



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

JOSÉ AIRKY DE ANDRADE RÊGO

ENTRE MINHOCAS E MICORRIZAS: uma proposta de estudo de caso ficcional
sobre a biodiversidade no solo, teia alimentar e ciclagem de nutrientes
para ensino contextualizado de ciências

Recife

2025

JOSÉ AIRKY DE ANDRADE RÊGO

ENTRE MINHOCAS E MICORRIZAS: uma proposta de estudo de caso ficcional
sobre a biodiversidade no solo, teia alimentar e ciclagem de nutrientes
para ensino contextualizado de ciências

Monografia submetida ao Curso de
Licenciatura em Ciências
Biológicas, como requisito para obtenção
da nota do componente curricular Projeto
de Pesquisa

Orientadora: Profa. Dra. Marília Ribeiro
Sales Cadena

Coorientadora: Profa. Dra. Carolina Nunes
Liberal

Recife
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Lorena Teles – CRB-4 1774

R343e Rêgo, José Airky Andrade.

Entre minhocas e micorrizas: uma proposta de estudo de caso ficcional sobre a biodiversidade no solo, teia alimentar e ciclagem de nutrientes para ensino contextualizado de ciências / José Airky Andrade Rêgo. - Recife, 2025.

42 f.; il.

Orientador(a): Marília Ribeiro Sales Cadena.

Co-orientador(a): Carolina Nunes Liberal.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Biologia - Estudo e ensino. 2. Ciências (Ensino fundamental) - Estudo e ensino. 3. Aprendizagem ativa. 4. Estudos de validação I. Cadena, Marília Ribeiro Sales, orient. II. Liberal, Carolina Nunes, coorient. III. Título

CDD 574

JOSÉ AIRKY DE ANDRADE RÊGO

ENTRE MINHOCAS E MICORRIZAS: uma proposta de estudo de caso ficcional sobre a biodiversidade no solo, teia alimentar e ciclagem de nutrientes para ensino contextualizado de Ciências

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 24/07/2025

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Marília Ribeiro Sales Cadena (Orientadora)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Ednilza Maranhão dos Santos (Examinador Interno)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior (Examinador Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Suplente: Prof. Dra. Jacqueline Santos Silva Cavalcanti
Universidade Federal Rural de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço, com profundo reconhecimento, à minha orientadora, professora Marília Ribeiro Sales Cadena, pela orientação dedicada, pelos ensinamentos compartilhados e pela paciência ao longo de todo o percurso deste trabalho. Sua escuta atenta, incentivo constante e comprometimento foram fundamentais para a consolidação deste estudo. À minha coorientadora, professora Carolina Nunes Liberal, expresso também minha sincera gratidão pelo apoio técnico e científico, pelas sugestões pertinentes e por sempre se mostrar disponível nos momentos necessários.

Estendo meus agradecimentos à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), que foi o espaço onde pude crescer academicamente, pessoalmente e profissionalmente. A instituição proporcionou não apenas conhecimento, mas também vivências transformadoras e oportunidades que contribuíram significativamente para minha formação. Agradeço também aos professores, técnicos e colegas de curso, que, de diferentes formas, colaboraram para a construção deste caminho.

Por fim, deixo minha gratidão aos meus familiares e amigos, que estiveram ao meu lado com apoio emocional, palavras de encorajamento e compreensão nos momentos mais desafiadores. O suporte e a confiança de vocês foram essenciais para que eu seguisse firme na jornada. Este trabalho também é fruto do amor e da presença constante de cada um.

RESUMO

O presente trabalho visou elaborar e validar um estudo de caso sobre biodiversidade no solo, teia alimentar e ciclagem de nutrientes como ferramenta didática no ensino de Ciências, voltado para turmas do Ensino Fundamental anos finais. Partindo de uma revisão bibliográfica, foi elaborado um estudo de caso fictício no formato interrompido. Além disso, foi feita a elaboração de questionário visando a validação do produto de ensino por consultores da pesquisa construído com assertivas em escala Likert e resultados calculados pelo Índice de Validação de Conteúdo (IVC). Os resultados indicaram IVC global de 0,94 para os critérios de avaliação de estudo de caso e 0,97 para critérios de produtos de ensino, validando o recurso de ensino. O estudo de caso mostrou-se contemplar a inserção dos conteúdos científicos (biodiversidade do solo, ciclagem de nutrientes e teia alimentar) de forma contextualizada, aproximando com o cotidiano, com potencial de promover a aprendizagem significativa e interdisciplinar dos mesmos, sendo esses elementos educacionais importantes para formação cidadã e que integram a Base Nacional Comum Curricular.

Palavras-chave: ensino de biologia, ensino de ciências, metodologias ativas, validação de produto de ensino.

ABSTRACT

This study aimed to develop and validate a case study on soil biodiversity, nutrient cycling, and food webs as a teaching tool in science education, aimed at upper elementary school classes. Based on a literature review, a fictional case study was constructed in an interrupted format. In addition, a survey was developed to validate the case by research consultants. It had Likert scale statements and results calculated by the Content Validation Index (CVI). The results indicated an overall CVI of 0.94 for the case study evaluation criteria and 0.97 for teaching product criteria, validating the teaching resource. The case study showed that it included scientific content (soil biodiversity, nutrient cycling, and food webs) in a contextualized way, bringing it closer to everyday life, with the potential to promote meaningful and interdisciplinary learning. These educational elements are important for citizenship training and are part of the Brazilian National Common Core Curriculum.

Keywords: biology education, science education, active methodologies, validation of teaching products.

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 - Seção 2 do questionário de validação de estudo de caso dos itens propostos por Herreid (1998)..... | 17 |
| Quadro 2 - Seção 3 do questionário de validação de acordo com Leite SS,et al. (2018)..... | 19 |
| Quadro 3 - Valores de pH de amostras de solo usando diferentes tipos de tratamentos..... | 37 |
| Quadro 4 - Produção relativa de culturas anuais e forrageira sem inoculação de micorrizas e com micorrizas de diferentes espécies..... | 41 |

LISTA FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Organograma de elaboração do Estudo de Caso “A Terra Murcha”..... | 14 |
| Figura 2 - Cálculo de IVC..... | 15 |
| Figura 3 -Teia alimentar..... | 34 |
| Figura 4 - Régua de pH..... | 37 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 2 | METODOLOGIA..... | 13 |
| 2.1 | ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE CASO..... | 13 |
| 2.2 | VALIDAÇÃO DE ESTUDO DE CASO COMO MATERIAL DE ENSINO... | 14 |
| 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 16 |
| 3.1 | VALIDAÇÃO DE CONTEÚDO PELAS PROPOSIÇÕES PARA UM BOM CASO..... | 16 |
| 3.2 | VALIDAÇÃO DE CONTEÚDO PELOS OBJETIVOS , ESTRUTURA/APRESENTAÇÃO E RELEVÂNCIA DOS PRODUTOS DE ENSINO..... | 18 |
| 4 | CONCLUSÃO..... | 21 |
| | REFERÊNCIAS..... | 22 |
| | APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE VALIDAÇÃO DE ESTUDO DE CASO..... | 24 |
| | APÊNDICE B – CASO DE ESTUDO: A TERRA MURCHA..... | 34 |

1 INTRODUÇÃO

A decomposição da matéria orgânica é um processo biológico vital, impulsionado principalmente por organismos vivos (LAVELLE et al., 1993). Nesse cenário, bactérias e fungos (microbiota) se destacam como os principais agentes decompositores. Eles são cruciais na quebra de moléculas complexas, degradando a matéria orgânica presente no ambiente. Esse processo pode tanto liberar nutrientes para o meio, quanto retidos na própria biomassa desses microrganismos (PELCZAR; CHAN; KRIEG, 1996). Além dessa microbiota, a fauna do solo, composta em grande parte por pequenos invertebrados, além de conter alguns grupos de mamíferos, aves e crustáceos também desempenha um papel importante ao digerir proteínas, lipídios e carboidratos simples importantes para a manutenção do solo (CORREIA; ANDRADE, 1999).

De acordo com estudo de Ribeiro et al. (2015, p. 59) entende-se que no estudo de biologia os estudantes do ensino básico apresentam algumas dificuldades em conceitos de vários assuntos como os de ecologia (teias alimentares, nível trófico, fluxo de matéria e etc), em que um dos principais empecilhos, é relacionar os seres decompositores ao próprio processo de decomposição da matéria orgânica. Outro desafio, está em fazer com que os estudantes compreendam que a decomposição é um papel importante para a ciclagem de nutrientes.

Essas barreiras podem ser atribuídas a abordagem fragmentada e descontextualizada desses assuntos nas aulas, o qual tira o interesse do estudante quanto ao conteúdo e dificulta o processo educativo (Maldaner e Santos, 2007, p. 17). Isso traz um outro problema que é argumentado por Zômpero (2009, p. 31) de que por meio de ensino desconectado da realidade, os estudante acabam por se distanciar ainda mais dos conceitos científicos, sendo um obstáculo, segundo o mesmo autor esse afastamento é preocupante pois são esses conceitos que dão as explicações dos acontecimentos do cotidiano e fenômenos da natureza o qual esse mesmo estudante vivencia.

Desse modo, o ensino de ciências através de estratégias de ensino por metodologias ativas como gamificação e estudos de caso pode contribuir na melhoria desse ensino. O uso dessas ferramentas pode promover a autonomia do aluno, estimular a curiosidade e incentivar a tomada de decisões, de forma coletiva

ou individual, através de atividades essenciais à prática social e de seu cotidiano (BORGES; ALENCAR, 2014, p.120).

No que se refere ao estudo de caso, a mesma se apresenta com uma variante da Aprendizagem baseada em Problemas (ABP), sua aplicação é feita a partir de narrativas (reais ou fictícias) sobre personagens enfrentando problemas ou dilemas girando em torno de algum tema (SÁ e QUEIROZ, 2010). Ademais, com o uso desse recurso o professor desempenha um papel essencial como mediador, promovendo discussões construtivas e estimulando a reflexão por parte dos estudantes acerca das questões abordadas. Em relação ao estudante, o mesmo é responsável por identificar o problema, fazer a coleta de informações para formular hipóteses que deem possíveis soluções para o desfecho do caso (ELIAS; RICO, 2020).

Nesse contexto, a elaboração de um estudo de caso, segundo Herreid (1998) deve ter uma base narrativa envolvente que apresenta dilemas, com objetivo de promover a aprendizagem ativa por meio da discussão, tomada de decisões e resolução de impasses. O método estimula o pensamento crítico e a aplicação do conhecimento em contextos significativos e contextualizados à realidade dos estudantes.

A criação e validação de um estudo de caso para o ensino de seres detritívoros e decompositores se mostra relevante por estar alinhado com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que preconiza métodos ativos no ensino de ciências, visando o aprendizado sobre interações ecológicas e o desenvolvimento do pensamento crítico (BRASIL, 2018). Na literatura de ensino em ciências, a utilização dessa estratégia também é incentivada, ressaltando a importância de métodos que promovam a aprendizagem significativa, conectando conceitos científicos às situações cotidianas (AUSUBEL et al., 1980).

Ademais, o estudo de caso possibilita a interdisciplinaridade, articulando conceitos de biologia, química e história para uma compreensão integrada da natureza (QUERIOZ et al., 2013), tornando essencial a verificação dessa metodologia como potencial ferramenta de ensino em aulas de ciências. Além disso, a ferramenta possibilita a articulação contextualizada do processo de decomposição e seus fatores (seres que participam do processo e os produtos dessa ação) como por exemplo o processo de formação de bolores no pão e presença de besouros em grãos armazenados, tal enquadramento está de acordo com as Orientações

Curriculares do Ministério da Educação (2006) que preconizam a contextualização dos conteúdos de Biologia aliada à realidade do estudante na qual o rodeia.

Dessa forma, este trabalho visou elaborar e validar um estudo de caso sobre biodiversidade no solo, teia alimentar e ciclagem de nutrientes como ferramenta didática no ensino de Ciências, voltado para turmas do Ensino Fundamental anos finais. Considerou-se que a construção desse estudo de caso pode ser válido para o ensino da temática dos seres detritívoros e decompositores, o papel desses seres na ciclagem de nutrientes e a importância desses seres para a biodiversidade e o meio ambiente.

2 METODOLOGIA

2.1 ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE CASO

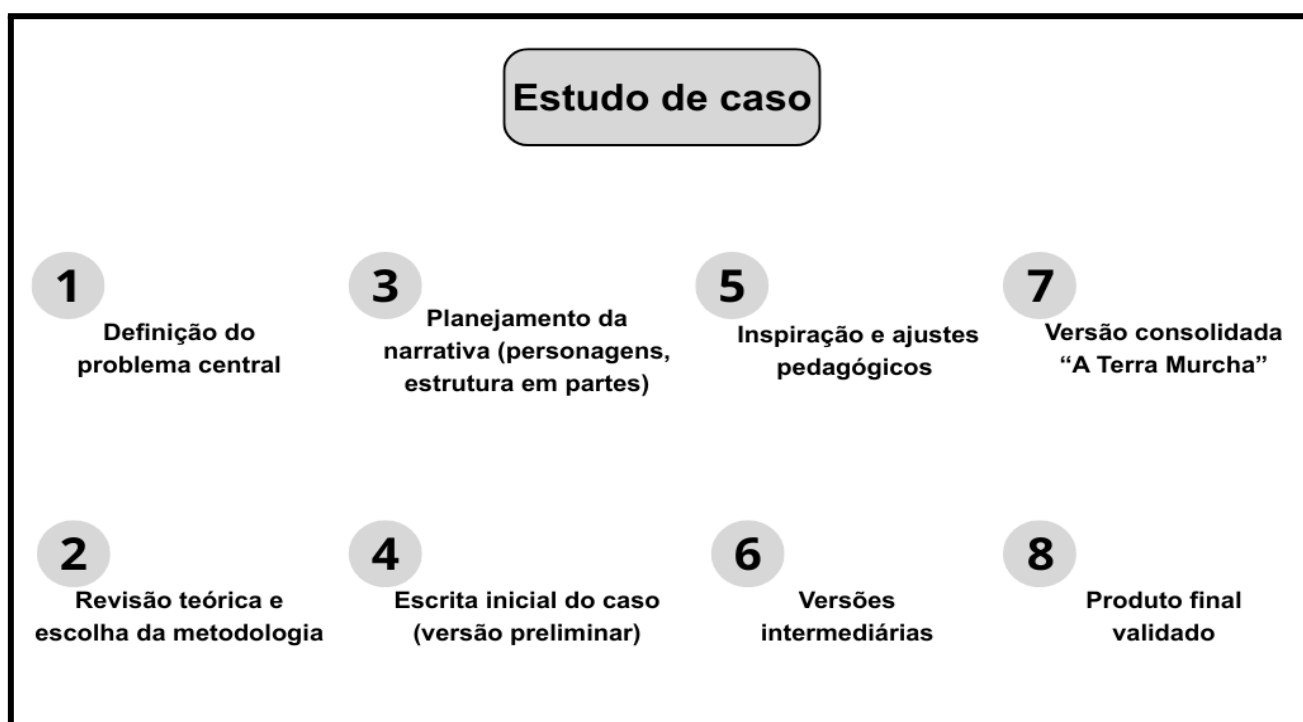
Este trabalho foi realizado no período de outubro de 2024 a junho de 2025, no âmbito do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife. O estudo surgiu da necessidade de elaborar um recurso didático contextualizado para o ensino de Ciências, capaz de aproximar conteúdos acerca de processos naturais como ciclagem de nutrientes, seres detritívoros e decompositores e biodiversidade do solo, da realidade dos estudantes do Ensino Fundamental anos finais.

Dessa forma, a pesquisa iniciou-se com uma revisão narrativa da literatura com base em autores clássicos da ecologia do solo, como Lavelle et al. (1993), Pelczar, Correia e Andrade (1999), além de Ribeiro et al. (2015), que discute dificuldades dos estudantes em conceitos de ecologia. Também foram utilizados referenciais sobre metodologias ativas de ensino e aprendizagem significativa (Ausubel, Novak e Hanesian, 1980; Ausubel, 2003; Novak, 1998; Zabala, 1998), sobre uso de estudos de caso no ensino de Ciências (Herreid, 1998, 2007; Sá e Queiroz, 2010, Elias e Rico, 2020), e autores que discutem educação crítica, interdisciplinaridade e práticas pedagógicas (Maldaner e Santos, 2007; Zômpero, Hernández, 2009; Moran, 2013; Lopes e Santos, 2015; Behar et al., 2019; Severino, 2016; Gil, 2019). Por fim, os parâmetros de validação de instrumentos educacionais foram fundamentados em Leite et al. (2018) e Silva (2019).

Após isso, foi elaborado um caso ficcional sobre o tema, o qual foi construído no formato interrompido, caracterizado pela apresentação progressiva do problema com momentos de interrupções estratégicas para estimular a reflexão, desafiando o leitor (no caso juízes especialistas) a concluir conceitos e promover possíveis soluções para tal situação, de acordo com os preceitos de Herreid (2007).

A ferramenta abordou conceitos da Ecologia, compreendendo as definição e diferenciação de seres detritívoros e decompositores, bem como sua importância no dia a dia além de trazer assuntos de química como potencial Hidrogeniônico (pH), sendo esse produto focado para turmas do Ensino Fundamental Anos Finais. Os temas foram desenvolvidos a partir da construção do conhecimento de forma progressiva dentro de uma problemática central, favorecendo o raciocínio lógico, a resolução de problemas e uma aprendizagem significativa (NOVAK, 1998).

Figura 1 - Organograma de elaboração do Estudo de Caso “A Terra Murcha”



Fonte: Canva/Marilia Ribeiro Sales Cadena e José Airky de Andrade Rego (os autores), 2025.

2.2 VALIDAÇÃO DE ESTUDO DE CASO COMO MATERIAL DE ENSINO

Após a elaboração do caso (Apêndice 1), ele passou por uma pré-validação por uma especialista na área de solos para verificação conceitual acerca do estudo de caso, sendo validado passou pela etapa de validação por 5 juízes especialistas consultores do projeto (quantidade mínima exigida), com experiência em ensino de ciências e biologia. A validação do produto de ensino (PE) aconteceu por meio de um questionário construído na plataforma Google Forms (Apêndice 2), que elencou o alinhamento do produto de ensino com os padrões de Herreid (1998) do material “O que faz um bom caso?” verificando se o caso 1 - conta uma história, 2 - concentra-se em uma questão que desperta interesse, 3 - se passa nos últimos cinco anos, 4 - cria empatia com os personagens centrais, 5 - inclui citações, 6 - é relevante para o leitor, 7 - tem utilidade pedagógica, 8 - caso provoca conflito, 9 - força a tomada de decisões, 10 - tem generalidade, 11 - é curto. Além disso, também foram abordados os critérios de Leite et al. (2018), que avaliaram três fundamentos: os objetivos do trabalho, a coerência e organização da estrutura do produto, e a relevância do mesmo. As alternativas presentes no questionário foram feitas por meio da escala Likert, apresentando pontuação de concordância de 1 a 5 (1 - discordo totalmente, 2 - discordo parcialmente, 3 - neutro, 4 - concordo parcialmente e 5 - concordo totalmente) para avaliação de cada enunciado.

A análise estatística dos dados fornecidos pelas respostas dos especialistas foi coletada, e a validação ocorreu por meio do Índice de Validação de Conteúdo (IVC), que quantificou por meio de duas partes o IVC-individual, calculando o total de respostas de concordância positivas pelo número total de respostas fornecidas pelos juízes para cada item avaliado e o IVC-global (IVC-g) sendo seu apuramento pela soma de todos os IVC-individuais (IVC-i) pelo número total de itens (SILVA, 2019). Considerando as respostas fornecidas por todos os juízes em todos os itens, apresentação da pontuação numérica pode ter uma variação mínima e máxima de 0 a 1, sendo a pontuação base necessária para validação de pelo menos 0,80 de IVC. Posteriormente à validação, os resultados foram separados e organizados em tabela Excel.

Figura 2 - Fórmula para Índice de Validação de Conteúdo (IVC)

$$IVC = \frac{\textit{Concordância}}{\textit{Total de consultores}}$$

Fonte: Adaptado de CALLÉ, Aline et al (2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 VALIDAÇÃO DE CONTEÚDO PELAS PROPOSIÇÕES PARA UM BOM ESTUDO DE CASO

Após as respostas recebidas pelos juízes avaliadores consultores da pesquisa no questionário de validação do estudo de caso, verificou-se que na seção sobre as proposições para um bom caso propostos por Herreid (1998), o caso foi validado com Índice de Validação de Conteúdo do item - $IVC-i \geq 0,80$) em todos itens (exceto o item 10 - O estudo de caso apresenta generalidade). Além disso, foram sugeridas melhorias na ferramenta de ensino, como a importância na utilização de contextos mais próximos da realidade dos estudantes ou de uma futura profissão desejada pelos mesmos, o que está diretamente relacionado com o princípio da aprendizagem significativa proposto por Ausubel (2003). Outro ponto, foi a sugestão de inclusão de mais imagens, recurso que, segundo Sá e Queiroz (2010 apud QUEIROZ; CABRAL, 2016), contribui para aumentar o engajamento e facilitar a compreensão dos estudantes.

Apesar disso, a seção sobre as proposições de Herreid (1998) para um bom caso apresentou um Índice de Validação de Conteúdo global (IVC-g) de 0,94 demonstrando que o estudo de caso é válido como material de ensino de ciências, tendo em vista que segundo Colussi et al. (2015) valores de IVC acima de 0,80 já indicam validade satisfatória para instrumentos educacionais, sendo o índice global encontrado considerado satisfatório. Dessa forma, entendendo-se que a ferramenta de ensino já apresenta todos os critérios estabelecidos pelo autor onde para Sá & Queiroz (2010 apud QUEIROZ; CABRAL, 2016) os estudos de caso devem ser narrativas envolventes e contextualizadas para gerar impacto no processo de ensino dos estudantes. De modo geral, os resultados evidenciaram que os pontos essenciais do conteúdo foram devidamente explorados. O que confere ao material um bom potencial de aplicação pedagógica, especialmente por ter sido construído em consonância com os critérios narrativos essenciais indicados por Herreid (1998) para um bom caso, como a inserção de dilemas, personagens bem construídos e a abordagem de problemas pertinentes para os alunos, como dito pela pelo juiz 5 onde diz que “os pontos do assunto foram devidamente explorados o caso apresenta potencial para ser aplicado com bons resultados”.

Quadro 1 - Seção 2 do questionário de validação de estudo de caso pelas proposições de Herreid (1998) para um bom caso

| Itens | Resposta apresentas pelo Juizes % (n) | | | | | Índice de validação de conteúdo (IVC) |
|---|---------------------------------------|-----------------------|---------|-----------------------|---------------------|---------------------------------------|
| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Neutro | Concordo parcialmente | Concordo totalmente | |
| 1. O estudo de caso apresenta uma estrutura básica adequada de uma história, com um começo, um meio e um fim que é sugerido e discutido pelo próprio aluno. | - | - | - | 20% (1) | 80% (4) | 1 |
| 2. O estudo de caso incorpora elementos de drama, focando na exploração de seu problema central. | - | - | - | 40% (2) | 60% (3) | 1 |
| 3. A ferramenta está dentro de um contexto atual, abordando questões e problemas pertinentes. | - | - | - | 20% (1) | 80% (4) | 1 |
| 4. Os personagens do material de ensino despertam empatia e estimulam a reflexão e a tomada de decisão ao longo da história. | - | - | - | - | 100% (5) | 1 |
| 5. O caso apresenta momentos de diálogo e interações entre os personagens. | - | - | - | - | 100% (5) | 1 |
| 6. O tema abordado no produto de ensino é relevante para o estudante. | - | - | - | 20% (1) | 80% (4) | 1 |
| 7. Dentro de uma visão pedagógica, o caso demonstra utilidade. | - | - | - | - | 100% (5) | 1 |
| 8. Os eventos ocorridos no caso geram conflitos e controvérsias | - | - | 20% (1) | 40% (2) | 40% (2) | 0,8 |
| 9. O caso força uma decisão do leitor. | - | - | - | 40% (2) | 60% (3) | 1 |
| 10. O estudo de caso apresenta generalidade.. | - | - | 40% (2) | 20% (1) | 40% (2) | 0,6 |
| 11. O caso possui uma história complexa dividida em etapas, de modo a ter uma progressão gradual dos assuntos. | - | - | - | - | 100% (5) | 1 |
| Índice de validação de conteúdo da seção | | | | | | 0,94 |

Fonte: Marília Ribeiro Sales Cadena e José Airky de Andrade Rego (os autores), 2025.

3.2 VALIDAÇÃO DE CONTEÚDO PELOS OBJETIVOS, ESTRUTURA/APRESENTAÇÃO, E RELEVÂNCIA DO PRODUTO DE ENSINO

Os resultados obtidos por meio da seção do questionário de validação realizado para objetivos, estrutura/apresentação e relevância do produtos de ensino com base nos critérios de Leite et al. (2018) indicaram um índice concordância positiva entre os especialistas, apresentando um IVC-i igual a 1,0 para 13 dos 16 itens avaliados, revelando assim, um elevado nível de qualidade pedagógica e metodológica do estudo de caso proposto. O IVC-g atingiu 0,97, valor considerado satisfatório segundo os critérios de Colussi et al. (2015). Esse desempenho reforça a adequação do material para aplicação no contexto educacional, alinhando-se aos princípios de clareza e pertinência e contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem.

Além disso, foi destacados pelos juízes especialistas a relevância do material por sua capacidade de aproximar os conceitos científicos da realidade social e ambiental dos estudantes, algo defendido por Hernández (2009) e Moran (2013), que consideram fundamental o vínculo entre o conteúdo escolar e o cotidiano dos alunos para garantir engajamento e compreensão mais efetiva. Outro aspecto importante que foi apontado refere-se à estrutura organizacional e à clareza de informações contidas no material, elementos essenciais e abordados por Severino (2016) e Gil (2019) como indispensáveis em produtos de ensino. O alinhamento entre os objetivos proposto e a sua promissora contribuição para a formação dos estudantes ficou evidenciado na avaliação, corroborando o papel do estudo de caso como recurso pedagógico relevante, como já apontado por Herreid (2007) e reforçado por Leite et al. (2018).

Sendo assim, o caso proposto é útil para o ensino da decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e identificação dos seres que participam desse processo. Esse tópico é um componente fundamental no processo de ensino-aprendizado, que por sua vez está presente nas Diretrizes da Base Comum Curricular (BRASIL, 2013) no Ensino Fundamental e Ensino Médio. Ademais, temas que estão atrelados a essa esfera ecológica no Ensino Fundamental Anos Finais como o entendimento das relações ecológicas.

Quadro 2 - Seção 3 do questionário de validação de estudo de caso seguindo os critérios de objetivos, estrutura/apresentação e relevância do produto de ensino

| Itens | Resposta apresentas pelo Juizes % (n) | | | | | Índice de validação de conteúdo (IVC) |
|---|---------------------------------------|-----------------------|---------|-----------------------|---------------------|---------------------------------------|
| | Discordo totalmente | Discordo parcialmente | Neutro | Concordo parcialmente | Concordo totalmente | |
| Objetivos do produto de ensino | | | | | | |
| 1 O estudo de caso aborda de maneira adequada o tema proposto (a relação dos seres detritívoros e decompositores na ciclagem de nutrientes e sua importância para o meio ambiente e o ser humano) | - | - | - | - | 100% (5) | 1 |
| 2. O material apresenta de forma clara a proposta de ensinar sobre seres detritívoros e decompositores, com foco no fluxo de matéria e ciclagem de nutrientes. | - | - | - | 20% (1) | 80% (4) | 1 |
| 3. A proposta possibilita ao aluno a compreensão dos conceitos científicos relacionados a decompositores, detritívoros, pH e micorrizas. | - | - | - | 40%(2) | 60% (3) | 1 |
| 4. O estudo de caso favorece a mobilização de saberes prévios e a construção de novos conhecimentos. | - | - | - | 20% (1) | 80% (4) | 1 |
| 5. O estudo de caso destaca a importância dos seres detritívoros e decompositores para a natureza e a sociedade. | - | - | 20% (1) | - | 80% (4) | 0,8 |
| Estrutura e apresentação do produto de ensino | | | | | | |
| 6. O texto narrativo está bem organizado, com progressão lógica dos eventos e coerência entre os episódios. | - | - | - | 20% (1) | 80% (4) | 1 |
| 7. A linguagem utilizada é acessível, atraente e adequada às aulas de ciências | - | - | - | 20% (1) | 80% (4) | 1 |
| 8. Os personagens e seus diálogos contribuem para tornar o conteúdo científico mais envolvente e significativo. | - | - | - | 20% (1) | 80% (4) | 1 |
| 9. As interrupções com perguntas e atividades são bem posicionadas, coerentes com o conteúdo e estimulam o raciocínio. | - | - | - | - | 100% (5) | 1 |
| 10. O material possui equilíbrio entre a narrativa ficcional e os conteúdos conceituais. | - | - | - | 20% (1) | 80% (4) | 1 |
| Relevância do produto de ensino | | | | | | |
| 11. O conteúdo do estudo de caso está contextualizado com a realidade social e ambiental dos alunos. | - | - | - | 40%(2) | 60% (3) | 1 |
| 12. O produto contribui para o conhecimento de teia alimentar. | - | 20% (1) | - | 20% (1) | 60% (3) | 0,8 |
| 13. O produto desperta interesse dos alunos acerca do tema. | - | - | - | 20% (1) | 80% (4) | 1 |
| 14. O material possibilita ao professor explorar o conteúdo de forma interdisciplinar. | - | - | - | 20% (1) | 80% (4) | 1 |
| 15. A proposta é aplicável em sala de aula e tem potencial para fomentar discussões e atividades práticas. | - | - | - | - | 100% (5) | 1 |
| Índice de validação de conteúdo da seção | | | | | | 0,97 |

Fonte: Marília Ribeiro Sales Cadena e José Airky de Andrade Rego (os autores), 2025.

Entretanto, para fins de melhoria do estudo de caso, os juízes propuseram sugestões importantes acerca do mesmo. Um dos comentários foi o de ampliar a interdisciplinaridade do material didático, incluindo, conexões com a disciplina de matemática por meio de cálculos de área e estimativas de materiais a serem utilizados para a resolução do problema do caso, como dito pelo Juiz 3. Essa orientação também dialoga com autores como Behar et al. (2019), que destacam a importância de conectar conteúdos de diferentes áreas do conhecimento para potencializar o desenvolvimento de competências complexas nos alunos.

O caso proposto está alinhado aos princípios da educação ambiental crítica, defendida por autores como Hernández (2009), a qual promove reflexões mais aprofundadas sobre sustentabilidade e uso racional dos recursos naturais. Ademais, o mesmo evidenciou sua importância como recurso didático no ensino de Ciências, através da validação pelos consultores da pesquisa consistindo uma proposta para aprendizagem ativa, contextualizada e crítica. De acordo com Zabala (1998), estratégias que colocam os estudantes no centro do processo, como os estudos de caso, podem estimular a construção de conhecimento por meio da problematização e tomada de decisões.

Nesse sentido, o uso de narrativa com base em situações reais ou fictícias permite que os discentes se envolvam emocional e cognitivamente com o conteúdo proposto, assim favorecendo o desenvolvimento de competências investigativas e reflexivas (PERRENOUD, 2000). Outro ponto importante é a capacidade do estudo de caso de integrar diversos saberes promovendo a interdisciplinaridade, estando em consonância com as diretrizes curriculares da Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018). Segundo Lopes e Santos (2015), metodologias que promovem a articulação entre teoria e prática, são essenciais para a formação de indivíduos capazes de atuar criticamente nas demandas da sociedade.

4 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos na validação do estudo de caso, foi demonstrado que o material apresenta qualidade didática e metodológica para ser utilizado como recurso de ensino em aulas de Ciências. Os altos índices de validação de conteúdo (seção 2 com IVC-g 0,94 e seção 3 com IVC-g 0,97) confirmam a adequação do estudo quanto à clareza, estrutura narrativa, contextualização e relevância educacional. As contribuições dos avaliadores reforçaram o seu alinhamento com as práticas pedagógicas que favorecem o pensamento crítico, a aprendizagem ativa e a conexão entre os conteúdos e o cotidiano dos estudantes, aspectos fundamentais para o ensino significativo de Ciências.

Além disso, o tema abordado está diretamente relacionado a conteúdos essenciais do currículo escolar, como decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, seres detritívoros e decompositores e suas interações ecológicas, presentes tanto na BNCC quanto em diretrizes curriculares do estado de Pernambuco. O uso do estudo de caso favorece a interdisciplinaridade e o desenvolvimento de competências investigativas dos alunos com questões ambientais relevantes. Por fim, vale ressaltar que o trabalho dialoga com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da agenda 2030 da ONU, especialmente com a ODS 4 que corresponde educação de qualidade, tendo a proposta de uma metodologia ativa que favorece a aprendizagem e a ODS 15 referente à vida terrestre, ao destacar a importância da biodiversidade do solo para a manutenção dos ecossistemas.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. Psicologia educacional. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BEHAR, P. A. et al. Metodologias ativas e o desenvolvimento de competências na Educação Básica. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 2, p. 1–12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.100989>.
- BORGES, R. S.; ALENCAR, M. G. S. Jogos didáticos e aprendizagem de conceitos em ciências: percepção dos alunos sobre o jogo da memória. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 1, p. 115–132, 2014.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 7 jul. 2025.
- COLUSSI, C. F. et al. Construção e validação de um instrumento de avaliação de habilidades de pensamento crítico. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 68, n. 5, p. 603–609, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167.2015680507i>.
- CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Macrofauna do solo e sua importância no funcionamento dos ecossistemas. **Embrapa Solos – Circular Técnica**, n. 16, p. 1–20, 1999.
- ELIAS, V. M.; RICO, C. C. Estudo de caso como metodologia ativa no ensino de ciências: uma análise de propostas e práticas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, n. 3, p. 1–22, 2020.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- HERNÁNDEZ, F. **Currículo, cultura e subjetividade**. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- HERREID, C. F. Start with a Story: The Case Study Method of Teaching College Science. **Journal of College Science Teaching**, v. 36, n. 2, p. 62–67, 2007.
- HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163–165, 1998.
- LAVELLE, P. et al. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, Lawrence, v. 25, n. 2, p. 130–150, 1993.
- LEITE, S. S. et al. Validação de tecnologia educacional: passo a passo da construção do questionário e validação de conteúdo com juízes especialistas. **Revista Enfermagem UERJ**, Rio de Janeiro, v. 26, e31170, 2018. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/enfermagemuerej/article/view/31170>. Acesso em: 7 jul. 2025.

LOPES, A. C.; SANTOS, L. M. Articulação entre teoria e prática na formação docente: contribuições das metodologias de ensino com pesquisa. **Educação em Revista**, v. 31, n. 3, p. 65–86, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-469812901>.

MALDANER, O. A.; SANTOS, M. G. A abordagem CTS no ensino de Ciências: perspectivas e desafios. **Revista Ciência & Ensino**, n. 10, p. 12–22, 2007.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. 6. ed. Campinas: Papirus, 2013.

NOVAK, J. D. **A teoria da aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 1998.

PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, M. A. (Org.). **Estudo de caso no ensino de Ciências**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2016.

QUEIROZ, S. L.; OLIVEIRA, L. G.; MAIA, M. A. C. O estudo de caso como estratégia didática: possibilidades e limites para o ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 2, p. 285–302, 2013.

RIBEIRO, M. L. et al. O ensino de Biologia e as dificuldades enfrentadas pelos alunos do Ensino Médio: um olhar sobre a prática docente. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 5, n. 1, p. 58–64, 2015.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. O estudo de caso como estratégia didática no ensino de ciências. In: QUEIROZ, S. L.; CABRAL, M. A. (org.). **Estudo de caso no ensino de Ciências**. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2010. p. 59–78.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DE PERNAMBUCO. **Diretrizes curriculares do ensino fundamental anos finais: Ciências da Natureza**. Recife: SEE-PE, 2025.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. rev. e ampl. São Paulo: Cortez, 2016.

SILVA, S. S. **Validação de conteúdo de instrumentos de avaliação: teoria e prática**. Curitiba: Appris, 2019.

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

ZÔMPERO, A. F. O. **O uso de atividades contextualizadas no ensino de Ciências e Biologia: contribuições para a aprendizagem significativa**. 2009. 124 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

APÊNDICE A – Questionário de Validação de estudo de caso

Caro(a) docente,

Esta pesquisa apresentada tem como objetivo a validação do recurso de ensino produto do Trabalho de Conclusão de Curso de José Airky de Andrade Rêgo, estudante do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco sob orientação da Prof. a Dra. Marília Sales Ribeiro Cadena.

O estudo de caso foi elaborado com o objetivo de trabalhar as definições acerca dos seres detritívoros e decompositores, pH e micorrizas sua participação na ciclagem de nutrientes assim como também como estes papéis exercidos por eles podem ser importantes para o meio ambiente e o ser humano em turmas do Ensino Fundamental (Anos Finais) que se alinham às diversas necessidades da BNCC, como o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia, da colaboração e da capacidade de argumentação, ao desafiar os estudantes a mobilizarem conhecimentos e buscarem soluções em contextos significativos.

Portanto, o estudo de caso pode ser um recurso valioso para este fim. As perguntas que compõem este questionário de validação foram formuladas em consonância com os princípios delineados no artigo de Clyde Herreid (1998), "O que faz um bom caso? Algumas regras básicas para uma boa contação de histórias para gerar entusiasmo na sala de aula".

Instruções:

Avalie cada afirmação abaixo com base na sua concordância em relação ao material educativo apresentado:

- 1 – Discordo totalmente
- 2 – Discordo parcialmente
- 3 – Neutro
- 4 – Concordo parcialmente
- 5 – Concordo totalmente

Dados socioeconômicos do juiz avaliador

Seção 1

Coloque seu E-mail.

1. Sexo

- Feminino
- Masculino
- Prefiro não informar
- Outros: _____

2. Escolaridade

- Superior
- Pós-graduação Lato sensu
- Mestrado Stricto sensu
- Doutorado
- Pós-doutorado

3. Idade

4. Tempo de experiência na área do caso (anos)

5. Tempo de experiência na docência (anos)

6. Nível que leciona

- Ensino Fundamental
- Ensino Médio
- Graduação
- Pós-graduação
- Não leciono

7. Curso de graduação realizado

- Licenciatura em Ciências Biológicas
 - Licenciatura em Física
 - Licenciatura em Pedagogia
 - Licenciatura em Química
 - Outros: _____
-

Avaliação das características de um bom caso

Seção 2

Leia as afirmativas e marque, nas colunas ao lado, se você concorda ou discorda de cada uma delas. Os itens elaborados têm como base Herreid (1998). Caso não concorde com alguma das sentenças, por favor, registre suas considerações ao final da Seção:

1. O estudo de caso apresenta uma estrutura básica adequada de uma história, com um começo, um meio e um fim que é sugerido e discutido pelo próprio aluno.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

2. O estudo de caso incorpora elementos de drama, focando na exploração de seu problema central.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

3. A ferramenta está dentro de um contexto atual, abordando questões e problemas pertinentes.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

4. Os personagens do material de ensino despertam empatia e estimulam a reflexão e a tomada de decisão ao longo da história.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

5. O caso apresenta momentos de diálogo e interações entre os personagens.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

6. O tema abordado no produto de ensino é relevante para o estudante.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

7. Dentro de uma visão pedagógica, o caso demonstra utilidade.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

8. Os eventos ocorridos no caso geram conflitos e controvérsias

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

9. O caso força uma decisão do leitor.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

10. O estudo de caso apresenta generalidade.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

11. O caso possui uma história complexa dividida em etapas, de modo a ter uma progressão gradual dos assuntos.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

12 Para cada item de avaliação proposto por Herreid (1998), detalhe suas considerações sobre como este estudo de caso pode ser aprimorado.

Avaliação do recurso de ensino

Seção 3

Leia as afirmativas e marque as colunas ao lado concordando ou discordando das afirmativas. Adaptação dos critérios de Leite et al. (2018). Caso haja discordância em relação a algum item, solicita-se que registre suas considerações para que sejam enviadas ao final do formulário.

Objetivos do produto de ensino

1. O estudo de caso aborda de maneira adequada o tema proposto (a relação dos seres detritívoros e decompositores na ciclagem de nutrientes e sua importância para o meio ambiente e o ser humano).

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

2. O material apresenta de forma clara a proposta de ensinar sobre seres detritívoros e decompositores, com foco no fluxo de matéria e ciclagem de nutrientes.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

3. A proposta possibilita ao aluno a compreensão dos conceitos científicos relacionados a decompositores, detritívoros, pH e micorrizas.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

4. O estudo de caso favorece a mobilização de saberes prévios e a construção de novos conhecimentos.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

5. O estudo de caso destaca a importância dos seres detritívoros e decompositores para a natureza e a sociedade.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

Estrutura e apresentação do produto de ensino

6. O texto narrativo está bem organizado, com progressão lógica dos eventos e coerência entre os episódios.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

7. A linguagem utilizada é acessível, atraente e adequada às aulas de ciências

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

8. Os personagens e seus diálogos contribuem para tornar o conteúdo científico mais envolvente e significativo.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

9. As interrupções com perguntas e atividades são bem posicionadas, coerentes com o conteúdo e estimulam o raciocínio.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

10. O material possui equilíbrio entre a narrativa ficcional e os conteúdos conceituais.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

Relevância do produto de ensino

12. O conteúdo do estudo de caso está contextualizado com a realidade social e ambiental dos alunos.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

13. O produto contribui para o conhecimento de teia alimentar.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente

- Concordo totalmente

14. O produto desperta interesse dos alunos acerca do tema.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

15. O material possibilita ao professor explorar o conteúdo de forma interdisciplinar.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Neutro
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

16. A proposta é aplicável em sala de aula e tem potencial para fomentar discussões e atividades práticas.

APÊNDICE B – Caso de estudo: A Terra Murcha

Parte 1 - A aula de ciências e a teia alimentar

Júnior é um estudante do 9º ano do ensino fundamental, tem 14 anos de idade e estuda em uma escola que fica a poucas ruas de sua casa. Ele é um rapaz muito engraçado e inteligente, ele se diverte bastante jogando jogos de quebra-cabeça e da memória, além disso, ele gosta muito da sua escola, especialmente das aulas de ciências, do professor Caio.

Toda vez que Junior sai da escola ele vai direto para casa, onde seu pai, Rodolfo, fica esperando para levá-lo à fazenda da família onde fazem junto com o tio Bruno e funcionários de seu Rodolfo a manutenção, plantio e colheita de feijão além de outras atividades, como cuidar dos animais do lugar. Hoje, o garoto está bem animado para ir à fazenda, pois vão fazer a verificação do solo para o período de plantio que se aproxima, faltam apenas dois meses para começar. Na última aula do dia ele teve ciências, e o professor Caio deu continuidade ao assunto de Ecologia falando sobre o fluxo de matéria:

Professor Caio: Bom dia, turma!

Turma: Bom dia, Professor!!!

Professor Caio: Hoje, vamos continuar a falar sobre o fluxo da matéria, vocês se lembram de como é esse fluxo?

Júnior: Cíclico! Cíclico, professor!

Professor Caio: Muito bem, Júnior. Ele é cíclico, o que significa que, no ecossistema, a matéria vai passar por vários estágios que irão se repetir várias vezes em uma cadeia ou teia alimentar. Como por exemplo... começando com as plantas, que também podemos chamar de quê em uma teia alimentar?....

Turma: Produtoooooresss!!!

Professor Caio: Isso! Ela produz uma fruta que, depois, será consumida por um inseto, que é chamado de...?

Turma: Consumidor!!!

Professor Caio: Só consumidor?

Júnior: Consumidor Primário, professor.

Professor Caio: Exatamente! Depois disso, esse inseto vai ser comido por um sapo, que é o consumidor secundário, que logo após será consumido por uma cobra sendo a última na sequência, consumidor terciário. A teia termina aí??

Turma: Não, não! Tem os decompositores e os detritívoros!!

Professor Caio: Isso aí, gostei de ver! Mas vocês sabem quem eles são, e a diferença deles?

Júnior: Eles gostam de comer fruta podre!

Professor Caio: Só fruta podre? Não, não... Mas, nosso tempo de aula acabou e nos vemos na próxima aula.

Perguntas 1:

1. Analise a imagem abaixo e nomeie os organismos que fazem parte da teia alimentar como produtores, consumidores primário, secundário e terciário, detritívoros e decompositores.

Figura 3 - Teia alimentar



Fonte: Chat GPT/Marília Ribeiro Sales Cadena e José Airky de Andrade Rego (os autores), 2025.

2. Pesquise outros exemplos de organismos produtores, consumidores primário, secundário e terciário, detritívoros e decompositores. Desenhe uma imagem ilustrando essa teia alimentar.

3. Explique a diferença entre seres detritívoros e decompositores. Qual a importância deles para a natureza.

4. Explique quais são os benefícios fornecidos à natureza pelo processo de ciclagem de nutrientes?

Parte 2 - Decomposição e a “doença” da fazenda

No dia seguinte, novamente na aula de Ciências:

Maria: Professor, eu vi na internet que as minhocas comem folhas secas no quintal!

Professor Caio: Muito bem, Maria! As minhocas são ótimos exemplos de detritívoros, porque se alimentam de restos orgânicos como folhas secas, restos de

comida e outros materiais em decomposição. Mais alguém sabe sobre seres detritívoros e decompositores?

Lucas: Eu vi num vídeo que os fungos ajudam a decompor árvores caídas. Eles podem crescer no solo, de forma invisível, ou aparecer como bolores que também são chamados de mofo, ou até formar um corpo de frutificação: os cogumelos. Eles são decompositores.

Professor Caio: Perfeito, Lucas! Os fungos e algumas bactérias são os verdadeiros decompositores. Eles não “comem” como os animais, mas liberam substâncias bioquímicas que digerem os restos orgânicos em moléculas menores. Uma parte é absorvida pelo microrganismo para manutenção de sua vida, e a outra parte permanece no solo, favorecendo outras espécies.

Júlia: Então, os detritívoros comem os restos, e os decompositores fazem a digestão fora do corpo... das células deles?

Professor Caio: Isso mesmo, Julia!

Júnior: Professor, então, até o corpo da cobra, se ela morrer, vai ser comida também?

Professor Caio: Sim, Junior! Nada se desperdiça na natureza. Quando a cobra morre, detritívoros e decompositores entram em ação, e a matéria orgânica do corpo dela volta para a teia alimentar. Por exemplo, indo para o solo, nutrindo as plantas, que serão comidas por outros seres vivos. É o ciclo da vida!

A turma ficou em silêncio por alguns segundos, refletindo, e a aula seguiu. Após a aula, por estar muito ansioso com a preparação do solo na fazenda, Júnior chegou mais cedo do que de costume, foi direto tomar banho, e em seguida, almoçou. Depois de se organizar, ele e seu pai foram para o carro para irem à fazenda, mas Júnior percebeu que seu pai estava com uma cara estranha, parecia que tinha brigado com a cama antes de levantar. Ao se aproximar do carro Júnior viu que seu pai estava ao telefone, conversando com seu tio Bruno, dizendo algumas coisas como se algo ruim tivesse acontecido.

Rodolfo: Brunão, me explica de novo, porque eu não entendi....

Rodolfo: A terra está esgotada?

Júnior: Pai, tá tudo bem?

Rodolfo: Oi? Tá sim, filho. É só um probleminha que apareceu na fazenda...

Rodolfo: Mas, não é nada demais.

Júnior: Hm... ok...

Rodolfo: Olha, Bruno, a gente tá indo para a fazenda. Quando chegarmos tu me explica melhor...

Rodolfo: Certo, certo. Até já.

Após a conversa por telefone, Rodolfo e seu filho foram correndo para o terreno. Ao chegarem lá, encontraram Bruno, que os recebeu com seu abraço apertado, daquele tipo que sempre deixa as pessoas sem fôlego, e começaram a conversar:

Bruno: Chefe, a situação está complicada, o terreno não está bom para plantar...

Rodolfo: Mas, o que houve? Eu achei que ainda levaria mais quatro colheitas para a terra se esgotar.

Bruno: Pois é, chefe. O solo está com muitas partes compactadas, outras erodidas, e medimos o pH da área: deu 4,9... Precisamos corrigir isso, porque o pH ideal para plantio não é esse.

Rodolfo: Mas tão rápido assim?

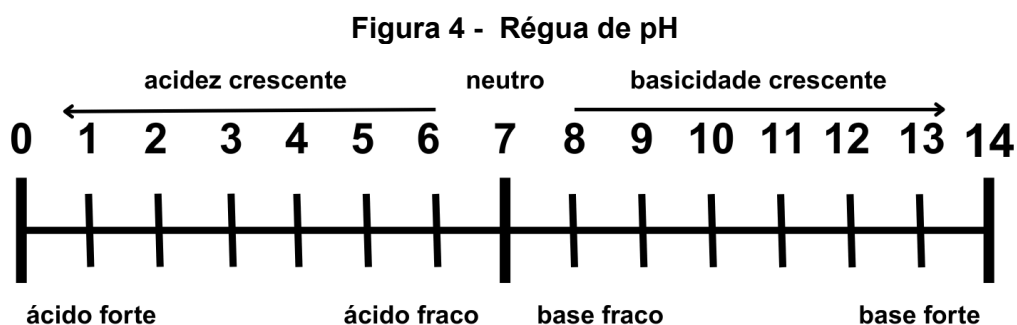
Bruno: Como somos uma monocultura, a perda da fertilidade do solo ocorre de maneira mais rápida... Por conta que o uso do mesmo cultivo leva à exaustão de nutrientes específicos e à degradação da estrutura do solo.

Rodolfo: Entendi.

Perguntas 2:

5. O que é pH?

6. De acordo com a régua de pH abaixo, e sobre a acidez e basicidade do solo, o que podemos afirmar em relação ao solo de plantio de Rodolfo estando em 4,9?



Fonte: Canva/Marília Ribeiro Sales Cadena e José Airky de Andrade Rego (os autores), 2025.

7. Qual o pH ideal para o solo para plantio de feijão?

8. Considerando o pH que o solo deveria estar, e que o pH atual é de 4,9, o que pode acontecer com os seres detritívoros e decompositores do solo no pH atual? E no pH ideal?

9. Diversos materiais podem ser adicionados ao solo para correção do pH. Analise o quadro abaixo e explique qual(is) deles poderiam ser usados para corrigir o pH do solo da fazenda de Rodolfo. E quais os benefícios que essa correção pode trazer.

Quadro 3: Valores de pH de amostras de solo usando diferentes tipos de tratamentos.

| Materiais | Dose | Período de incubação (dias) | | | |
|---------------------|---------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|
| | Toneladas / Hectare | 0 | 25 | 50 | 75 |
| Testemunha | 0,0 | 4,9 | 5,7 | 5,5 | 4,6 |
| Calcário calcinado | 4,0 | 4,9 | 7,9 | 7,5 | 7,4 |
| Calcário Dolomítico | 4,0 | 4,9 | 7,0 | 6,5 | 6,6 |
| Escória | 4,0 | 4,9 | 6,9 | 6,1 | 6,0 |
| Gesso | 4,0 | 4,9 | 5,3 | 5,2 | 4,7 |

Fonte: Tabela adaptada de Veloso, Muniz e Veigas (1992).

Parte 3 - O mais rápido ou o mais duradouro?

No decorrer na conversa, Rodolfo e Bruno começaram a discutir sobre qual seria a melhor forma para resolver a situação do cultivo, o qual Rodolfo colocava a necessidade de se utilizar tratamentos químicos para uma resolução mais rápida e Bruno métodos mais graduais:

Rodolfo: Bruno, acho que pra resolver isso, podemos utilizar algum tratamento químico... Algum fertilizante no caso.

Bruno: Acho que também seria bom adicionar mais alguma coisa chefe...

Rodolfo: Como o que Bruno?

Bruno: Poderíamos usar uma adubação orgânica por compostagem.

Rodolfo (impaciente): Nós já estamos com um prazo meio curto Bruno, não quero arriscar perder essa safra. O fertilizante já resolve isso rapidinho por si só.

Bruno (insistindo): Não demoraria muito, seria um processo de no máximo 3 meses. Além de ser um método mais duradouro.

Rodolfo (irritado): Não concordo com isso... 3 meses é muito tempo e tempo é dinheiro.

Pergunta 3:

10. Bruno e Rodolfo estão em um dilema para a recuperação da área de cultivo. Complete o quadro abaixo com vantagens e desvantagens após pesquisar três diferentes formas para recuperação de solos.

| Método para recuperação de solo | Vantagens | Desvantagens |
|---------------------------------|-----------|--------------|
| 1. | | |
| 2. | | |
| 3. | | |

11. Considerando que você é o fazendeiro, o que você faria? Qual(is) método(s) usaria? Justifique.

Parte 4 - As micorrizas

Júnior, ouvindo a conversa de seu pai e de seu tio, lembrou da aula do professor de Ciências, na qual falou sobre seres vivos que contribuem na ciclagem de nutrientes, sendo importantes na manutenção de solos férteis e saudáveis. Com isso, o garoto foi até eles e disse:

Junior: Pai, a terra tá doente, é?

Rodolfo: Não, meu filho, não é nada disso. É outra coisa...

Junior: Pai, eu acho que tenho uma ideia que pode ajudar o senhor com o terreno.

Rodolfo: Eu e seu tio já sabemos como resolver, meu filho. Vamos ter que comprar um material de tratamento chamado calcário dolomítico.

Junior: E o que é isso?

Rodolfo: É um mineral, filho, que regula o pH do solo.

Junior: Ok, pai, mas a gente vai ter que comprar esse calcário toda vez que a terra ficar desse jeito?

Rodolfo: Bom, meu filho, é um produto eficiente e não é muito difícil de achar, então é uma boa opção...

Junior: Pode até ser, mas acho que podemos fazer mais uma coisa que vai ajudar bastante também, e que pode fazer com que a gente não precise mais de calcário.

Rodolfo (mais ríspido): Junior, isso aqui não é brincadeira. A gente faz assim há anos e sempre deu certo. Não é hora de testar novidades.

Junior (insistindo): Mas pai, não é só novidade... é uma forma de cuidar da terra sem depender de produto de fora.

Rodolfo (impaciente): Eu entendo sua empolgação, mas aqui não dá pra arriscar. A gente precisa do resultado certo. Não tem tempo pra esperar se vai dar certo ou não.

Junior (frustrado): Mas, se a gente nunca tentar, vai sempre depender de comprar algo. E se um dia faltar?

Rodolfo: Hum...

Após isso, os três tiveram uma longa conversa, na qual Júnior falou da aula de ciclagem de nutrientes e explicou quem são os seres que participam desse processo, dando o exemplo das minhocas e fungos. Seu pai e tio ficaram um pouco receosos com a ideia, mas, pensando que isso poderia ajudar a reduzir custos no futuro, decidiram tentar a proposta de Junior, que consistia em utilizar minhocas e fungos para evitar que a área de cultivo voltasse a ficar imprópria para o plantio.

Contudo, Rodolfo teve uma dúvida: como ele poderia conseguir essas minhocas e fungos? Além disso, Bruno comentou que, antes de utilizar esses organismos, o solo deveria ser revigorado com o calcário dolomítico, pois esses seres podem não conseguir sobreviver em terrenos ácidos.

Pensando por um tempo, Rodolfo lembrou que sua esposa, Amanda, de vez em quando compra uns cogumelos para colocar no feijão em momentos de reunião familiar. Com isso, os três foram direto para casa de Junior. Ao chegarem, Rodolfo

perguntou a Amanda onde ela compra os cogumelos para o almoço, e ela disse que compra sempre na loja de jardinagem.

Chegando na loja, Rodolfo perguntou ao vendedor, chamado Paulo, sobre os cogumelos comestíveis para usar no seu terreno. Paulo, tentando entender melhor qual era a situação, perguntou a Rodolfo sobre se iria querer usar fungos no terreno. Depois que ele explicou o problema, Paulo logo avisou que esses fungos não iriam servir para manter o terreno fértil.

Em vez disso, aconselhou a comprar fungos micorrízicos e húmus de minhocas, pois esses fungos em específico é que conseguem estabelecer uma relação de simbiose com as plantas, beneficiando o desenvolvimento de ambos. O húmus, por sua vez, é o fornecimento de nutrientes ao solo essenciais para a produção de hormônios de crescimento na planta, além de serem produtos de baixo custo.

Durante a explicação, Paulo utilizou de um quadro (quadro 2) com dados sobre produção relativas de alguns cultivos com determinadas espécies de fungos micorrízicos, falando sobre os benefícios que as micorrizas podem oferecer.

Quadro 4: Produção relativa de culturas anuais e forrageira sem inoculação de micorrizas e com micorrizas de diferentes espécies.

| Espécies de fungos | Plantas hospedeiras | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|-------|-------|-------|------|--------|
| | Milho | Sorgo | Trigo | Arroz | Soja | Feijão |
| | Produção relativa (%) | | | | | |
| Sem inoculação | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <i>Glomus etunicatum</i> | 272 | 207 | 170 | 134 | 440 | 321 |
| <i>Entrophospora colombiana</i> | 247 | 168 | 151 | 100 | 347 | 283 |
| <i>Acautospora scrobiculata</i> | 213 | 97 | 132 | 94 | 234 | 174 |
| <i>Gigaspora gigantea</i> | 102 | 70 | 139 | 100 | 231 | 130 |

Fonte: Tabela adaptada por Marilia Ribeiro Sales Cadena e José Airky de Andrade Rêgo de Jeanne e Leo 2001

Enquanto Paulo explicava, os três ficaram ouvindo atentamente, como se estivessem assistindo uma partida de futebol. Em seguida, Bruno perguntou onde eles poderiam achar isso tudo. O vendedor riu um pouco e o tranquilizou, dizendo que tinha o húmus e as minhocas. Quanto às micorrizas, disse que conhecia uma loja de produtos agrícolas que vendia tratamentos de pH, como calcários, que também comercializava esses fungos. Quando Bruno e Rodolfo ouviram isso logo pensaram “porque não pensamos nisso?” Após a conversa, eles compraram tudo e foram para casa descansar.

Perguntas 4:

12. Analise o quadro 2 e informe qual espécie de micorriza Rodolfo deveria usar no seu cultivo explicando o motivo.

13. Conhecendo o problema atual do solo na fazenda e as possíveis soluções, estabeleça um cronograma para ajuste do solo da fazenda dividido em etapas, considerando que ele se torne ideal para cultivo de feijão, tenha equilíbrio biológico entre os seres que habitam nele.