
ENSINO MÉDIO

– 1º ANO –

BIOLOGIA

VOLUME 1

Apostila do 1º ano do Ensino Médio, escrita pelo Instituto São Carlos Borromeu. O conteúdo é indicado para estudo individual domiciliar, apoio escolar ou como material didático escolar.





BIOLOGIA



AULA 01

BIOLOGIA: A CIÊNCIA DA VIDA



Biologia é a ciência que estuda a vida e os seres vivos. Sendo assim é a ciência básica para qualquer outra área que lidará com tudo o que é vivo, tal como a medicina e todas as áreas médicas, bem como o que está relacionado com outros modos de vida, sejam os animais brutos, as plantas e até mesmo os vírus e bactérias. Desta forma, o biólogo investiga uma ampla variedade de tópicos relacionados aos organismos, desde os níveis mais elementares, como moléculas e células, até ecossistemas inteiros e a interação entre os diferentes seres vivos.



É fato que a biologia estuda tudo o que é vivo, mas estamos tão familiarizados com os seres vivos que talvez não percebamos o desafio que se anuvia em nosso horizonte: definir o que é a vida que a biologia estuda.

Antes de tudo, a vida é um maravilhoso mistério dado por Deus! Somente Deus pode dar a vida as suas criaturas, qualquer que seja a criatura.

Quando plantamos uma semente, não fazemos ela germinar e formar uma nova planta. Já havia ali, naquele pequeno grão, uma capacidade para gerar a vida, um princípio vital. Nós, seres humanos, não somos capazes de gerar a vida, seja a vida vegetal, animal ou humana.

Podemos preparar o solo, adubar, semear, regar, mas sempre será Deus que faz nascer e crescer.

“Assim, nem o que planta é alguma coisa nem o que rega, mas só Deus, que faz crescer”.

Com esta simples constatação, já é possível percebermos que a ciência moderna, puramente materialista, não poderá nos dizer com profundidade o que é a vida, por isso recorreremos brevemente à filosofia.

A filosofia grega chegou a uma definição exata e final do que seja a vida, na qual no correr dos séculos a meditação dos sábios não mais encontrou o que corrigir.

Os seres vivos são aqueles capazes de realizar movimentos imanes, ou seja, são capazes de mover-se a si mesmos.

Entende-se por movimentos imanes, os movimentos que, por contraposição, não são transeuntes. Um movimento transeunte é aquele que passa de um ente a outro, ou aquele pelo qual um ente move a outro ente. Um movimento imane é aquele que permanece no próprio ente, ou aquele pelo qual um ente é capaz de mover a si mesmo.



A biologia moderna pensa que todas as formas de vida se resumem em uma sequência de DNA, mas o mistério é muito mais profundo.

São seres vivos aqueles que são, pela sua própria natureza, capazes de moverem a si mesmos. São seres inanimados aqueles que somente são capazes de mover a outros e são incapazes de se moverem a si próprios. Neste sentido, vida é a capacidade de mover-se a si mesmo ou a capacidade de produzir um movimento imane.

Há um princípio metafísico segundo o qual **nada pode mover-se a si próprio e tudo o que é movido deve ser movido por**

outro. Este princípio parece contradizer a definição da vida, pois afirmamos que a vida é a capacidade de produzir um movimento imane ou a capacidade de que algo mova a si próprio. Os dois princípios conciliam-se compreendendo-se os seguintes dois pontos:

- O movimento de cada ser vivo possui uma causa externa. O fato do ser vivo mover a si próprio não significa que algo externo não cause o movimento interno do ser vivo. O ser vivo não se move a si próprio no sentido de que ele seja a causa última de seu movimento e que este movimento não tenha uma origem externa. Se tudo o que se move deve ser movido por outro, para que um ser vivo mova a si mesmo, uma causa externa deve desencadear o movimento do ser vivo de tal maneira, porém, que o próprio ser vivo cause, a partir disto, um movimento interno a si mesmo. Se não se tratasse de

um ser vivo, a causa externa faria com que o ente movido produzisse um movimento transeunte, e não imanente.

- Todo ser vivo, apesar de sua unidade que, conforme veremos, deriva de sua forma substancial única, deve ser composto de partes não homogêneas. Quando dizemos que um ser vivo move-se a si mesmo, queremos dizer que o ser vivo é composto de partes heterogêneas e que uma parte do ser vivo move a outra parte. Portanto, em cada ser vivo existem uma parte que move e outra distinta que é movida. Se um ser vivo fosse constituído por uma única parte indistinta, haveria contradição com o princípio segundo o qual, tudo o que é movido, é movido por um outro pois, neste caso, a mesma única parte que move também deveria ser movida. As partes que constituem um ser vivo, ademais, não podem ser homogêneas, porque a parte motora deve estar em ato para o movimento e a parte movida deve estar em potência para o movimento e, portanto, devem ser, necessariamente, partes distintas e não homogêneas. Um ser vivo, por conseguinte, se deve ser algo capaz de mover-se a si mesmo, deverá ser constituído, necessariamente, por partes heterogêneas. Uma gota de água, ou mesmo uma grande quantidade de água, jamais poderia ser viva.

Colocadas as coisas desta maneira, para que algo possa estar vivo ele deve poder, por sua própria natureza, mover-se a si mesmo.

Isto implica, em primeiro lugar, que tanto a parte movente como a parte movida do ser vivo, devem compartilhar a mesma natureza, pois se assim não fosse, o movimento não seria imanente mas transeunte. Isto é, se a parte movente e a parte movida tivessem naturezas diferentes, ambas constituiriam dois entes diversos e o movimento estaria passando de um ente a outro, em vez de permanecer no mesmo ente. A unidade de natureza entre as partes do ser vivo, porém, implica em uma unidade de forma substancial. Fica, porém, a conclusão de que não pode haver movimento imanente se não houver unidade de forma substancial entre as partes movente e movida.



Assim como o pai move o filho e o filho tenta se equilibrar e mover a bicicleta, o movimento imanente dos seres vivos precisa ser mantido por algo em sua própria natureza. A isto damos o nome de alma.

Mas isto implica também, em segundo lugar, que o movimento imanente pelo qual se define a vida, deve provir, também, como de seu princípio formal, da própria forma substancial que dá unidade ao ser vivo, caso contrário não seria por sua própria natureza que ele seria capaz de mover-se a si mesmo. O que determina a natureza de cada ser é a sua forma substancial.

Portanto, se o ser vivo é o ente capaz de, por sua própria natureza, mover-se a si mesmo, esta capacidade deve provir de sua forma substancial, ou seja, uma coisa somente

poderá estar viva, ou animada, se esta vida ou animação provier de sua forma substancial como de seu primeiro princípio.

Daí que chamamos à forma substancial dos seres vivos, de seu princípio vital, de seu princípio animador, ou simplesmente de alma, aquilo que anima os seres animados.

Para que um ente possa ser vivo, ele deverá ser formalmente animado pela sua própria forma substancial. Se não for assim ele não moverá, por sua própria natureza, a si mesmo.

É por este motivo que nos escritos de Aristóteles e de Santo Tomás define-se:

“A alma é a forma substancial do corpo físico que tem potência à vida”.

Muitas vezes, diz-se também, abreviadamente, apenas que a alma é a forma substancial do corpo (“*anima forma corporis*”), subentendendo-se nestas palavras o restante da definição.

OS MODOS DE VIDA

O mistério da vida é fascinante e encantador, resumidamente podemos dizer que todos os seres vivos são capazes de moverem-se a si mesmos e a causa deste movimento é a alma de cada ser vivo. Mas será que existe alguma semelhança entre os seres vivos? Algo que possamos agrupá-los em modos de vida distintos? Como o título logo acima indica, sim, há modos de vida distintos.

Quando olhamos para a natureza, percebemos facilmente a pluralidade de seres, basta vermos quantos tipos de rochas e pedras diferentes, quantas espécies de plantas que produzem diversas flores e frutos dos mais variados tamanhos, cores e gostos e o que dizer dos animais? É uma imensidão de espécies, de vários aspectos e tamanhos. E, principalmente, como cada pessoa é única e irrepetível.



Existe uma enorme variedade de espécies de animais.

Há, basicamente, três modos ou graus de vida: a vida vegetativa, a vida sensitiva e a vida intelectual.

VIDA VEGETATIVA

A vida vegetativa é caracterizada por três funções principais: **a nutrição, o crescimento e a reprodução.**

Pela nutrição todas as plantas – que chamamos de vegetais – absorvem a matéria inorgânica (não viva) para utilizarem em seu corpo, principalmente a água, sais minerais e o ar da atmosfera. Todos estes nutrientes são usados para seu crescimento e reprodução. E se estiverem bem nutridas, as plantas produzirão flores e frutos de todas as cores e tamanhos.

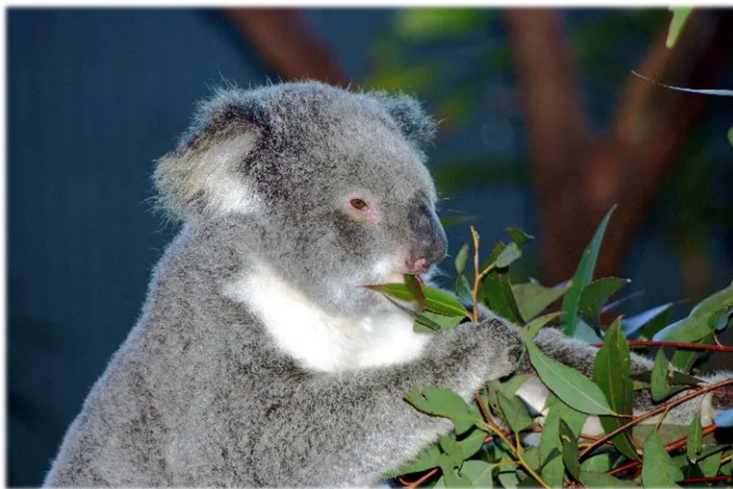
O crescimento, seja das raízes que “buscam” os nutrientes, quanto dos galhos que produzem os frutos, é o principal movimento das plantas. Esses movimentos e as funções vegetativas são causadas pela alma vegetal destes seres vivos.



VIDA SENSITIVA

O segundo grau de vida é a vida sensível. Os seres vivos que possuem a vida sensível, possuem as três funções da vida vegetativa e um “algo a mais”. Este “algo a mais” é **a presença de um sistema perceptivo que os ajuda a realizar de forma mais perfeita as funções vegetativas.** Esse sistema perceptivo pode ser mais simples ou apurado, dependendo do grau de perfeição de cada animal, e, sendo assim, a interação com o ambiente também é diferenciada. Um cachorro interage diferente de uma tartaruga ou de uma calopsita.

A percepção do ambiente é possível graças à presença dos **sentidos externos:** tato, olfato, paladar, audição e visão; e de sentidos internos: a percepção, a imaginação, a avaliação e a memória. Tudo isto que os animais captam do ambiente e internalizam, produz uma resposta, que chamamos de instinto.



Como este coala, os animais herbívoros apenas comerão plantas.

Os animais têm instintos e somente agem por causa dele. Por mais que as vezes não seja evidente, todos os animais agem conforme seu instinto que está condicionado a um mecanismo de estímulo e resposta; se o estímulo é bom, a resposta será boa, se o estímulo é ruim, a resposta será ruim.

Se frequentemente darmos comida para um gato, ele irá se acostumar a vir pegar comida, pois, pelo instinto de sobrevivência, precisa se alimentar; mas com certeza, se deixarmos a comida dele ao lado de um cachorro, o gato não se arriscará a pegar aquela comida, pois o instinto de

sobrevivência percebe que o cachorro pode lhe fazer mal. Assim, o instinto animal pode ser definido como:

O instinto é a tendência que os seres vivos possuem para cumprir seus objetivos básicos, determinados por natureza e mediados pelo conhecimento sensível.

É interessante notar, por exemplo, que os animais estão restritos a seus hábitos e ao fim de sua própria espécie. É impossível um animal carnívoro “escolher” comer vegetais e um animal herbívoro “escolher” comer carne, ambos estão sujeitos a este modo de alimentação e não podem mudar. Uma onça pode, segundo a disponibilidade, avaliar se deve atacar uma capivara ou um javali, mas jamais irá pensar: “Hum... acho que hoje vou fazer uma refeição mais leve... vou comer só uma saladinha de cana do brejo”.

Para que não haja confusões é importante frisarmos que todos os seres vivos possuem alma como a forma do corpo, contudo, apenas a alma humana é imortal, ou seja, a alma vegetativa e sensitiva são mortais e morrem junto com a morte do corpo do ser vivo, seja vegetal ou animal.

VIDA INTELECTIVA

O terceiro grau de vida é a vida intelectual, que é própria do homem. Este é o grau de vida mais elevado, que contém em si os graus inferiores. Neste tipo de vida, não há a obrigatoriedade entre estímulo e resposta, pois com a inteligência e a vontade, o homem pode escolher como agir.

O homem **escolhe inteligentemente** seus próprios fins e não se conforma com os fins da espécie, pelo contrário, também se propõe fins pessoais, tem em suas mãos a tarefa de conduzir sua própria vida, escrever sua própria história.

No homem não há respostas automáticas, **devemos escolher** com **nossa razão** e **liberdade** o que é melhor a ser feito.

⁴Quando contemplo os teus céus, obra dos teus dedos, a lua e as estrelas, que tu criaste,

⁵(exclamo): Que é o homem, para te lembrares dele? ou que é o filho do homem, para cuidares dele? ⁶Tu o fizeste pouco inferior aos anjos, de glória e de honra o coroaste;

⁷deste-lhe o mando sobre as obras das tuas mãos, sujeitaste todas as coisas debaixo de seus pés: ⁸Todas as ovelhas e todos os bois e, além destes, os outros animais do campo,

⁹as aves do céu e os peixes do mar: tudo o que percorre as veredas dos oceanos. Sl 8, 4-9

ATIVIDADES

1. A partir do que foi estudado nesta primeira aula, descreva qual é a importância do estudo de biologia para nossas vidas?

2. Copie a definição de ser vivo e explique com suas próprias palavras.

3. Por quais motivos Aristóteles, Santo Tomás e a boa filosofia definem a alma como forma do corpo para os seres vivos?

4. Quais são os três modos de vida? Descreva suas características.

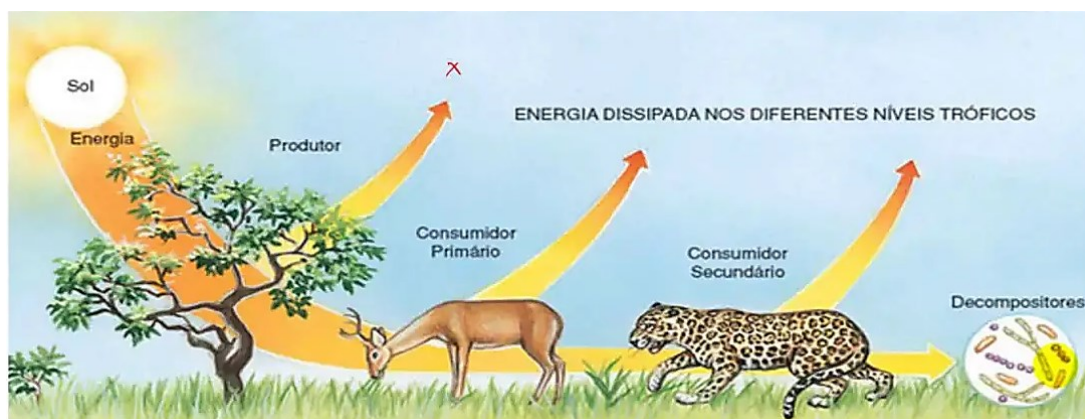


AULA 05

A ENERGIA E A MATÉRIA NOS ECOSISTEMAS



vida na Terra depende inteiramente da energia que provém do Sol. Os ecossistemas são, portanto, unidades biológicas mantidas à luz solar. Mesmo assim, e por mais eficientes que sejam, apenas uma pequena parte dessa energia é aproveitada. Evidentemente esse aproveitamento depende de diversos fatores, variam de acordo com a região do planeta, as estações do ano e o tipo de ecossistema considerado.



A maioria dos produtores são organismos fotossintetizantes e, dessa forma, a luz solar se constitui uma fonte de energia indispensável para a manutenção dos diversos ecossistemas.

Entretanto, por mais eficientes que sejam, os produtores, só conseguem utilizar uma pequena parte da energia luminosa do Sol que chega à superfície da Terra. Estima-se que apenas 45% da energia solar que atinge a nossa atmosfera chega à superfície. Uma parte dessa energia é refletida e outra parte é absorvida e transformada em calor, que é utilizado na evaporação da água e no aquecimento da superfície, tendo um papel importante na determinação do clima e dos processos atmosféricos. Desta forma, apenas uma pequena parcela – estimada entre 1 e 2% – da luz solar que alcança a superfície terrestre, é utilizada na realização da fotossíntese.

Os produtores fotossintetizantes atuam como conversores de energia: transformam a energia luminosa que absorvem em energia química. Esta fica armazenada nas moléculas orgânicas (carboidratos) produzidas através da fotossíntese. A energia química é a modalidade de energia utilizada pelas células dos organismos produtores, consumidores e decompositores do ecossistema. É através da cadeia alimentar que parte dessa energia fixada pelos produtores é transferida aos níveis tróficos seguintes.

Luz somente para a fotossíntese?

Claro que não. A energia não absorvida pela fotossíntese, tem também importância ecológica. Basta lembrarmos que grande parte da luz absorvida pela superfície da Terra, influi no clima que, por sua vez, determina a distribuição das espécies biológicas no planeta. Outro exemplo é o metabolismo dos animais pelicotermos – de sangue frio – que se acelera em virtude do aquecimento proporcionado pela luz solar.

Luz somente para a fotossíntese?

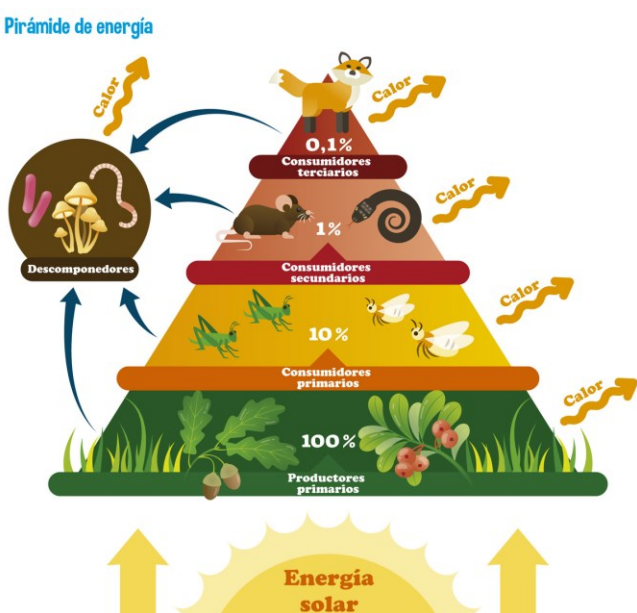
Claro que não. A energia não absorvida pela fotossíntese, tem também importância ecológica. Basta lembrarmos que grande parte da luz absorvida pela superfície da Terra, influi no clima que, por sua vez, determina a distribuição das espécies biológicas no planeta. Outro exemplo é o metabolismo dos animais pelicotermos – de sangue frio – que se acelera em virtude do aquecimento proporcionado pela luz solar.

ENERGIA AO LONGO DA CADEIA

À medida que é transferida de um nível trófico para outro, a quantidade de energia disponível diminui, uma vez que boa parte da energia obtida por um organismo através da alimentação é gasta na manutenção de suas atividades vitais. De modo geral e aproximado, cada elo da cadeia alimentar recebe apenas 10% da energia que o elo anterior recebeu.

O fato de haver essa redução da disponibilidade de energia faz com que as cadeias alimentares não sejam muito longas, raramente tendo mais do que quatro ou cinco níveis tróficos. Quanto mais curta for a cadeia alimentar, maior será a quantidade de energia disponível. Quanto mais distante dos produtores estiver um determinado nível trófico de consumidores, menor será a quantidade de energia útil recebida. A energia, portanto, apresenta um fluxo unidirecional e decrescente ao da cadeia alimentar.

O fluxo de energia entre os componentes de uma cadeia alimentar em um ecossistema pode ser representado através de uma pirâmide, a pirâmide de energia.

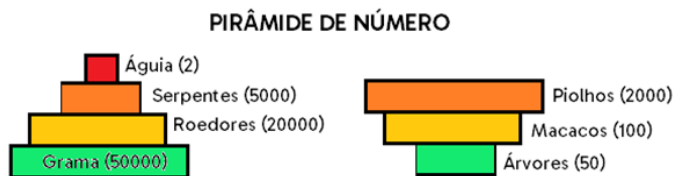


A pirâmide de energia indica a quantidade de energia acumulada em cada nível trófico da cadeia alimentar e a disponibilidade de energia para o nível seguinte. Essa pirâmide nunca pode ser invertida e mostra claramente o princípio da perda de energia em cada nível trófico.

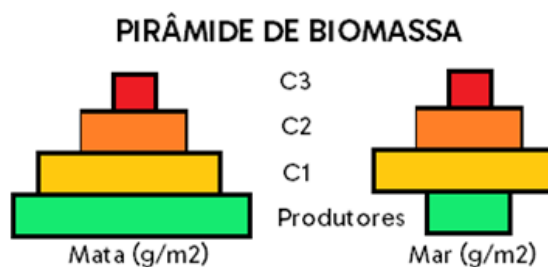
Um dos inconvenientes das pirâmides de energia, é que não conseguimos representar os decompositores, que são uma parcela importante do ecossistema. Além disso, muita matéria orgânica em um ecossistema pode não ser utilizada nem decomposta, ficando armazenada. As pirâmides de energia não mostram claramente a parte da energia que é armazenada.

Para complementar um pouco esta representação, podemos construir pirâmides de número e biomassa.

A pirâmide de número indica a quantidade de organismos em uma cadeia alimentar; assim, na cadeia a seguir, vemos que 50000 gramas (planta) são necessárias para alimentar 20000 roedores, que alimentam 5000 serpentes, que por sua vez alimentam 2 águias. E que 50 árvores são necessárias para alimentar 100 macacos, que por sua vez alimentam 2000 piolhos. A limitação desta representação é que iguala-se os organismos, sem considerar seu tamanho e a quantidade de matéria orgânica existentes nos diversos níveis.



A pirâmide de biomassa é construída pela avaliação das biomassas nos vários níveis tróficos de uma cadeia. Ao lado vemos uma pirâmide construída com a biomassa (medida em g/m²) de uma mata e outra com a biomassa do mar.



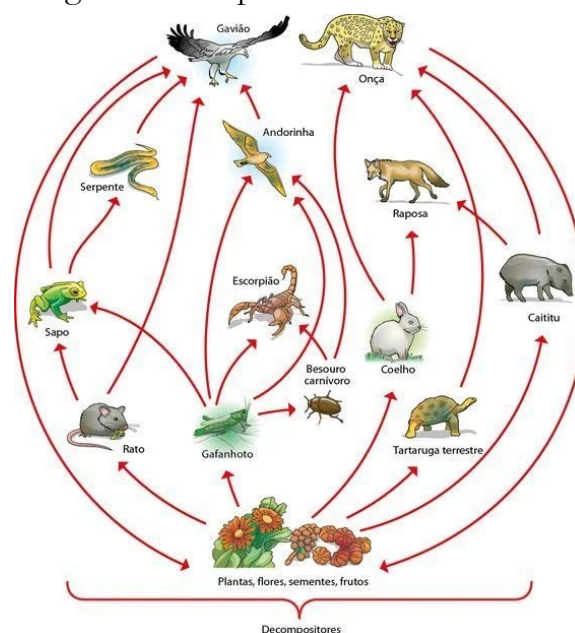
A limitação da pirâmide de biomassa é que não conseguimos contabilizar o fator tempo; representando apenas a massa biológica em um dado instante, não acusando portanto, a velocidade com que a matéria orgânica é produzida.

Quase sempre a massa dos produtores é maior que a de consumidores. Às vezes, no entanto, a pirâmide de biomassa pode apresentar-se invertida. É o que acontece, por exemplo, nos ecossistemas marinhos, em que a biomassa dos produtores, normalmente o fitoplâncton, apresenta-se menor que a dos consumidores primários, representados pelo zooplâncton.

TEIA ALIMENTAR

Podemos perceber que o estudo e a representação dos diversos fatores que compõem um ecossistema são complexos e dificilmente conseguiremos representá-los em um só diagrama ou gráfico. Há ainda outro fator a ser considerado: as diferentes cadeias alimentares normalmente se entrelaçam, resultando em uma teia ou rede alimentar. A teia alimentar, portanto, é um conjunto de diversas cadeias alimentares entrelaçadas.

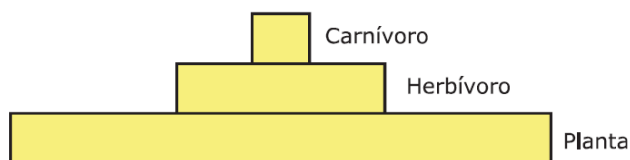
Em uma teia alimentar, a matéria das plantas (produtores) pode seguir diferentes caminhos. Por exemplo, as plantas podem ser fonte de alimento para o rato que, por sua vez, pode servir de alimento para o sapo, e depois para a cobra e esta para o gavião; ou podem ser consumidas por um coelho que, por sua vez, serve de alimento para a



onça ou para a raposa. Assim, em qualquer ecossistema, existem diversas cadeias alimentares que se entrelaçam e, em uma ordem maravilhosa, caminham para a finalidade de cada uma das espécies e de todo o ecossistema em conjunto.

ATIVIDADES

1. O diagrama a seguir é uma pirâmide de energia



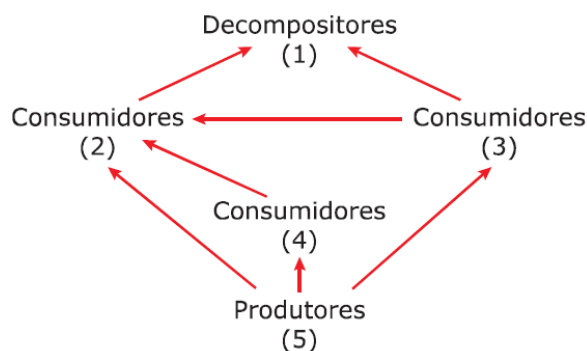
- O que representa a largura de cada nível do diagrama?
 - Por que a largura de um nível não pode ser maior que a do nível acima dele?
2. Analise a teia alimentar a seguir:



Suponha, nessa comunidade, a introdução de uma espécie que se alimente de pássaros.

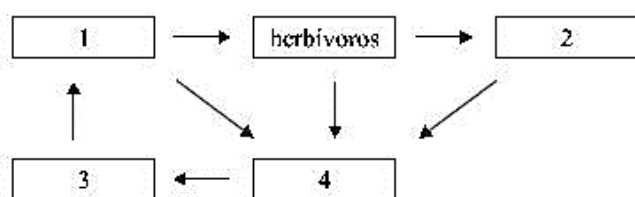
- A que nível trófico pertencerá essa nova espécie?
- Com a introdução dessa nova espécie na comunidade, o que poderá ocorrer com as populações de insetos e aranhas?

3. Considere a teia ecológica a seguir:



Quais componentes desta teia ecológica, se retirados, ainda permitirão a continuidade do ciclo ecológico?

4. O esquema representa o ciclo de matéria em um ecossistema:



Os retângulos com os algarismos de 1 a 4 representam, de forma não sequencial, os termos: decompositores; estoque de nutrientes; consumidores secundários; produtores.

a. Quais elementos deste ciclo estão representados nos retângulos 3 e 4, respectivamente?

b. Se, ao invés de matéria, o esquema representasse o ciclo de energia no ecossistema, que elemento deveria ser acrescentado? Indique para qual retângulo deveria estar apontada a seta que parte desse novo elemento.

ATIVIDADE COMPLEMENTARES

1. Num campo, vivem gafanhotos que se alimentam de plantas e servem de alimento para passarinhos. Estes são predados por gaviões. Essas quatro populações se mantiveram em números estáveis nas últimas gerações.

a. Qual é o nível trófico de cada uma dessas populações?

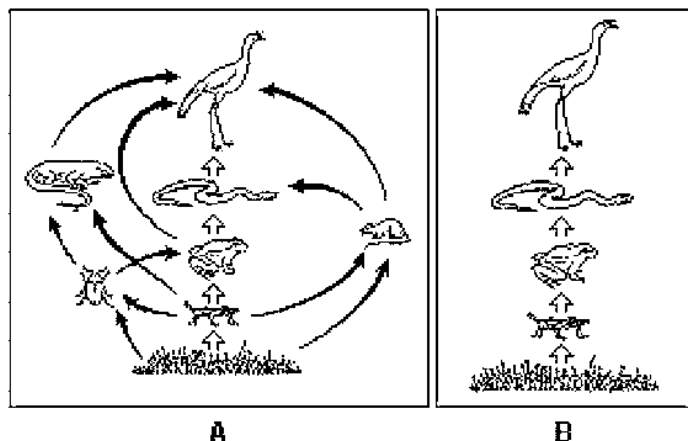
b. Explique de que modo a população de plantas poderá ser afetada se muitos gaviões imigrarem para esse campo.

c. Qual é a trajetória dos átomos de carbono que constituem as proteínas dos gaviões desde sua origem inorgânica?

d. Qual é o papel das bactérias na introdução do nitrogênio nessa cadeia alimentar?

2. As figuras ao lado mostram relações tróficas em duas comunidades (A e B). Utilize as figuras para responder aos itens que se seguem:

a. A comunidade A corresponde a uma rede trófica e a comunidade B corresponde a uma cadeia trófica. Explique essa afirmativa.



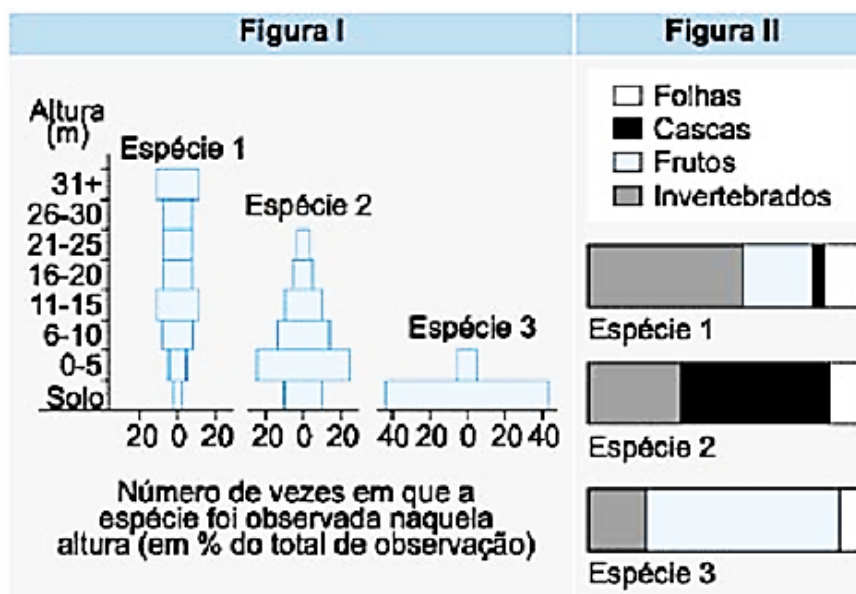
b. Qual das duas comunidades continuará funcionando após a perda de uma população de organismos consumidores? Justifique sua resposta.

c. No caso de a comunidade A ser contaminada por um metal pesado, qual animal irá apresentar maior concentração desse poluente? Justifique sua resposta.

3. O gráfico da figura I mostra a distribuição de três espécies de esquilos que vivem nas mesmas árvores de uma floresta, e o da figura II mostra os alimentos preferidos por essas espécies.

a. Com base nas informações fornecidas pelas figuras, dê dois motivos que expliquem por que as três espécies podem coexistir no mesmo ambiente.

b. Supondo que uma quarta espécie de esquilo fosse introduzida no mesmo local, explique como essa espécie poderia coexistir nesse ambiente.

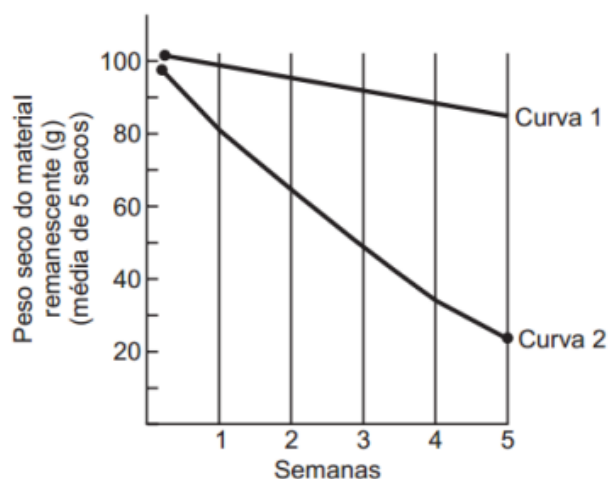


4. Um pesquisador coletou folhas secas do solo de uma mata e as colocou em 50 sacos de tela de náilon, iguais entre si quanto ao tamanho e diâmetro da malha. Cada saco recebeu 100 g de folhas. Em seguida, distribuiu 25 desses sacos na superfície do solo em uma área de mata tratada experimentalmente com inseticidas e fungicidas. Os outros 25 sacos foram distribuídos em outra área da mata, não tratada com fungicidas ou inseticidas, e se constituíram no grupo controle. A cada semana, por cinco semanas consecutivas, o pesquisador recolhia cinco sacos de cada área, secava e pesava os fragmentos de folhas que restavam dentro dos mesmos.

Na figura, as curvas representam as mudanças observadas no peso seco do material remanescente nos sacos de náilon ao longo do experimento.

a. Que processo ecológico está relacionado à sucessiva fragmentação e à perda de peso do material vegetal colocado nos sacos de náilon observada durante o experimento?

b. Que curva deve representar a variação de peso nos restos vegetais do grupo controle? Justifique sua resposta.





AULA 09

SUCESSÃO ECOLÓGICA

Já dissemos em outras aulas como a vida é um mistério maravilhoso. Podemos dizer também que a vida é mistério poderoso. De onde vem esta incrível capacidade que os seres vivos, todos eles, em todos os seus graus de vida, têm de colonizar e povoar ambientes antes inóspitos? Essa resposta a ciência natural da biologia não poderá nos dar, mas já o sabemos pelos princípios filosóficos que estudamos. Depois de Cristo, a vida sempre vence a morte! São Paulo exclama:

“Onde está, ó morte, a tua vitória? Onde está, ó morte, o teu aguilhão?” 1 Cor 15, 55

E tudo se faz novo! E o ciclo da vida recomeça. Até quando houver tempo sob o sol... Vejamos como a vida nasce, povoa e modifica o ambiente.

Denomina-se sucessão ecológica o processo natural através do qual uma comunidade muda gradualmente com o decorrer do tempo, até atingir uma situação de maior estabilidade denominada clímax.

As sucessões ecológicas podem ser classificadas em primárias e secundárias:

- Sucessão primária – Ocorrem em uma área anteriormente sem vida. Representa a ocupação por seres vivos de uma área ou superfície até então nua. É o que acontece, por exemplo, quando há o aparecimento de espécies vegetais numa região cujas condições não são inicialmente favoráveis, como dunas de areia, rochas nuas ou derrame de lavas vulcânicas.
- Sucessão secundária – Ocorre numa área abandonada, onde, anteriormente, já havia uma comunidade que, por algum motivo, foi destruída. Essa área pode ser, por exemplo, um campo de cultivo abandonado ou uma floresta após um incêndio.



ETAPAS DA SUCESSÃO

Independentemente se a sucessão ecológica de uma região é primária ou secundária, este processo de colonização passará por três fases ou etapas: ecese, séries e clímax (homeostase).

- **Ecese** – É a etapa inicial do processo de sucessão. As espécies de seres vivos que participam dessa etapa são chamadas de espécies pioneiras.

Estas são comunidades biológicas geralmente formadas por líquens, musgos ou gramíneas, que conseguem sobreviver em ambientes inóspitos em condições adversas e que acabam modificando o substrato, permitindo o desenvolvimento de outras espécies.

São espécies de grande amplitude (pouco exigentes); e não especializadas. Por exemplo, na superfície de uma rocha nua, poucos seres vivos conseguiriam sobreviver. Alguns seres, como os líquens, podem instalar-se sobre ela, produzindo ácidos que lentamente corroem a rocha, iniciando a formação do solo.

A partir de então, as condições do local deixam de ser tão desfavoráveis, possibilitando o desenvolvimento de outras comunidades.



Espécies vegetais pioneiras colonizando uma rocha vulcânica recém formada.

- **Séries** – São as diferentes comunidades que surgem na região entre o estágio inicial (ecese) e o final (clímax) de uma sucessão, isto é, são as comunidades intermediárias entre a ecese e o clímax.

As espécies vegetais deste período de transição irão depender das condições climáticas da região. Normalmente são arbustos e pequenas árvores resistentes a condições pouco favoráveis, mas que, com o tempo, alteram ainda mais o substrato para que as espécies características daquele bioma possam se instalar.

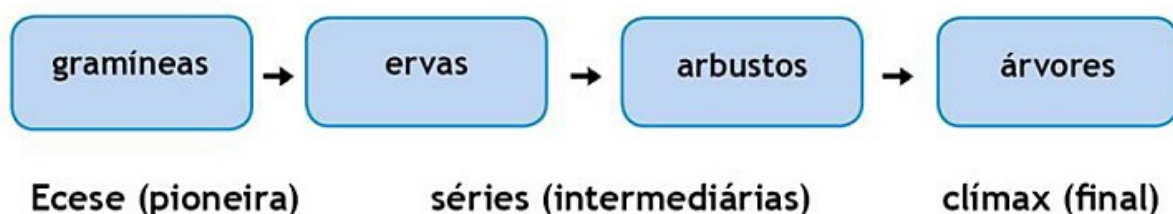
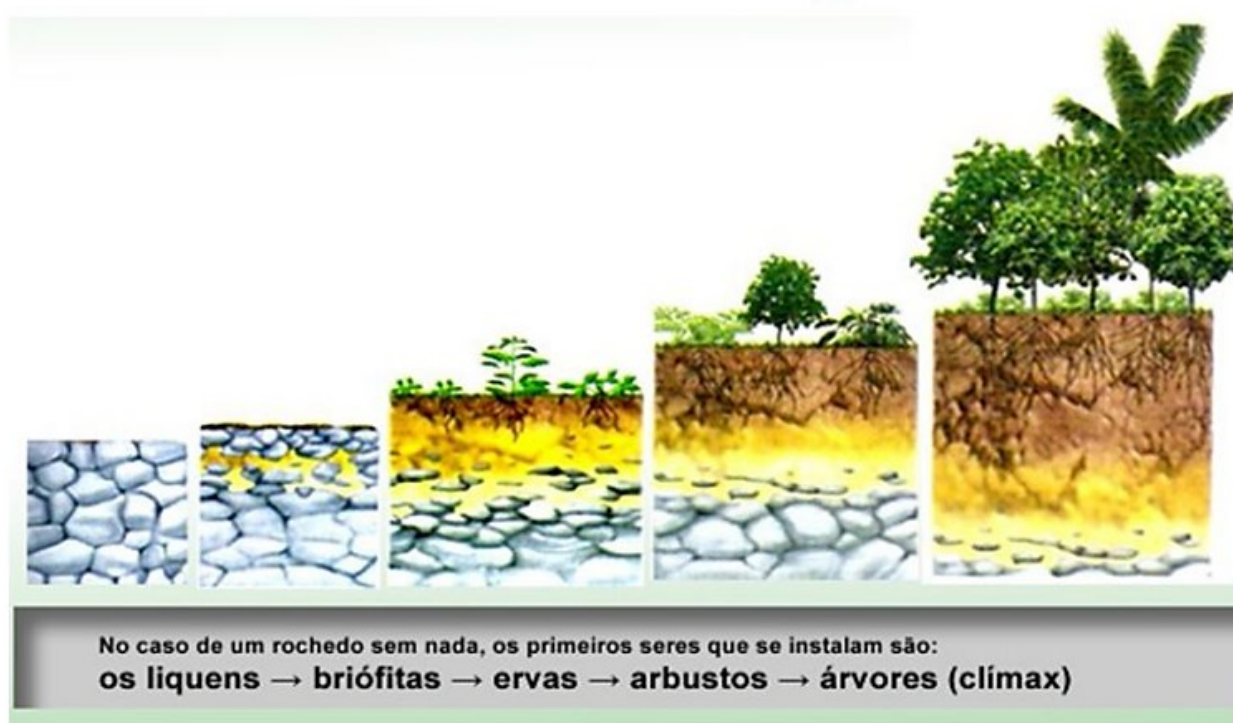
- **Clímax** – é o estágio final da sucessão ecológica. Nesse estágio, a comunidade atinge o seu máximo desenvolvimento, que é sempre compatível com as condições físico-químicas do meio, ou seja, com o bioma característico do local.

Geralmente as espécies vegetais climáticas são de maior porte, além de mostrar alta eficiência entre produção e consumo de nutrientes. No estágio clímax, quando uma espécie é extinta, outra espécie típica de clímax a substitui, mantendo a ciclagem entre as comunidades de florestas e outros habitats de topo na sucessão ecológica.

Ao se aproximar do clímax, uma comunidade demonstra uma tendência ao aumento na variedade de espécies, na complexidade funcional e alimentar das populações de plantas e animais.

Mudanças drásticas nos fatores do ambiente (incêndios, erupções vulcânicas, desastres ecológicos) podem alterar o equilíbrio da comunidade clímax de forma que, se for uma sucessão secundária, não será idêntica ao bioma original.

Sucessão ecológica



CARACTERÍSTICAS DE UMA SUCESSÃO

Na medida em que a sucessão ecológica ocorre, podemos observar uma série de modificações no ecossistema. Veja algumas dessas alterações:

- Aumento da biodiversidade e da complexidade da comunidade do ecossistema.
- Aumento de biomassa.
- Tendência ao aumento do tamanho dos indivíduos.
- Surgimento de organismos com ciclo de vida mais complexo e longo.
- Aumento rápido das espécies que compõem a comunidade (inicialmente) e mudança mais lenta da composição (posteriormente).

- Formação de teias alimentares complexas.
- Aumento da taxa de fotossíntese em relação à taxa de respiração (inicialmente), seguido de igualação entre ambas as taxas (ao longo dos anos).

EXEMPLO DE UMA SUCESSÃO ECOLÓGICA INICIADA A PARTIR DA SUPERFÍCIE DE UMA ROCHA NUA

A superfície de uma rocha granítica nua e compacta é extremamente árida, uma vez que tal superfície não absorve água. Toda a água que a rocha recebe da chuva, por exemplo, escorre ou evapora rapidamente. Por isso, são pouquíssimos os seres vivos que conseguem se instalar nesse local e se desenvolver. Praticamente, só os líquens conseguem se instalar e se desenvolver na superfície de uma rocha nua.

Assim, líquens transportados pelo vento, ao caírem sobre a superfície da rocha nua, se instalam e desenvolvem-se, iniciando o povoamento daquela região. Dessa forma, os líquens constituirão a comunidade pioneira na superfície da rocha.

Uma vez instalados, os líquens começam a liberar sobre a superfície da rocha, certos ácidos orgânicos que, lentamente, vão degradando a superfície, abrindo pequenas fendas, onde começam a se depositar partículas de terra e areia trazidas pelo vento, formando-se aí um microssolo, que passa a reter pequenas quantidades de água. Nesse microssolo, começam a se acumular restos de líquens mortos, o que permitirá a ação de decompositores e, conseqüentemente, o enriquecimento do meio com certos nutrientes minerais.

Observe que a instalação da comunidade pioneira, representada pelos líquens, provoca alterações na superfície da rocha, criando novas condições abióticas, que permitirão a instalação de outras espécies. Assim, trazidos pelo vento, esporos de musgos podem se instalar nesse microssolo úmido.

Os musgos são vegetais que só alcançam poucos centímetros de altura, não têm raízes verdadeiras e não exigem solos profundos. Quando morrerem, junto com uma maior quantidade de terra, água e nutrientes minerais retidos nas fendas, formarão um solo mais espesso, o que permitirá o desenvolvimento de novas espécies, como as gramíneas.

As raízes das gramíneas promoverão o aparecimento de novas fendas, aumentando e aprofundando os espaços e facilitando a formação de bolsas de terra cada vez maiores e mais profundas, onde começam a aparecer arbustos e, posteriormente, árvores.

Assim, o local que no passado era apenas a superfície de uma rocha, após certo tempo, torna-se um solo onde cresce e se desenvolve uma comunidade mais estável e predominantemente arbórea, que persiste até uma mudança no ambiente, natural ou provocada pelo homem.

EXEMPLO EM IMAGENS DE UMA SUCESSÃO ECOLÓGICA A PARTIR DA CRIAÇÃO DE UMA RODOVIA

Muitas vezes para se construir uma rodovia é preciso fazer pequenos ou grandes ajustes no terreno, criar pontes, cavar túneis e assim por diante. A sequência de fotos a seguir mostra o quão rápido um ambiente é capaz de repovoar uma pequena área alterada para a passagem de uma rodovia.



Nesta sequência de fotos é possível acompanhar o desenvolvimento anual da sucessão. Temos, na foto de 2001, a barreira construída sem nenhum tipo de vegetação e a rodovia inaugurada. Após um ano é possível verificar como as espécies pioneiras já tomaram conta de quase todo o espaço. Na foto de 2004 as espécies intermediárias da série já povoaram todo o espaço disponível e, apenas em mais um ano, na foto de 2005, vemos que a sucessão ecológica chegou ao clímax, pois há grandes espécies vegetais arbóreas e todo o terreno foi muito bem povoado, nem dando mais para se ver a rodovia.

ATIVIDADES

1. O que é a sucessão ecológica?
2. Descreva brevemente, com suas próprias palavras, as três fases da sucessão ecológica.
3. Descreva o processo de sucessão ecológica de uma lagoa recém-formada naturalmente.
4. Quais seriam as diferenças da sucessão deste lago para um conjunto de dunas recém-formadas?
5. Qual é a resposta da pergunta feita inicialmente no texto desta aula?



AULA 15

ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

LIMNOCICLO

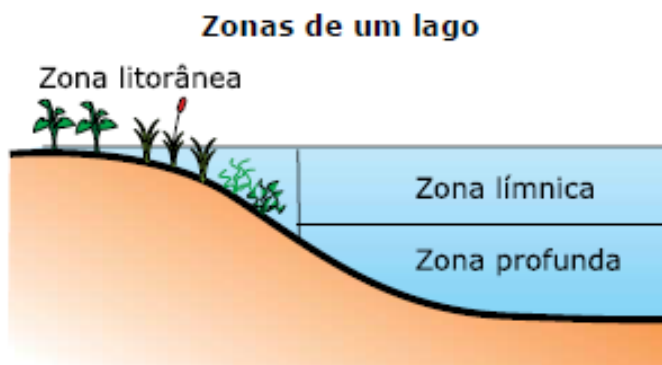


limnociclo ou biociclo dulcícola compreende ecossistemas de águas lênticas (águas paradas, sem correntezas) e de águas lóticas (águas correntes).

As águas lênticas estão representadas, principalmente, pelos lagos e lagoas. Os lagos são depressões na superfície dos continentes nas quais existe uma extensão considerável de água parada, cercada de terra. O nome lagoa é dado, de um modo geral, às pequenas massas de água, suficientemente rasas para que plantas com raízes cresçam na maior parte do fundo.

Esses ecossistemas podem apresentar três regiões ou zonas: litorânea, límnic e profunda.

A) Zona litorânea – Parte mais periférica do lago e mais ricamente habitada. Aí são encontradas muitas espécies de plantas enraizadas no fundo, plantas flutuantes, plantas totalmente submersas e muitos animais, como moluscos, artrópodes, anfíbios e peixes.



B) Zona límnic – Parte mais central ou interna do lago e que se estende até a profundidade de penetração da luz. É muito rica em plâncton (fitoplâncton e zooplâncton). O plâncton é o conjunto dos organismos aquáticos, flutuantes, na maioria microscópicos, e que podem ser autótrofos ou heterótrofos. O fitoplâncton é formado pelos organismos autótrofos do plâncton, representado por uma infinidade de algas microscópicas fotossintetizantes, como algumas espécies de clorófitas (algas verdes), cianófitas (algas azuis), euglenófitas e diatomáceas. O zooplâncton, por sua vez, é formado pelos seres heterótrofos do plâncton, sendo constituído por protozoários, microcrustáceos e larvas de diversos organismos.

Nesse tipo de bioma, os produtores estão representados por plantas que vivem parcial ou totalmente submersas e, principalmente, pelo fitoplâncton. Os organismos do fitoplâncton são os produtores mais significativos desse ecossistema, enquanto os do zooplâncton atuam como consumidores primários (o zooplâncton alimenta-se do fitoplâncton).

Além da riqueza em seres planctônicos, a zona límnic é também habitada por diversas espécies de peixes que, geralmente, estão presentes na maior parte dos biomas de águas lânticas.

C) Zona profunda – Região do lago em que não há penetração de luz e, conseqüentemente, não existe vida fotossintetizante. Os principais habitantes dessa região são bactérias e fungos que decompõem os restos orgânicos que descem das águas mais superficiais.

Os maiores biomas lânticos da biosfera são o lago Baikal, localizado na Sibéria (com 1754 m de profundidade), e o lago Tanganica, na África (com 1449 m de profundidade).

As águas lóicas compreendem os rios e os riachos, caracterizados pelas correntezas das águas. Nesses ecossistemas, o constante movimento das águas, formando correntes, determina um ambiente rico em oxigênio e em nutrientes vindos de ecossistemas vizinhos, principalmente da vegetação marginal.

LIMNOCICLO – ecossistemas dulcícolas

→ Águas lânticas – pântanos, lagoas...

→ Águas lóicas – rios, riachos...



Os organismos que vivem nas águas lóicas dependem da velocidade das correntes. Em locais de correntezas rápidas, praticamente não há plâncton. Nesses locais, são encontrados algas e musgos fixados à superfície de pedras. Sob essas pedras vivem alguns animais de corpo extremamente achatado, que se ajusta às reentrâncias estreitas, e com adaptações especiais que os capacitam a se segurarem às pedras. Para esses pequenos organismos, capazes de resistir à rapidez das correntes, há abundância de oxigênio e de nutrientes varridos pelas águas. Nos locais onde as correntezas se tornam mais lentas (águas mais calmas), os rios passam a apresentar características semelhantes aos ecossistemas lânticos.

TALASSOCICLO

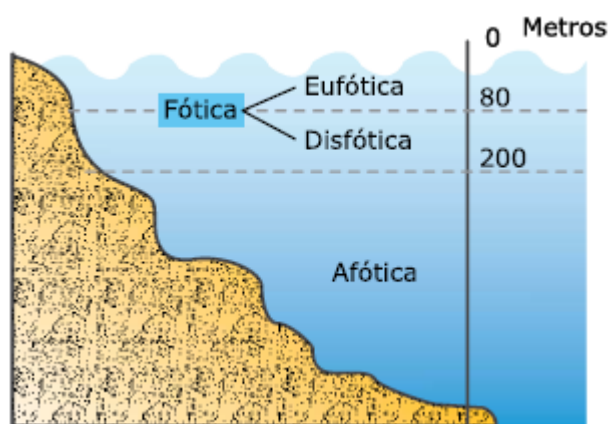
O talassociclo (biociclo marinho) compreende todos os mares e oceanos, sendo o maior dos biociclos. Esses biomas apresentam duas características básicas: continuidade e estabilidade. Continuidade porque cobrem cerca de 75% da superfície terrestre e não possuem barreiras físicas separando-os. Estabilidade porque não secam ou congelam inteiramente; além disso, os fatores climáticos afetam notadamente apenas as águas mais superficiais.

A temperatura das águas mais superficiais varia de acordo com as estações do ano e com a latitude. No entanto, essa variação é menor do que a observada nos ecossistemas terrestres, uma vez que os oceanos retêm maior quantidade de calor, liberando-o mais lentamente que a terra. A temperatura da água tende a diminuir com a profundidade, sendo que nas águas mais profundas permanece mais ou menos constante, em torno de 2,5 °C.

Os sais minerais dissolvidos na água do mar estão em porcentagens e quantidades diferentes das encontradas na água doce. A salinidade dos mares é de cerca de 3,5 g/L, com predominância do cloreto de sódio ($NaCl$). Lembre-se de que os sais minerais dissolvidos na água estão dissociados em íons. Mais de 75% dos íons dissolvidos na água do mar estão representados por Cl^- e Na^+ . Em regiões próximas à costa, a salinidade pode ser menor e mais variável do que a de regiões de mar aberto, em função da influência dos rios e das chuvas.

Quanto à penetração da luz, os ecossistemas marinhos apresentam as seguintes regiões: zona fótica e zona afótica.

Zona fótica – Região muito iluminada que se estende até a profundidade máxima de 200 metros. Alguns autores costumam subdividi-la em zona eufótica e zona disfótica. A zona eufótica (muito iluminada) está situada entre a superfície e a profundidade média de 80 metros, enquanto que a disfótica (pouco iluminada) situa-se numa faixa entre 80 e 200 metros de profundidade. Na zona fótica, especialmente na faixa da região eufótica, encontram-se numerosos seres fotossintetizantes, representados principalmente por diversas espécies de algas do fitoplâncton marinho. Esses seres são os principais produtores desse tipo de bioma.



Zona afótica – Região escura onde não há mais a penetração da luz. Situa-se abaixo de 200 metros de profundidade. Nessa região, portanto, não são encontrados mais seres fotossintetizantes.

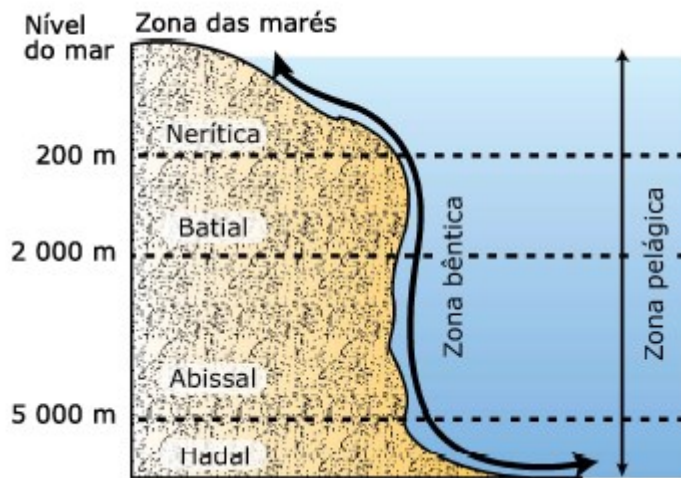
Quanto à profundidade dos oceanos, podem-se distinguir as seguintes regiões ou zonas: intertidal, nerítica, batial, abissal e hadal.

Zona intertidal ou das marés – Região sujeita ao avanço e recuo das águas todos os dias, isto é, sofre as flutuações das marés (maré alta e maré baixa), ficando alternadamente exposta ao ar e recoberta pela água. Essa região é também conhecida por ambiente ou sistema litorâneo. É uma região com muita luminosidade, oxigênio e alimento. Além dos animais de vida livre, há grande quantidade de algas e animais fixos às rochas que estão adaptados à alternância de exposição à água e ao ar.

Zona nerítica – Corresponde à região situada sobre a plataforma continental. Estende-se desde a linha de marés até, aproximadamente, 200 metros de profundidade. É rica em fitoplâncton, zooplâncton e em peixes que são utilizados na alimentação humana, o que a torna uma região de grande importância econômica.

Zona batial ou oceânica – Região que se estende dos 200 até cerca de 2 000 metros de profundidade. Suas águas são frias e pobres em fauna.

Zona abissal – Região que se estende dos 2 000 aos 5 000 metros de profundidade. Os seres que aí vivem estão representados por bactérias decompositoras e alguns poucos animais adaptados à vida em regiões escuras e profundas. Entre essas adaptações, podemos citar o corpo achatado e a pressão interna corporal elevada, que constituem uma compensação em relação às grandes pressões externas que agem sobre eles. Quando uma criatura dessas é capturada e trazida à superfície, o seu corpo simplesmente “explode” em virtude da grande pressão exercida de dentro para fora.



Principais regiões do ambiente marinho de acordo com a profundidade.

Os seres que suportam grandes pressões, como os organismos abissais, são classificados como euribáricos, enquanto os que não suportam grandes pressões são chamados de estenobáricos. Os seres aquáticos são predominantemente estenobáricos. Muitos organismos abissais também possuem boca e dentes grandes, bem como estômago dilatável, sendo tais adaptações importantes à escassez de alimento, pois facilitam o aproveitamento deste nas poucas oportunidades em que é encontrado.

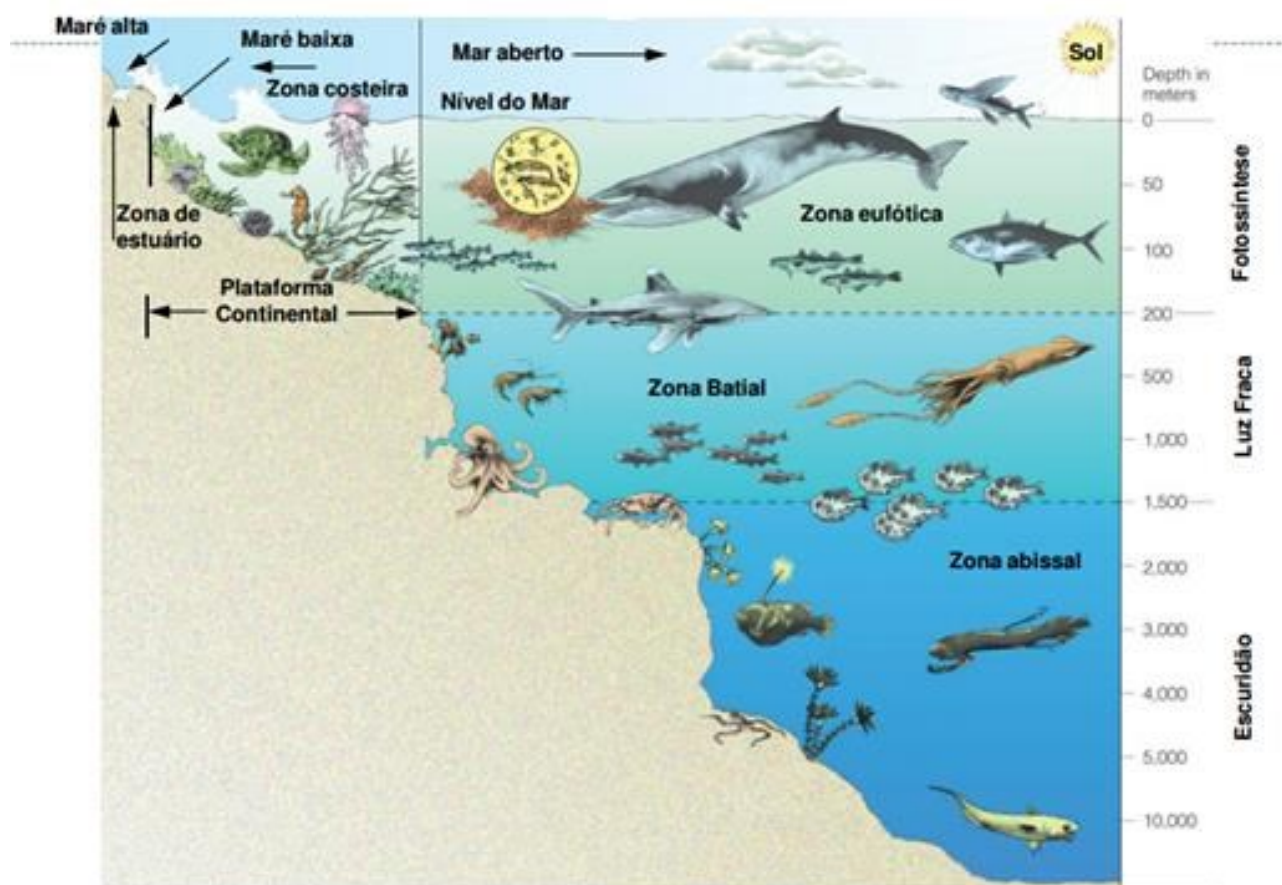
Muitas espécies abissais realizam o fenômeno da bioluminescência ou fotogênese, isto é, produzem luz. Isso, evidentemente, facilita a vida dessas espécies numa região onde não há penetração da luz. Algumas espécies de animais abissais são cegos, mas a grande maioria enxerga e produz bioluminescência, através de estruturas chamadas de “lanternas”. Devido a essa bioluminescência, a seleção natural favoreceu, nesse ambiente, os animais que enxergam.

Zona hadal – É a região mais profunda dos oceanos, abaixo de 5 000 metros. Nela, praticamente não existe vida.

Quanto à concentração de nutrientes minerais, há uma diferença quando se consideram as regiões próximas da costa e as regiões de alto-mar. Próximo à costa, a concentração desses nutrientes é, em geral, maior, devido, principalmente, ao desagüamento de rios que trazem nutrientes da terra. Em alto-mar, essa concentração geralmente é mais baixa, uma vez que grande parte dos nutrientes encontra-se no fundo. Entretanto, em certos locais, existem as chamadas correntes de ressurgência, movimentos da água de baixo para cima, que trazem os nutrientes do fundo para a superfície, enriquecendo as águas mais superficiais e permitindo, assim, a proliferação de algas fotossintetizantes e, conseqüentemente, de animais. Nesses locais de ressurgência, há abundância de peixes, como ocorre na costa do Peru e, em menor intensidade, no Brasil, na região de Cabo Frio.

Não fosse a existência dessas correntes, a maior parte dos minerais, resultante da atividade de decomposição, permaneceria no fundo dos oceanos, já que elas trazem boa parte

desses minerais à superfície iluminada, onde serão utilizados pelos produtores. Com isso, a produtividade primária nessas regiões é elevada, o que torna a região mais fértil e, conseqüentemente, capaz de suportar a presença de numerosos consumidores.



Esquema geral dos biomas marinhos.

Quanto à mobilidade, os organismos que habitam os oceanos estão distribuídos em três grupos: plâncton, nécton e bênton.

Plâncton – O plâncton (do grego, *plankiton*, errante) é constituído por seres flutuantes que são carregados passivamente pelas ondas e correntes. Alguns organismos planctônicos podem até ter movimentos próprios, mas não são capazes de vencer a força das correntes e das ondas e, por isso, acabam sendo carregados.

Tal como nos ecossistemas dulcícolas, o plâncton marinho é subdividido em fitoplâncton e zooplâncton. O fitoplâncton é formado pelas algas microscópicas, como as diatomáceas, dinoflagelados e muitas espécies de clorófitas. Essas algas são as grandes produtoras das cadeias alimentares marinhas. Embora microscópicas, seu número é tão grande que a fotossíntese por elas realizada corresponde a cerca de três vezes a fotossíntese realizada pelas plantas terrestres. O zooplâncton, por sua vez, é formado por seres heterótrofos, como protozoários, microcrustáceos e larvas de muitos animais (celenterados, moluscos, equinodermos, peixes). O tamanho dos seres do zooplâncton pode variar desde o microscópico, como um protozoário, até o tamanho macroscópico, como a caravela (colônia de celenterado). O plâncton marinho é também conhecido por haloplâncton, enquanto o de água doce é denominado limnoplâncton.

Nécton – O nécton (do grego *nektes* apto a nadar) é formado por organismos que se deslocam ativamente na água, inclusive contra a força das ondas e das correntes. Peixes, mamíferos (baleia, golfinho), tartarugas marinhas, certos crustáceos, como os camarões, e certos moluscos, como as lulas, são bons exemplos de seres nectônicos.

Bênton – O bênton (do grego *benthos*, fundo do mar) é constituído por seres que vivem afixados a um substrato (solo, rocha) e também pelos seres que se locomovem arrastando-se no solo marinho. Assim, seres bentônicos podem ser sésseis ou errantes. Os sésseis vivem afixados a um substrato e estão representados por certas algas macroscópicas, pólipos de celenterados, espongiários (poríferos), etc. O bênton errante é formado por seres que se deslocam sobre o fundo (solo marinho), como as estrelas-do-mar, os caranguejos e os caramujos.

Os termos plâncton, nécton e bênton também são empregados para os organismos que vivem nos ecossistemas de água doce.

ATIVIDADES

1. O que é o limnociclo e quais são os ecossistemas que compreende?
2. Quais são as três regiões ou zonas que podem ser identificadas nos ecossistemas de águas lênticas?
3. O que caracteriza a zona límnic em um ecossistema lêntico, e quais são os principais produtores desse ambiente?
4. Explique o que é a zona profunda em um ecossistema lêntico e quem são os principais habitantes dessa região.
5. Explique o que é talassociclo e quais são as características básicas dos biomas marinhos.



AULA 20

POLUIÇÃO AMBIENTAL



m termos ecológicos, poluição é qualquer alteração desfavorável no ambiente, provocada por substâncias químicas ou agentes físicos capazes de prejudicar os organismos que nele vivem.

Toda a natureza é muito dinâmica e há um constante fluxo de energia e matéria entre todos os níveis tróficos. Quando há em um ambiente uma substância que foi gerada, dentro ou fora deste ambiente, e pode afetar negativamente tanto o ambiente como seres vivos que nele habitam, costuma-se dizer que ali há poluição.

Nesta perspectiva, qualquer substância “diferente” do habitual de cada ambiente pode ser considerado como agente causador de poluição. Estes poluentes, podem ser quantitativos e qualitativos.

- Poluentes quantitativos: existem normalmente na natureza, mas, através de diversas atividades humanas, são liberados em quantidades diferentes do que ocorrem naturalmente. São, portanto, introduzidos num ecossistema em quantidade diferente àquela que ele suporta.
- Poluentes qualitativos: são substâncias sintéticas e, portanto, não ocorrem na natureza, sendo fabricadas e liberadas pelo homem no meio ambiente, através de diferentes atividades. São substâncias que os seres vivos não são capazes de degradar, isto é, são substâncias não biodegradáveis que, por essa razão, se acumulam no ambiente, podendo passar através da cadeia alimentar para os seres vivos, nos quais exercem efeitos tóxicos e prejudiciais.



*Todo o lixo por nós produzido é um poluente?
Será mesmo esse o grande problema?*

Vejamos de forma geral o problema da poluição do ar, da água e do solo.

POLUIÇÃO DO AR

Como dissemos anteriormente, a definição de poluente é abrangente, mas substâncias poluentes encontradas em nossa atmosfera podem ser gasosas ou sólidas. Alguns repetem sem muitas reflexões que os principais poluentes gasosos presentes no ar que respiramos são o CO , o CO_2 , o SO_2 , o NO_2 , o CFC , e alguns outros. Vejamos de maneira introdutória cada caso, pois o que deveria ser uma discussão puramente biológica e técnica, tornou-se excessivamente política e “conspiratória”.

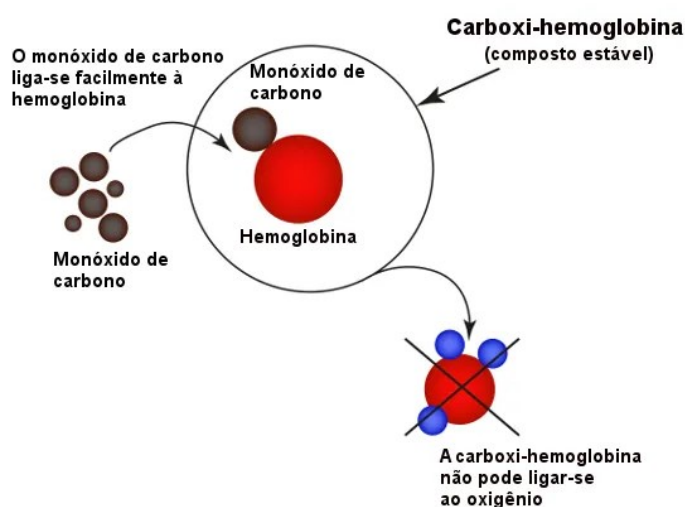
CO (MONÓXIDO DE CARBONO)

O monóxido de carbono é um gás inodoro, incolor e extremamente tóxico. É utilizado em reações químicas no processamento de minérios e na obtenção do hidrogênio a partir da água, e como matéria-prima para a produção de ácido acético, plásticos e metanol.

O monóxido de carbono é liberado no ambiente por fontes naturais, como atividade vulcânica, descargas elétricas e emissão de gás natural; e antropogênicas, como produto da combustão incompleta de combustíveis fósseis, sistemas de aquecimento, usinas termelétricas a carvão, queima de biomassa e tabaco. Outras fontes incluem a oxidação fotoquímica de compostos orgânicos voláteis na atmosfera ou na superfície de corpos de água.

A atmosfera é o compartimento principal de dispersão, enquanto que as águas superficiais encontram-se saturadas do gás. Na atmosfera o composto pode sofrer oxidação por radicais livres formando dióxido de carbono (CO_2). O monóxido de carbono apresenta meia-vida de 1 a 2 meses na atmosfera e pode ser transportado por milhares de quilômetros. Na água e no solo existem microrganismos capazes de utilizar o composto como fonte de energia.

O monóxido de carbono também possui relevância como um dos principais poluentes de ar de ambiente interno, isto é, o ar presente em ambientes fechados não industriais, como edifícios de escritórios, edifícios públicos, colégios, bibliotecas, hospitais, teatros, restaurantes e residências. Dentre as principais fontes de geração dessa substância tem-se: aquecedores de ambiente a gás; aquecedores de água a gás; vazamentos em fogões e fornos de cozinha; fornos a lenha e lareiras,



O monóxido de carbono (CO) é considerado um asfixiante químico, pois liga-se a hemoglobina não permitindo o transporte de O_2 .

geradores, escapes de dutos de chaminés; gás de escapamentos de automóveis em garagens; fumaça de tabaco.

A principal via de exposição ao monóxido de carbono é a respiratória. Intoxicações agudas podem ser fatais. Uma vez inalado o gás é rapidamente absorvido nos pulmões e, em circulação, liga-se de maneira estável com a hemoglobina, impedindo o transporte do oxigênio e causando hipóxia tecidual. Por isso, a exposição ao composto está também associada a prejuízos na acuidade visual, no aprendizado, na capacidade de trabalho e ao aumento na mortalidade por infarto cardíaco agudo, principalmente entre idosos.

O monóxido de carbono atravessa rapidamente as membranas alveolar, capilar e placentária. Entre 80-90% do CO absorvido liga-se à hemoglobina, formando carboxiemoglobina (COHb). A afinidade da hemoglobina para o monóxido de carbono é de 200-250 vezes maior que para o oxigênio, por isso o CO é classificado toxicologicamente como um asfixiante químico.

De fato, o CO oferece riscos para a saúde, mas é um poluente perigoso apenas em locais fechados ou com pouca circulação de ar. Em ambiente aberto facilmente se dispersará na atmosfera sem causar efeitos nocivos às pessoas e ao próprio ambiente.

CO₂ (DIÓXIDO DE CARBONO)

O dióxido de carbono (ou gás carbônico) é uma substância que existe normalmente na atmosfera e, também, dissolvido nas águas de rios, mares e oceanos. É indispensável à manutenção dos ecossistemas, já que é um dos reagentes da fotossíntese realizada por organismos produtores. Toda a produção de matéria orgânica depende do CO₂.

No ciclo do carbono, vimos que o CO₂ é retirado do meio ambiente pelos organismos fotossintetizantes e liberado através da respiração e da decomposição. A queima de matéria orgânica e combustíveis fósseis também libera esse gás.

Há quem diga que, durante muito tempo, a taxa de CO₂ na atmosfera se manteve estabilizada, devido a um certo equilíbrio entre a produção (liberação de CO₂) e o consumo (retirada do CO₂). E, nos últimos tempos, essa situação de equilíbrio teria sido rompida devido ao aumento da produção e à diminuição do consumo.

O aumento da produção de CO₂ se deriva ao uso cada vez maior de combustíveis fósseis, como os derivados do petróleo, e às frequentes queimadas nos ecossistemas terrestres. A diminuição do consumo de CO₂ seria atribuída aos constantes desmatamentos e à poluição dos mares com consequente destruição e diminuição do fitoplâncton.

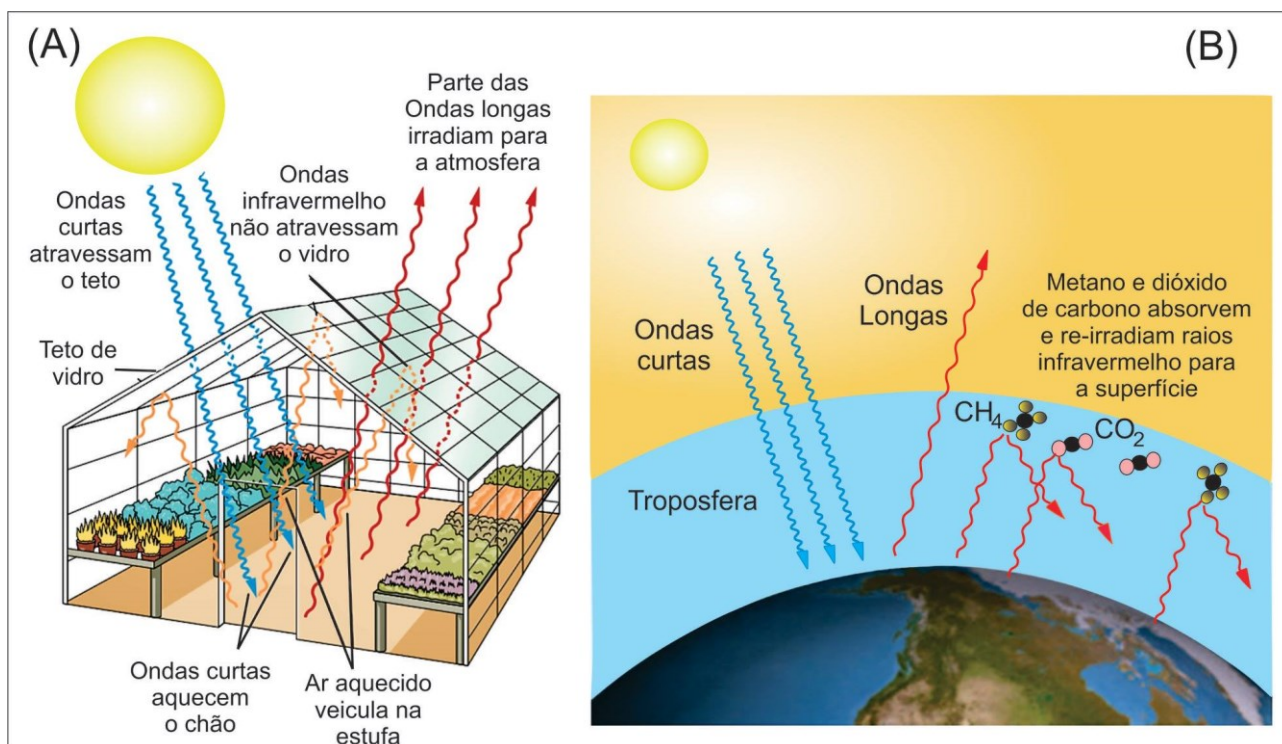
Com este possível desequilíbrio, evidentemente, teria aumentado, ano a ano, a taxa de CO₂ na atmosfera. Essa elevação se constituiria numa alteração desfavorável ao ambiente, uma vez que contribuiria para aumentar o chamado efeito estufa.

Vamos com calma nestas suposições.

A atmosfera terrestre, além de conter gases essenciais para a vida, exerce também um papel comparado ao de uma estufa ou cobertor, que aquece a superfície do nosso planeta,

aquecimento este extremamente necessário para a manutenção da vida na Terra. A maior parte da radiação solar que atinge o solo é refletida na forma de radiação infravermelha.

Gases atmosféricos, como o vapor-d'água, o gás carbônico, o metano e outros, absorvem essas radiações e irradiam o infravermelho em todas as direções, inclusive de volta para a superfície terrestre, que se aquece.



Por terem uma alta frequência, as ondas curtas que vêm do sol conseguem atravessar o teto de vidro de uma estufa. Essas ondas aquecem o chão e são re-irradiadas sob a forma de ondas mais longas (principalmente infravermelho) que, além de irradiar mais calor, não conseguem atravessar o teto, mantendo o ar aquecido dentro da estufa (Figura A). Situação semelhante ocorre no nosso planeta e, nesse caso, os chamados gases do efeito estufa, é que bloqueiam os raios infravermelho, fazendo com que eles retornem à superfície e aqueçam a atmosfera (Figura B). Em termos percentuais, o principal gás do efeito estufa é o CO₂, apesar de compor somente 0,035% da atmosfera. Outro gás de grande importância é o CH₄, que apesar de somar apenas 0,00014% da atmosfera, tem um poder vinte e cinco vezes maior que o CO₂ de re-irradiar as ondas infravermelho. É importante ressaltar que o efeito estufa é um processo natural que inclusive possibilita a manutenção da temperatura necessária para que haja vida.

Aos que acreditam que o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera pode provocar elevação da temperatura média, já que acentuaria o efeito estufa, e que se este efeito estufa continuar a aumentar, a temperatura da Terra se elevará de 4 a 5 °C, só podemos dizer, sem cometer juízo temerário, que foram enganados.

Os dados científicos sobre os quais se apoia a teoria do efeito estufa são muito fracos. Eles provêm de medições da temperatura global contestáveis, negadas pelas medições realizadas via satélite, e de modelos cujas lacunas ninguém sequer ousaria negar. Assim, não temos nenhuma garantia quanto à existência de um temível aumento do efeito estufa, muito pelo contrário.

O estudo das progressões das temperaturas ao longo do século XX mostra que elas começaram a subir antes da concentração de gás carbônico, e diminuíram enquanto o nível de CO₂ continuava aumentando. As medições efetuadas por satélite mostram que a

temperatura global diminui ligeiramente. Finalmente, o estudo das relações entre o Sol e o clima, omitido nos modelos, oferece uma explicação razoável das variações climáticas, sem necessidade de se invocar o aumento na concentração de gás carbônico.

Mas, se todas estas informações são “pouco científicas”, por que da repetição massiva desse alarmismo das catástrofes ambientais?

Uma das principais ferramentas intelectuais utilizadas pelo globalismo é a da teoria dos sistemas. Podemos resumi-la, rápida, mas fielmente, dizendo que ela decompõe hierarquicamente um sistema complexo em subsistemas que reagem uns sobre os outros.

Essa abordagem permite a compreensão de sistemas demasiadamente complexos que não poderiam ser estudados de outra maneira – pensemos no sistema mundial. E aplicada aos problemas globais, ela constitui uma arma intelectual e retórica formidável.

Chamamos problemas globais, na terminologia das instituições internacionais, problemas ditos insolúveis em escala nacional, que requerem, portanto, uma colaboração internacional. Não precisa ser necessariamente um problema real, basta que as opiniões públicas o percebam dessa forma ou, ainda pior, que o discurso dominante crie em torno delas um consenso midiático totalmente artificial. Para ser explorado pela propaganda globalista, um problema global deve ser sistemático: suas ramificações devem estender-se o mais amplamente possível, tocar domínios dos mais variados, para fornecer um ponto de apoio graças ao qual elevaremos o mundo.



Pela teoria de sistemas, um problema global só pode ser resolvido se todos "colaborarem".

O efeito estufa é um exemplo típico de problema global: a emissão de CO_2 , que aqueceria o planeta em seu conjunto, constituiria um problema global. Não seria possível, pretendem os globalistas, resolvê-lo na escala das nações, de modo que seria necessário uma autoridade internacional encarregada de resolvê-lo. É preciso, portanto, uma reforma constitucional e institucional, destinada a criar essa autoridade e a investi-la do poder necessário à função.

Suas consequências econômicas aos países produtores e consumidores de petróleo são evidentes. Serão tais que repercutirão também na política. Ademais, os povos não aceitarão jamais, sem serem fortemente “incitados” a tal, a piora em seu nível de vida causada automaticamente por tal reforma. Convém, portanto, modificar seus valores, suas atitudes e seus comportamentos, impor-lhes uma ética global por meio da educação. Enfim, naturalmente, as religiões devem ser submetidas para que contribuam com esse perigo que ameaça a sobrevivência do homem e da civilização. Elas deverão encontrar assim um ponto pacífico que lhes permita aproximarem-se, em conformidade com a política pragmática

adotada pelas instituições internacionais para unificá-las. Tudo com vistas a um retorno ao panteísmo e ao culto da Terra...

Como podemos ver, a questão do efeito estufa é, na medida em que conta com o apoio de uma hábil propaganda, um problema global revolucionário¹.

Não conseguiremos expor aqui mais detalhes, mas essa ameaça climática foi, e está sendo grosseiramente exagerada, devido aos fins anteriores expostos.

ATIVIDADES

1. O primeiro problema da poluição é definirmos o que realmente é poluição. O que é poluição em termos ecológicos?
2. De acordo com sua natureza, como são classificados os poluentes?
3. Quais são os perigos do monóxido de carbono? Esse gás causa algum problema ambiental?
4. O que é o efeito estufa e qual sua importância?
5. Como o efeito estufa está sendo utilizado para aplicar a teoria de sistemas e instituir políticas globais sobre os países?

¹ Trecho retirado do livro “O império ecológico ou a subversão da ecologia pelo globalismo” de Pascal Bernardin, ed. Vide Editorial, 2015. Excelente ponto de início para aprofundarmos o tema tão controverso do ecologismo atual.



AULA 24

TRATAMENTO DO ESGOTO



tratamento dos esgotos consiste na remoção das impurezas e na redução de micro-organismos neles presentes, com a finalidade de evitar que os dejetos, ao serem lançados no rio ou no mar, causem alterações indesejáveis ao meio.

Com esse procedimento, é perfeitamente possível evitar, diminuir e até eliminar a poluição de rios, lagos e mares, causada pela eutrofização. Na verdade, a melhor solução para o esgoto é o seu tratamento e reaproveitamento.

A água dos esgotos, uma vez removidas as impurezas e desinfetada, isto é, eliminados os organismos patogênicos nela presentes, pode ser reaproveitada, por exemplo, para sistemas de irrigação, oferecendo, nesse caso, vantagens sobre a água de outras fontes, uma vez que apresenta uma série de compostos e elementos químicos que enriquecem o solo e nutrem as plantas.

Também os resíduos semissólidos, que formam o chamado lodo orgânico, resultante do tratamento dos esgotos, é aproveitado num processo de biodigestão, quando determinadas espécies de bactérias anaeróbicas o utilizam para fazer fermentações que produzem o gás metano. Por ser um combustível, o gás metano pode ser utilizado inclusive para fornecer energia para o funcionamento do maquinário da estação de tratamento ou para outra finalidade.

As Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) são os espaços projetados para realizar as diferentes etapas desse tratamento, que podem variar de acordo com as características e necessidades de cada município. Listaremos abaixo as etapas mais comuns do processo de tratamento de esgoto. Continue a leitura e saiba mais sobre o assunto!

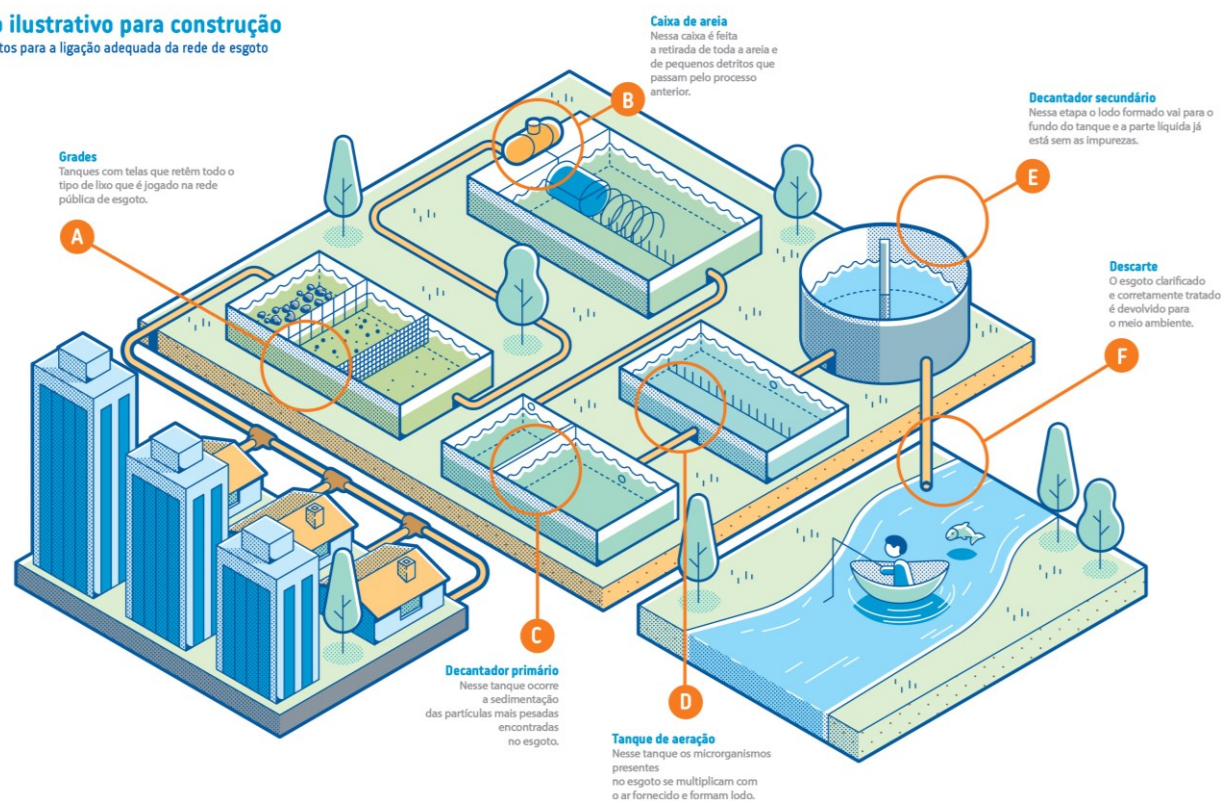
ETAPAS DO TRATAMENTO DE ESGOTO

A coleta e o tratamento de esgoto fazem parte dos serviços de saneamento. A finalidade da coleta é levar o esgoto para longe das residências, enquanto que a do tratamento é diminuir a carga poluidora para que ele retorne à natureza sem causar prejuízos ao meio ambiente.

Desse modo, ao chegar na estação de tratamento de esgoto, os efluentes domésticos, comerciais e industriais passam por diversos processos que reduzem a alta concentração de compostos orgânicos e outros nutrientes e elementos que os tornam prejudiciais ao meio ambiente.

Veja abaixo um esquema de uma estação de tratamento de esgoto (ETE):

Modelo ilustrativo para construção procedimentos para a ligação adequada da rede de esgoto



1. GRADEAMENTO

A água residual que vem das residências deve conter cerca de 1% de sólidos e 99% de material líquido. Em razão disso, a primeira etapa do procedimento é a retenção de materiais mais grosseiros, como o lixo, em um filtro formado por grades. Essa primeira filtragem ajuda a deixar o líquido livre dos resíduos sólidos que foram descartados incorretamente na rede de esgoto.

2. DESARENAÇÃO

Em seguida, o esgoto segue para a caixa de areia, onde é realizada a remoção de todos os detritos sólidos presentes nele e que possam ter escapado ao processo anterior, mediante sedimentação. A areia, os pedriscos, os cascalhos e outros elementos vão para o fundo do tanque e o líquido que permanece na superfície é encaminhado para a próxima etapa.

3. TRATAMENTO BIOLÓGICO

Já sem sólidos visíveis, o esgoto é enviado para o tratamento biológico no tanque de aeração. Lá, ele é exposto à ação de seres microscópicos, que promovem reações bioquímicas e condensam em flocos de lodo a matéria orgânica que até então estava dissolvida no efluente. É o caso do rotífero, micrometazoários que se alimentam de bactérias e partículas minúsculas

de sólidos, e também do tardígrado, considerado o animal mais resistente do mundo, cuja presença ajuda a sinalizar a qualidade da limpeza realizada no esgoto.

4. DECANTAÇÃO

Depois do tratamento biológico, o líquido é submetido a um processo de decantação. O lodo formado vai para o fundo do tanque, separando-se da parte líquida, que já está livre de impurezas. Essa matéria acaba se tornando um subproduto do chamado biosólido, que pode ser usado na agricultura.

5. DESCARTE

O lodo produzido no processo é desidratado e levado para um aterro sanitário especializado. O esgoto clarificado e corretamente tratado é devolvido para o meio ambiente. Em alguns casos, o efluente pode passar por tratamentos avançados específicos e serem transformados em água de reúso, uma solução sustentável que contribui para a preservação da água potável do planeta.

O DESTINO DO LODO

O destino do lodo gerado nas estações de tratamento de esgoto no Brasil, costuma ser o aterro sanitário. No entanto, diretrizes e metas estipuladas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos incentivam as companhias a buscarem alternativas menos prejudiciais ao meio ambiente, de forma a reaproveitar esse resíduo antes da destinação final.

Esse é um verdadeiro desafio para o setor do saneamento de diversos países, tanto do ponto de vista técnico quanto do econômico, já que o processo é complexo e tem alto custo.

O lodo é composto essencialmente por uma combinação de substâncias, dentre elas minerais e matéria orgânica decomposta. Para tratar esse resíduo do tratamento de esgoto, é preciso considerar fatores como tecnologia a ser empregada, disposição final que será dada ao resíduo e espaço físico disponível.

Mesmo com tantos desafios, algumas soluções de emprego desse resíduo têm surgido. O setor da agricultura tem utilizado o lodo para a produção de fertilizantes orgânicos, em função de sua composição repleta de macro e micronutrientes. Dentre as vantagens do emprego do lodo na agricultura, estão o aumento da densidade, da porosidade e da capacidade de retenção de água pelo solo, algo fundamental para evitar erosões e assoreamentos. Também é possível empregar o lodo como fonte de energia sustentável, em virtude do alto teor de fósforo em sua composição.

ALTERNATIVAS NA AUSÊNCIA DE ETE

Quando não existem estações de tratamento e reaproveitamento dos esgotos, algumas medidas, se não as ideais, ajudam a reduzir os efeitos nocivos da poluição dos cursos-d'água pelos esgotos. Uma delas é a escolha de um curso-d'água cujo tamanho seja compatível com a quantidade de dejetos orgânicos nele despejado. Pequenos volumes de esgoto podem condenar um pequeno rio, porém podem ser totalmente inofensivos num rio de maior porte. A escolha deve recair também sobre os cursos-d'água que apresentam maior capacidade de aeração. Sabe-se que um rio encachoeirado ou que possui quedas-d'água renova seu oxigênio mais rapidamente do que um rio muito lento.

Um outro recurso seria aumentar a oxigenação dos cursos-d'água onde são despejados os esgotos. Rios menos encachoeirados, com poucas quedas-d'água, assim como lagos e lagoas que recebem dejetos orgânicos, podem ser oxigenados artificialmente, seja por técnicas de borbulhamento de ar comprimido, seja por agitação mecânica.

Nas cidades litorâneas que lançam seus esgotos diretamente no mar, uma medida que, embora não seja a solução perfeita, ajuda a diminuir a poluição das águas pelos dejetos orgânicos, é a construção dos chamados “interceptores oceânicos submarinos” ou “emissários oceânicos” que conduzem e despejam os esgotos a grande distância, mar adentro.

OUTROS POLUENTES

A “floração das águas” é outro exemplo de eutrofização e resulta do enriquecimento das águas com sulfatos e nitratos provenientes, principalmente, dos fertilizantes (adubos químicos) utilizados nas lavouras. Quando as águas se tornam ricas nesses nutrientes, há uma excessiva proliferação das algas microscópicas que vivem nas camadas mais superficiais, formando um “tapete” sobre as águas que impede a penetração da luz e, conseqüentemente, da fotossíntese nas camadas mais profundas. Assim, as algas e plantas aquáticas que vivem nas águas mais profundas morrem, e seus cadáveres, em grande quantidade, começam a sofrer ação dos decompositores. Com isso, a população de decompositores aumenta, aumentando também o consumo de oxigênio. O resultado é a diminuição do oxigênio dissolvido na água e, conseqüentemente, a morte dos seres aeróbios. Em pouco tempo, a atividade decompositora aeróbia cede lugar para os decompositores anaeróbios.



Florações de algas em um rio de águas calmas.

Diversas indústrias, usinas e diferentes atividades humanas vêm lançando nas baías, rios, lagoas e mares um grande número de produtos tóxicos, como metais pesados, agrotóxicos,

detergentes, petróleo, etc. Muitos desses produtos não são biodegradáveis, isto é, não são decompostos pelos organismos ou, então, sofrem um processo de degradação muito lento.

Por isso, tais substâncias acumulam-se no meio ambiente e, através das cadeias alimentares, podem passar para os seres vivos, intoxicando-os e causando doenças que podem ser até fatais, inclusive para o próprio homem.

Os detergentes aparecem nos ecossistemas aquáticos como resultado das lavagens domésticas e industriais diversas. Normalmente, chegam aos cursos-d'água através da rede de esgotos.

Os detergentes não biodegradáveis (como o alquilbenzenosulfonato, muito utilizado pelas indústrias) chegam, em certos casos, a formar sobre a superfície das águas “montanhas de espumas” brancas conhecidas como “cisnes-de-detergentes”. Essas espumas diminuem a capacidade de oxigenação da água, pois reduzem a penetração do O_2 nesses ecossistemas, afetando as



Rio com espuma causada pelo excesso de detergente na água.

diversas formas de vida aeróbica do meio. Até as aves que buscam alimentos nesses ecossistemas podem ser diretamente prejudicadas. É sabido que as aves possuem uma glândula chamada uropigiana, que produz uma secreção gordurosa para impermeabilizar suas penas, evitando seu encharcamento quando em contato com a água. Quando, no entanto, elas nadam em águas com elevada taxa de detergentes, essa secreção é retirada, as penas se encharcam e a ave acaba morrendo afogada.

Águas com elevadas taxas de detergentes também trazem prejuízos para o homem quando são utilizadas para beber, preparar alimentos, etc. Nesse caso, os detergentes causam destruição da microbiota intestinal humana.

Os detergentes, inclusive os que são biodegradáveis, podem ainda enriquecer as águas com substâncias fosfatadas, favorecendo um processo de eutrofização. As populações de bactérias decompositoras, tendo muito alimento disponível, aumentam exageradamente, passam a consumir grande parte do oxigênio dissolvido na água, reduzindo a disponibilidade de O_2 , afetando ainda mais os seres aeróbicos aquáticos.

Resíduos contendo metais pesados, como o mercúrio e o chumbo, altamente tóxicos para os seres vivos, também são lançados nos cursos-d'água por diferentes indústrias e atividades humanas. Esses resíduos acumulam-se no ambiente e, através da cadeia alimentar, chegam aos seres vivos, aumentando a concentração a cada nível trófico da cadeia.

O envenenamento pelo mercúrio pode ocorrer pela ingestão de sais solúveis de mercúrio ou pela inalação de vapores de mercúrio. Em nosso organismo, os resíduos de

mercúrio depositam-se principalmente no sistema nervoso. As pessoas podem ficar cegas, com mãos e pés retorcidos, corpo esquelético e o sistema nervoso deteriorado, podendo vir a falecer.

Resíduos de chumbo provenientes de indústrias diversas também são lançados nos cursos-d'água e, à semelhança do mercúrio, podem, via cadeia alimentar, passar para os seres vivos. Em nosso organismo, conforme já vimos, o acúmulo de chumbo acarreta uma doença grave chamada saturnismo.

Pesticidas, praguicidas ou agrotóxicos são produtos químicos utilizados para combater as pragas animais ou vegetais que prejudicam o homem e as plantas cultivadas. Dependendo das pragas a que se destinam, podem ser denominados inseticidas (para o combate de insetos), fungicidas (para o combate aos fungos), raticidas (para o combate aos ratos), herbicidas (para o combate às ervas daninhas), etc. Algumas dessas substâncias, como os inseticidas fosforados (Malathion, Parathion, etc.), embora dotados de médio e curto poder residual, pois são degradados no ambiente de forma relativamente rápida, são muito tóxicos e, quando introduzidos em nosso organismo, podem inibir a ação de enzimas importantes que atuam na condução dos impulsos nervosos, causando tremores, paralisia muscular temporária, dificuldades respiratórias e até morte.

Já os inseticidas clorados (Eldrin, Aldrin, BHC, DDT, etc.), embora menos tóxicos do que os fosforados, são dotados de médio e alto poder residual e, por isso, podem se acumular nos ecossistemas por longos períodos de tempo. Esses inseticidas têm uma notável resistência à biodegradação, podendo, em média, persistir ativos de dez a quinze anos no ambiente. Do ambiente podem ser introduzidos nos seres vivos através das cadeias alimentares, aumentando a concentração a cada elo. O acúmulo desses inseticidas nos organismos afeta principalmente os sistemas nervoso e respiratório, podendo, inclusive, causar a morte.

O petróleo, importante combustível com larga utilização pelo homem, também pode se constituir num poluente. Não raro, os ecossistemas aquáticos, notadamente os marinhos, são vítimas de grandes derramamentos de petróleo decorrentes de acidentes com navios petroleiros e com plataformas de exploração. As imensas manchas negras que se formam sobre a superfície das águas dificultam a penetração dos raios luminosos,

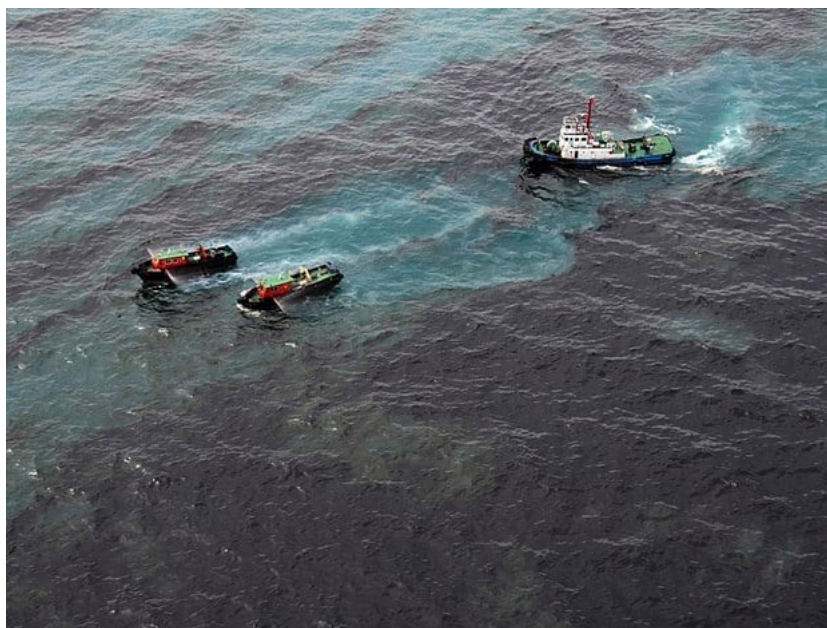


Imagem de um vazamento de petróleo no oceano.

diminuindo a atividade fotossintética do fitoplâncton e, conseqüentemente, a oxigenação da água. A difusão do O_2 do ar para a água do mar é também afetada. Além disso, o petróleo

adere às brânquias de peixes e outros animais marinhos, impedindo as trocas respiratórias, matando-os por asfixia.

Também as aves marinhas piscívoras, ao entrarem em contato com o óleo, perdem o “colchão” de ar retido entre as penas, fato que representa a perda de um meio de proteção contra o frio. Além disso, com as penas molhadas e impregnadas de petróleo, não podem mais se deslocar à cata de alimentos; na tentativa de se livrarem do óleo, ingerem-no, morrendo intoxicadas. Dissecções em muitas dessas aves mostram lesões no fígado, nas glândulas suprarrenais, impermeabilização de mucosas e destruição da microbiota intestinal.

Também pode ocorrer a poluição física da água, que consiste, principalmente, na poluição térmica, isto é, no aquecimento das águas naturais pela introdução de água ainda muito aquecida, utilizada na refrigeração de maquinários de centrais elétricas, usinas nucleares, refinarias, siderúrgicas e diversas outras indústrias. A elevação da temperatura da água afeta a solubilidade do O_2 , fazendo com que esse gás escape mais rapidamente para a atmosfera, conseqüentemente, acarretando uma diminuição da sua disponibilidade na água com prejuízos para a vida aquática aeróbia. O impacto térmico, ainda, exerce efeito nocivo para muitas espécies aquáticas que são estenotérmicas, isto é, espécies que não suportam grandes variações de temperatura.

Esse tipo de poluição é facilmente combatido e evitado, bastando que essas águas muito aquecidas, provenientes da refrigeração do maquinário de muitas indústrias, sejam coletadas em tanques ou reservatórios apropriados, esfriadas e, posteriormente, reaproveitadas ou, então, lançadas num curso-d’água.

ATIVIDADES

1. Qual é a finalidade do tratamento de esgoto?
2. Quais são as etapas mais comuns do processo de tratamento de esgoto em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE)?
3. Como é feito o aproveitamento do lodo orgânico resultante do tratamento de esgoto?
4. Quais são as alternativas sugeridas no texto na ausência de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) para reduzir os efeitos nocivos da poluição dos cursos-d’água?



AULA 26

RECURSOS NATURAIS



Terminaremos nosso estudo em ecologia aprendendo (ou relembrando) como os recursos naturais podem e devem ser utilizados para o benefício de toda a população, desde a extração das diversas matérias primas para qualquer objeto a ser produzido, até para produzir algo que, hoje em dia, nos é tão necessária: a energia elétrica. Antes, veremos o que são recursos naturais e como eles podem ser classificados em relação à possibilidade de obtenção desse recurso.

RECURSOS NATURAIS

Os recursos naturais são todas as matérias-primas obtidas diretamente da natureza e aproveitáveis pelo homem. Fazem parte dos recursos naturais os minerais, as plantas, os animais, os solos, as águas e as diferentes fontes de energia.

“Que ele reine sobre os peixes do mar, sobre as aves dos céus, sobre os animais domésticos e sobre toda a terra, e sobre todos os répteis que se arrastem sobre a terra”
(Gn 1, 26).

O ser humano, com sua inteligência, pode utilizar-se da Criação para o bem comum da humanidade, sem, contudo, destruí-la indiscriminadamente, mas usufruindo dela da melhor forma possível, de modo a prover suas diversas necessidades materiais e sendo providente de modo a não pensar apenas em necessidades imediatas.

Atualmente, no entanto, as políticas internacionais, e até mesmo alguns setores enviesados dentro do “catolicismo”, têm promovido um ecologismo desordenado, um culto à natureza, colocando-a como o bem mais importante a ser protegido, enquanto considera o homem como um parasita. Muitas vezes esta idolatria está camuflada por palavras bonitas (como sustentabilidade,



Abstraído-se de qualquer ideologia é preciso cuidar com inteligência dos recursos naturais, pois todos os seres humanos dependem da natureza para obter o sustento material necessário.

defesa da “casa comum”, entre outras), mas se distingue totalmente do verdadeiro cuidado que se deve ter com a natureza. Deve-se saber que a natureza foi criada por Deus para que dela possamos fazer uso responsável. O homem, sendo uma criatura inteligente, foi colocado por Deus como administrador da Criação, e deve dela usar e cuidar, obedecendo à ordem dada pelo próprio Criador.

O filósofo católico Matteo D'Amico adverte sobre os graves erros dessa ideia errada de natureza, compreendida até como uma nova religião:

“A natureza não é mais confrontada com o homem que recebeu de Deus o dever de dominá-la (Gênesis 1): agora a natureza absorve o homem, que não passa de uma parte acessória dela. Deus mesmo parece confundir-se com a natureza, perdendo a sua transcendência: estamos em pleno panteísmo. [...] O pecado consiste em romper a trama das relações que ligam o indivíduo ao todo, e a se arrogar o direito de dominar a natureza. Por conseguinte, a conversão deste pecado contra a natureza e o todo (que parece apagar completamente o que é realmente o pecado: uma revolta contra Deus e contra a sua lei), deverá ser uma ‘conversão ecológica’. Deus como que se evaporou e um novo Deus pagão tomou o seu lugar: a Natureza divinizada, a Gaia dos ecologistas.”

É evidente que, como veremos a seguir, muitos recursos não são renováveis, e, por isso, devemos ter maior atenção com o seu uso; o que não devemos fazer é tomar isso como um dos mais graves problemas da sociedade e endeusar a “natureza”, pois ela foi feita por Deus e colocada à disposição do homem, que deve utilizar de seus recursos com liberdade e responsabilidade.

CLASSIFICAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

Os recursos naturais podem ser classificados em diferentes grupos, de acordo com a possibilidade de sua obtenção pelo homem. São eles:

RECURSOS BIOLÓGICOS

São os recursos vegetais e animais existentes em nosso planeta, como, por exemplo, as florestas, o gado, as criações de diferentes animais (ovelhas, porcos, etc.). Para nós, a utilidade destes recursos se dá na alimentação (frutas, legumes, carnes, entre outros), no vestuário (pele e couro de animais, algodão, etc.), na medicina (testes em animais para fabricação de novos remédios, plantas e ervas medicinais), na construção (madeira), entre outros.

Esses são dos mais importantes recursos. Sua utilidade natural é de extrema importância, pois contribuem enormemente com nossa saúde, bem-estar, proteção e tantas outras coisas necessários para a nossa sobrevivência. Contribuem também para o bem-estar emocional, uma vez que basta frequentarmos mais ambientes naturais para verificarmos



Alguns exemplos de recursos biológicos importantes.

sua influência em nossa saúde e, consequentemente, nas populações quando em contato com ambientes naturais, pela observação de paisagens e a admiração da Criação.

Por exemplo, se observarmos uma árvore, vemos que ela possui galhos, folhas, tronco, raízes; que ela proporciona agradável sombra e ainda pode servir para os pássaros construírem seus ninhos, e algumas até servem para a extração de madeira para construção de casa ou uso da lenha. Conseguimos ainda perceber a importância das árvores para a manutenção da vida, já que elas tornam o ar mais úmido e puro para respirarmos, nos fornecem alimento pelos seus frutos e fazem com que o solo fique mais fértil, quando suas folhas e frutos caem no chão e se decompõem, possibilitando ao homem cultivar a terra.

RECURSOS HÍDRICOS

São os recursos provenientes da água superficial (rios, lagos e oceanos) e subterrânea (lençóis freáticos e aquíferos) encontrados em nosso planeta e utilizados na alimentação humana, como fonte de energia, meio de transporte, turismo, pesca, consumo em sua forma natural, entre outros.

A água é a matéria mais comum que se possa imaginar. Encontra-se por todas as partes, e o homem precisa sempre dela. Está presente em toda a Terra, e os cursos d'água dão seu nome às províncias e aos povos.

No Brasil a riqueza hídrica é imensa. Veremos mais adiante que neste país é a água a principal fonte de energia.



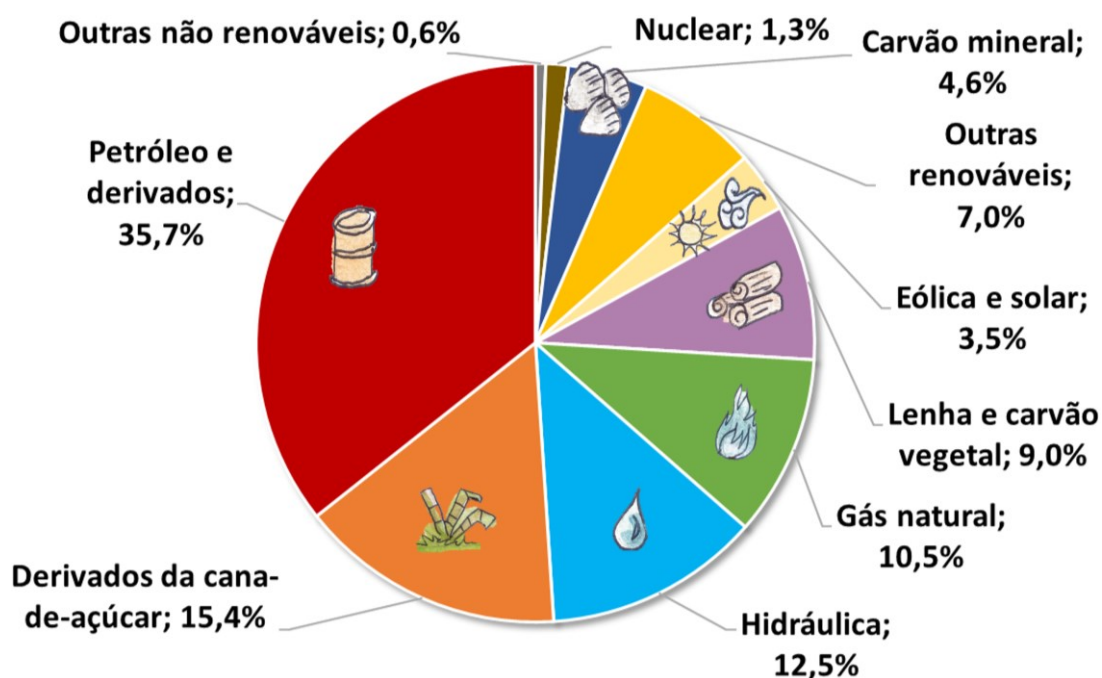
Disponibilidade de água doce no Brasil, com destaque para a bacia do Rio Amazonas e o chamado polígono das secas no Nordeste.

RECURSOS ENERGÉTICOS

São os recursos que nos fornecem algum tipo de energia, como a energia nuclear, os combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural), ou ainda outras fontes de energia (como o sol, as plantas, o vento, etc.), que podem ser utilizados na produção de materiais, na construção, no transporte, na eletricidade, entre outros.

Esse tipo de recurso pode ser renovável, como a energia solar, eólica, hidroelétrica, geotérmica, biomassa, etc.; ou não renovável, como a energia nuclear e os combustíveis fósseis, que tanto têm gerado discussões no meio político e econômico. Mas desses recursos trataremos adiante.

Veja abaixo um gráfico em pizza com os valores percentuais da matriz energética brasileira:

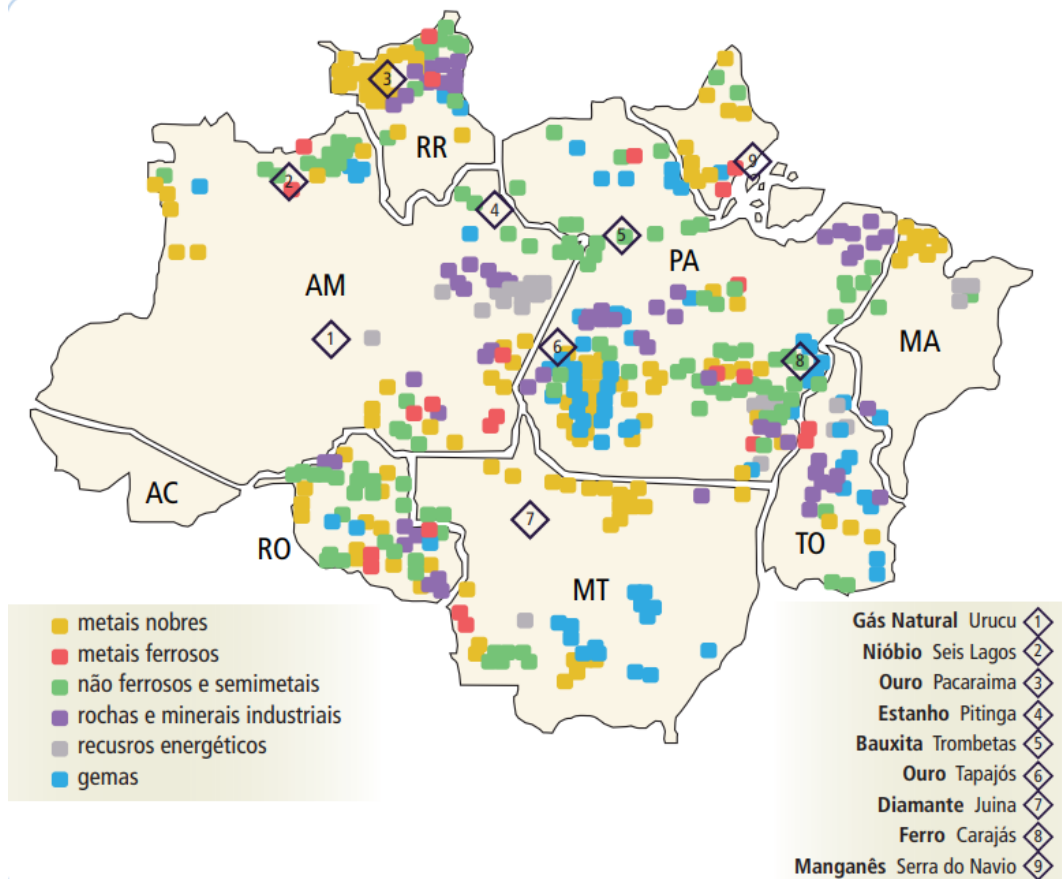


Matriz energética brasileira em 2022.

RECURSOS MINERAIS

Os recursos minerais são compostos pelos minerais, como ouro, grafite, diamante, ferro, cobre, manganês, níquel, etc., e pelas rochas, como mármore, granito, calcário, areia, argila, etc., sendo muito utilizados para adornos, construções, utensílios domésticos (mesas, prateleiras, etc.), etc.

Quando estudamos os biomas, vimos que as florestas tropicais, são, de modo geral, impróprias para a agricultura pois seus solos são pobres em nutrientes orgânicos. Isto também acontece com a Floresta Amazônica. Contudo, quando se trata de recursos minerais a Amazônia é riquíssima. Veja o mapa a seguir com os recursos minerais da Amazônia:



Recursos minerais da Amazônia. Fonte: <http://papoecia.blogspot.com.br/2008/09/radiografi-a-da-amazonia_27.html>. Acesso em: 20 fev. 2010.

Os quatro grupos de recursos naturais apresentados acima apresentam ainda outras três classificações, que se referem à sua disponibilidade na natureza, conforme veremos a seguir:

RECURSOS NATURAIS PERMANENTES

Também denominados inesgotáveis, são os recursos que não acabam com o tempo, podendo ser usados abundantemente sem risco de esgotar-se. São exemplos: o calor proveniente do interior da terra; a radiação solar; os ventos.

A produção destes recursos é natural, não depende de seu uso.



O desenvolvimento da tecnologia possibilitou uma grande expansão no uso de células fotovoltaicas para a produção de energia elétrica; esta é uma fonte inesgotável de energia.

RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS

São os recursos que podem ser repostos, pois apresentam a capacidade de renovação quando usados de forma adequada. São exemplos: os animais, as plantas, a água, o solo.

A renovação e reposição desses recursos, na maioria das vezes, depende das ações humanas em conjunto com o ciclo natural dos recursos.



Toda a agricultura utiliza recursos naturais renováveis.

RECURSOS NATURAIS NÃO RENOVÁVEIS

São aqueles que se esgotam com o tempo, não podendo ser repostos, pois não é possível produzi-los novamente ou a produção leva um tempo muito longo (muitos e muitos anos). São exemplos: os combustíveis fósseis (petróleo, gás natural, carvão mineral) e os minerais metálicos.



O petróleo é o recurso natural não renovável mais utilizado no mundo.

ATIVIDADES

1. O que são recursos naturais?
2. Os recursos naturais podem ser utilizados livremente pelo homem?
3. Como os recursos naturais se classificam?
4. Qual é a diferença entre recursos permanentes, renováveis e não renováveis?



AULA 29

MOVIMENTO E VERDADE



Quando continuidade ao estudo do que é o ser, iniciado na aula passada, lembremo-nos que qualquer ciência busca conhecer a verdade através do uso da razão natural. A Biologia é uma ciência da natureza, e, desde seu início, na antiga Grécia, estabeleceu princípios pelos quais é possível não só conhecer a verdade, mas elaborar uma síntese da ordenação de toda a natureza criada, que chamamos de Cosmo. Estes princípios, são, a saber: o ser, o movimento e a verdade.

APREENSÃO DO REAL

O ser enquanto primeiro princípio constituinte da realidade, é expresso na afirmação de que a realidade primeira das coisas é o seu existir ou o seu ser, ou seja, ao reconhecermos que os entes existem, sustentamos que pelo menos um ente existe e que o existir ou o ser deste ente é, enquanto tal, sua realidade primeira da qual dependem todas as suas demais realidades. Vamos aprimorar esse raciocínio.

Ente é uma noção simplicíssima. Isto significa que nossa razão apreende esta noção naturalmente; não é preciso fazermos demonstrações, construirmos raciocínios e silogismos. É evidente para nossa inteligência que as coisas existem e existem realmente. Também simplíssima a nós, mas de forma oposta à existência, está o nada. Abaixo do ente encontra-se o nada. Ou a coisa existe ou não existe, simples assim.

Sendo simplicíssima a noção de ente, não pode ser nem rigorosamente declarada, nem rigorosamente definida. Não pode ser rigorosamente declarada porque toda declaração faz-se por meio de noções anteriores; ora, não há noção anterior à noção de ente. Não pode ser rigorosamente definida porque a definição rigorosa é composta de gênero e diferença; ora o ente, como veremos, não está subordinado a nenhum gênero e não admite nenhuma diferença que lhe seja estranha. Por isso, a definição que damos de ente não passa de uma simples explicação.

Vamos exemplificar para melhor entendermos. Uma bola existe e sua existência é sua realidade primeira, ou seja, é um ente. Se essa bola é grande ou pequena, colorida ou preta,



Percebemos com nossos sentidos e apreendemos com nossa inteligência que uma bola existe.

de borracha ou plástico, são apenas consequências de sua existência, o que chamamos de acidentes. Nós existimos e nossa existência é nossa realidade primeira; se somos altos ou baixos, gordos ou magros, loiros ou morenos, ricos ou pobres, velhos ou novos, etc., são consequências de nossa existência, inclusive muitos destes atributos podem se adquirir ou se perder ao longo de nossa vida.

Mas alguém poderia se perguntar “e se tudo fosse um sonho?”; se esta vida aqui e agora fosse um sonho, como ficaria este princípio?

Mesmo se tudo fosse um sonho, este livro, esta pessoa que o lê, seria fácil verificar que, mesmo assim, seria preciso existir algo ou alguém que estivesse sonhando, ou seja, o princípio da existência ainda seria válido.

Santo Agostinho passou por uma experiência muito interessante em relação a este princípio; vamos aqui narrá-la brevemente, mas este relato pode ser melhor estudado em uma biografia deste grande Santo e Doutor da Igreja. Logo após sua conversão à Filosofia (antes Agostinho tinha a profissão de retor e no contato com uma obra de Cícero percebeu que os retóricos eram inferiores aos filósofos, o que, inicialmente por pura vaidade, o impulsionou a estudar a filosofia), Agostinho se deparou com várias escolas filosóficas que se digladiavam entre si para “provar” qual estava certa e qual estava errada. Nesta luta, se deparou com um grupo de pessoas que declaravam que tudo era uma ilusão, toda nossa vida não passava de um sonho, ou seja, nada existia. Esta afirmação ecoou na mente e no coração de Agostinho que se pôs a meditá-la dia e noite. Até que em certo ponto ele declarou que não era possível que tudo fosse uma ilusão, que nada existisse realmente, pois se ele mesmo estava pensando, era porque ele existia sendo um sonho ou não, ou seja, o fato dele e de todos nós pensarmos era a prova mais evidente de que todos nós existimos. A consequência de nossa existência é nosso pensamento e, ao contrário da filosofia moderna cartesiana, Agostinho, com autoridade e força, declarou para todos os que têm um pouco de honestidade intelectual que: “Existo, logo penso”. A existência é o primeiro princípio.



*Triunfo de Santo Agostinho (1664) –
Claudio Coello*

Existe aqui uma questão curiosa que é a existência de entes imaginários. Lemos no versículo 7 do Salmo 54:

“É por isso que eu digo na angústia: ‘Quem me dera ter asas de pomba e voar para achar um descanso!’”.

Conseguimos imaginar e desenhar este homem-pomba. Isto não determina se ele existe realmente, mas que o ser imaginário homem-pomba possui uma existência na imaginação. Mas se analisarmos mais a fundo, percebemos que a figura do homem-pomba, ou de qualquer outro ser criado pela imaginação, será sempre apenas uma remontagem de seres que existem

de fato. No caso, o homem-pomba, é apenas um homem com asas de pomba: o homem existe e as asas da pomba também. Podemos imaginar uma cachoeira de chocolate ou uma árvore de guarda-chuvas, os elementos primordiais existem (cachoeira, chocolate, árvore e guarda-chuvas), o que nossa imaginação faz é apenas recombina-los dando-lhes uma existência, mas não uma existência na realidade; são entes, mas não entes reais, pois, por mais esforço que possamos fazer, nossa imaginação não é capaz de criar, por ela mesma, um ser real; apenas Deus é quem criou e pode criar todos os seres a partir de sua “imaginação”.

Para a validade deste princípio, basta que se admita que em todo o Universo exista pelo menos um ou alguns entes. Não precisamos determinar o que são, mas apenas que sejam distintos do puro nada. A negação deste princípio equivaleria à afirmação de que nada existe e, assim sendo, qualquer busca do conhecimento se tornaria sem sentido.

Desenvolveremos mais adiante a relação entre a existência e o conhecimento, mas podemos adiantar que nossa inteligência só apreende o que existe, ou seja, o que é real.

Por que este princípio que parece tão evidente é tão importante?

Este princípio, à primeira vista tão evidente que chegaria a ser tomado como desprovido de qualquer utilidade, impõe um desafio fundamental para os procedimentos das ciências modernas, sob cuja ótica praticamente todos os homens, sejam eles cientistas ou não, modelam hoje o universo que a experiência nos apresenta. Pois o existir ou o ser das coisas, pelo menos enquanto tal, aquilo que é postulado por este princípio como sendo a realidade primeira de tudo, é algo que está além do alcance do método das ciências experimentais, pela razão de que o existir ou o ser das coisas, enquanto tal, não pode ser detectado nem pelos sentidos humanos nem pelos instrumentos de laboratório de que o cientista se utiliza como ponto de partida de sua ciência.

Não há, nem jamais poderá haver, um único instrumento de laboratório que poderá detectar diretamente o próprio existir das coisas. E, no entanto, nós temos conhecimento dele e não podemos pressupor que ele não seja realidade. Instrumentos de laboratório não detectam o ser, mas as propriedades que decorrem da realidade deste ser, tais como a temperatura, a cor e o peso. A inferência de que as coisas existem não procede dos instrumentos. A

admissão de que algo existe e o ser é a primeira realidade que exige, por conseguinte, a admissão da presença de uma outra estrutura fundamental no Universo à qual chamaremos, provisoriamente, de consciência, sem a qual não poderia afirmar-se que algo exista.



O método científico moderno com todas as tecnologias não é e nunca será capaz de detectar o ser das coisas.

O MOVIMENTO

O segundo princípio da natureza que nossa razão consegue conceber, é a realidade do movimento, definido, enquanto tal, a partir do conceito de ser. O segundo princípio afirma que este ente que pressupomos como existente, pode mover-se. E mover-se, para este princípio, significa mais do que mudança de lugar. Supomos que algo se move quando aquilo que é também pode ser outro e, na medida em que esta possibilidade transforma-se em realidade, dá-se o movimento. Supor o movimento, portanto, implica em pressupor que não somente o ser é uma estrutura básica do Universo, mas também o poder ser.

Neste momento, é importante acrescentarmos dois novos conceitos: a potência e o ato. Por potência entendemos a capacidade de um ser poder ter mais perfeição, ou seja, de poder ser algo a mais; e por ato entendemos o contrário da potência, é a perfeição que o ser já possui. Vamos aos exemplos.

Uma semente de uma árvore é uma árvore em potência, pois ela poderá chegar a ser uma árvore em ato. A madeira desta árvore em ato é um banco em potência, pois poderá chegar a ser um banco em ato. Além disto, esta árvore, tem a potência para ser uma infinidade de outras coisas: porta, janela, cabo de ferramentas, mesa, tábua, prateleira, armário, papel, livro, etc.



Uns dos movimentos que uma semente realiza é a passagem do ser semente para o ser árvore.

O minério de ferro encontrado nas rochas é minério de ferro em ato, mas tem a potência de ser uma peça de ferro, uma engrenagem, uma bigorna, uma picareta, um vergalhão, uma infinidade de outras coisas que poderão também ter a potência de serem usados para produzir outras coisas.

Percebemos então, que esta passagem de potência para ato é algo muito presente na natureza e a esta mudança de algo em potência para algo em ato é, justamente, o que entendemos por movimento.

O movimento pode ser então, genericamente, a passagem de potência para ato de coisas simples e materiais, como o exemplo da semente para a árvore e da madeira para o banco, dado acima; pode ser o que a física chama de movimento local – quando um ser qualquer

muda sua posição no espaço, visto que tem a potência de estar em qualquer lugar do espaço e pela ação de um outro ser externo a ele, é deslocado de sua posição inicial – ou pode ser aplicado até mesmo ao movimento de nossa própria inteligência: todas as pessoas têm a potência para desenvolverem raciocínios (visto que a inteligência é uma faculdade de alma e todas as pessoas têm alma), mas, somente quando, de fato, os desenvolvem é que há o movimento da inteligência.

Para explicar todos os movimentos, Aristóteles formulou a teoria da causalidade, onde tudo é explicado em vista de quatro causas: causa material, causa formal, causa eficiente e causa final. Mais adiante ampliaremos o estudo da causalidade de Aristóteles. Por hora, vemos que o movimento também é algo evidente à nossa inteligência, de forma que é impossível concebermos um mundo absolutamente parado, estático, onde tudo é ato e não há potência.

Um leitor atento poderá se questionar acerca de Deus, dizendo que já ouviu falar, em outros momentos, que somente Deus é puro ato ou que em Deus não há potência de nada. Sim, é verdade! Como potência e ato são realidades contraditórias sob o mesmo aspecto no mesmo tempo, não é possível que qualquer ser tenha potência e ato sob o mesmo aspecto ao mesmo tempo. Uma semente não pode ser semente e árvore em ato, pode ser semente em ato e árvore em potência. Assim o é com Deus. Deus é o único ser de todo o Universo que é ato puro, ou seja, como Deus é perfeitíssimo, não tem como ser mais perfeito, então não há Nele potência de ser mais perfeito. Deus é o motor-imóvel ao qual Aristóteles deduziu somente com a luz da razão natural.

Abstraindo-se um pouco dos entes espirituais e olhando apenas para os movimentos dos entes materiais, podemos classificar o movimento em dois tipos:

Movimento transeunte: é aquele que passa de um ente a outro; ou aquele movimento pelo qual um ente move outro ente.

Movimento imanente: é aquele que permanece no próprio ente, ou aquele pelo qual um ente é capaz de mover-se a si mesmo. Os movimentos imanentes contrapõem-se aos transeuntes.

Esta distinção é importante pois é a base que usamos para definir o que é um ser vivo.

A filosofia percebeu este princípio do movimento que estudamos até aqui, mas ela explica que **tudo o que no mundo material se move é movido por outro**. Isso significa que todos os movimentos que encontramos na natureza não ocorrem ao acaso, mas são causados por algo.

Ao observarmos os entes vivos, a Terra, o movimento do Sol, as estrelas, absolutamente tudo o que existe no mundo material e que com sua “dança”, com seu mover-se, faz aquilo para o qual foi criado, podemos indubitavelmente perceber que existe uma causa primeira de qualquer movimento, que o originou e ordena.

Todos os movimentos dentro do Universo, portanto, dependem do primeiro movimento que é impresso ao universo. Se o primeiro movimento do Universo cessasse, em pouco tempo todos os movimentos internos cessariam e todos os entes deixariam de existir.

A VERDADE

O terceiro princípio afirma que tanto o ser como o poder ser, enquanto tais, não podem ser apreendidos pelos sentidos nem por instrumentos de laboratório. Os instrumentos de laboratório são, de fato, uma extensão dos sentidos humanos. O ser e o poder ser somente podem ser apreendidos por um modo de consciência ao qual chamamos de inteligência. Neste sentido, define-se inteligência como a faculdade capaz de apreender o ser enquanto tal.

Ao apreender o ser, a inteligência capta aquilo que chama-se verdade. A verdade é, por definição, a apreensão do ser pela inteligência, ou o próprio ser, na medida em que é apreendido pela inteligência. A postulação da verdade como estrutura básica do Universo, é necessária sob pena de retornarmos ao universo das ciências experimentais, onde a consciência é impossível, apesar da ciência estar sendo construída pelos estudiosos, ou sob pena do retorno ao universo da filosofia moderna, no qual postula-se a consciência, mas não é possível alcançar o mundo exterior.

Exposto em toda a sua extensão, o terceiro princípio consiste em pressupor que quando a inteligência apreende o ser enquanto tal, esta apreensão coincide com a realidade intrínseca do ser enquanto tal. Neste sentido é que Santo Tomás define a verdade:

“A verdade é a perfeita correspondência entre a realidade e o intelecto.”

O princípio não afirma que a inteligência não pode enganar-se, nem em geral, nem tampouco em particular, quando afirma que tais ou quais coisas existem. O princípio sustenta apenas que, quando a inteligência apreende o que é o ser, o conteúdo desta apreensão corresponde realmente àquilo que o ser confere aos entes que existem. Negar este princípio equivaleria a sustentar que, apesar de que afirmamos como princípio que algo existe, poderia acontecer que, de fato, nada existisse.

Mais uma vez vamos recorrer aos exemplos para que nossa inteligência possa melhor apreender esta verdade. Lembremos quando aprendemos o que é uma mesa. Muitos não fazem nem ideia quando e como descobriram o que era uma mesa, mas, com certeza, nossas mães quando decidiram nos ensinar o que era uma mesa, não foram nos levando em todas as casas e mostrando todas as possíveis mesas de todos os tamanhos, formatos, cores, texturas, materiais até que nossa memória conseguiu scanear aquelas imagens e hoje temos um banco de dados em nossa cabeça que compara as imagens para ver se é ou não uma mesa. Não, com certeza não foi assim.



Vemos, nesta imagem, quatro mesas diferentes. Podemos dizer que são mesas pois tem a mesma essência independentemente de sua cor, formato ou material.

Quando e como então aprendemos o que eram as coisas? Como vimos acima, naturalmente, nossa inteligência é capaz de apreender a verdade. Então, provavelmente, quando ainda éramos crianças nossas mães não precisaram nos ensinar o que era uma mesa, mas, naturalmente, com as falas e observações do dia a dia: “Vem sentar-se à mesa”, “Cuidado para não bater a cabeça na mesa”, “Essa mesa é pesada, não tente mexer...”; é que nossa inteligência foi, aos poucos, apreendendo a essência do ser mesa e de todos os outros seres que conhecemos, ou seja, nossa inteligência foi capaz de apreender a essência do ser mesa, do ser cadeira, do ser pai, do ser tempo, do ser luz, do ser primo, etc. E quando isto aconteceu, quando nossa inteligência foi capaz de corresponder com a realidade daqueles seres todos é que conhecemos a verdade sobre aquelas coisas todas.

ATIVIDADES

1. Os três princípios universais mais elementares são o ser, o movimento e a verdade. Por que estes são os princípios mais elementares?
2. O que é o ser? Por que o ser jamais poderá ser detectado pelos equipamentos de laboratório?
3. O que é o movimento? Como podemos ter certeza de que o movimento existe?
4. O que é a verdade segundo Santo Tomás? Como nossa inteligência se adequa à realidade?



AULA 36

TRANSPORTE ATRAVÉS DA MEMBRANA

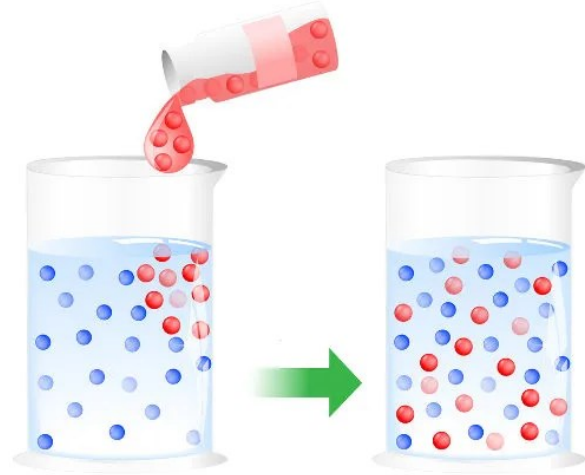


Como já pudemos perceber, a membrana plasmática não isola totalmente a célula do meio extracelular. Como é uma unidade viva, a célula precisa adquirir certas substâncias do meio externo para garantir sua sobrevivência, assim como precisa eliminar algumas substâncias que estejam em excesso ou que sejam tóxicas ao meio intracelular. A passagem de substâncias através da membrana plasmática pode ser realizada por diferentes mecanismos de transporte. A tabela a seguir resume os vários tipos de transporte que iremos estudar:

A membrana e os tipos de transporte					
	Processo		Condição	Exemplo	Como ocorre
Através da membrana	Transporte passivo	Difusão simples e osmose	Existir uma diferença (um gradiente) de concentração; a célula não gasta energia	O ₂ ; CO ₂ ; substâncias solúveis em lipídios; água	Diretamente através da membrana ou por canais (poros) proteicos
		Difusão facilitada	Existir uma diferença de concentração e uma proteína carregadora. A célula não gasta energia	Açúcares simples e aminoácidos	Por meio de proteínas transportadoras
	Transporte ativo		Existir uma proteína carregadora e haver gasto de energia por parte das células	Açúcares simples; aminoácidos; íons, como Na ⁺ e K ⁺	Por meio de proteínas transportadoras
Por envolvimento e captura pela membrana (endocitose e exocitose)	Endocitose	Pinocitose (partículas pequenas, geralmente líquidos)	Formação de vesícula e gasto de energia	Macromoléculas; gotículas de lipídios	Por invaginação da membrana plasmática
		Fagocitose (partículas grandes, geralmente sólidas)	Formação de vacúolo e gasto de energia	Vírus; células estranhas, como bactérias ou restos de estruturas celulares	Através da formação de pseudópodes

DIFUSÃO: UM FENÔMENO FÍSICO

A difusão é um processo de movimento de partículas que ocorre em uma solução ou em um meio aquoso. Nesse fenômeno, puramente físico, as partículas tendem a mover-se da área de maior concentração para a de menor concentração, até que as concentrações se igualem. Daí para a frente, as passagens continuam a ocorrer para ambos os lados, porém com a mesma velocidade. A figura ao lado ilustra bem o fenômeno da difusão.

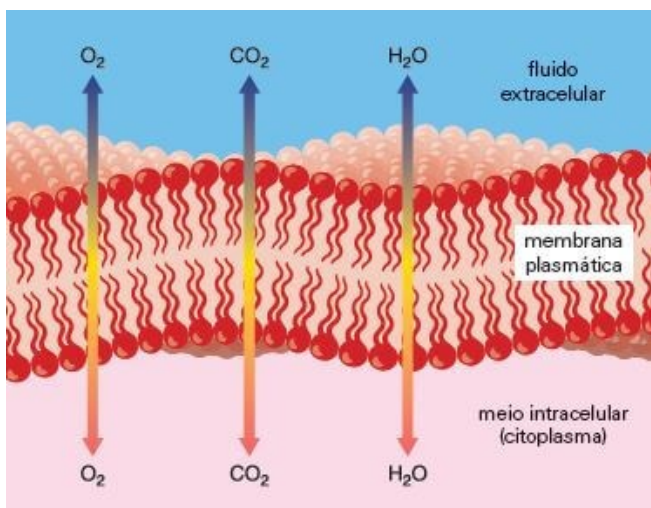


Uma substância solúvel (pintada de vermelho) é colocada em um copo com água sem agitar a água; pode ser, por exemplo, açúcar. As partículas de açúcar se difundem aos poucos pela água, do local em que estão em maior concentração para os demais locais, até que todo o líquido fique homogeneamente doce.

A DIFUSÃO NA CÉLULA

Da mesma maneira, quando uma célula é colocada em um meio rico em determinado soluto, logo terá no seu interior moléculas desse soluto, desde que a membrana plasmática seja permeável à substância.

Normalmente, quanto menor a partícula que se difunde, mais rápida será sua passagem através da membrana plasmática. Assim, água, sais, monossacarídeos e aminoácidos se difundem com relativa facilidade. Já macromoléculas, como as proteínas ou o amido, não atravessam a membrana, podendo, no entanto, ser capturadas pela célula por outros métodos.



A difusão pela membrana plasmática acontece naturalmente com O_2 , CO_2 e H_2O do meio mais concentrado para o menos concentrado.

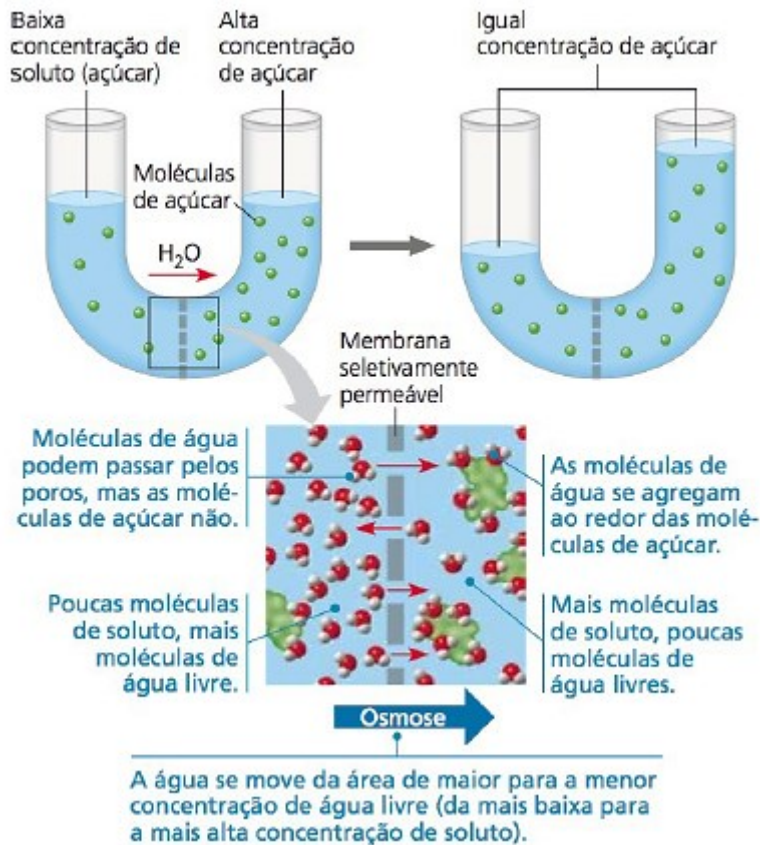
Um bom exemplo de difusão através da membrana plasmática é o caso da entrada de oxigênio em uma célula. Como há consumo constante de oxigênio pelas mitocôndrias na respiração, a concentração interna do gás é sempre baixa em relação ao meio externo. Existe então, entre a célula e o meio, um **gradiente de concentração** (ou diferença de concentração), e as moléculas do gás oxigênio tendem a mover-se do lado externo, de maior concentração, para o citoplasma, de menor concentração.

É importante lembrarmos que a difusão tanto pode ocorrer diretamente através da membrana como por meio dos poros proteicos; é o que acontece, por exemplo, com alguns íons. Em qualquer um dos casos, a substância vai do local de maior concentração para o de menor concentração.

OSMOSE: UM CASO ESPECIAL DE DIFUSÃO

Imagine uma situação em que o tamanho dos poros de uma determinada membrana permita a passagem das moléculas de água, porém impeça a passagem de soluto. Uma membrana desse tipo é chamada **semipermeável**.

A osmose nada mais é do que a difusão da água através de uma membrana semipermeável, do local de maior concentração de água para o local de menor concentração. Observe o esquema com a explicação a seguir, que representa o fenômeno.



Quando dizemos que uma solução é muito concentrada, nos referimos normalmente à concentração do soluto, e não do solvente. Por este motivo, a osmose pode ser definida como sendo a passagem de água, através de uma membrana semipermeável, de uma solução menos concentrada para uma solução mais concentrada. A solução menos concentrada em soluto é, obviamente, mais concentrada em água, e vice-versa.

CONSEQUÊNCIAS DA OSMOSE EM CÉLULAS ANIMAIS

Embora a membrana plasmática não seja uma membrana semipermeável perfeita, já que admite a passagem de soluto, considera-se que ocorre osmose através dela. Isso porque a velocidade da passagem da água é muitas vezes maior que a de qualquer soluto. Assim, ocorre passagem preferencial de água, sendo que, em muitas situações, pode-se considerar a passagem do soluto desprezível.

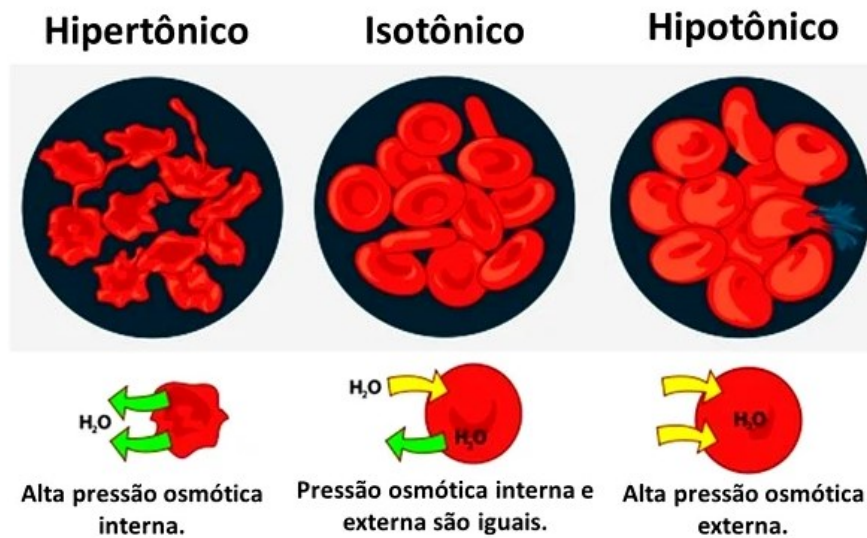
Imaginemos, para compreendermos isso melhor, uma situação em que um glóbulo vermelho esteja mergulhado em uma solução com alta concentração de sal. Admitindo ainda que a passagem de partículas de sal seja muito pequena, quase não interferindo no processo.

As moléculas de água, estando em maior concentração na célula, se difundem para fora; a célula diminui de volume, e sua membrana plasmática se enruga.

Outro glóbulo vermelho, colocado em solução salina de concentração mais baixa que a de seu citoplasma, ganhará água por osmose – já que a concentração de moléculas de água é maior fora da célula. A célula incha aos poucos, o que leva ao rompimento da membrana, ocorrendo hemólise (*hemo* = sangue + *lise* = quebra); é o rompimento da hemácia.

Dizemos que uma solução é isotônica em relação a outra quando ambas desenvolvem iguais valores de “força osmótica”. Isso ocorre quando suas concentrações, em partículas de soluto, são as mesmas.

Uma solução será hipertônica ou hipotônica conforme desenvolva, respectivamente, maior ou menor “força osmótica” do que as soluções a ela comparada.



Com relação à entrada de água na célula por osmose, consideremos que isso ocorre tanto diretamente através da membrana, entre as moléculas de lipídios, como também por meio de poros proteicos especiais, as **aquaporinas**, que parecem existir em várias categorias de células.

OSMOSE NA CÉLULA VEGETAL: UM CASO À PARTE

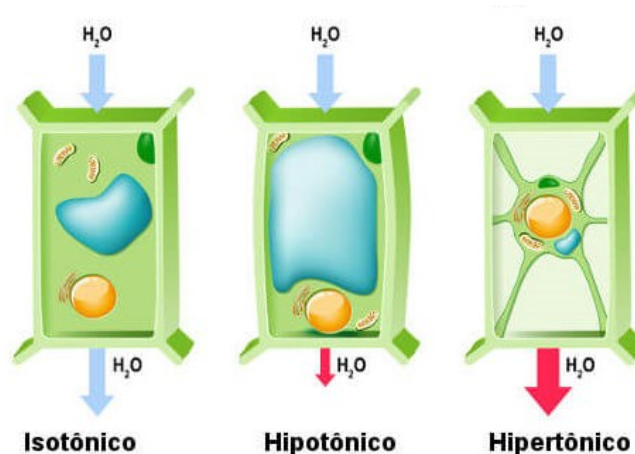
As consequências da osmose em uma célula vegetal são diferentes das que ocorrem na célula animal. Por exemplo, uma célula vegetal colocada em solução hipotônica não arrebenta.

Há na célula vegetal, como apresentamos em outras aulas, um grande vacúolo central, cheio de solução salina. O citoplasma fica restrito a uma fina camada, logo abaixo da membrana plasmática; a membrana celulósica envolve a membrana plasmática por fora.

A situação de osmose se estabelece entre a solução do vacúolo e o meio externo, sendo que o conjunto citoplasma + membrana plasmática faz o papel de membrana semipermeável. A membrana celulósica é totalmente permeável à água e os sais; na realidade, seu papel é somente mecânico, já que ela é muito resistente.

Imaginemos uma célula flácida, ou seja, com a membrana celulósica “frouxa”, que não sofre nenhum tipo de pressão. Ao ser colocada em água pura, a água entra rapidamente na célula, já que a solução do vacúolo é mais concentrada em soluto. Ao entrar, a água começa a pressionar a membrana celulósica de dentro para fora. A célula atinge logo seu volume máximo, porém não se rompe, devido à resistência da membrana celulósica. Dizemos, então que a célula está **turgida**.

Quando a célula flácida é colocada em uma solução muito concentrada, ela, ao contrário, perde água. O vacúolo diminui de volume, retrai-se, e acaba arrastando o citoplasma e a membrana plasmática. Fala-se que a célula está **plasmolisada**. Uma célula plasmolisada pode voltar a seu estado inicial caso seja colocada em uma solução hipotônica.



Osmose na célula vegetal.

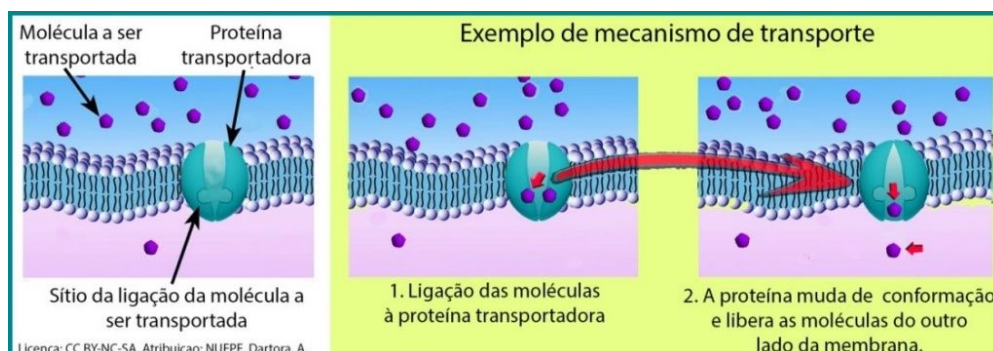
DIFUSÃO FACILITADA

Também se trata de um processo de difusão, mas que ocorre com a participação de uma proteína transportadora. A difusão facilitada é responsável, normalmente, pelo transporte de açúcares e de aminoácidos. Membranas plasmáticas diferentes têm diferentes tipos de transportadores; explica-se, assim, o fato de serem específicas quanto ao tipo de substâncias que transportam.

A diferença básica entre uma proteína transportadora e uma porina está no fato de que a primeira **se liga** à substância a ser transportada, possivelmente em um mecanismo do tipo chave-fechadura, e a encaminha de um lado para o outro. No caso das porinas, as substâncias, como a água ou os íons, têm afinidade pelo “túnel” constituído pela proteína, e simplesmente o atravessam.

Há três características importantes na difusão facilitada:

1. Ocorre com participação de uma proteína transportadora.
2. A célula não consome energia.
3. A substância se move conforme o gradiente de concentrações, ou seja, do local de maior concentração para o de menor concentração, de acordo com as leis da difusão.



Desenho esquemático com o mecanismo da difusão facilitada.

ATIVIDADES

1. Por que é preciso haver o transporte de substâncias pela membrana plasmática?
2. Qual é a principal diferença entre os transportes passivos e ativos de substância através da membrana plasmática?
3. Que condições devem existir para que haja difusão de um soluto entre uma célula e seu ambiente?
4. Osmose é diferente de difusão? Explique.
5. Quais são as três características importantes da difusão facilitada?
6. Hemácias separadas de uma mesma amostra de sangue são distribuídas em três tubos de ensaio (1, 2 e 3), contendo cada uma a mesma quantidade de células. Aos tubos são adicionados iguais volumes das seguintes soluções aquosas:

Tubo 1, uma solução isotônica (isto é, uma solução em equilíbrio osmótico com as hemácias).

Tubo 2, uma solução hipertônica em relação à anterior.

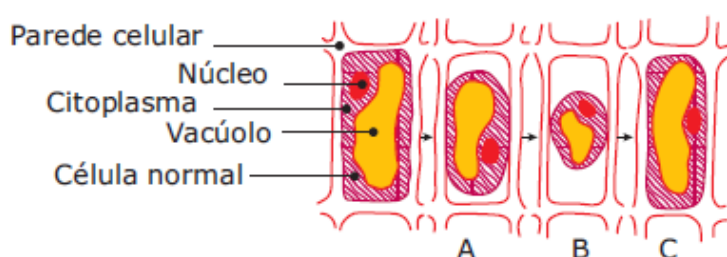
Tubo 3, uma solução hipotônica em relação à primeira.

O conteúdo de cada tubo foi logo agitado, a fim de misturar as hemácias com as soluções respectivas. Após alguns minutos, cada tubo foi submetido à centrifugação, de tal forma que todo o material celular em suspensão acumulou-se num depósito compacto no fundo do tubo, deixando acima uma solução homogênea. Supondo-se, para simplificar, que a membrana da hemácia é impermeável aos solutos utilizados, mas se deixa atravessar prontamente pela água, escolha qual das sentenças a seguir lhe parece a mais **CORRETA**.

- a) O volume do depósito é idêntico nos três tubos; a solução acima do depósito tomou coloração avermelhada no tubo 3 (hemólise).
- b) O volume do depósito é menor no tubo 2; a hemólise é observável nos três tubos, devido à grande permeabilidade da membrana celular, à água e à consequente entrada desta na hemácia.
- c) O volume do depósito é menor no tubo 2; somente nesse tubo se observa a hemólise.
- d) O volume do depósito é maior no tubo 1 do que no tubo 2; somente o tubo 3 mostra hemólise.
- e) O volume do depósito é maior no tubo 2, único em que se observa hemólise.

7. O desenho a seguir representa uma célula vegetal normal colocada em 3 meios distintos, que denominamos A, B e C. Durante a sua passagem por esses meios, naquela ordem, ocorrem 2 fenômenos conhecidos, respectivamente, como

- a) turgescência e plasmólise.
- b) plasmólise e osmose.
- c) plasmólise e deplasmólise.
- d) osmose e hemólise.
- e) deplasmólise e turgescência.





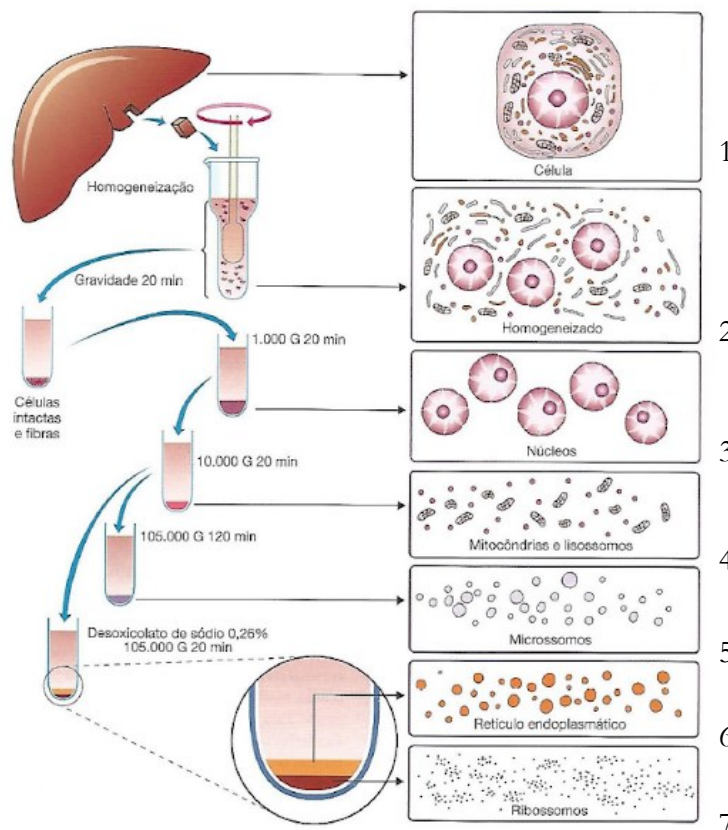
AULA 38

CITOPLASMA: ONDE AS REAÇÕES ACONTECEM



inda que o uso dos microscópios permita a observação de estruturas celulares com certo detalhamento, ele não possibilita a compreensão do funcionamento delas. O papel dos orgânulos na célula foi estudado a partir do uso de algumas técnicas especiais, como o fracionamento, que faz a separação dos componentes das células.

Nessa técnica, faz-se a homogeneização do tecido em uma solução especial, que permite o rompimento da membrana plasmática, mas mantém os orgânulos intactos. A mistura contendo pedaços de membranas e orgânulos é colocada em tubos que, em seguida, são inseridos em uma centrífuga. Esse instrumento gira os tubos em alta velocidade, permitindo a separação de cada categoria de orgânulo. Observe os estágios desse processo na figura a seguir:



Esquema da técnica centrifugação diferencial. O sobrenadante de cada tubo é centrifugado novamente, cada vez com maior força centrífuga. Os desenhos da direita mostram os componentes celulares do sedimento de cada tubo. A força centrífuga é representada por G; 1.000 G significa 1.000 vezes a força da gravidade.

Entre os estágios 1 e 2, o tecido foi triturado; do 2 em diante, o material é submetido, na centrífuga, a um número de rotações cada vez maior. O termo 1000 G, do estágio 2 para o 3, significa que foram aplicadas no material forças equivalentes a 1000 vezes a força da gravidade por 20 minutos; e assim sucessivamente.

Em cada estágio, certa quantidade de material se deposita no fundo do tubo, que é retirado, identificado ao microscópio eletrônico e usado, em seguida, para experimentação. O líquido sobrenadante é submetido ao estágio seguinte, e assim por diante.

De que forma essa técnica permite descobrir a função dos orgânulos? Vejamos dois exemplos. No estágio 4, separam-se as mitocôndrias; além disso, são também encontradas enzimas da respiração celular. Esse dado permitiu aos pesquisadores começarem a suspeitar que as reações de respiração celular acontecem no interior das mitocôndrias. De maneira semelhante, isolar ribossomos (etapa 7) permitiu que eles fossem submetidos à experimentação, na década de 1960. Juntando-se ribossomos, aminoácidos, molécula de RNA e as enzimas adequadas, era possível sintetizar proteínas em tudo de ensaio. Assim, fica esclarecido o papel dos ribossomos no metabolismo de construção da célula.

COMPONENTES DO CITOPLASMA

Nas células procariotas, o citoplasma (do grego *Kytos*, célula, e *plasma*, que dá forma, que modela) compreende toda a região interna da célula delimitada pela membrana plasmática; nas células eucariotas, é a região compreendida entre a membrana plasmática e a membrana nuclear.

Quando observado em microscopia óptica, o citoplasma apresenta um aspecto homogêneo. Entretanto, ao ser observado em microscopia eletrônica, revela a presença de diversas estruturas de aspectos diferentes.

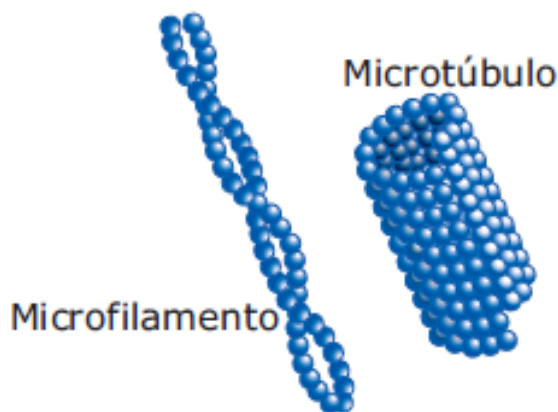
HIALOPLASMA

Também conhecido por matriz citoplasmática, citoplasma fundamental ou citosol, o hialoplasma está presente em qualquer tipo de célula e se constitui numa mistura formada por água, proteínas, aminoácidos, açúcares, ácidos nucleicos e íons minerais. É, na realidade, um sistema coloidal (coloide), no qual a fase dispersante é a água, e a fase dispersa é constituída, principalmente, de proteínas.

Três tipos de filamentos proteicos podem ser encontrados imersos no hialoplasma das células eucariotas:

1. Microfilamentos.
2. Microtúbulos.
3. Filamentos intermediários.

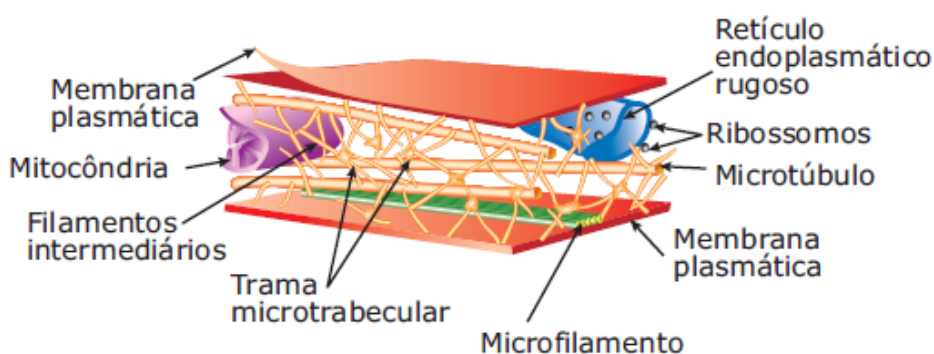
Os microfilamentos são constituídos de uma proteína contrátil chamada actina, embora às



Desenho dos filamentos proteicos.

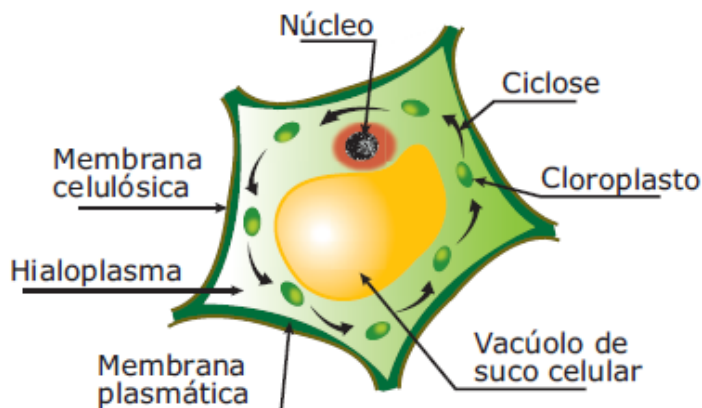
vezes encontre-se também outra proteína, a miosina. Os microtúbulos são constituídos de uma proteína chamada tubulina. Tanto os microfilamentos como os microtúbulos resultam da associação de proteínas globulares, que podem se juntar (polimerizar) ou se separar (despolimerizar) rapidamente no interior da célula. Os filamentos intermediários, formados por uma grande e heterogênea família de proteínas, estendem-se desde a região junto à membrana plasmática até o núcleo, aumentando a resistência da célula às tensões e ajudando na sustentação mecânica do núcleo e de organelas citoplasmáticas.

Os microfilamentos, os microtúbulos e os filamentos intermediários formam uma complexa rede de finíssimos filamentos e túbulos entrelaçados e interligados, constituindo o chamado citoesqueleto.



Citoesqueleto – O citoesqueleto é responsável pela manutenção da forma da célula eucariota e por determinados tipos de movimentos celulares, como a ciclose e os movimentos ameboides. As células procariotas não possuem citoesqueleto.

O hialoplasma da porção mais interna do citoplasma (endoplasma) encontra-se em contínuo movimento de circulação, impulsionado pela contração rítmica de microfilamentos proteicos. Esse movimento de circulação, observado notadamente em células vegetais, tem o nome de ciclose e ajuda a distribuir substâncias através do citoplasma. A velocidade da ciclose pode aumentar ou diminuir em função de determinados fatores, como a temperatura: sua velocidade aumenta com a elevação da temperatura e diminui em temperaturas baixas.



Ciclose: Nas células vegetais, devido à presença do grande vacúolo de suco celular, o hialoplasma fica restrito a uma pequena faixa entre o vacúolo e a membrana plasmática, tornando a ciclose bastante evidente, deslocando núcleo e organelas, como mitocôndrias e cloroplastos. Graças à ciclose, as células vegetais são capazes de aproveitar melhor a quantidade de luz que recebem, espalhando os seus cloroplastos uniformemente no citoplasma, quando há pouca luz, e agrupando-os, quando há excesso de luz.

Algumas células conseguem se deslocar através da formação de pseudópodes: é o chamado movimento ameboide, realizado pelas amebas, pelos macrófagos e pelos leucócitos. Os movimentos que levam à formação dos pseudópodes também são de responsabilidade dos microfilamentos.

Os microtúbulos, além de participarem da formação do citoesqueleto, também participam da formação dos centríolos, do fuso da divisão celular e da formação dos cílios e flagelos.

No hialoplasma, ocorrem importantes reações do metabolismo celular, como as reações da glicólise (1ª etapa da respiração celular), nas quais a glicose é transformada em moléculas menores de ácido pirúvico. É também no hialoplasma que muitas substâncias de reserva, como as gorduras, o amido e o glicogênio, ficam armazenadas.

ATIVIDADES

1. Quais a necessidade de, ao estudar as células e suas organelas, utilizarmos técnicas de fracionamento?
2. Onde se situa, em uma célula eucariótica, o citoplasma?
3. O que é o hialoplasma? O que pode ser encontrado nele?
4. O citoesqueleto é formado por filamentos proteicos, presentes em eucariontes e ausentes nos procariontes. Há três tipos de componentes proteicos do citoesqueleto. Descreva-os.
5. O que é a ciclose e qual sua importância?