma sequência lógica, de maneira contextualizada. Por fim, analisamos a forma de se expressar, a postura durante a apresentação e a qualidade dos recursos visuais utilizados (figuras, tabelas e gráficos) nos slides.

Figura 14. Apresentação dos seminários.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019

Foram feitos registros visuais (fotografias e vídeos de curta duração) durante os seminários e, ao final das apresentações, os estudantes receberam um certificado para parabenizá-los pelo trabalho realizado ao longo da pesquisa (Figura 15). Depois disso, houve um momento de confraternização com os estudantes, para comemorar o encerramento da atividade.

Quadro 8. Descrição sintetizada dos índices utilizados nos critérios de avaliação dos seminários.

Critério	Muito bom	Bom	Regular	Insuficiente
<i>Domínio do Conteúdo</i>	Demonstração de bastante conhecimento acerca do tema	Demonstração de conhecimento razoável acerca do tema	Demonstração de conhecimento superficial do tema	Demonstração de conhecimento sofrível acerca do tema
<i>Qualidade dos recursos visuais</i>	Slides com textos pouco densos, com maior presença de tópicos; grande quantidade de imagens relacionadas ao texto; uso de recursos adicionais	Slides com textos pouco densos, com presença de alguns tópicos; quantidade considerável de imagens relacionadas ao texto	Slides com textos densos, com poucos tópicos; pequena quantidade de imagens relacionadas ao texto	Slides com textos muito densos; imagens escassas, de baixa qualidade ou descontadas ao texto
<i>Oratória</i>	Expressão de forma correta, clara, com vocabulário e postura adequados	Expressão de forma correta, um pouco confusa, com vocabulário e postura adequados	Expressão de forma correta, um pouco confusa, com vocabulário e postura inadequados	Expressão de forma incorreta, confusa, com vocabulário e postura inadequados
<i>Cumprimento do tempo e organização das ideias</i>	Apresentação de forma organizada, em uma sequência lógica, dentro do tempo estipulado	Apresentação de forma organizada, em uma sequência lógica, um pouco acima do tempo estipulado	Apresentação de forma pouco organizada, sem uma sequência lógica, um pouco acima do tempo estipulado	Apresentação de forma desorganizada, sem uma sequência lógica, muito acima do tempo estipulado
<i>Contextualização dos conteúdos</i>	Conteúdos abordados de forma adequada, bem relacionados ao assuntos trabalhados	Conteúdos abordados de forma adequada, relacionados ao assuntos trabalhados	Conteúdos abordados de forma superficial, mal relacionados ao assuntos trabalhados	Conteúdos abordados de forma inadequada, sem relação com os assuntos trabalhados

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Acerca do *domínio do conteúdo*, todas as equipes obtiveram classificação muito boa. Os estudantes manifestaram grande conhecimento sobre o tema, demonstrando terem utilizado as fontes complementares sugeridas pelo professor (Livros Didáticos do Ensino Médio e Artigos Científicos) e outras fontes as quais pesquisaram.

No que se trata da *qualidade dos recursos visuais*, todas os grupos obtiveram classificação boa ou muito boa. Os alunos utilizaram diversos recursos visuais como diagramação, formatação dos slides, entre outros. Houve inserção de recursos tecnológicos acima do nível da turma, por sua complexidade. Por exemplo, um dos grupos utilizou uma plataforma de apresentação audiovisual denominada *Prezi*, o que demonstra conhecimento diferenciado no que diz respeito a utilização de novas tecnologias (Figura 16). Os demais, utilizaram os programas convencionais (Power Point e formato PDF).

De modo geral, todas as equipes obtiveram classificação muito boa em quase todos os critérios (Quadro 9).

Quadro 9. Resultados da Avaliação dos Seminários.

Critério	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V	Grupo VI
Domínio do Conteúdo	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom
Qualidade dos recursos visuais	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Bom	Muito bom
Oratória	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom
Cumprimento do tempo e organização das ideias	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Contextualização dos conteúdos	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom

Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019

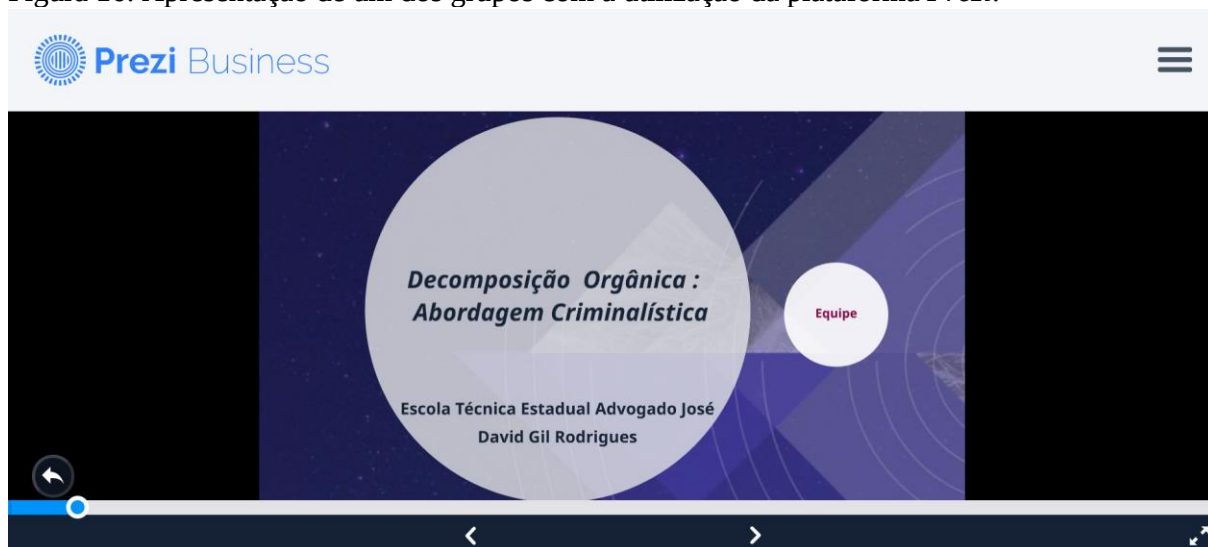
Figura 15. Alunos do 1º B ADM após receber o certificado de conclusão do projeto.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019

A quantidade de texto utilizada nos slides, de forma geral, era bastante reduzida, contando mais com tópicos que auxiliavam os estudantes para que pudessem desenvolver o conteúdo. Foram utilizados tabelas e gráficos para demonstrar os resultados obtidos a partir do experimento realizado. O uso dessas ferramentas possibilitou que os estudantes apresentassem suas conclusões de forma mais fácil.

Figura 16. Apresentação de um dos grupos com a utilização da plataforma Prezi.



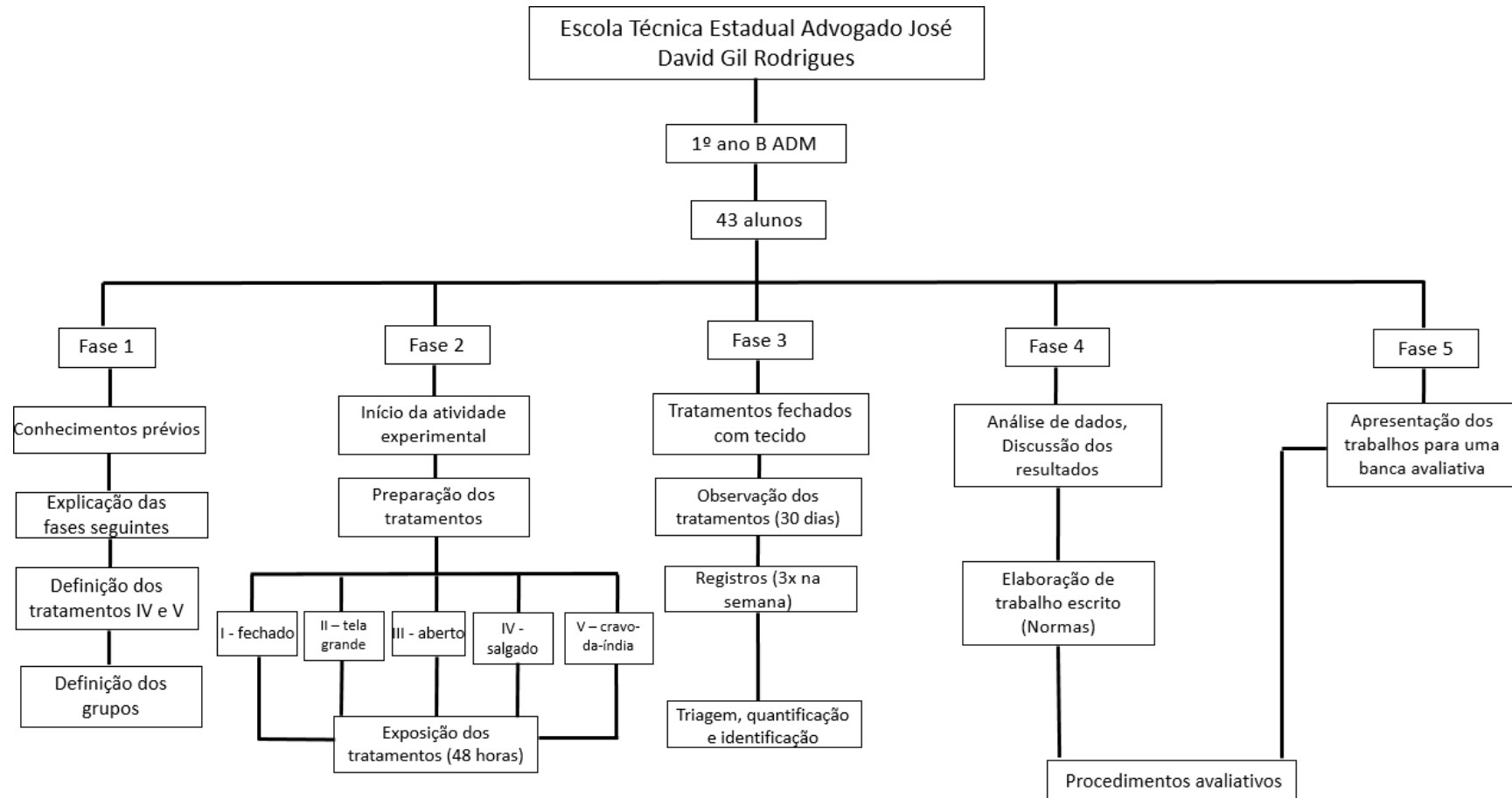
Fonte: seminário de um dos grupos orientado pelo autor, 2019.

Com relação à *oratória*, todas as equipes obtiveram classificação muito boa. A desenvoltura dos alunos foi surpreendente, superando as expectativas de todos os envolvidos no projeto. A priori, muitos ficaram nervosos com o fato de terem de realizar a apresentação diante colegas de outras turmas e alguns membros da escola, como coordenadores e professores de outras disciplinas. Porém, muitos dos que demonstraram insegurança inicialmente, se mostraram bastante seguros ao expor o trabalho para um auditório repleto de expectadores.

Sobre o *cumprimento do tempo e organização das ideias*, todos os grupos obtiveram classificação boa. Observou-se uma grande dificuldade no cumprimento do tempo estipulado. Por se tratar de um conteúdo bastante rico e que tem um potencial multidisciplinar bastante elevado, os alunos acabaram excedendo um pouco (cerca de 3 minutos) o tempo máximo de apresentação dos seminários.

Finalizando, na *contextualização do conteúdo*, todas as equipes obtiveram classificação muito boa. Algumas delas trouxeram exemplos além dos que foram trabalhados em sala de aula, como exemplos de larvas causadoras de miíases, conteúdo relativamente pouco explorado na atividade investigativa por questões de tempo e foco.

Figura 17. Fluxograma da metodologia da atividade experimental.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019

4.5 DISCUSSÃO

Nesta seção, buscamos comentar a estruturação e os resultados da atividade investigativa, a partir de nossas expectativas e priorizando a aplicabilidade da nossa experiência para outros cenários. Destacamos pontos positivos e alguns obstáculos do experimento que podem servir como guia para futuros professores do Ensino Médio.

4.5.1 Uma abordagem diferenciada sobre a Decomposição Orgânica: do resgate dos conhecimentos prévios a aplicação da atividade experimental

A receptividade dos alunos do 1º ano B de ADM ao saberem que seriam a turma a qual o projeto seria aplicado foi um misto de empolgação, nervosismo e ansiedade. Saber que fariam parte de um projeto de Mestrado e que produziriam ciência, gerou um grande “ar de responsabilidade” em volta da turma. Mas, assim que a proposta foi feita, a aceitação foi imediata. Logo que foi apresentado à turma, o tema central da pesquisa deu início a debates acerca do conteúdo Decomposição Orgânica, por meio de uma exposição dialogada (seis aulas da carga horária de Biologia) com os estudantes, na qual foram discutidos os principais conceitos que seriam trabalhados no projeto, a partir da experiência prévia dos discentes.

Devemos lembrar que novas informações aprendidas estão ancoradas em proposições ou conceitos que já existiam na estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 1999). De acordo com Ausubel *et al.* (1980, p. 137), “se tivéssemos que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diríamos: o fator singular que mais influência a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine-o de acordo”. Partindo desse pressuposto, durante a abordagem do conteúdo, realizamos o resgate de conhecimentos prévios dos estudantes, acerca do que entendiam como decomposição, para que, a partir daí, pudéssemos guiar o projeto baseado nessas concepções.

A priori, a turma associou o termo decomposição orgânica à degradação, morte, apodrecimento, microrganismos e mau cheiro. Resultados semelhantes foram relatados por Smith e Anderson (1986), segundo os quais os alunos têm consciência que os corpos se decompõem em morte e podridão através de um processo cíclico. Também foi documentado por Martínez e Gayoso (2005) que para os alunos, a decomposição significa que a matéria foi usada, consumida ou que “desapareceu”.

Desde o início, um dos objetivos foi promover um maior grau de autonomia dos estudantes, que se fez presente desde o início do projeto. Para (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 97-114):

“No ensino por investigação, os alunos enfrentam problemas cuja resolução requer seu engajamento e o desenvolvimento de estratégias com relativo grau de autonomia. Tal engajamento e autonomia dependem de os estudantes reconhecerem a questão-problema que orienta a investigação; se essa questão se coloca distante ou fora da estrutura cognitiva do aluno, não há como ser reconhecida como um problema a ser investigado. Nesses casos, o papel do professor tem uma relevância destacada; é ele que, recuperando conhecimentos já estabelecidos, dirigindo o foco de atenção dos alunos, oferecendo condições e produzindo estímulos adequados, poderá situar questões-problema em processos que chamamos de investigação guiada pelo professor.”

Com o início da atividade experimental, os alunos participaram da preparação dos tratamentos. Eles demonstraram muito interesse em “botar a mão na massa”, se mostrando bastante proativos e interessados com o projeto. Para Sasseron e Carvalho (2011), as atividades investigativas no ensino de ciências devem fornecer aos estudantes o manuseio de materiais e ferramentas para a realização de atividades práticas, a análise de dados e o uso de linguagens para comunicar aos outros suas hipóteses e sínteses.

No período de exposição do material, os estudantes elaboraram as hipóteses do que esperavam encontrar ao final da atividade experimental em relação a cada um dos tratamentos. Como atividade extraclasse, contaram com o auxílio do professor e do licenciando, que orientaram os alunos, tomando como base os conhecimentos prévios e adquiridos em pesquisas realizadas no processo de escolha dos tratamentos na fase anterior, associados ao que estavam observando com relação a visita das moscas nas iscas expostas.

No ensino por investigação, o papel do professor é de orientador do processo de investigação, incentivando a elaboração de hipóteses, realizando a promoção de condições para a averiguação de dados, ajudando nas argumentações e guiando atividades nas quais os estudantes reconhecem as razões de seus procedimentos (TRIVELATO; TONIDANDEL, *op. cit.*).

Durante esse processo, os estudantes realizaram uma rotatividade entre os membros do grupo, garantindo a participação de todos nessa atividade. Esse foi um dos fatores observados para avaliar o senso de trabalho em equipe. A aprendizagem é sempre ativa e colaborativa, ou seja, com elementos que destacam a ação e o trabalho em conjunto ou equipe (RUTHES; CUNHA, 2008).

Durante as observações, diversos fenômenos chamaram a atenção dos alunos ao longo do processo de holometabolia das moscas. Primeiramente, a quantidade de larvas presentes nos tratamentos impressionou bastante os alunos. De início, os estudantes perceberam que as larvas e pupas diferiam em tamanho e coloração e por conta disso,

chegaram a realizar perguntas, como por exemplo: “Essa larvinha vai crescer e ficar do tamanho dessa outra quando?”.

Os estudantes associaram a mudança de coloração e a ausência de movimentação como características marcantes para identificar o desenvolvimento das larvas em pupas. Quando as moscas adultas começaram a emergir, os alunos ficaram maravilhados com o fato de poder acompanhar o processo de metamorfose completa, onde antes existiam apenas larvas e agora haviam moscas.

Ao final da atividade experimental, os grupos conseguiram concluir que nem todas as larvas se desenvolveram completamente, chegando a fase adulta. Também observaram que algumas moscas já possuíam características estruturais bem diferentes umas das outras, quanto ao tamanho e coloração, como ocorreu também em relação às larvas. Diante disso, os estudantes concluíram que as larvas e pupas com características diferentes deram origem à moscas com características diversas por pertencerem a famílias diferentes.

Na educação científica, os alunos precisam sobretudo de capacidade para organizar e interpretar informações, para poder lhe dar sentido. Pois, como futuros cidadãos, precisarão muito ter capacidade para buscar, selecionar e interpretar informações (POZO; CRESPO, *op. cit.*, p. 24). Acerca disso:

a extrema complexidade do mundo atual não mais permite que o ensino médio seja apenas preparatório para um exame de seleção, em que o estudante é perito, porque treinado em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão. O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso (BRASIL, 2008, p. 106).

4.5.2 A construção de competências por meio da atividade experimental

Foi de grande entusiasmo dos alunos o momento em que os grupos se dirigiram para o laboratório para realizar a triagem, quantificação e identificação do material coletado. O fato de estarem em um ambiente fora da sala de aula, utilizando os EPI's (avental descartável, máscaras, luvas), pinças e lupas, gerou bastante empolgação e interesse dos alunos. Cada uma das equipes recebeu os potes pelos quais ficaram responsáveis de realizar o acompanhamento nas fases anteriores. Todos se mostraram dispostos a manipular o material biológico, promovendo a contagem das moscas de cada pote, realizando a identificação das famílias das moscas e preenchendo as tabelas com as informações coletadas.

Como era esperado, o tratamento que estava fechado não teve o desenvolvimento de moscas, semelhante ao resultado encontrado no experimento realizado por Francesco Redi ao declarar: “nos frascos fechados, não vi um verme sequer, mesmo após muitos dias de

colocação da carne” (REDI, 1909 *apud* MENEZES, 1993). Todas as equipes obtiveram êxito com relação a hipótese do não surgimento de moscas para os potes deste tratamento, reiterando a conclusão obtida pelo renomado cientista.

Os alunos esperavam que não houvesse colonização no tratamento salgado, desde a elaboração de suas hipóteses baseada em seus conhecimentos prévios. O salgamento (salga) é um procedimento usado na conservação de carnes e produtos derivados, sendo de grande importância em regiões onde o acesso à refrigeração é difícil, como, por exemplo, em muitos lugares do Nordeste do Brasil (FURTADO *et al.*, 1992; SILVA SOBRINHO *et al.*, 2004). Portanto, diversos estudantes estão habituados a esse processo, pois consomem carnes que passaram por esse método de conservação.

Nos potes com tratamento Salgado, também foi verificado que não houve o desenvolvimento de moscas. A adição de sal causa a desidratação do tecido animal, retirando a água da carne pelo processo de Osmose. Por esse motivo, a utilização do sal em alimentos está relacionada à capacidade de inibir o desenvolvimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes (FURTADO, *op. cit.*). O sal não tem poder de matar os microrganismos, porém impede sua proliferação e, conseqüentemente, os processos de atividade biológica, como a fermentação e a decomposição (NÓBREGA, 1982). Vale destacar que as toxinas das bactérias e larvas de insetos de um modo geral não são destruídas pela ação do sal (RODRIGUES *et al.*, 1989).

Com base nos dados encontrados no Quadro 3 e na Figura 11, o tratamento aberto foi o que teve maior incidência de moscas em quantidade absoluta, apresentando a maior média aritmética do total de moscas por tratamento. Os estudantes acreditavam que o tratamento aberto teria maior número de moscas devido ao fato de não possuir nenhuma barreira física (ex.: tampa ou tela) ou a presença de algum repelente (ex.: sal ou cravo-da-índia), como nos outros tratamentos da atividade experimental. Neste caso, as hipóteses dos grupos foram compatíveis com o resultado obtido com relação a esse tratamento.

Os potes dos tratamentos telado e de cravo-da-índia foram os que geraram maiores dúvidas nos alunos quanto aos resultados, e estas dúvidas eram compartilhadas pelo próprio professor, favorecendo uma atmosfera de cooperação e descoberta. Os estudantes não sabiam se a tela seria uma barreira física eficiente para impedir a entrada das moscas nem se o cravo-da-índia conseguiria repelir as moscas de forma eficiente. Observou-se, a partir dos dados coletados, que a média da incidência das moscas no pote telado foi superior a do pote com

cravo-da-índia, indicando que o cravo-da-índia obteve um efeito repelente maior que o da tela.

O cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) é utilizado como repelente de insetos como moscas, mosquitos e formigas desde o século II a.C. na China, sendo usado em forma de pó como inseticida para armazenamento de alimentos (KIM *et al.*, 2003; MAZZAFERA, 2003). O óleo essencial possui diversas substâncias em sua composição, entre elas o eugenol, com efeito analgésico, antiinflamatório, cicatrizante, nematocida, fungicida, bactericida e inseticida (COSTA, 2003). Possivelmente, o forte cheiro exalado pelo cravo-da índia manteve as moscas afastadas por um tempo, visto que as moscas localizam o substrato alimentar graças a órgãos sensoriais bastante adaptados para detectar odores, como é o caso das moscas-varejeiras da família Calliphoridae, que estão entre os principais invertebrados consumidores de carcaças (BYRD; CASTNER, *op. cit.*).

O uso da tela não impediu o desenvolvimento de moscas, pois a abertura da tela de tamanho 4 mm possibilitava a entrada das mesmas, permitindo o acesso ao substrato. Porém, a média aritmética da incidência de moscas desse tratamento (24,75) foi menor do que a encontrada nos potes do tratamento aberto (46,25). A tela, de certa forma, serviu como uma barreira física, selecionando moscas de menor porte. Importante levar em consideração o fato que o uso da tela não interferiu na biodiversidade das moscas coletadas no tratamento aberto, já que as famílias presentes em todos os tratamentos em que houve colonização foram as mesmas. Devido ao fato de a abertura da tela ser de 4 mm, isso pode ter sido um fator limitante para a visitação de algumas moscas de maior tamanho, visto que moscas de famílias diferentes possuem comprimentos variados.

4.5.3 Novas formas de “trabalhar”, “acompanhar” e “avaliar” a construção do conhecimento biológico

O uso de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) vem sendo cada vez mais utilizada na educação, tanto presencial quanto à distância (EAD). Escolas vêm utilizando aparelhos datashow, lousas digitais, computadores e outros recursos tecnológicos, a fim de que alunos e professores utilizem dessas ferramentas em suas aulas e em momentos extraclasse para facilitar o processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com Almeida (2008), “para incorporar a TIC na escola, é preciso ousar, vencer desafios, articular saberes, tecer continuamente a rede, criando e desatando novos nós

conceituais [...]”. Dessa forma, a utilização de novos recursos na educação pode contribuir para o aprendizado dos estudantes e servir como ferramentas úteis ao professor.

Durante o acompanhamento da atividade investigativa, fizemos o uso do aplicativo WhatsApp como ferramenta para comunicação entre os estudantes de um mesmo grupo e com o licenciando. Foram criados seis grupos no aplicativo, todos supervisionados pelo licenciando, que ficou como administrador de cada um deles. De início, repassamos as regras de convivência que deveriam ser seguidas pelos estudantes, afim de que a sua finalidade não fosse descumprida.

O aplicativo foi de grande utilidade, pois, a partir dele, os estudantes puderam compartilhar fotos e vídeos, trocar informações e tirar dúvidas com o licenciando, maximizando o tempo de interação entre alunos e orientadores. Adicionalmente, o aplicativo é uma excelente ferramenta para veicular textos científicos disponibilizados gratuitamente, o que foi adotado pelo licenciando-monitor (Figura 18a e b). De acordo com Neri (2015, p. 4), o uso do WhatsApp possibilita que atividades sejam realizadas com eficácia,

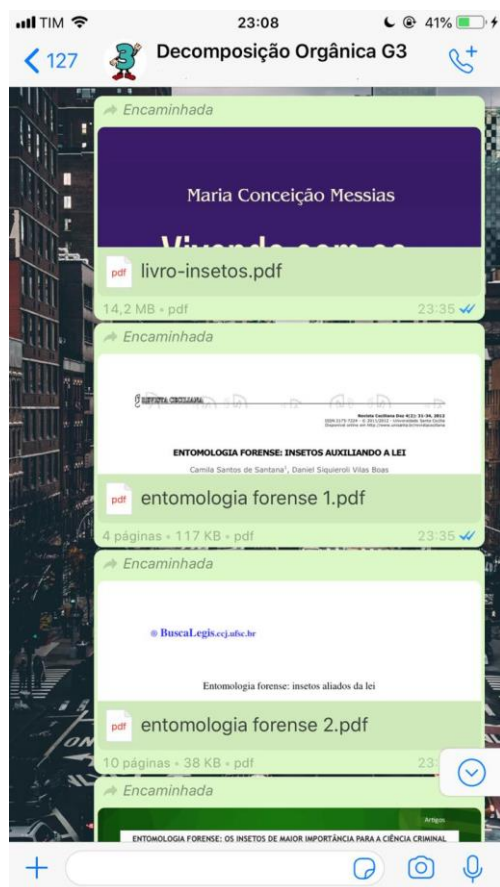
[...] desde uma pesquisa de campo que fosse necessário fotografar paisagens, sendo possível o compartilhamento deste material para os demais colegas e professores; gravar trechos em áudio seja uma aula discursiva ou até mesmo um bate-papo entre alunos e professores; gravação de vídeo-aulas, apresentações ou até mesmo uma palestra.

O uso dessa ferramenta (WhatsApp) possibilita uma nova alternativa de ensino capaz de unir tecnologia e educação, a “Mobile Learning” (Aprendizagem com Mobilidade), “[...] em que os dispositivos móveis são utilizados dentro e fora de sala de aula para auxiliar o processo de aprendizagem” (OLIVEIRA *et al.*, 2014). A utilização de novas tecnologias possibilita ao professor organizar sua comunicação com os estudantes, para trabalhar com eles presencialmente e virtualmente. O WhatsApp possui uma infinidade de possibilidades de uso pedagógico. Segundo Neri (*op. cit.*), isso “[...] depende da forma como o professor, usa a tecnologia para si mesmo, em suas aulas e com os seus alunos”.

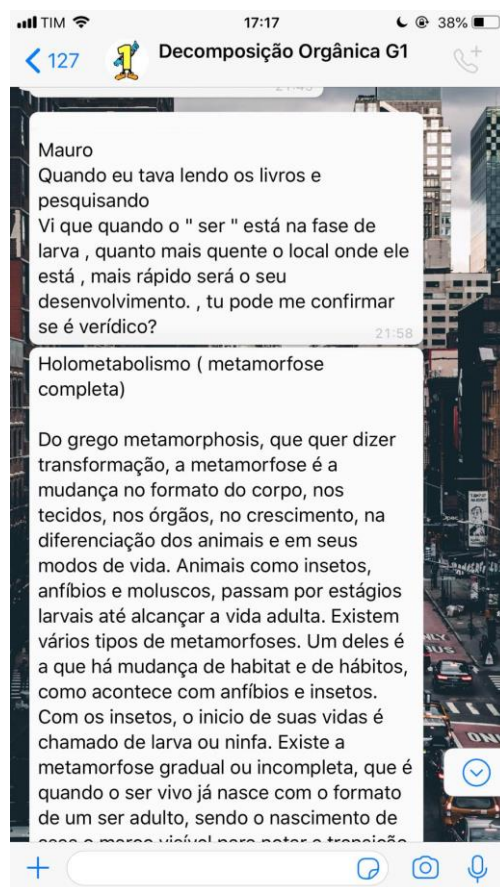
Moreira e Simões (2017) e Azevedo e colaboradores (2018) relataram o potencial desta ferramenta no ensino de Química e Biologia, respectivamente, ao desenvolverem pesquisas com alunos do ensino médio. Entretanto, estes mesmos pesquisadores alertam que, caso o engajamento dos envolvidos (professores e alunos) não seja estimulado, o aplicativo pode resultar em uma experiência frustrante. No nosso estudo, pode se considerar o aplicativo como altamente eficaz. Um ponto interessante é que os alunos não perderam o foco da pesquisa, pois não postaram conteúdos pessoais, memes ou outros fatores distraidores.

Figura 18. Prints do WhatsApp dos grupos do trabalho: a) envio de arquivos e b) dúvidas dos alunos.

a)



b)



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Para Costa (2011), “o educador deve aproveitar as potencialidades do celular, como recurso pedagógico, tendo em vista que é uma realidade presente na vida de todos os educandos”. Dessa forma, o professor poderá fazer uso do aparelho celular de forma proveitosa, tornando o equipamento útil ao processo de ensino e aprendizagem, ao invés de tirar a atenção dos estudantes, como acontece muitas vezes.

4.5.4 Divulgação dos resultados das produções dos estudantes pós atividade experimental: Produção textual

É notória a dificuldade dos alunos de Ensino Médio ao terem de reproduzir seus conhecimentos em uma sequência lógica ao realizarem procedimentos avaliativos, como questões dissertativas ou redações. Isso é bastante comum, já que “um texto não é simplesmente uma sequência de frases isoladas, mas uma unidade linguística com propriedades estruturais específicas” (KOCH, 2009, p. 7). Inúmeras vezes, professores

solicitam a produção de trabalhos escritos como forma de avaliação, tanto individual quanto em grupo, contendo padrões e normas estruturais e outras exigências, aumentando ainda mais o grau de dificuldade das produções textuais.

Esta prática se faz necessária, pois futuramente, em outros níveis de escolaridade (Técnico, Graduação, Pós-Graduação), será exigida dos estudantes a produção textual na forma de artigos Científicos, Dissertações e Teses. Portanto, para uma preparação mais adequada dos estudantes, visando uma maior familiaridade com a produção textual com um nível de cientificidade satisfatório, utilizamos a produção do Relatório de Investigação Científica (RIC) como um dos métodos avaliativos na pesquisa.

Os temas abordados na elaboração do RIC tiveram como base os conteúdos vivenciados pelos alunos ao longo da aplicação da atividade. Ao desenvolver cada um dos temas, os grupos deveriam trazer informações contextualizadas, relatando os resultados obtidos na atividade experimental.

Para que os trabalhos obtivessem um maior grau de organização, realizamos diversas correções, simulando o processo realizado com o orientador em uma Pós-Graduação. O ato de escrever é também um ato de reescrita. O processo de elaboração tem que ser de alguma maneira distinguido da produção final do texto, pois a produção final é o resultado de um processo de muitas revisões (MARCHUSCHI, 2008). Dessa forma, os grupos trabalharam de uma forma diferente da qual estão habituados, em um processo contínuo de escrita, correções e reescrita.

Pelo fato de serem cobrados em outras disciplinas com trabalhos semelhantes, a elaboração de textos no formato solicitado faz parte da rotina dos estudantes da ETE. Os grupos apresentaram erros comuns, porém pouco graves, geralmente relacionados às referências ou questões estruturais como a enumeração das páginas.

Os temas foram abordados no RIC da seguinte forma:

- Origem da vida: quando os estudantes descreveram a montagem dos tratamentos, tendo como base o experimento realizado por Francesco Redi;
- Metodologia Científica: as etapas foram descritas de acordo com o que realizaram em cada fase do projeto;
- Criminalística e Saúde: foram os conteúdos correlatos utilizados para os seminários;
- Biodiversidade: foi contemplada ao descreverem as famílias de moscas coletadas nos tratamentos;

- Holometabolia: foi descrita quando relataram o desenvolvimento das moscas ao longo do período de observação;
- Bioestatística: foi trabalhada quando os grupos realizaram o preenchimento de tabelas durante a triagem, quantificação e identificação do material e durante a construção de tabelas e gráficos com os dados coletados;
- Biossegurança: relataram a importância da utilização dos EPI's durante a manipulação de material biológico no processo de triagem, quantificação e identificação;
- Fungos: foi pouco abordado, visto que houve o surgimento de fungos em alguns tratamentos, porém o enfoque do estudo não era a decomposição realizada por estes indivíduos. Apenas foi abordado como ocorreu o surgimento dos mesmos naquele local (presença de esporos no ar).

Comparativamente, o assunto mais abordado foi Origem da Vida, o que não chega a surpreender, visto que é neste tópico que o experimento de Redi é apresentado com mais frequência no livro didático (ver Capítulo 2). A Figura 19 apresenta o gradiente de abordagem e aprofundamento do conteúdo de acordo com a temática do projeto.

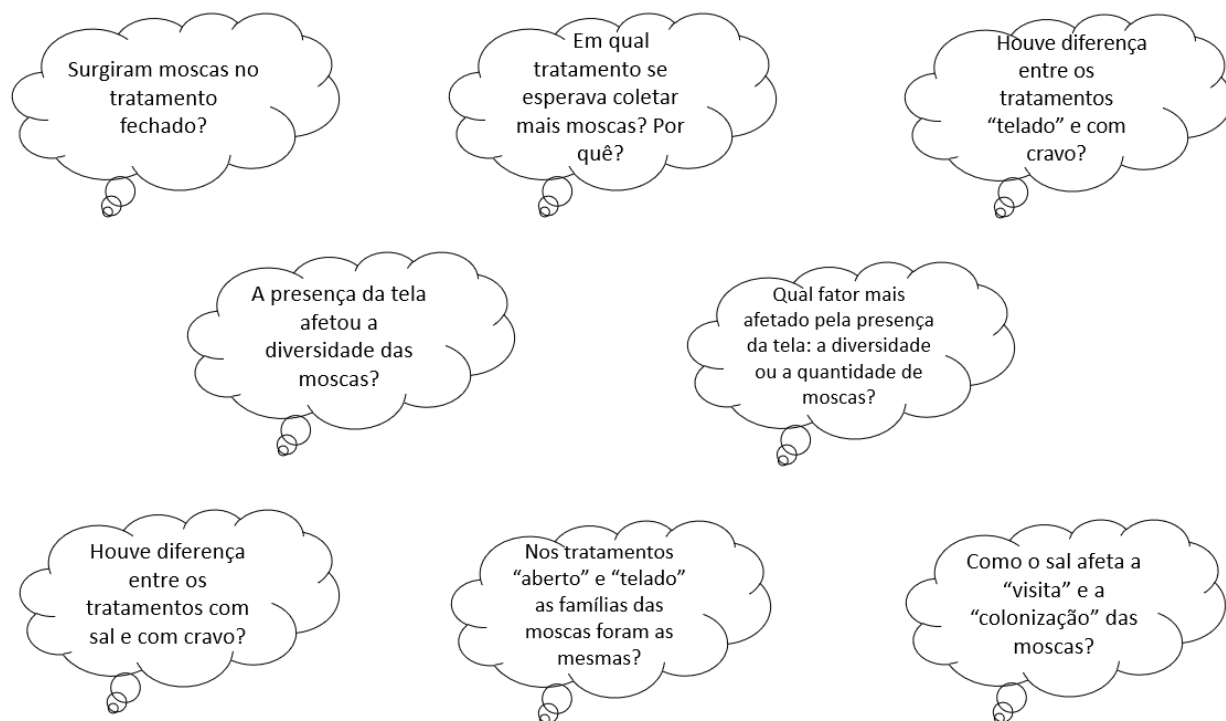
Figura 19. Gradiente demonstrando o grau de abordagem dos conteúdos trabalhados ao longo da pesquisa.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Segundo Kato e Kawasaki (2011), contextualizar é promover a integração entre os saberes específicos da disciplina e contextos mais amplos, como o cotidiano do aluno, disciplinas escolares, a ciência, o ensino e os contextos histórico, social e cultural. Ao produzirem o RIC, os grupos relataram os conteúdos estudados, remetendo a experiência vivenciada ao longo da atividade experimental e vivências e saberes que faziam parte de seus conhecimentos prévios. Por conta disso, alguns questionamentos foram propostos aos alunos (Figura 20), que deveriam respondê-los a partir dos dados coletados, utilizando as tabelas e gráficos construídos por eles como ferramentas facilitadoras.

Figura 20. Questionamentos a serem respondidos após a coleta e análise de dados.



Fonte: COSTA JUNIOR, P. H., 2019.

Estimulou-se na medida das possibilidades de tempo e recursos, uma postura crítica sobre o processo de coleta e organização dos dados, com o propósito de não cometer erros grosseiros que possam interferir nos resultados (CRESPO, 1995). É através da análise e interpretação dos dados (se possível, apropriando-se da Estatística) que atingimos um conhecimento mais completo de uma realidade, de seus problemas, assim como a criação de soluções adequadas através de um planejamento objetivo da ação (CRESPO, 1995). Com esta

finalidade, os grupos responderam cada um dos questionamentos que surgiram ao longo do processo, chegando às devidas conclusões, que foram inseridas na construção do RIC.

A utilização desses recursos por parte dos estudantes teve como intuito familiarizá-los com princípios da Estatística (por exemplo, a ideia de variabilidade dos dados), pondo em prática conceitos que haviam estudado na disciplina de Matemática. Além disso, a forma como os dados ficam organizados facilita a visualização e interpretação dos estudantes para a obtenção dos resultados. A utilização da estatística na Biologia se faz cada vez mais presente, pois a Biologia é uma ciência estatística, e a estatística pode vir a auxiliar a compreensão dos fenômenos biológicos (FONSECA, 1982).

As tabelas e os gráficos transmitem informações seguras e rápidas sobre as variáveis em estudo, com mais coerência e cientificidade (CRESPO, *op. cit.*). O gráfico é uma forma de apresentar os dados numéricos, que ajuda a evidenciar uma imagem mais rápida e viva do objeto de estudo (CRESPO, *op. cit.*). De acordo com Pereira (2004, p. 51): “uma das formas mais eficazes de transmitir uma informação com certo rigor é usando gráficos. No entanto, um gráfico que não seja claro pode confundir o leitor”.

4.5.5 Divulgação dos resultados das produções dos estudantes pós atividade experimental: Seminários

A escola, como local voltado para ensino, aprendizagem e formação do cidadão, tem papel fundamental no desenvolvimento da linguagem oral dos estudantes. Qualquer que seja a atividade, daqui para frente, o estudante estará sempre “correndo o risco” de falar em público (POLITO, 2006). Por exemplo, durante o processo de seleção para concorrer a vagas de emprego, muitas empresas realizam dinâmicas nas quais os candidatos precisam se expressar oralmente em público e estão sendo avaliados por isso.

De acordo com a orientação oficial (PCN, 1998, p. 67):

Ensinar língua oral deve significar para a escola possibilitar acessos a usos de linguagem mais formalizados e convencionais, que exijam controle mais consciente e voluntário da enunciação, tendo em vista a importância que o domínio da palavra pública tem no exercício da cidadania.

Muitos estudantes possuem dificuldade em argumentar suas ideias oralmente, de forma clara, seguindo uma sequência lógica e com postura adequada. A maneira como se expressam diariamente na escola e fora dela, muitas vezes, faz com que sejam criados vícios e hábitos incorretos na linguagem que podem vir a interferir, por exemplo, durante a apresentação de trabalhos oralmente, como em um seminário.

O uso do seminário como uma das formas de avaliação na pesquisa teve como finalidade desenvolver importantes competências nos estudantes. Em um seminário, um grupo de alunos investiga ou estuda intensivamente um conteúdo e relata os resultados, em uma sessão conjunta da classe, para discussão e crítica, tendo como característica básica a participação de todos os membros para um maior aprofundamento do assunto estudado (BRASIL, 2009).

Sua prática no Ensino Médio é cada vez mais frequente, pois, é uma forma de avaliação muito utilizada na Graduação e Pós-Graduação. Para Marconi e Lakatos (2007, p. 35):

Seminário é uma técnica de estudo que inclui pesquisa, discussão e debate; sua finalidade é pesquisar e ensinar a pesquisar. Essa técnica desenvolve não só a capacidade de pesquisa, de análise sistemática de fatos, mas também o hábito do raciocínio, da reflexão, possibilitando ao estudante a elaboração clara e objetiva de trabalhos científicos.

As apresentações ocorreram no auditório da ETE e contaram com recursos como notebook e Datashow. Estavam presentes no auditório, estudantes de outras turmas do 1º ano da escola e membros da equipe escolar, como coordenadores e professores de outras disciplinas, tendo em vista a socialização do conhecimento construído na atividade investigativa. Todos os grupos demonstraram possuir domínio do conteúdo o qual estavam apresentando. A respeito do domínio de conteúdo:

De nada adiantará falar com naturalidade, envolvimento e disposição se não dominar o assunto a ser apresentado ... Primeiro, porque esse conhecimento lhe dará mais confiança diante do público. Depois, porque demonstração de domínio da matéria poderá dar mais credibilidade à sua apresentação (BRASIL, 2009, p. 13).

A qualidade do material produzido pelos grupos (slides no PowerPoint, PDF e plataforma *Prezi*) demonstrou que os estudantes compreenderam a importância de imagens sobre o excesso de texto, já que em apresentações o texto deve ser curto e objetivo e o tamanho da fonte visível, inclusive nas tabelas e gráficos (BRASIL, 2009).

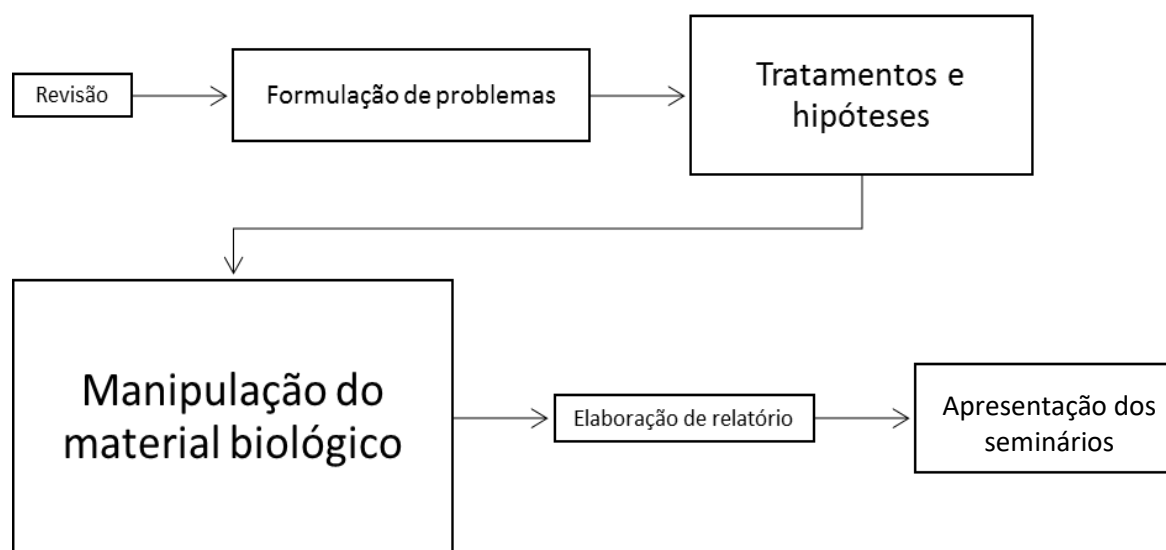
O compromisso dos alunos também se manifestou na forma correta, clara, com vocabulário e postura adequados com que se apresentaram. Segundo O'Connor e Seymour (1995, p. 35), “as palavras são o conteúdo da mensagem, e a postura, os gestos, a expressão e o tom de voz são o contexto no qual a mensagem está embutida. Juntos eles formam o significado da comunicação”. Portanto, a mensagem conseguiu ser repassada de forma apropriada aos ouvintes da plateia.

Apesar do pouco tempo de preparação, os alunos entenderam que a apresentação deve sempre ser objetiva, pois não é adequado alongar-se muito nesse momento, porém, a fala deve conter as informações essenciais sobre o trabalho (BRASIL, 2009). Porém, os grupos apresentaram grande dificuldade no que se refere ao cumprimento do tempo de apresentação. Provavelmente isso se deu ao fato do conteúdo ser bastante rico e ter um potencial multidisciplinar bastante elevado. Mas, mesmo diante da complexidade, os grupos conseguiram realizar uma apresentação de forma organizada, com as ideias seguindo uma sequência lógica adequada. Pois, independente do tipo de exposição que venha a ser feita, esta precisará que todas as etapas sejam ordenadas de maneira lógica e concatenadas, desde o início até a conclusão (BRASIL, 2009).

4.5.6. Reflexões a partir da atividade experimental investigativa

Entre todas as fases do projeto, os estudantes demonstraram maior interesse durante a manipulação do material biológico. Muitos alegaram estar empolgados, pois, por estarem usando os EPI's em um laboratório, num processo de quantificação e identificação de moscas, se sentiram próximos da realidade de um cientista. A formulação de problemas e elaboração de hipótese do que encontrariam ao final da atividade investigativa teve um interesse mais contido, compartilhado entre os membros de cada grupo. O nível de envolvimento e interesse dos estudantes durante as fases do projeto encontra-se representado pela Figura 21.

Figura 21. Fluxograma (Tamanhograma) demonstrando o nível de envolvimento e interesse dos estudantes durante as fases do projeto (Caixas maiores representam maiores interesses).



Críticas quanto ao forte cheiro de carne podre exalada pelas carnes em decomposição foram constantes durante todo o período de observação e registro e de elaboração de hipóteses. Mesmo assim, esse momento teve grande destaque ao longo do projeto. O acompanhamento do desenvolvimento das moscas durante várias observações fez com que os estudantes conseguissem compreender como ocorria o holometabolismo, visualizando todos os estágios do desenvolvimento. Acompanhar um fenômeno biológico durante aproximadamente um mês exigiu um comprometimento muito grande da turma com a atividade que estava sendo desenvolvida.

A apresentação dos seminários foi um momento o qual os estudantes gostaram muito, mesmo sendo uma forma de avaliação utilizada com certa frequência por eles. O fato de estarem em um auditório repleto de espectadores fez com que os alunos demonstrassem um grau de interesse e satisfação muito grande. Ao final das apresentações, muitos disseram que se sentiram mais confiantes e capazes de realizar atividades mais complexas, vencendo barreiras geradas pela timidez ou falta de oportunidades prévias.

O conteúdo Decomposição Orgânica possui um extraordinário potencial interdisciplinar, o que possibilitou uma abordagem diversificada na pesquisa, com o envolvimento de áreas como Criminalística, Saúde, Taxonomia, Biodiversidade, entre outras, conforme apresentado na Figura 4. Todas as atividades interdisciplinares têm como base ideias de unidade e síntese, buscando satisfazer os seguintes objetivos: responder a questões solucionar problemas que estão além do escopo de qualquer disciplina única; buscar a unidade do conhecimento em uma grande ou limitada escala (KLEIN, 1990).

Gomes (2001) define o projeto interdisciplinar como aquele que é exigido para o tratamento de um objeto específico, onde ocorrem rupturas das fronteiras disciplinares. Em projetos dessa natureza, as disciplinas envolvidas permutam informações, noções, conceituações e teorias, alcançando uma estrutura cooperativa a partir da qual os indivíduos envolvidos diretamente em sua execução tornam-se especialistas com inúmeras competências (GOMES, *op. cit.*). A partir desta experiência, podemos concluir que há espaço para propostas investigativas de grande complexidade em escolas públicas do ensino médio, e que, apesar do maior esforço na mobilização de competências, as conquistas alcançadas nos estimulam a buscar um ensino transformador que tem o estudante como protagonista.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante os dois anos de curso, tanto nas aulas presenciais quanto nas atividades EAD, o estímulo a uma maior qualificação dos professores mestrando se fez presente no PROFBIO. Ao final de cada um dos períodos, propostas de sequências didáticas, com o uso de atividades experimentais e lúdicas, fizeram parte do processo avaliativo. As atividades desenvolvidas ao longo do curso geraram uma constante busca por aprimoramento e aperfeiçoamento profissional dos discentes.

O desenvolvimento da atividade experimental implicou em uma ressignificação do ensino para o professor mestrando. O aprendizado adquirido com a experiência vivida durante os meses de aplicação do projeto acarretou em uma mudança no pensar e no agir. Cresceu o sentimento de acreditar na educação como ferramenta capaz de promover a transformação do ser e, conseqüentemente, uma mudança significativa na sociedade.

O acompanhamento dos estudantes nesse período gerou uma maior aproximação entre o professor e os estudantes, o que contribuiu para o êxito da atividade. Além disso, outro ponto positivo da aplicação do projeto, foi que o mesmo gerou um produto que pode vir a ser replicado e utilizado por outros professores da disciplina de Biologia, com a mesma temática ou com outras.

Ao analisarmos o desenrolar do projeto como um todo, desde o seu planejamento nas primeiras reuniões junto ao orientador até a conclusão de sua aplicação junto aos estudantes, devemos destacar alguns pontos positivos e negativos desta proposta de sequência didática que foi aplicada. É necessário reconhecer as conquistas e lições tiradas a partir da aplicação da atividade, erros cometidos ao longo do processo e sugestões de melhorias para futuros professores.

Um local adequado para armazenamento dos potes com tratamentos durante a exposição e observação em toda atividade prática é fundamental à sua aplicação. Fatores como exposição solar, chuva, umidade e predadores podem alterar a composição dos substratos e interferir nos resultados, tornando a atividade experimental inviável. Outro ponto que merece ser citado é o forte cheiro exalado pelos tratamentos em decomposição. De preferência, utilizar locais mais afastados, mais sossegados, distante de lugares movimentados e refeitórios.

Os custos para a compra de alguns itens como os potes plásticos e o baço são de fácil acesso para o professor que tiver a intenção de realizar a atividade. Porém, alguns

equipamentos como os EPI's podem vir a ser um inconveniente para aplicação da atividade. Como o público-alvo foi de alunos da rede pública de ensino, ao replicar a atividade, muito provavelmente, o professor teria que arcar com algumas despesas, já que em muitas escolas materiais como luvas não se encontram disponíveis para experimentos do dia a dia do estudante. Em casos como esse, uma alternativa seria verificar com a gestão uma possível disponibilização de recursos extras para a realização da atividade experimental.

Para o acompanhamento da atividade experimental, durante o período de observação e registros, o professor precisará destinar um tempo de sua carga horária, de modo que não haja prejuízo na programação dos conteúdos a serem trabalhados naquele período. É indicado um planejamento prévio bastante criterioso, sendo posteriormente apresentado à gestão e coordenação escolar para sua aprovação e posterior aplicação. Caso a escola seja em turno regular, o planejamento precisará ser ainda mais detalhado, já que em escolas de tempo integral, de maneira geral, há a disponibilidade de carga horária para a realização de projetos. Além disso, o fato de os estudantes passarem os dois turnos (manhã e tarde) na escola favorece a utilização de horários extraclasse para a realização de atividades referentes ao projeto, como observações do material, discussões dos grupos, elaboração do relatório, entre outros.

O tempo de ciclo de vida das moscas pode vir a ser um complicador para a aplicação da atividade. Para garantir a emergência das moscas adultas, após toda metamorfose completa, o período de observação e registros dura cerca de 30 dias. Algumas famílias tem o ciclo de vida mais curto, porém, para que os estudantes possam verificar a existência de outras famílias de moscas, abordando conceitos sobre Biodiversidade e Taxonomia, é necessário o acompanhamento por aproximadamente um mês.

O professor pode vir a sentir dificuldades para a realização da atividade experimental com uma turma de Ensino Médio com cerca de 30-40 estudantes, sem a presença de um auxiliar. Como sugestão, o professor pode realizar uma seleção para adquirir um monitor, de preferência um licenciando em Ciências Biológicas. Além de proporcionar uma oportunidade ao licenciando de estar inserido em um projeto com alunos de uma escola da rede pública de ensino, o professor pode adquirir a experiência de promover a orientação de um licenciando, compartilhando vivências e aprendizados conquistados ao longo da profissão.

Por se tratar de uma atividade multi e interdisciplinar, ao replicá-la, o professor de Biologia pode se comunicar com outros de diferentes disciplinas como Química, Matemática e Português, afim de que os alunos tenham um acompanhamento e orientação mais

aprimorados. A partir daí, as formas de avaliação também podem ser utilizadas por esses professores em suas respectivas disciplinas, como nas mudanças que ocorrem no substrato em decomposição, com alteração de textura, cor, massa, emissão de gases, na Química; na construção de gráficos e tabelas para representação dos dados obtidos sobre a emergência de moscas adultas por tratamento, na Matemática; e na produção textual dos relatórios de pesquisa com as normas estabelecidas, em Português.

A atividade apresentada neste trabalho gerou um produto, um modelo de atividade experimental investigativa, que foi criado, testado, aplicado e validado. Esperamos que este produto possa vir inspirar professores em seu exercício da profissão, para que estes busquem desenvolver e aplicar atividades diferenciadas, conferindo cada vez mais autonomia aos seus alunos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. E. B. Tecnologia na escola: criação de redes de conhecimentos. In: BRASIL. Ministério da Educação . **Tecnologias na escola**. Brasília, DF: Portal MEC-SEED, s.d., p. 71-73. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/arquivos/pdf/2sf.pdf>. Acesso em: 17 maio 2019.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução de NICK *et al.* Rio de Janeiro, Interamericana, 1980. Tradução de Educational Psychology, New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- AZEVEDO, M. M.; SOUZA, A. A. N.; REIS, L. M. O *whatsapp* no processo de ensino e aprendizagem de biologia. **Capa**, [s.l.], v. 11, n. 1, 2018.
- BARBOSA, E. F.; GONTIJO, A. F.; SANTOS, F. F. Inovações pedagógicas em educação profissional: uma experiência de utilização do método de projetos na formação de competências. **Educação e Tecnologia**, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 06-13, 2003.
- _____; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **B. Tec. Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia de Indivíduos a Ecossistemas**. 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2007.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Língua portuguesa, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, p. 67, 1998.
- _____. **Orientações curriculares para o Ensino Médio**: Ciências Naturais. Secretaria de Educação Fundamental, Brasília, MEC, 2008.
- _____. **Técnicas de Apresentação e Comunicação e Formação de Instrutores e Capacitação**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Secretaria Nacional de Renda e Cidadania, p. 13, 2009.
- BYRD, J. H.; CASTNER, J. L. **Forensic Entomology**: the utility of arthropods in legal investigations. CRC Press LLC, Corporate Blvd., Boca Raton, Florida, 2000.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências**: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- CAP, P. A. La science et les savants au XVIe. siècle. Tours, Alfred Mane, p.313, 1887. In: MENEZES, O. B. de. A origem dos seres vivos, à luz da evolução do pensamento humano: Da decadência da civilização grega, até o século XVII: o destronamento da teoria da geração espontânea. **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 11, p. 47-80, 1993.
- CASTIGLIONI, A. **História de medicina**. Traduzido por R. Laclette. São Paulo, Nacional, v. 2, 1947.

COLE, R. Francesco Redi (1621-1697), physician, naturalist, poet. Ann. Med. Hist. n. 8, p.356, 1926. In: MENEZES, O. B. de. A origem dos seres vivos, à luz da evolução do pensamento humano. Da decadência da civilização grega, até o século XVII: o destronamento da teoria da geração espontânea. **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 11, p. 47-80, 1993.

COSTA, I. **Novas Tecnologias: Desafios e Perspectivas na Educação**. 1. Ed. Clube dos Autores, Brasil, 2011.

COSTA, P. R. R. Safrol e eugenol: estudo da reatividade química e uso em síntese de produtos naturais biologicamente ativos e seus derivados. **Informativo do Núcleo de Pesquisas Naturais**, Rio de Janeiro, n. 11, p. 10, 2003.

CRESPO, A. A. **Estatística fácil**. 13. ed. São Paulo: Saraiva, 1995.

CUNHA-SANTINO, M.B.; BIANCHINI JR., I. Modelos matemáticos aplicados aos estudos de decomposição de macrófitas aquáticas. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 154-164, 2006.

DANTAS, D. L. S.; SANTOS, E. P.; LIMA, L. O. P.; SANTOS, M. M.; SILVA, S. T. A.; AZEVEDO, T. M.; SILVA, R. B.; CASTRO, F. J. V. Contextualizando o ensino de biologia com atividades inovadoras na E. E. F. M. Professor Lordão. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA DA UFCG., 4., Campina Grande, 2013. **Anais [...]** Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2013.

FERGUSON, R. BARZILAI, S.; BEN-ZVI, D.; CHINN, C.A.; HERODOTOU, C.; HOD, Y.; KALI, Y.; KUKULSKA-HULME, A.; KUPERMINTZ, H.; MCANDREW, P.; RIENTIES, B.; SAGY, O.; SCANLON, E.; SHARPLES, M.; WELLER, M.; WHITELOCK, D. **Innovating Pedagogy 2017: Open University Innovation Report 6**. Milton Keynes: The Open University, UK, 2017.

FONSECA, J.S.; MARTINS, G. A.; TOLEDO, G.L. **Estatística Aplicada**. São Paulo, Atlas, 1982.

FURTADO, S. M. B.; ROMANELLI, P. F.; MORAES, M. A. C.; SHIMOKOMAKI, M. Efeito da castração e salga na qualidade da carne de caprinos. **Higiene alimentar**, São Paulo, v. 6, n. 22, p. 23-26, 1992.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS., 2, 1999. **Anais [...]**. [s.l.]: [s.n]. 1999. Disponível em: <http://www.nutes.ufrr.br/abrapec/ienpec/Dados/trabalhos/A33.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2019.

GOMES, H. F. Interdisciplinaridade e Ciência da Informação: de característica a critério delineador de seu núcleo principal. **Datagramazero**, [s.l.], v. 2, n. 4, 2001.

GOMES, L.; VON ZUBEN, C. J. Insetos que ajudam a desvendar crimes. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 35, n. 208, p. 28-31, 2004.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

KATO, D. S; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011.

KIM, E.; KIM, H.; AHN, Y. Acaricidal activity of clove bud oil compounds against *Dermatophagoides farinae* and *D. pteronyssinus*. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 9, n. 2, p. 78-82; 2003.

KLEIN, J. T. **Interdisciplinarity**: history, theory, and practice. Detroit, Michigan: Wayne State University Press, 1990.

KOCH, I. V.; TRAVAGLIA, L. C. **A coerência textual**. São Paulo: Editora Contexto, 2009.

LETTENMEIER, M.; AUTIO, S. & JÄNIS, R. **Project-based learning on life-cycle management**: A case study using material flow analysis. Lahti University of Applied Sciences, Lahti, Finland, 2014.

LIMA, K. C.; TEIXEIRA, F. A experimentação no ensino das ciências para a apropriação do conhecimento científico. **Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, Campinas, v. 7, p. 4516-4527, 2014.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

MARCUSCHI, L. A. **Produção textual**. Análise de gêneros e compreensão. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

MARTÍNEZ, S. V.; GAYOSO, I. G. R. “Signando” juntos: conversaciones sobre la transformación de la materia. **Enseñanza de la Ciencias**, Barcelona, v. 23, n. 2, p.237-250, 2005.

MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato alcoólico do cravo-da-índia e eugenol. **Revista Brasil.Bot.**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 231-238; 2003.

MOREIRA, M. A. **Teorias Cognitivas da Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. L.; SIMÕES, A. S. M. O uso do whatsapp como ferramenta pedagógica no ensino de química. **ACTIO**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 21-43, 2017.

NARDI, M. G. **Francesco Redi**. *Scientia Med. Italica VII* (4): 581-600,1959 (Edition Française, Seconde Serie).

NERI, J. H. P. Mídias sociais em escolas: uso do Whatsapp como ferramenta pedagógica no ensino médio. **Estação Científica**, Juiz de Fora, n. 14, p. 1-25, 2015.

NÓBREGA, D. M. **Contribuição ao estudo da carne-de-sol visando melhorar sua conservação.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1982.

O’CONNOR, J.; SEYMOUR, J. **Introdução à programação neurolinguística:** como entender e influenciar pessoas. 3. ed. São Paulo, Summus. 1995.

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. **Fundamentos de Ecologia.** Trad. Pégasus Sistemas e Soluções. 5ª edição norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

OLIVEIRA-COSTA, J. **Entomologia Forense:** Quando os insetos são vestígios. 2. ed., Campinas, SP, Millenium Editora, 2007.

OLIVEIRA, E. D. S.; ANJOS, E. G.; OLIVEIRA, F. S.; SOUSA, H. M.; LEITE, J. E. R. Estratégias de uso do Whatsapp como um ambiente virtual de aprendizagem em um curso de formação de professores e tutores. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA., 2, 2014, São Carlos. **Anais [...]** São Carlos: [s.n.], p. 1-15, 2014. Disponível em: < <http://sistemas3.sead.ufscar.br/ojs/index.php/2014/article/view/835/425>>. Acesso em: 17 maio 2019.

PARKE, E. C. **Flies from meat and wasps from trees:** Reevaluating Francesco Redi’s spontaneous generation experiments. *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 45, Elsevier, p. 34–42, 2014.

PEREIRA, P. H. **Noções de estatística:** com exercícios para administração e ciências humanas (dirigidos a pedagogia e turismo). Campinas: Papirus, 2004.

POLITO, R. **Técnicas de Apresentação e comunicação** in BOOG, Gustavo G. e Magdalena T. Boog – coord. Manual de Treinamento e Desenvolvimento: processos e operações /– São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências.** Do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico. 5. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2006.

PUJOL-LUZ, J. R.; ARANTES, L. C.; CONSTANTINO, R. Cem anos da Entomologia Forense no Brasil (1908-2008). **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 52, n. 4, p. 485-492, 2008.

REDI, F. Experiments on the generation of insects. Tradução por Mab Bigelow. Chicago, The Open Court Publ. p. 160, 1909. In: MENEZES, O. B. de. A origem dos seres vivos, à luz da evolução do pensamento humano. Da decadência da civilização grega, até o século XVII: o destronamento da teoria da geração espontânea. **Sitientibus**, Feira de Santana, n. 11, p. 47-80, 1993.

RIBEIRO, R. de C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL):** uma implementação na educação em engenharia. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

RODRIGUES, R; MENDES, B; BRANT, P. C. **Charque: Tecnologia e Inspeção**. Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1989.

RUTHES, R. M., CUNHA, I. C. K. O. **Gestão por Competências: Uma Aplicação Prática**. São Paulo: Editora Martinari, 2008.

SANT, J. Francesco Redi and Controlled Experiments. **scientus.org**. [s.n.], 2017. Disponível em: <http://www.scientus.org/Redi-Galileo.html>. Acesso em: 25 mar. 2018.

SANTOS, M. E.; PRAIA, J. F. **Percurso de mudança na didática das ciências sua fundamentação epistemológica**. En: F. Cachapuz (Ed.) Ensino de Ciências e Formação de Professores. N. 1, Projeto MUTARE. (p. 7-34). Departamento de Didática e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro, 1992.

SANTOS, N. R.; ALMEIDA, O. S.; FREITAS, M. S.; PEREIRA, N. A. Intervenções didáticas do PIBID no processo de ensino e aprendizagem de Biologia no Colégio Estadual Alfredo Dutra. **Debates em Educação**, Maceió, v. 9, n. 18, p. 137-154, 2017.

SASSERON, L. H.; CARVAHO, A. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011.

SILBERMAN, M. **Active learning: 101 strategies do teach any subject**. Massachusetts: Ed. Allyn and Bacon, 1996.

SILVA SOBRINHO, A. G.; ZEOLA, N. M. B. L.; SOUZA, H. B. A.; LIMA, T. M. A. Qualidade da carne ovina submetida ao processo de salga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 369-72, 2004.

SMITH, E. L. ANDERSON, C. W. **Alternative student conceptions of matter cycling in ecosystems**. Comunicación presentada en The Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. San Francisco, 1986.

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. especial, p. 97-114, 2015.

XAVIER, R. A. **O ensino por investigação, favorecendo o desenvolvimento de atitudes e procedimentos**: Uma proposta didática aplicada em sala de aula. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

ZOMPERO, A. F. Concepções de alunos do Ensino Fundamental sobre microorganismos em aspectos que envolvem saúde: implicações para o ensino aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 4, p. 31-42, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/eenci/artigos/Artigo_ID87/v4_n3_a2009.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2018.

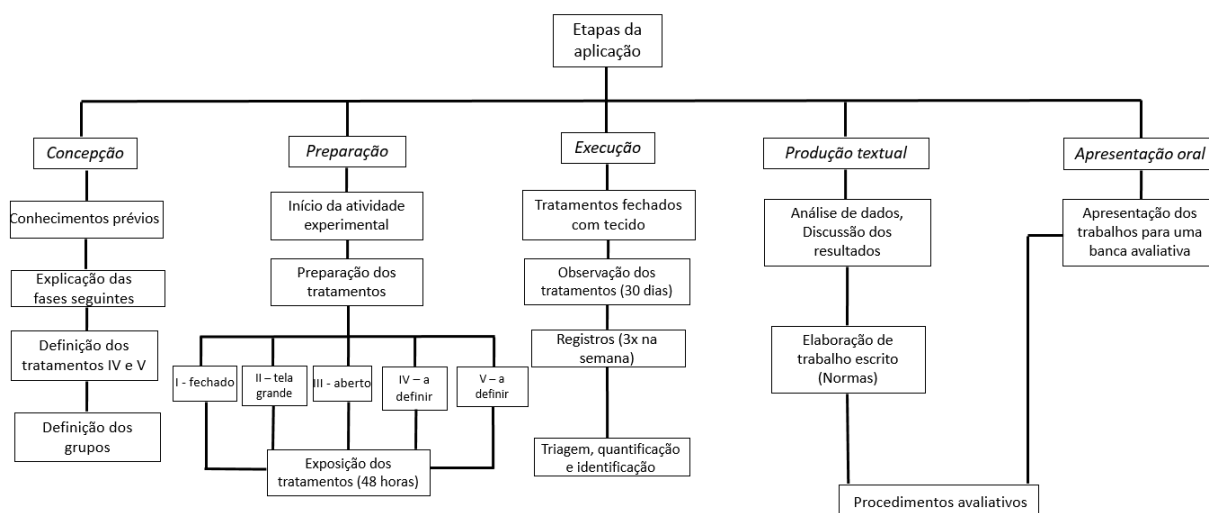
APÊNDICE A - PRODUTO DA PESQUISA

Culminamos esse TCM com a explicitação do produto principal gerado pela pesquisa. Entendemos como produtos softwares, jogos, sequências didáticas, roteiros experimentais, modelos didáticos, entre outros.

O produto desenvolvido foi um modelo de atividade experimental investigativa intitulado “Insetos como modelos para o ensino do conteúdo Decomposição Orgânica”. É importante destacar que neste trabalho, este produto foi criado, testado, aplicado e validado.

Mencionamos brevemente algumas vantagens da utilização desse produto, como a interdisciplinaridade e o baixo custo do material utilizado, e desvantagens, como o tempo para execução da atividade.

De modo bastante sintetizado, para evitar repetição, listamos de forma concisa as etapas de nossa proposta que estão dispostas na forma de fluxograma para melhor visualização, no caso de utilização do modelo por outros professores.



Entendemos que sequências didáticas possuem um caráter mais rígido que modelos, pois estes possuem natureza aberta, permitindo a utilização de diferentes cenários. Este modelo aqui apresentando permite a possibilidade de adequação a diversos conteúdos de diferentes disciplinas, tanto do ensino fundamental quanto do ensino médio.

APÊNDICE B - CARTA DE ENCAMINHAMENTO AOS PAIS E RESPONSÁVEIS

ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL
ETE ADVOGADO JOSÉ DAVID GIL RODRIGUES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) _____ para participar, como voluntário (a), da pesquisa O CONTEÚDO DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO: ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO E DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.

Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) PAULO HERTON COSTA JUNIOR, residente na RUA ARQUITETO LUIZ NUNES, 900, APTO 01, RECIFE-PE, CEP: 51170-445. Telefone: 99651-9106; e-mail: PAULOCOSTAJR_25@HOTMAIL.COM e está sob a orientação de: SIMÃO DIAS VASCONCELOS FILHO; Telefone: 98789-0024, e-mail SIMAOVASCONCELOS@YAHOO.COM.BR.

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa:** O objetivo da pesquisa é permitir que os alunos vivenciem as etapas do método científico, de forma semelhante as utilizadas pelos cientistas, para compreenderem do que se trata a decomposição orgânica. A partir de um procedimento experimental, os alunos irão coletar dados e desenvolver um trabalho que será apresentado ao final do projeto. Todo o procedimento será feito sob a supervisão do professor pesquisador responsável com o auxílio de um estagiário.
- O estudante irá participar da pesquisa desde o seu início, participando da escolha de alguns materiais utilizados no estudo, até o fim da pesquisa (cerca de um mês depois), com a apresentação dos trabalhos em equipe. A pesquisa será realizada na ETE Advogado José David Gil Rodrigues (na própria escola) ao decorrer das aulas.
- **RISCOS:** Por questões de segurança, os alunos irão utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) adequados, como máscaras, luvas e avental descartável especial, devido ao risco de contaminação (moscas podem transmitir algumas doenças) e por conta do mau cheiro, respectivamente. O aluno pode vir a se sentir constrangido por algum motivo durante o andamento da pesquisa, ou vir a se desentender com outros estudantes, já que se trata de um trabalho em grupo.
- **BENEFÍCIOS:** Promoção da interatividade entre os estudantes, produção de recurso didático, potencialização do processo de ensino-aprendizagem, realização de atividade interdisciplinar, realização de uma atividade com material biológico, vivência de diversas etapas do método científico.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa (fotos e filmagens), ficarão armazenados computador pessoal e e-mail pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador PAULO HERTON COSTA JUNIOR e do orientador SIMÃO DIAS VASCONCELO FILHO, no endereço acima informado pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo O CONTEÚDO DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO: ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO E DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Impressão
Digital
(opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE C - FORMULÁRIO DE ACOMPANHAMENTO DA ATIVIDADE

Ficha de registro

Data:

Observador:

- 1- Presença de larvas? (☐)Sim (☐)Não
- 2- Nível de Colonização? (☐) Nenhuma (☐) Baixa (☐) Moderada (☐)Alta
- 3- Mais de 1 tipo de larvas? (☐)Sim (☐)Não
- 4- Presença de moscas adultas? (☐)Sim (☐)Não
- 5- Quantidade de moscas adultas?
- 6- Informações adicionais (informações meteorológicas; presença de formigas/fungo/barata):

APÊNDICE D - TABELA PARA REGISTRO DA QUANTIFICAÇÃO DE MOSCAS.

Tratamento	Réplica	24/set	26/set	28/set	01/out	03/out	05/out	08/out	10/out	11/out	16/out	19/out
1	A											
fechado	B											
	C											
	D											
2	A											
telado	B											
grande	C											
	D											
3	A											
aberto	B											
	C											
	D											
4	A											
salgado	B											
	C											
	D											
5	A											
cravo	B											
	C											
	D											

APÊNDICE E - TABELA PARA REGISTRO DA IDENTIFICAÇÃO DE MOSCAS (FAMÍLIAS).

Tratamento	Réplica	Famílias	24/set	26/set	28/set	01/out	03/out	05/out	08/out	10/out	11/out	16/out	19/out
		Calliphoridae											
		Muscidae											
		Sarcophagidae											
		Phoridae											
		Calliphoridae											
		Muscidae											
		Sarcophagidae											
		Phoridae											
		Calliphoridae											
		Muscidae											
		Sarcophagidae											
		Phoridae											
		Calliphoridae											
		Muscidae											
		Sarcophagidae											
		Phoridae											
		Calliphoridae											
		Muscidae											
		Sarcophagidae											
		Phoridae											

ANEXO A - DOCUMENTO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA DA UFPE

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA	
Título da Pesquisa: O CONTEÚDO DECOMPOSIÇÃO ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO: ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO E DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL	
Pesquisador Responsável: PAULO HERTON COSTA JUNIOR	
Área Temática:	
Versão: 1	
CAAE: 91746318.0.0000.5208	
Submetido em: 19/06/2018	
Instituição Proponente: Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão	
Situação da Versão do Projeto: Aprovado	
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável	
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio	
Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_1131771 	