



Produto educacional  
Ensino por Investigação  
Relações ecológicas

Lucas Canova Pigaiani



**ENSINO DE RELAÇÕES ECOLÓGICAS POR MEIO DO ENSINO POR  
INVESTIGAÇÃO © 2023 by Lucas Canova Pigaiani e Caroline Arantes  
Magalhães is licensed under Creative Commons Attribution-  
NonCommercial-ShareAlike 4.0 International**



## APRESENTAÇÃO

Prezado professor,

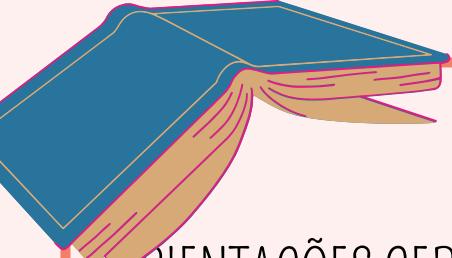
Este material didático representa o produto educacional produzido como parte da monografia do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Câmpus São Paulo pelo estudante Lucas Canova Pigaiani e a Profa. Dra. Caroline Arantes Magalhães. Trata-se de uma proposta de Ensino por Investigação sobre o tema relações ecológicas, especificamente sobre mutualismo. A atividade foi elaborada de modo que o estudante seja ativo no processo de aprendizagem, a partir de situações que exigirão investigação e vivência de etapas do método científico.

O objetivo desse produto educacional é contribuir para a alfabetização científica dos estudantes da Educação Básica através de uma abordagem didática que lhes estimulem a serem cidadãos críticos e os permita desenvolver habilidades argumentativas, com base em dados científicos. Além disso, buscamos também aproximar o ensino de relações ecológicas de perspectivas mais contextuais e menos fragmentadas, que relacionem os processos evolutivos com as interações estabelecidas pelos organismos, e que não seja apenas uma reprodução sistemática e mecânica das definições de cada relação ecológica.

Vale ressaltar que as atividades investigativas não precisam se apresentar necessariamente por meio de experimentos laboratoriais, mas também, podem ser promovidas através do uso de textos, vídeos, jornais e revistas como meios motivadores e de contextualização para os estudantes (CARVALHO, 2013).

Com isso, desejamos que você, professor, desfrute da melhor maneira possível desse material.

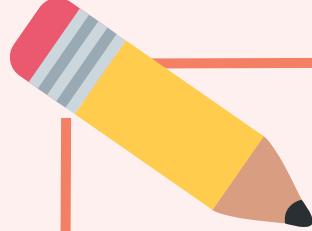




## ORIENTAÇÕES GERAIS DA SEI (SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO).

- Seja muito bem-vindo(a) professor(a)! Espero que essa atividade possa auxiliar em seu planejamento de aulas, gerando maiores alternativas no ensino de Ecologia e buscando um ensino que promova a alfabetização científica através do Ensino por Investigação.
- Esta SEI busca relacionar os processos evolutivos com a relação ecológica de mutualismo existente entre os microrganismos presentes no sistema digestório dos ruminantes.
- Nessa atividade é importante que você questione e provoque indagações nos estudantes sobre a relação entre a seleção natural e as relações ecológicas como um todo, principalmente, nos casos de mutualismo. Também indicamos que envolva aspectos históricos-científicos a fim de promover a interdisciplinaridade e intensificar o dinamismo do aprendizado.
- Vale ressaltar, o Ensino por Investigação envolve muito mais que apenas fazer ciência em sala de aula, pois utilizamos diversas estratégias didáticas para que a coleta e análise dos dados permita que os estudantes construam os conhecimentos científicos. Além disso, ressaltamos que enquanto o papel da ciência é construir novos conhecimentos, o papel da ciência na escola busca que os estudantes construam habilidades e conhecimentos para si próprios (SCARPA; CAMPOS, 2018).

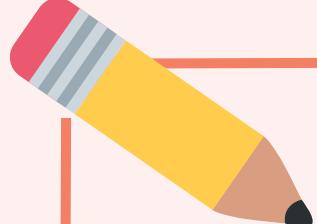




## O QUE É ENSINO POR INVESTIGAÇÃO?

- O Ensino por Investigação é uma abordagem didática que busca, através de etapas investigativas, promover um ambiente científico (ou “fazer ciência”) em sala de aula, fazendo com que o estudante vivencie o método científico e seja ativo no processo de ensino e aprendizagem. Essa abordagem permite que os estudantes sejam autônomos em sala de aula, conheçam e vivenciem todas as etapas de uma experimentação científica, e que possam aprender sobre os conceitos científicos de uma forma não tradicional. Ou seja, essa abordagem tem também como objetivo formar indivíduos que sejam alfabetizados cientificamente, aprimorando as seguintes habilidades: i) compreensão dos conceitos científicos, ii) entendimento de como ocorre a construção desses conhecimentos e iii) relação existente entre ciência, sociedade e tecnologia.
- As características principais do Ensino por Investigação são: questão-problema; evidências científicas e autonomia dos estudantes para avaliarem suas próprias explicações. A primeira pode ser gerada pelo professor, pelos estudantes ou por uma situação típica ou atípica ocorrida em sala de aula que norteará a atividade como um todo (LABURÚ; ZOMPERO, 2016). A segunda trata sobre os estudantes comprovarem seus argumentos e defenderem suas ideias com base em dados científicos. Por fim, a terceira diz respeito as conclusões e discussões que os estudantes terão para debater os resultados obtidos.
- Essa perspectiva didática auxilia os estudantes à medida que promove atividades como: trabalho em grupo, discussão e debate de ideias, poder investigativo, melhor habilidade crítica, argumentativa e de justificação, promovendo a alfabetização científica (SCARPA; CAMPOS, 2018).
- Portanto, é uma proposta de atividade que incentiva o papel ativo dos estudantes na apropriação do conhecimento científico.





## ETAPAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE

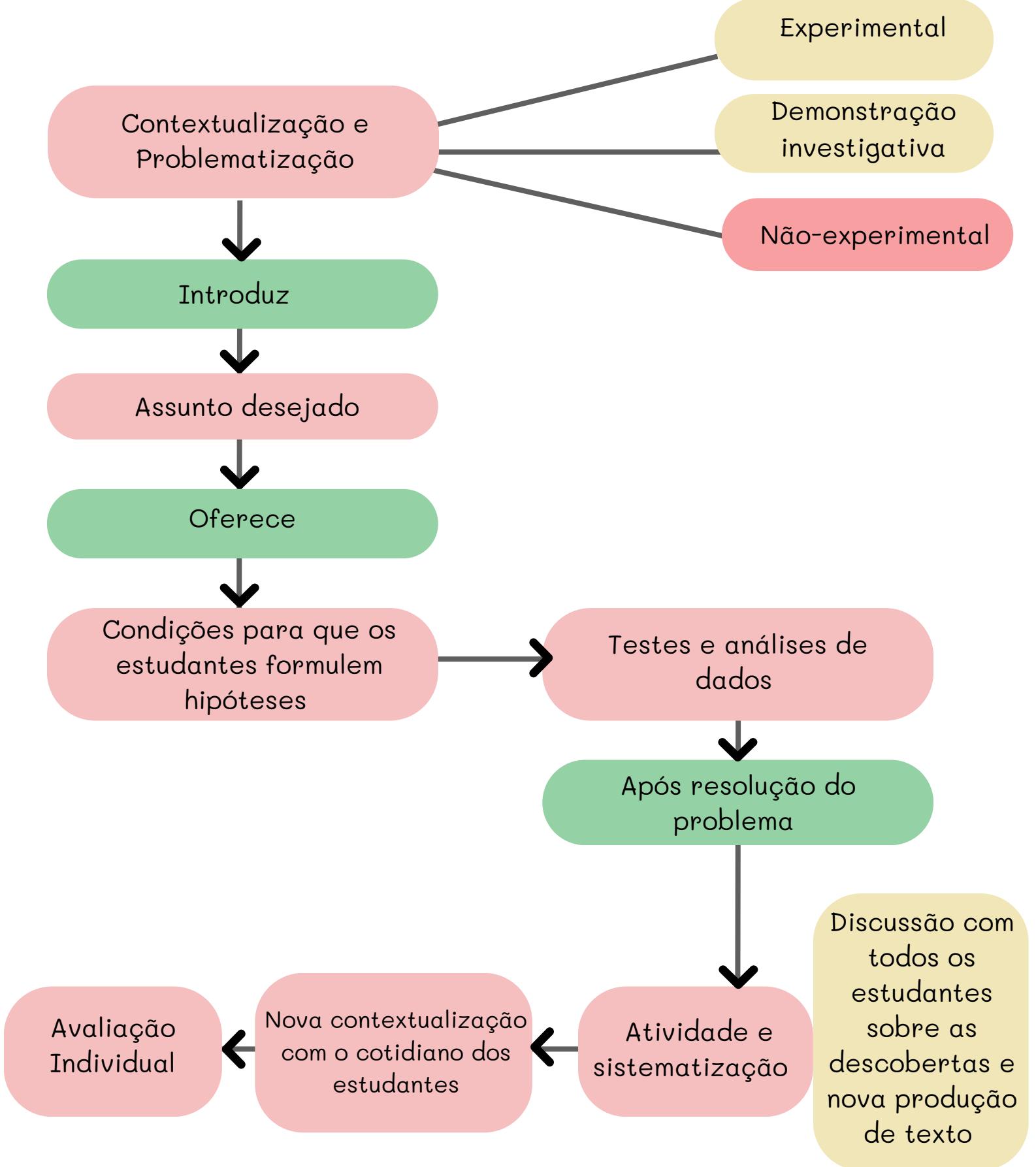
Caro professor, aqui vale ressaltar que você também pode desenvolver sua própria atividade investigativa com seus estudantes. É importante dizer que nem sempre essa abordagem didática é pertinente, ou seja, também não é interessante utilizar ela para introduzir ou avaliar todos os conteúdos propostos.

Porém, é válido que você avalie quais os temas que você abordará são compatíveis com essa abordagem didática e, com um bom planejamento e construção, aplicar com os estudantes essa ferramenta de ensino.

Na imagem apresentada na página a seguir (Fig. 1) é possível observar as etapas propostas o desenvolvimento geral do ciclo investigativo. Você poderá avaliar os estudantes em cada uma dessas etapas, porém e principalmente, avaliar como eles participam em grupo (nas etapas iniciais) e o quanto eles entenderam desse conteúdo de forma individual (avaliação individual), quando todas as etapas anteriores já ocorreram.



# ENSINO POR INVESTIGAÇÃO



# Roteiro do professor

## PLANO DE AULA

<b>TEMA</b>	<b>Relações ecológicas - Mutualismo</b>
<b>SÉRIE</b>	<b>1º ano do Ensino Médio</b>
<b>Nº DE AULAS PREVISTAS</b>	<b>4 aulas (50 min cada)</b>
<b>MATERIAIS NECESSÁRIOS</b>	<b>Textos e fontes literárias científicas Roteiro base</b>
<b>PROBLEMATIZAÇÃO</b>	<b>Qual a relação do tratamento com antiparasitário e a perda de peso em bovinos?</b>

- **OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM**

•	<b>Relacionar a relação de mutualismo com a digestão de celulose dos animais herbívoros</b>
•	<b>Compreender como os processos evolutivos agem nessa relação mutualística</b>
•	<b>Associar as diferentes relações ecológicas que podem existir envolvendo poucos organismos em um pequeno espaço, como: mutualismo (entre bactérias e ruminantes), herbivoria (entre ruminantes e plantas), parasitismo (entre ruminantes e possíveis ectoparasitas).</b>

- **PRINCIPAIS CONCEITOS**

- **RELAÇÕES ECOLÓGICAS**: Correspondem às interações que os organismos vivos estabelecem entre si. Essas relações podem ser benéficas para ambos (harmônicas), maléficas para um organismo ou ambos (desarmônicas) ou até mesmo benéfica ou maléfica para um organismo e neutra para o outro. Todos os processos biológicos permeiam as relações existentes entre os seres vivos. Por fim, as relações ecológicas envolvem indiretamente outros conceitos da Biologia, como: Teoria Celular, Evolução, Biologia Molecular.
- **MUTUALISMO**: Relação ecológica interespecífica harmônica; nessa relação, os organismos interagem de forma que beneficiam um ao outro, podendo ser uma relação obrigatória ou não. Dado isso, existem diferentes formas de mutualismo, dentre elas: mutualismo trófico (exemplo: micorrizas, bactérias e ruminantes, líquens), mutualismo defensivo (exemplo: formigas e acáias) e mutualismo dispersivo (exemplo: polinizadores e flores).
- **COEVOLUÇÃO**: Ocorre quando duas ou mais espécies influenciam o processo evolutivo de forma recíproca uma(s) à(s) outras(s). Exemplo: relação presa-predador, polinizador-flor.

Tempo de aula	Etapas da atividade
1ª aula (50 min)	<p style="text-align: center;"><b><u>Primeira etapa: Introdução</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inicialmente busque anotar as concepções iniciais que os estudantes têm, e então questione a eles sobre algumas ações cotidianas deles, por exemplo: "Já estiveram em alguma fazenda?" "Observaram como as vacas se alimentam?" "Estiveram em um zoológico e observaram como acontece a alimentação dos animais ruminantes (Antílopes, Cervídeos e Girafas)?" Esse momento de discussão inicial também pode ser aproveitado para que os estudantes relatem sobre outros possíveis organismos que vivem em pastos e fazendas. (20-30 min)</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b><u>Segunda etapa: Conceitualização</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posteriormente, agrupe os estudantes em 4 ou 5 integrantes e entregue o roteiro dos alunos. Observe e analise as discussões iniciais e oriente no que for necessário. Essas discussões iniciais contribuirão para a formulação da hipótese. (20-30 min)</li> </ul>
2 ª aula (50 min)	<p style="text-align: center;"><b><u>Terceira etapa: Investigação</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Com o roteiro em mãos e através das leituras indicadas, os estudantes deverão coletar informações a partir das questões norteadoras do roteiro. (40-50 min)</li> </ul>
3ª aula (50 min)	<p style="text-align: center;"><b><u>Quarta etapa: Conclusão</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Com os dados coletados os estudantes deverão articular as evidências revisando suas hipóteses e propondo possíveis explicações. (50 min)</li> </ul>
4ª aula (50 min)	<p style="text-align: center;"><b><u>Quinta etapa: Comunicação dos resultados</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Após analisarem os dados que obtiveram, os grupos irão formar um grande círculo (seja em sala de aula ou um ambiente externo, exemplo: quadra, jardim) e irão compartilhar sobre os conhecimentos construídos, as discussões que tiveram sobre a relação entre o mutualismo e os processos evolutivos, comparando com suas concepções iniciais. (50 min)</li> </ul>

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Turma:** \_\_\_\_\_ **Data:** / /

# Roteiro do estudante

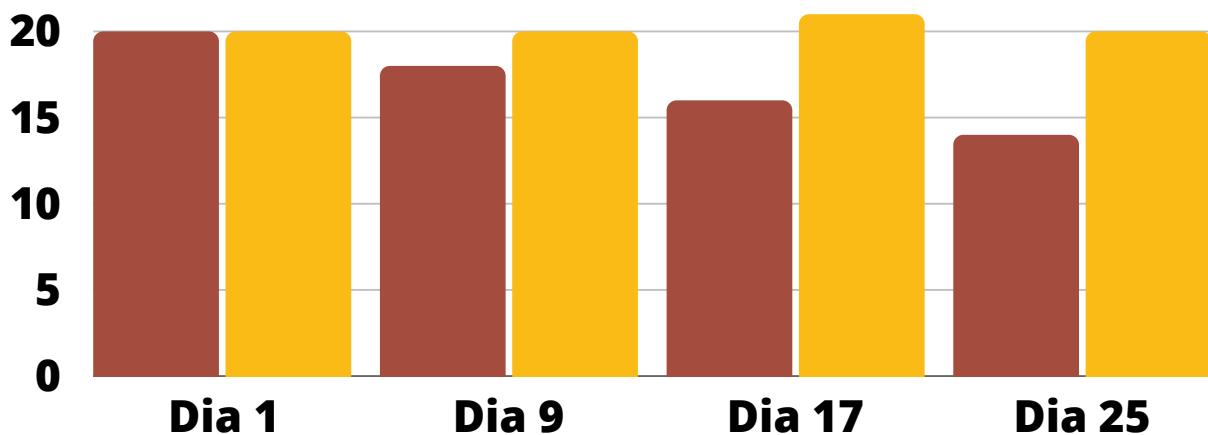
## Contexto:

Em uma fazenda um rebanho de bovinos adoeceu. Um grupo com 20 bovinos precisou ser tratado com antiparasitário de largo espectro, enquanto outro grupo, com também 20 cabeças, não precisou receber o mesmo tratamento. Todos os animais foram mantidos sob as mesmas condições de hidratação e alimentação. Após os 25 dias de tratamento, o relatório dos veterinários trazia os seguintes dados:

### ● **Bovinos com antiparasitário**

**Massa  
(arroba)**  
**25**

### ● **Bovinos sem antiparasitário**



**A partir dos dados expressos no gráfico, houve alguma alteração entre os grupos tratados com e sem antiparasitário? Explique qual (is) foi (ram) a (s) alteração (ões).**

---

---

---

---

### **Vamos investigar?**



### **QUAL A RELAÇÃO DO TRATAMENTO COM ANTIPARASITÁRIO E A PERDA DE PESO EM BOVINOS?**

#### **Hipótese:**

**Qual sua hipótese para explicar os dados observados? (escreva-a individualmente e depois socialize com a turma)**

---

---

---

---

## Entendendo um pouco mais sobre o problema:

### Os carboidratos nossos de cada dia.

Os organismos vivos estão sempre em atividade, não é mesmo? Mesmo quando estamos dormindo ou descansando, nosso corpo está sempre ligado e atento para qualquer nova informação que aconteça. Mas... de onde vem toda essa energia? Dentre alguns fatores, principalmente devemos agradecer as moléculas orgânicas! Elas são compostas principalmente por Carbono (C) e Hidrogênio (H), sendo que esses átomos podem também estar associados aos átomos de Oxigênio (O), Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Enxofre (S). A partir dessa diversidade de átomos podemos classificá-las em grandes grupos: Proteínas, Lipídeos, Vitaminas, Ácidos Nucleicos e Carboidratos. Esse último grupo citado é um macronutriente caracterizado por possuir uma versatilidade enorme de funções. Nós conhecemos principalmente as funções energéticas (através do processo de catabolismo do Carbono, Nitrogênio e Oxigênio), por exemplo por meio dos dissacarídeos: sacarose (glicose + frutose), maltose (glicose + glicose) e lactose (galactose + glicose, que aliás, estava muito presente em nossos primeiros dias de vida como mamíferos, não é mesmo?). Porém, alguns carboidratos possuem também papel estrutural, como é o caso da celulose (Fig.1) presente nas células vegetais.

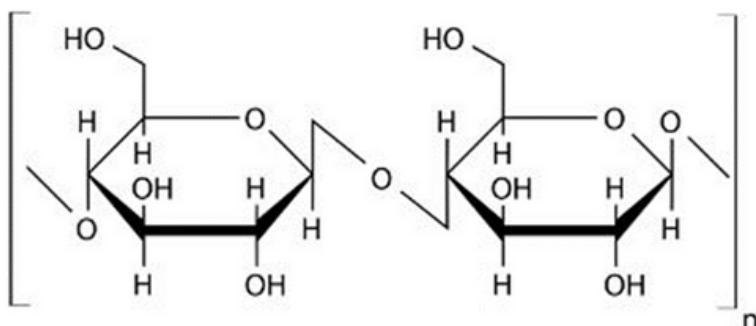


Fig 1. – Estrutura da celulose

Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-celulose.htm>

- 1) Agora pense na seguinte questão: um carboidrato estrutural poderia ter função energética? Faça uma busca no seu livro didático ou internet e cite um exemplo.

**2) O sufixo que designa uma enzima é -ase. A lactose é digerida pela lactase, a maltose é digerida pela maltase e a galactose é digerida pela galactase. Qual seria então a enzima responsável por digerir a celulose?**

---

---

---

---

**3) Humanos e bovinos compartilham seu hábito alimentar pela ingestão de leite materno quando bebês e pela ingestão de vegetais. Tanto humanos quanto bovinos possuem a enzima que responde à pergunta anterior? Para responder esta pergunta você também deverá fazer uma busca em seu livro didático e/ou na internet.**

---

---

---

---

## **Probióticos e alimentação**

### **Como funciona o leite fermentado em nosso corpo?**

**Segue o raciocínio!**

**Quando falamos de “microbiota” um de seus primeiros pensamentos poderia ser microbiota intestinal, certo?**

**Microbiota, em ecologia, significa um conjunto de microrganismos que habita um ecossistema ou um ambiente.**

**A microbiota intestinal, sucintamente, refere-se aos microrganismos que habitam nosso intestino (e são trilhões), desde protozoários, fungos e principalmente bactérias e participam de diversos processos: no sistema imunológico, digestório e tem relação até com seu humor.**

Mais especificamente uma função extremamente importante para nosso organismo é a manutenção da saúde intestinal, por meio do equilíbrio da sua microbiota! Claro, apesar desses microrganismos benéficos existirem no intestino, é o equilíbrio dessa microbiota que garante a saúde. Quando ocorre o desequilíbrio, microrganismos patogênicos e oportunistas podem se proliferar causando infecções.

### Mas como o equilíbrio pode ser mantido através da ingestão do leite fermentado?

Em algumas situações a microbiota pode vir a se desequilibrar e uma das formas de garantir a recuperação da microbiota intestinal de forma rápida, consiste na ingestão de produtos alimentícios que contenham probióticos como é o caso do leite fermentado. Basicamente, o leite fermentado é produzido por um processo de fermentação (falaremos em seguida sobre fermentação) que contém cerca de 16 bilhões (isso mesmo, BILHÕES!!!) de probióticos. Essa espécie de bactéria é capaz de sobreviver ao ácido presente em nosso estômago e chegar vivo em nosso intestino. Lá, eles produzirão ácido lático, entre outras moléculas e colonizarão a mucosa, favorecendo o equilíbrio de toda a diversidade da microbiota intestinal.

### O que é fermentação e quais organismos são capazes de realizar?

A fermentação é um modo de obtenção de energia realizada por organismos anaeróbios facultativos, ou seja, na ausência de oxigênio são capazes de obter energia através da fermentação e anaeróbios “estritos”, esses são capazes de obter energia somente quando há ausência de oxigênio. Através da degradação parcial da matéria orgânica e da energia química liberada, é possível armazenar essa energia na forma de ATP, o qual será utilizado em diversas reações metabólicas dos organismos fermentadores. São exemplos de microrganismos que realizam fermentação: protozoários, bactérias, fungos. Além disso, algumas células de tecidos animais e vegetais também fermentam, como nossas células musculares.

- Leia o texto e grife as informações que você e seu grupo considerarem importantes para a investigação! Você pode inserir informações que considera importantes no quadro abaixo.

**Coletadas mais evidências, tente responder ao problema inicial da nossa atividade:**

## **QUAL A RELAÇÃO DO TRATAMENTO COM ANTIPARASITÁRIO E A PERDA DE PESO EM BOVINOS?**

**Sua hipótese se confirmou? Em caso negativo, explique.**

---

---

---

### **Extrapolando limites...**

#### **Evolução**

(...) O exemplo clássico de coevolução por mutualismo envolve um parasito e seu hospedeiro. Quando o primeiro evolui uma nova forma de ataque, o segundo desenvolve outro tipo de defesa e se adapta. Porém, quando se trata de uma rede de interações ampla com centenas de espécies – como plantas polinizadas por muitos insetos – fica mais difícil determinar que efeitos direcionaram a **coevolução** em toda essa rede.

Nessas redes, espécies que não interagem umas com as outras podem ainda assim influenciar a evolução das espécies por meio de efeitos indiretos. Um exemplo de efeito indireto seria uma mudança evolutiva em uma planta causada por um polinizador que acaba levando a mudanças evolutivas em um outro polinizador.

(...) No estudo, publicado nesta quarta-feira (18/10) na revista Nature, um grupo de ecólogos e biólogos de cinco instituições – Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual de Campinas, Universidade da Califórnia, Estação Ecológica de Doñana e Universidade de Zurique – combinou teoria evolutiva e teoria de redes para calcular como espécies podem **coevoluir** em grandes redes de mutualismo.

Os resultados mostraram que espécies que não interagem diretamente podem ser tão importantes quanto espécies que interagem diretamente para moldar a evolução de uma espécie. Porém, o peso das interações diretas e indiretas depende do tipo de mutualismo.

“Quando a relação é muito íntima entre os parceiros de uma mesma rede – como é o caso do peixe-palhaço e da anêmona ou de certas espécies de formigas que vivem dentro de árvores – o que interessa mais são as interações diretas. Isso porque essas redes de interações são mais compartimentadas. Então, não há tantos caminhos para que os efeitos diretos se propaguem. Quando a interação não é tão íntima, os efeitos indiretos podem ter um efeito até maior que os diretos sobre a evolução de uma espécie”, disse Mathias Pires, do Instituto de Biologia da Unicamp, outro autor do estudo

Em simulação realizada com uma rede de dispersão de sementes ricas em espécies, menos de 30% dos efeitos seletivos na espécie especialista foram dirigidos pelos seus parceiros diretos, enquanto os efeitos de espécies indiretas representaram cerca de 40%.

**Referência: Agência Fapesp - Interações indiretas podem ter maior peso na evolução de espécies em redes ecológicas - Escrita por Maria Fernanda Ziegler em 19 de outubro de 2017**

**O texto acima faz referência ao processo de coevolução entre organismos vivos.**

**Agora é com você!**

**A partir da investigação já realizada e do texto da Revista Fapesp escrito acima, proponha uma explicação evolutiva para a capacidade de digestão de celulose pelos bovinos.**

**Para tal vocês deverão usar obrigatoriamente as seguintes palavras: microbiota, celulose, digestão, carboidrato, mutualismo, coevolução.**

---

---

---

---

---

**Você e seu grupo deverão fazer uma pesquisa com o objetivo de encontrar outro caso de mutualismo na natureza. Além disso, deverão relacionar e explicar como as ações humanas estão afetando o equilíbrio dessa relação.**

**Seu grupo poderá escolher responder através da escrita, através de um esquema ou mapa mental.**