

## CONCEPÇÃO DOS ESTUDANTES CONCLUINTE DO ENSINO MÉDIO SOBRE A DECOMPOSIÇÃO DE EXCREMENTOS E CICLAGEM DE NUTRIENTES

### Conception of high school students about the decomposition of excrement and nutrient cycling

Samanta Oliveira da Silva<sup>1</sup>  
Cibele Pimenta Tiradentes<sup>2</sup>  
Solange Xavier dos Santos<sup>3</sup>

**RESUMO:** Neste trabalho são apresentados e discutidos resultados de uma pesquisa acerca da concepção dos concluintes do Ensino Médio (EM) sobre o processo de decomposição das fezes e ciclagem de nutrientes. Os dados foram obtidos a partir da aplicação de um questionário semi-estruturado a 75 estudantes de três turmas da 3ª série do EM de três escolas da rede pública estadual de Goiânia/GO. A análise quali-quantitativa das respostas mostrou que a maioria dos estudantes concebe a noção de decomposição no processo de desaparecimento das fezes do ambiente. Entretanto, o entendimento do fenômeno é bastante superficial, pois poucos conseguiram nomeá-lo corretamente, a maioria dá mais relevância aos fatores físicos do que aos seres vivos envolvidos no processo, sendo poucos os que compreendem com clareza a importância da ciclagem de nutrientes na natureza.

**Palavras-chave:** Biodegradação. Fezes. Microrganismos.

**ABSTRACT:** This paper presents and discusses the results of a research about the conception of high school undergraduate students on the process of decomposition of excrements and nutrient cycling. Data were obtained from the application of a semi-structured questionnaire to 75 students from three classes of the 3rd grade in three public schools in Goiânia/GO. The quali-quantitative analysis of the answers showed that most students conceive the notion of decomposition in the process of disappearance of excrements from the environment. However, the understanding of the phenomenon is quite superficial, because few have succeeded in naming it correctly. Most of students give more relevance to physical factors than to the living beings involved in this process, and few clearly understand the importance of nutrient cycling in nature.

**Keywords:** Biodegradation. Feces. microorganisms.

### Introdução

A escola é um ambiente que proporciona o contato do estudante com o saber científico, possibilitando a partilha e construção do conhecimento, bem como a formação de cidadãos críticos (BRASIL, 2013). À medida em que a ciência vem sendo cada vez mais debatida, faz-se necessário aproximar a concepção dos conhecimentos científicos e tecnológicos (MOURA, 2012), bem como desenvolver atitudes de responsabilidade ambiental, à formação do estudante (TOZONI-REIS, 2004).

---

<sup>1</sup> Mestra em Recursos Naturais do Cerrado (RENAC), pela Universidade Estadual de Goiás, Campus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas (UEG/CCET), samantabiologa@gmail.com

<sup>2</sup> Mestra em Ciências Ambientais e Saúde/Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC/GO), docente da UEG/CCET, cpimentatiradentes@gmail.com

<sup>3</sup> Doutora em Ciências Biológicas, área de Microbiologia Aplicada, pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), docente da UEG/CCET, solange.xavier@ueg.br.

A educação ambiental constitui uma prática social e educativa que visa à construção de conceitos, valores e atitudes que possibilitem ao estudante entender a realidade que o cerca (LOUREIRO, 2004), a fim de que ele possa atuar de forma consciente frente às questões ambientais. Para tanto, é necessário que o estudante entenda os conceitos biológicos para compreender as interações entre fatores bióticos e abióticos e a dinâmica que ocorre no ambiente (ZÔMPERO; LABURÚ, 2010).

O ensino sobre decomposição e ciclagem de nutrientes é um componente fundamental nesse processo, a ser trabalhado nas séries iniciais do Ensino Fundamental e aprofundado no Ensino Médio, visto que, conforme preconizado nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (BRASIL, 2013), a integração curricular compõe um todo, onde a base reforça a compreensão.

Apesar da inquestionável importância ecológica, durante a abordagem sobre a ciclagem de nutrientes na Educação Básica, pouca importância tem sido dada à decomposição de materiais fecais (SILVA; TIRADENTES; XAVIER-SANTOS, 2016). Em geral, ao se trabalhar os conteúdos de decomposição, os exemplos têm focado na deterioração do fruto e outros alimentos, conforme demonstrado por Ribeiro; Cataneo; Meghioratt (2015) e Prado; Teodoro; Khouri (2015), o que acaba contribuindo para que os estudantes adquiram uma visão restrita e, por vezes, equivocada do processo, como algo indesejável; que traz prejuízos econômicos ao ser humano.

Silva; Tiradentes; Xavier-Santos (2016) propõem que fazer uso da decomposição de excrementos fecais como ferramenta didática para o ensino da ciclagem de nutrientes pode despertar os estudantes de forma mais contundente para a importância desse processo natural para o ambiente, em detrimento da noção negativa atribuída à decomposição e aos organismos decompositores, quase sempre associados à deterioração/apodrecimento de alimentos e outros produtos úteis ao homem. Ao compreender o processo de decomposição desses materiais, seja de animais silvestres, domésticos, rurais ou urbanos, isso ressaltaria o caráter benéfico do fenômeno, já que além de eliminar do ambiente um produto que incomoda, especialmente pelos odores desagradáveis e sensação de aversão, esse processo ainda contribui para a obtenção de produtos de interesse direto à humanidade. Por fim, permitiria ainda aos estudantes perceberem que o que é dejetado para alguns seres vivos é nutriente para outros, reforçando a integração das cadeias tróficas e que a decomposição da matéria orgânica é um processo lento e complexo, porém permite que os micronutrientes voltem de forma cíclica para o meio natural, tornado esse fluxo essencial para a manutenção da vida (ODUM, 2004).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo investigar a concepção dos estudantes sobre a decomposição de excrementos e ciclagem de nutrientes.

### **Procedimentos Metodológicos**

O presente trabalho foi realizado por meio da análise quali-quantitativa dos dados obtidos a partir da aplicação de um questionário semi-estruturado sobre o processo de decomposição de excrementos e ciclagem de nutrientes a estudantes concluintes do Ensino Médio. Priorizou-se o uso de questões abertas e fechadas dicotômicas, e de múltipla escolha, segundo a classificação de Marconi; Lakatos (2002).

O questionário (Figura 1) foi aplicado a estudantes de três turmas da 3ª série do Ensino Médio (n=75) de três escolas da rede estadual de ensino do município de Goiânia/GO, as quais encontram-se situadas em três micro-regiões distintas do município: Centro (Colégio

Alfa)<sup>4</sup>, Leste (Colégio Beta)<sup>4</sup> e Norte (Colégio Gama)<sup>4</sup>. Para responder o questionário, foram utilizadas duas aulas de 50 minutos.

#### QUESTIONÁRIO APLICADO AO ESTUDANTE

1. Imagine um animal que defeca no solo. Sem que haja interferência humana, o que você acha que aconteceria com as fezes ao final de cerca de 4 semanas:
  - ( ) Teriam se tornado pedra
  - ( ) Teriam desaparecido
  - ( ) Não teriam se alterado
  - ( ) Nenhuma das opções acima
 Explique por que:
2. Como as fezes desaparecem do ambiente?
3. O que é preciso para que isso ocorra?
4. Em que condições elas desapareceriam mais rápido?
  - ( ) em dias frios
  - ( ) em dias de calor
  - ( ) tanto faz
 Explique porque:
5. Se você desidratasse essas fezes, você acha que isso
  - ( ) iria acelerar o processo
  - ( ) iria retardar o processo
  - ( ) não iria interferir no processo
 Explique porque:
6. Se em vez de defecar no solo, o animal defecasse sobre um piso pavimentado, isso iria interferir no processo de desaparecimento das fezes? ( ) sim ( ) não  
De que maneira?  
Por que?
7. Você acha que, para o ambiente, o desaparecimento das fezes é: ( ) Bom ( ) Ruim  
Explique porque
8. Qual a importância ou o impacto disso no ambiente?
9. Qual o nome desse processo que promove o desaparecimento das fezes?
10. Nesse processo há participação de seres vivos?
  - ( ) Sim ( ) Não
11. Se sim:
  - a) Quais seriam esses seres vivos?
  - b) De onde eles surgem?
  - c) Quais características desses seres vivos permitem que eles possam atuar nesse processo?
  - d) Você acha que esses seres vivos poderiam ser úteis para o homem? ( ) Sim ( ) Não. Se sim, de que forma ou em que situação (ões)?
  - e) No caso de fezes de diferentes espécies de animal, você acha que os seres vivos encontrados nessas fezes seriam: ( ) da mesma espécie que no caso anterior ou ( ) de outras espécies  
Por que?
12. Se depois do desaparecimento das fezes, no mesmo local surgisse um pé de morango, você comeria essas frutas?
  - ( ) Sim ( ) Não
 Por que?
13. Você acha que o pé de morango poderia ter:
  - ( ) sido beneficiado
  - ( ) sido prejudicado
  - ( ) não ter sofrido influência pela presença anterior das fezes naquele local  
Por que?

**Obrigada por sua participação!**

Figura 1: Questionário acerca da decomposição de excrementos e ciclagem de nutrientes aplicado à estudantes de três turmas da 3ª série do Ensino Médio (n=75) de três escolas da rede estadual de ensino do município de Goiânia/GO.

Antes da coleta de dados, os diretores das instituições de ensino assinaram uma autorização que consentia a pesquisa na unidade escolar. Os estudantes foram selecionados a partir de seu interesse em participar da pesquisa e informados sobre o objetivo do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidos. Dessa forma, os que concordaram em participar assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no qual constam as informações detalhadas sobre o estudo, a liberdade para desistir da participação a qualquer momento e a garantia do anonimato. Os dados oriundos dos questionários foram analisados com base na técnica da estatística descritiva (por meio de porcentagens), com o auxílio do software Excel<sup>®</sup> 2010. As questões abertas foram analisadas partindo-se da leitura do material obtido, identificação dos temas e categorização em unidades de respostas que representam o conjunto de ideias comuns do grupo pesquisado. Na transcrição das respostas, foi mantida a redação original dos participantes. Para manter o anonimato dos estudantes, os questionários foram enumerados de A<sub>1</sub>,..., A<sub>75</sub>.

A opção pela análise qualiquantitativa foi baseada em Günther (2006, p.207), segundo o qual, o pesquisador participa da construção do conhecimento na pesquisa, por isso “não deveria escolher entre um método ou outro, mas utilizar as várias abordagens, qualitativas e quantitativas que se adequam à sua questão de pesquisa”.

<sup>4</sup>Nomes fictícios dados às instituições de ensino participantes da pesquisa, a fim de preservar a sua identidade.

## Resultados e Discussão

Todos os estudantes presentes nos três colégios concordaram em responder ao questionário, totalizando 75 participantes, sendo 28 no Colégio Alfa, 25 no Colégio Beta e 22 no Colégio Gama. As respostas obtidas permitiram avaliar a concepção dos estudantes acerca da decomposição do material fecal e da ciclagem de nutrientes na natureza.

Quando indagados sobre o que aconteceria, em quatro semanas, aos excrementos de animais depositados no solo (Questão 1), 60% dos estudantes acreditavam que teriam desaparecido, 17% que se tornariam pedras, 1% que não teriam se alterado, 22% não consideraram nenhuma dessas opções fornecidas.

Ao analisar as justificativas das respostas dadas, percebe-se que, em geral, os estudantes mostraram ter conhecimento do envolvimento da decomposição no processo de desaparecimento das fezes do ambiente. A maioria dos que disseram que as fezes teriam desaparecido relacionou isso à fertilização do solo, mas sem explicar as causas do processo, como pode ser verificado em algumas respostas transcritas a seguir:

(A3) *“Essas fezes se tornariam adubo e seriam absorvidas pelo solo tornando a terra fértil.”*

(A8) *“Pelo fato das fezes se tornarem adubo para o solo.”*

(A22) *“Poderia servir como adubo para o solo.”*

(A34) *“Porque as fezes iriam se decompor com o passar dos dias e num passo vira adubo e esterco para o solo.”*

(A51) *“Teria sido como um fertilizante natural para o solo.”*

Entre os que disseram que as fezes se tornariam pedra, é possível perceber uma visão mais imediatista do fenômeno, considerando apenas a desidratação ocasionada pela exposição desses excrementos ao sol, que poderia acontecer num primeiro momento, a depender das condições ambientais. Os estudantes não enxergaram o processo em sua integridade, que, em geral, já teria sido concluído ao final de quatro semanas. Seguem transcritas algumas dessas respostas:

(A6) *“Porque as fezes apenas perderia a água contida no meio.”*

(A16) *“Sempre que meu cachorro defeca e se ninguém limpar de imediato, deixando passar alguns dias ela endurece, por isso acredito que viraria pedra.”*

(A52) *“Pois o sol irá secar ela até ficar parecendo uma pedra.”*

Sobre como se dá o desaparecimento das fezes do ambiente (Questão 2), 57% dos estudantes forneceram respostas que indicaram noções sobre biodegradação, como mostrado nos dizeres de A1 e A23. Contudo, 37% atribuíram como agentes do desaparecimento somente fatores físicos, considerando o sol, o vento e a chuva os eventos responsáveis pela degradação das fezes, como visto nas falas de A16, A17 e A31; 6% dos estudantes não responderam a esta questão.

(A1) *“Através dos microrganismos presentes no solo.”*

(A23) *“Através de bactérias que decompõem as fezes do animal.”*

(A16) *“O sol resseca as fezes diminuindo cada vez mais até secar tudo e desaparecer.”*

(A17) *“Podem ser levadas pela chuva e/ou vento ou podem se desintegrar”*

(A31) *“Com o passar do tempo, as fezes vão secando e aos poucos vão desaparecendo. Com a ajuda do sol e chuva vão aos poucos sumindo.”*

Sobre o que é necessário para o desaparecimento das fezes no ambiente (Questão 3), da mesma forma que para a questão anterior, prevaleceu a menção aos fatores abióticos (sol, chuva, vento, temperatura) em 44% das respostas; 16% dos estudantes mencionaram apenas seres decompositores (bactérias e fungos); 7% mencionaram que é necessário tanto fatores bióticos quanto abióticos; 8% mencionaram que as fezes devem estar em contato direto com o solo, 5% que não devem ter interferência humana; 20% não responderam.

A análise das justificativas mostrou que, apesar da maioria dos estudantes ter atribuído à decomposição como principal fenômeno responsável pelo desaparecimento das fezes do ambiente, a maioria (64%) não tem uma compreensão clara do processo, ao considerar apenas o envolvimento dos fatores abióticos ou não responder, como pode ser constatado em algumas respostas transcritas:

(A15) *“Estar em uma área a céu aberto, em contato com o solo, chuva, umidade e o sol.”*

(A37) *“Ter sol e lugares úmidos.”*

(A54) *“A lavagem das fezes pela ação da chuva ou ação do vento.”*

Sobre a influência das condições climáticas no desaparecimento das fezes (Questão 4), a maioria (75%) acha que esse processo é mais rápido em dias quentes; para 9% é nos dias frios e para 16% tanto faz. Contudo, os estudantes mostraram dificuldades em explicar a influência dessas condições no processo: 8% atribuíram a alta temperatura como fator favorável à proliferação de microrganismos (como mencionado por A47 e A19); para 4%, os dias frios ajudam mais, pois causariam umidade nas excretas podendo facilitar a adubação do solo (A9 e A55). A maioria (88%) não justificou sua resposta.

(A47) *“A alta temperatura favorece a decomposição e a proliferação de bactérias.”*

(A19) *“Pois os organismos se multiplicam em maior quantidade.”*

(A9) *“Pois as bactérias irão se proliferar mais rápido.”*

(A55) *“Em dias frios e úmidos seria mais rápido esse processo porque a terra ficaria mais úmida e tornaria as fezes em adubo.”*

De acordo com Santos (2010) e Zômpero; Laburú (2010), o conteúdo de biodegradação tem sido trabalhado dissociado dos fatores físicos e bióticos do ecossistema, o que resulta em muitos equívocos e dificuldades de compreensão do processo de decomposição entre os estudantes.

Indagados sobre a influência da desidratação prévia no desaparecimento das fezes (Questão 5), a maioria (59%) acha que a desidratação prévia das fezes acelera o processo, ainda que não consigam explicar por que isso ocorreria (como mostrado na resposta A19). Para 30% deles retardaria, pois, a desidratação das fezes não permitiria o desenvolvimento dos decompositores (como visto na resposta A9). Para 8% a desidratação não interferiria no processo, mas não forneceram explicações coerentes (como mostrado na resposta A5); 3% não responderam.

(A19) *“Pois tiraria os sais minerais e outros compostos necessários.”*

(A9) *“Pois a umidade influencia a proliferação de fungos e bactérias.”*

(A5) *“Pois as fezes de qualquer maneira irá ficar desidratada.”*

Ao verificar o quantitativo de estudantes que responderam equivocadamente, é possível perceber que eles sequer associaram a situação ao fato de que a desidratação é uma técnica utilizada para evitar a decomposição, e conseqüentemente promover a conservação de alimentos, pois cria condições desfavoráveis para o crescimento microbiano. Lembrando que, no caso das fezes, a biodegradação é desejável, portanto a umidade deve ser mantida para favorecer o desenvolvimento dos microrganismos decompositores do material fecal, facilitando o retorno dos nutrientes ao solo.

Questionados sobre a interferência da pavimentação do solo no processo de desaparecimento das fezes (Questão 6), 92% disseram que o piso interfere, 7% disseram que não interfere e 1% não respondeu. Perguntados de que maneira o pavimento poderia interferir, 69% mostraram uma ideia de que iria dificultar o processo, pois funcionaria como uma barreira impedindo que microrganismos decompositores chegassem até as fezes (como exemplo das respostas transcritas abaixo), 31% não justificaram sua resposta.

(A11) *“As bactérias do solo não chegaria as fezes, pois o piso as impediria de chegar.”*

(A19) *“Não estariam em contato com o solo e lá agem os microrganismos responsáveis pelo processo, já o piso não tem os organismos necessários para isso”*

(A38) *“As fezes não iriam se decompor pelo fato de não possuírem contato direto com o solo.”*

(A55) *“Porque as vezes é necessário que as fezes entre em contato com a terra para que haja esse processo de decomposição.”*

Ainda analisando as respostas a essa pergunta, foi possível constatar que 35% mencionaram que fezes servem para o solo como adubo natural, como transcrito nas respostas abaixo:

(A5) *“O solo absorve alguns nutrientes das fezes, adubando aquele local que foi defecado.”*

(A46) *“Porque depois da decomposição, as fezes entraria na terra como adubo.”*

De acordo com Moreira; Siqueira (2006) são as propriedades químicas, físicas e biológicas presentes no solo que irão auxiliar na degradação do material fecal, principalmente devido à uma rica diversidade de microrganismos presentes nele, que facilitam esse processo de decomposição permitindo a devolução de macro e micronutrientes ao ecossistema.

Quando indagados se o desaparecimento das fezes é bom ou ruim para o ambiente e qual o impacto ou importância disso para o ambiente (Questões 7 e 8), 77% disseram que é bom, 18% disseram que é ruim e 5% não responderam. Os que consideraram bom, relacionaram esse processo à fertilização/adubação do solo, ou que ajuda a evitar o mau cheiro, ou a proliferação de doenças (vide respostas transcritas abaixo):

(A1) *“Pois pode servir como adubo, além de ser um processo em forma de ciclo, pois os nutrientes são devolvidos ao solo.”*

(A70) *“Porque as fezes de alguns animais, principalmente de vacas e cavalos tem nutrientes necessários para o fortalecimento do solo, porque servem de adubo.”*

(A62) *“Pois o cheiro pode ficar insuportável com o tempo.”*

(A67) *“Porque evitaria a propagação de possíveis doenças contidas nas fezes, no solo, onde as pessoas tem acesso.”*

Aqueles que consideraram ruim, relacionaram isso à transmissão de doenças e à contaminação do solo, demonstrando uma possível confusão na interpretação da questão, como pode ser visto em algumas respostas transcritas abaixo:

(A35) *“Pelo fato de afetar os lençóis freáticos e também de poluir os rios.”*

(A36) *“Pois é algo que o organismo joga fora, pois não tem serventia.”*

(A62) *“Acho que o ambiente com isso não faz tanta diferença. Mais pode causar algumas doenças para quem acaba pisando.”*

Cerca de 56% nomearam o processo responsável pelo desaparecimento das fezes (Questão 9) como decomposição, degradação, biodegradação e desintegração; 36% não responderam; 4% como “ação bactericida, adubação e desfibrilação das fezes” e entre os 4% restantes, foram encontrados termos como ‘catalisador, extinção, desidratação’. Pode-se considerar expressivo o número de estudantes que não responderam ou se equivocaram na resposta (44%). Contudo, em algumas dessas respostas, ainda que não tenham usado termos corretos, pode-se perceber uma ideia implícita de decomposição, degradação, ou envolvimento de microrganismos, como nos termos “ação bactericida”, “adubação” e “desfibrilação”.

Essa dificuldade demonstrada ao nomear o processo pode estar relacionada à limitação de vocabulário e de expressão dos estudantes, apesar da prevalência do ensino centrado na repetição ou no emprego de conceitos, o que mostra a sua ineficiência, já que os estudantes encontram dificuldade no emprego de termos científicos (CAMPANARIO; MOYA, 1999; VYGOTSKY, 2010), o que acaba por dificultar aos professores o entendimento das respostas dos estudantes.

Quando há comunicação, reflexão e interação professor-estudante, ocorre a reconstrução do conhecimento (PECHLIYE; TRIVELATO, 2005). Se os professores não ouvem e não sabem a forma como pensam e falam os estudantes, não há oportunidade de os estudantes melhorarem o desenvolvimento conceitual (KRASILCHIK, 2006).

Ao serem questionados sobre a participação dos seres vivos no processo de desaparecimento das fezes (Questão 10), 76% dos estudantes reconheceram a participação de seres vivos nesse processo, 17% não deixaram isso claro nas suas respostas e 7% não responderam. Dentre os seres vivos mencionados, estão bactérias (21%), fungos (7%), bactérias e fungos (19%) e insetos (9%, tais como “mosca, barata, mosquito, larva e ‘coró’”), 44% não responderam. Apesar de muitos reconhecerem a presença de microrganismos decompositores atuando no desaparecimento do material fecal, muitos não citaram quem seriam esses organismos vivos. Tanto que para uma parcela dos estudantes (9%), os “insetos”

são considerados agentes decompositores, o que evidencia uma certa confusão entre os organismos decompositores e detritívoros.

Quando questionados de onde surgem esses seres vivos (Questão 10a), os estudantes disseram ser do solo (20%), ambiente (19%), das próprias fezes (8%) e do ar (4%); 49% não responderam. Quanto às características desses seres vivos que lhes permitem atuar no processo (Questão 10b), 4% mencionaram a forma de nutrição, proliferação rápida e o fato de serem organismos aeróbicos (ver respostas A1, A4 e A24); 21% não foram claros na justificativa, apenas repetindo (em outras palavras) o texto da pergunta (ver respostas A13 e A20); 75% não responderam.

(A1) *“Tem características de absorverem nutrientes do solo.”*

(A4) *“Serem seres aeróbicos, que permitem usufruir dos compostos das fezes na presença de oxigênio.”*

(A24) *“A proliferação é rápida.”*

(A13) *“Dependem disso para sobreviver.”*

(A20) *“Serem consumidores de matéria morta.”*

Quando indagados se esses seres vivos poderiam ou não ser úteis ao homem (Questão 10c), 51% disseram que sim, contudo, quase metade deles não soube dizer em que situação (Questão 10d), o restante relacionou a utilidade desses microrganismos à produção de medicamentos, emprego na indústria alimentícia, na pesquisa e na fertilização do solo (adubo), conforme as respostas A6, A17, A24, A34 transcritas a seguir; 20% disse que não são úteis ao homem e 29% não responderam.

(A6) *“Para ajudar no processo de fertilização, sem ajuda de produtos químicos.”*

(A17) *“Existem muitas bactérias que podem ser usadas em pesquisas e até mesmo na fabricação de remédios.”*

(A24) *“Resolução de doenças, indústrias alimentícias.”*

(A34) *“Bactérias são usadas na fermentação do shoyo.”*

Ainda que o estudante A34 tenha demonstrado noções de biotecnologia envolvendo microrganismos decompositores, vale esclarecer que o processo de fermentação que resulta no molho de soja (*shoyu*) é realizado por cepas distintas de fungos (PASTORE; MACEDO, 2010).

Zômpero; Laburú (2010) também verificaram que os estudantes relacionam preferencialmente a utilidade dos microrganismos com a indústria alimentícia, em sua maioria citando como exemplo a produção de iogurtes e demais produtos fermentados. Isso mostra as limitações dos estudantes em reconhecer a participação desses seres vivos no seu dia a dia, seja nas diferentes formas de exploração biotecnológica, seja por seu papel ecológico.

No caso de fezes de diferentes espécies de animal (Questão 11e), 52% disseram que os seres vivos que surgiriam nessas fezes seriam distintos, 25% que seriam os mesmos; 23% não responderam. Aqueles da primeira categoria de resposta, disseram que cada espécie animal possui diferente dieta alimentar e as espécies de seres vivos presentes nas fezes estariam diretamente relacionadas à alimentação do animal (vide respostas transcritas a seguir).

(A5) *“Pois a decomposição depende também da alimentação do animal.”*



(A67) *“Porque os seres vivos se dividem de acordo com sua espécie e cada espécie se alimenta de determinados alimentos.”*

(A73) *“Cada ser vivo se alimenta de coisas diferentes.”*

Os estudantes que optaram pela segunda categoria de resposta, 25% relacionaram isso ao fato de as espécies realizarem o mesmo processo de decomposição do material fecal. Assim, sobre fezes de animais de outra espécie podem se desenvolver as mesmas espécies decompositoras, como demonstrado em algumas respostas transcritas a seguir:

(A18) *“Pois é o mesmo processo.”*

(A24) *“Eles atuam no mesmo processo.”*

(A43) *“Seriam as mesmas bactérias para as fezes.”*

Questionados se comeriam os frutos de um pé de morango que surgisse no local onde as fezes desapareceram (Questão 12), 77% disseram que sim, pois as fezes servem como adubo; 18% disseram que não, pois as fezes alterariam o sabor do fruto; 4% não responderam. Apesar de não terem ressaltado a transformação, degradação e/ou mineralização dos componentes das fezes, percebe-se que, a maioria dos estudantes reconhece as propriedades das fezes em fertilizar o solo, trazendo benefício aos ecossistemas, como pode ser visto em algumas respostas transcritas abaixo:

(A1) *“Pois as fezes seriam como adubo não interferindo em nada, na qualidade do alimento (fruto) e sim no solo como nutriente para a planta.”*

(A6) *“Porque as fezes é um fertilizante de solo, não prejudicial.”*

(A13) *“Pois a terra foi adubada graças as fezes o que tornou propicio surgir aquele pé de morango.”*

Os estudantes que optaram pela segunda categoria de resposta (18%), informaram que a presença prévia das fezes alteraria o sabor do fruto, ou ainda deram a entender que os frutos ali produzidos estariam contaminados, mesmo concebendo a ideia da decomposição, como pode ser visto nas respostas transcritas abaixo.

(A35) *“Pois, com a decomposição este pé de morango poderia estar afetado.”*

(A37) *“Porque está fruta não seria agradável para comer.”*

(A42) *“Pois teria contaminação dependendo do organismo.”*

Esse receio que os estudantes demonstraram em comer os frutos que se devolveram em um local onde fezes foram decompostas, provavelmente decorre do fato de acreditarem, por ser uma planta de pequeno porte, os frutos do morangueiro poderiam ter contato com as fezes e, eventualmente, com alguns parasitas nelas presentes. Assim, desconsideram que a decomposição é capaz de mineralizar a matéria orgânica.

Sobre os benefícios que as fezes poderiam proporcionar ao pé de morango (Questão 13), 70% disseram que a planta se beneficiaria com as fezes; para 22% ele não sofreria influência; para 4% ele teria sido prejudicado e 4% não responderam. Aqueles que optaram pela primeira categoria de resposta se embasaram no aproveitamento dos nutrientes contidos nas excretas para o desenvolvimento do pé de morango, ou seja, focaram na adubação do solo, conforme as respostas transcritas abaixo:

(A1) *“Pois o solo estaria com vários nutrientes provenientes das fezes.”*

(A13) *“As fezes quando entram em decomposição deixam o solo mais rico para a plantação.”*

(A23) *“Por ter havido uma fertilização, o que promoveu uma melhora no desenvolvimento da planta.”*

Aqueles que optaram pela segunda categoria, contudo, não souberam explicar com clareza o fenômeno, conforme as respostas A50 e A55. Já, os que optaram pela terceira categoria, disseram que o pé de morango estaria prejudicado devido à presença dos microrganismos decompositores no local, possivelmente demonstrando um receio de que esses também pudessem atuar como patógenos, ou não deram justificativas coerentes, apenas repetindo o conteúdo da pergunta, conforme respostas A66 e A68.

(A50) *“Porque a natureza já fez o processo de desaparecimento das fezes.”*

(A55) *“Porque já teria ocorrido todo um processo para o qual a decomposição não influenciasse.”*

(A66) *“As fezes prejudicam aquele local.”*

(A68) *“Por causa das bactérias que ficaram.”*

Chama atenção o fato de que em vários momentos, e em várias questões, a análise das respostas mostrou que, em sua maioria, os estudantes relacionaram espontaneamente o processo de desaparecimento das fezes à fertilização do solo. Entretanto, quando questionados quanto ao nome do processo que ocorre o desaparecimento das fezes, a maioria demonstrou ter conhecimento de como ocorre a decomposição no meio ambiente. Isso provavelmente seja devido aos conhecimentos prévios que eles possuíam sobre o conteúdo abordado.

Conforme difundido por Ausubel (2000), esses conhecimentos trazidos pelo estudante, que podem ser um conceito ou ideia que já existe na estrutura cognitiva, servem como âncora para a nova informação (conhecimento). Ao relacionar esse novo conhecimento a um conceito ou ideia anteriormente aprendido, o estudante pode atribuir um novo significado, ou seja, resignificar sua ideia, construindo e compreendendo esse novo conceito.

Mesmo que compreendam como ocorre esse fenômeno na natureza, os estudantes não conseguem relacionar suas respostas sobre ciclagem de nutrientes com o desaparecimento das fezes. Isso fica evidente, quando os estudantes justificam o desaparecimento das fezes por meio da ‘adubação’ do solo, que nesse caso já é o benefício final da decomposição das fezes.

### **Considerações Finais**

Em geral, os estudantes consideraram a decomposição como o processo responsável pelo desaparecimento dos excrementos, ainda que muitos não tenham denominado corretamente o fenômeno. Contudo, eles não mostraram uma compreensão muito clara dos mecanismos e seres envolvidos nesse processo, principalmente ao dar mais relevância à participação dos fatores físicos do que aos seres vivos.

Durante a aplicação dos questionários, percebeu-se que muitos estudantes encontravam dificuldades em responder as questões, mais por não saberem como explicar, ou se expressar, do que pela compreensão do conteúdo.

Os estudantes não souberam explicar as características que permitem a esses organismos atuar na decomposição. Ainda que reconheçam a importância desse processo para o ambiente, esse conhecimento foi de certa forma superficial, já que limitaram a relacioná-lo à fertilidade do solo. Em suas respostas os estudantes não deixaram claro o envolvimento do desaparecimento das fezes com a ciclagem de nutrientes, demonstrando que eles ainda não reconhecem a importância desse fenômeno para o ecossistema.

O reconhecimento da importância dos decompositores para o homem foi pouco expressivo, tendo se limitado a alguns exemplos da indústria de alimentos ou de medicamentos. Em sua maioria os estudantes não conseguiram reconhecer produtos e/ou processos do seu próprio cotidiano que envolve a participação desses organismos.

Os resultados mostraram que os estudantes saem da educação básica sem compreender com clareza a importância da decomposição das fezes, visto que em sua maioria respondem superficialmente às questões, sem conexões entre conceitos ou estabelecendo-as de forma incorreta, o que torna suas explicações incompletas ou, até mesmo, inconsistentes.

Possivelmente esse quadro seja decorrente, em parte, de falta de material didático adequado, de uma prática pedagógica insatisfatória, carente, sobretudo, de atividades práticas, contextualizadas ou investigativas, que certamente poderiam enriquecer o processo ensino-aprendizagem, tornando os estudantes protagonistas na construção do seu próprio conhecimento, conforme mostram os estudos e reflexões de Skovsmose (2000), Malucelli (2007), Martins (2007), Silva; Tiradentes; Xavier-Santos (2016, 2019).

**Agradecimentos:** À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás, pela bolsa de mestrado concedida à primeira autora.

## Referências

- AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Editora Plátano, 2000, 215 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. 562p.
- CAMPANARIO, J. M.; MOYA, A. Cómo enseñar Ciencias? Principales tendencias y propuestas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 17, p. 179-192,1999.
- GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta É a Questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** São Paulo: Editora HARBRA, 2006, 195 p.
- LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e gestão participativa na explicitação e resolução de conflitos. **Gestão em Ação**, v.7, n.1, 2004.
- MALUCELLI, V. M. B. **Formação dos professores de Ciências e Biologia: reflexões sobre os conhecimentos necessários a uma prática de qualidade.** *Estudos de Biologia Ambiente e Diversidade*, v. 29, n. 66, p. 113-116, 2007.
- MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa.** São Paulo: Editora Atlas, 2002, 277 p.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 1, n. 24, p. 112-131, 2007.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Matéria orgânica do solo. In: MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O (org.). **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2006, p. 203 - 256.

MOURA, M. A. Construção social da cidadania científica: desafios. In: \_\_\_\_\_(org.). **Educação científica e cidadania: abordagens teóricas e metodológicas para a formação de pesquisadores juvenis**. Belo Horizonte: UFMG / PROEX, 2012, p. 19-30.

ODUM, E. P. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. p. 35-50.

PASTORE, G. M.; MACEDO, G. A. Utilização dos fungos na indústria de alimentos. In: ESPOSITO, E; AZEVEDO, J. L. (org.). **Fungos – Uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul: Educs, 2010, p. 311-336.

PECHLIYE, M. M.; TRIVELATO, S. L. F. Sobre o que professores de Ecologia refletem quando falam de suas práticas. **ENSAIO: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 2, p. 1-16, 2005.

PRADO, I. A. C.; TEODORO, G. R.; KHOURI, S. Metodologia de ensino de microbiologia para ensino fundamental e médio. In: VIII ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, IV ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO - UNIVERSIDADE DO VALE DA PARAÍBA. São José dos Campos, 2015, p. 127-129. **Anais...** São Jose dos Campos: Univap. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2004/trabalhos/inic/pdf/IC2-11.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2004/trabalhos/inic/pdf/IC2-11.pdf)>. Acesso em: 10 mai. 2015.

RIBEIRO, D. G.; CATANEO, M. P.; MEGLHIORATTI, F. A. A construção conceitual sobre fungos e decomposição em aulas teórico - práticas no ensino médio. 2015. In: OS ESTÁGIOS SUPERVISIONADOS DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA EM DEBATE II, 2015, Cascavel. **Atas...** Cascavel: UNIOESTE. Disponível em: [http://cac-php.unioeste.br/eventos/anais\\_biologia/estagio\\_biologia/artigo\\_20.pdf](http://cac-php.unioeste.br/eventos/anais_biologia/estagio_biologia/artigo_20.pdf). Acesso em: 10 mai. 2015.

SANTOS, E. Abordagem pedagógica da ciclagem de nutrientes para ensino fundamental e médio. 2010. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM SOLOS, 2010, Curitiba. **Anais...** Curitiba: 2010, p. 281-282. Disponível em: [http://www.sbes.ufpr.br/resumos\\_expandidos\\_VSBES.pdf](http://www.sbes.ufpr.br/resumos_expandidos_VSBES.pdf). Acesso em: 03 ago. 2015.

SILVA, S.O; TIRADENTES, C.; XAVIER-SANTOS, S. **Fungos na decomposição de excrementos: uma estratégia de educação científica e ambiental para o ensino da ciclagem de nutrientes**. In: SILVA, S.O. A DECOMPOSIÇÃO DE EXCREMENTOS: uma estratégia de educação científica e ambiental acerca da ciclagem de nutrientes. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais do Cerrado) – Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás. Anápolis. p. 90. 2016

SILVA, S. O.; TIRADENTES, C. P.; XAVIER-SANTOS, S. Decomposição e ciclagem de nutrientes: uma análise da abordagem do livro didático e da prática docente no ensino médio. **Tecné Episteme y Didaxis TED**, n. 45, p. 57-70, 2019.

SKOVSMOSE, O. Cenários para investigação. **Bolema - Boletim de Educação Matemática**, v. 13, n. 14, p. 66-71, 2000.

TOZONI-REIS, M.F.C. **Educação Ambiental: natureza, razão e história.** Campinas: Autores Associados, 2004, 180 p.

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.