

Sistemática dos Seres Vivos



Sistemas de Classificação

Face à diversidade, que critérios para sustentar um sistema de classificação dos seres vivos?

“Se não se conhecem os nomes das coisas, perde-se também o conhecimento da sua existência.”

Carolus Linnaeus, *Philosophia Botanica*

Sistemas de Classificação

- A enorme diversidade do mundo vivo dificulta o seu estudo.
- Trabalhando com uma enorme diversidade de organismos, os biólogos têm necessidade de os classificar, isto é, de os organizar, agrupando-os de acordo com determinadas características, e dando um nome a cada um dos grupos formados.
- Existem vários sistemas de classificação dos seres vivos, de acordo com os critérios que presidem ao seu estabelecimento.
- Pode-se mesmo dizer que, como veremos a seguir, a necessidade de classificar os seres vivos não é apanágio dos biólogos.

- De facto, desde os tempos mais remotos que o Homem faz classificações dos seres vivos ao distinguir, por exemplo:
 - **animais venenosos de animais não venenosos**
 - **plantas comestíveis de plantas não comestíveis.**
- Estes sistemas de **classificação práticos** foram criados na tentativa de satisfazer necessidades básicas, como a defesa e a alimentação.
- Apesar de serem os mais primitivos, perduram até à actualidade.
- O primeiro sistema de classificação criado, propositadamente, para uma melhor compreensão do mundo vivo surgiu na Antiga Grécia, por Aristóteles, que apresentou um sistema de classificação de animais, baseado em semelhanças estruturais.

► Sistemas de classificação

Classificações **práticas** - agrupamentos dos seres vivos de acordo com o seu **interesse** ou **utilidade** para o Homem. Persistem até hoje.



SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE ANIMAIS, SEGUNDO ARISTÓTELES [SEGUNDO SINGER, 1931]

Enaima (com sangue vermelho; vivíparos ou ovíparos) (= Vertebrados)

Anaima (sem sangue vermelho; vivíparos ou vermíparos, de geração espontânea ou por gemulação) (= Invertebrados)

Internamente vivíparos

- 1. Homem
- 2. Cetáceos
- 3. Quadrúpedes vivíparos (= parte dos Mamíferos)

Com ovos perfeitos

- 8. Cefalópodes
- 9. Crustáceos

Ovíparos ou, por vezes, externamente vivíparos: Com ovos perfeitos

Com ovos especiais

- 10. Insectos, aranhas, escorpiões, etc.

- 4. Aves
- 5. Quadrúpedes ovíparos (= Anfíbios e maioria dos Répteis)
- 6. Serpentes

Com gomos, massas geradoras ou de geração espontânea

Com ovos imperfeitos

De geração espontânea

- 7. Peixes

- 12. Esponjas, Cnidários, etc.

SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO DE LINEU (SEGUNDO SINGER, 1931)

Coração com 1 ou 2 ventrículos e 2 aurículas; sangue quente e vermelho

Vivíparos
Ovíparos

1. Mamíferos
2. Aves

Coração com 1 ventrículo e 1 ou 2 aurículas; sangue frio e vermelho

Respiração pulmonar
Respiração branquial

3. Répteis
4. Peixes

Coração com 1 ventrículo e sem aurícula; sangue frio e vermelho

Com antenas

5. Insectos

Com tentáculos

6. Vermes

- No século XVIII, Lineu criou um sistema de classificação para animais e plantas, que, tal como o de Aristóteles, se baseava em caracteres apresentados pelos organismos.
- Os sistemas de classificação de Aristóteles e de Lineu, apesar de separados por dois milénios, têm uma base racional semelhante, baseando-se em caracteres evidenciados pelos seres vivos.
- Por este facto, denominam-se **sistemas de classificação racionais**.
- Por outro lado, ambas as classificações se baseiam num número relativamente pequeno de características (cor do sangue, tipo de ovos, número de cavidades do coração, etc.), o que implica que exista um pequeno número de grupos.

► Sistemas de classificação

Classificações **racionais** - agrupamentos dos seres vivos de acordo com as **características** que apresentam.



- Esses grupos, necessariamente, englobam organismos muito diferentes uns dos outros, pois diferem em muitas outras características, que não as consideradas.
- Por este motivo, estas classificações são, também, designadas **sistemas de classificação artificiais**.

Sistemas de classificação Artificial

- As **classificações artificiais** têm por base um número restrito de caracteres (por vezes, só um), escolhidos, geralmente, devido à sua evidência.
- **Desta forma, ignoram-se todas as outras características dos organismos, acabando por reunir, no mesmo grupo, organismos pouco relacionados entre si.**
- Se tomarmos por exemplo as características **animais que voam/animais que não voam**:
 - colocamos um **mamífero** (morcego), uma **ave** (águia) e um **insecto** (borboleta) no grupo dos **animais que voam** e
 - um **mamífero** (golfinho), uma **ave** (avestruz) e um **insecto** (barata) entre os que **não voam**.
- Este tipo de discrepâncias também acontece, por exemplo, quando se classificam plantas de acordo com o seu porte (herbáceo, arbustivo e arbóreo).
- Para melhorar as **classificações artificiais**, surgiram os **sistemas de classificação naturais**.

Sistemas de classificação Naturais

- As classificações naturais têm por base uma **organização dos grupos segundo o maior número de caracteres possível**.
- Os grupos assim formados conseguem reunir organismos com maior grau de semelhança.
- No entanto, este tipo de classificação também apresenta **desvantagens**.
 - **A ausência de um conhecimento pormenorizado das características de um indivíduo**, pode dificultar (ou mesmo impedir) a identificação do grupo a que o organismo pertence.
- Quer as classificações artificiais, quer as naturais surgiram na época na qual dominavam as ideias fixistas, **pelo que partem do princípio da imutabilidade das espécies**, privilegiando as características estruturais dos organismos e **não entrando em linha de conta com o factor tempo**.
- Por isso, são designadas **classificações horizontais**.

► Classificações racionais

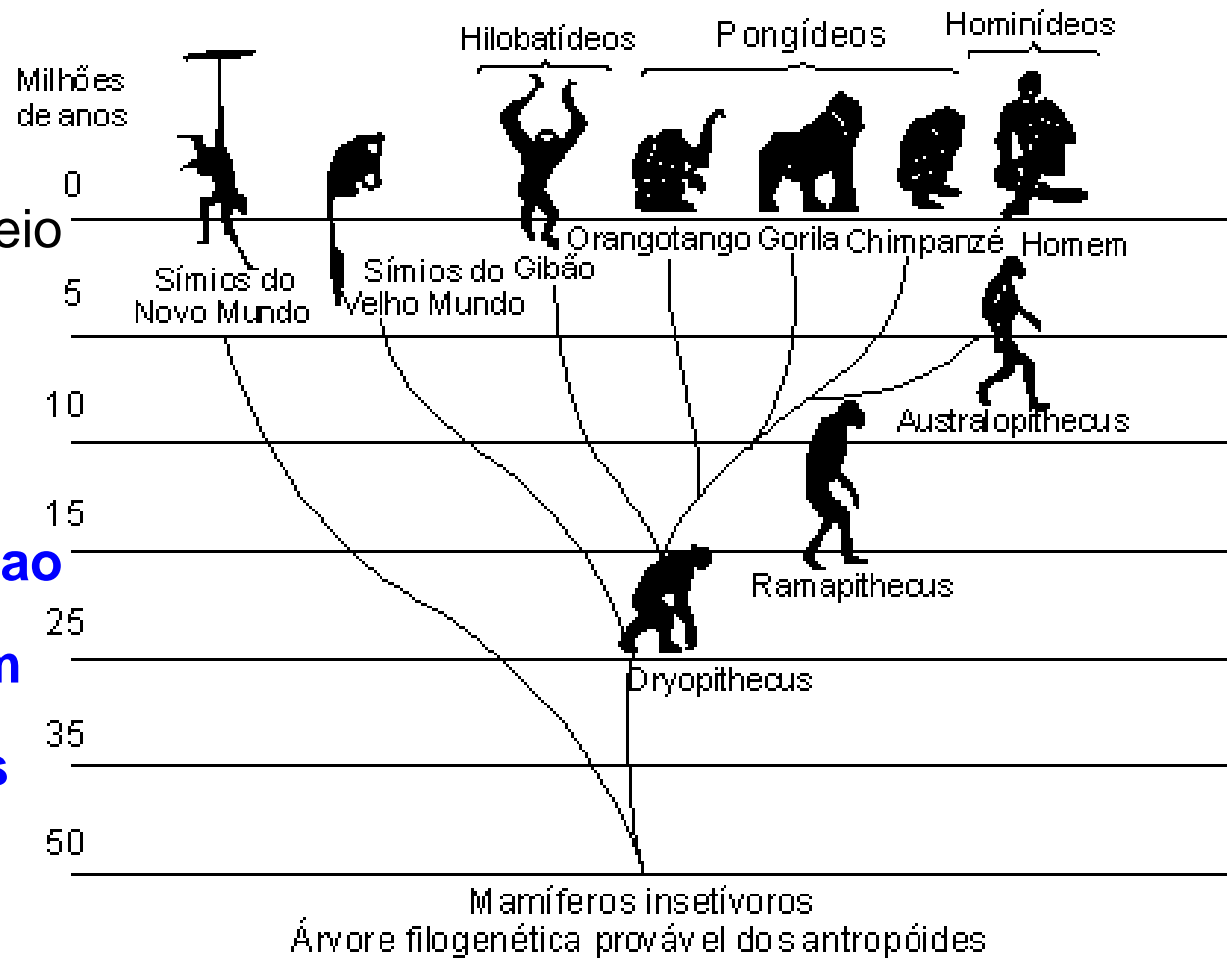
Classificações **horizontais** - não consideram o factor tempo, nem a evolução dos organismos. São **estáticas**.

- Classificações **artificiais** - baseavam-se num **pequeno** número de características, com poucos grupos e muito heterogéneos.
- Classificações **naturais** - utilizam **todas** as informações disponíveis sobre os seres vivos, reflectindo as suas afinidades naturais.



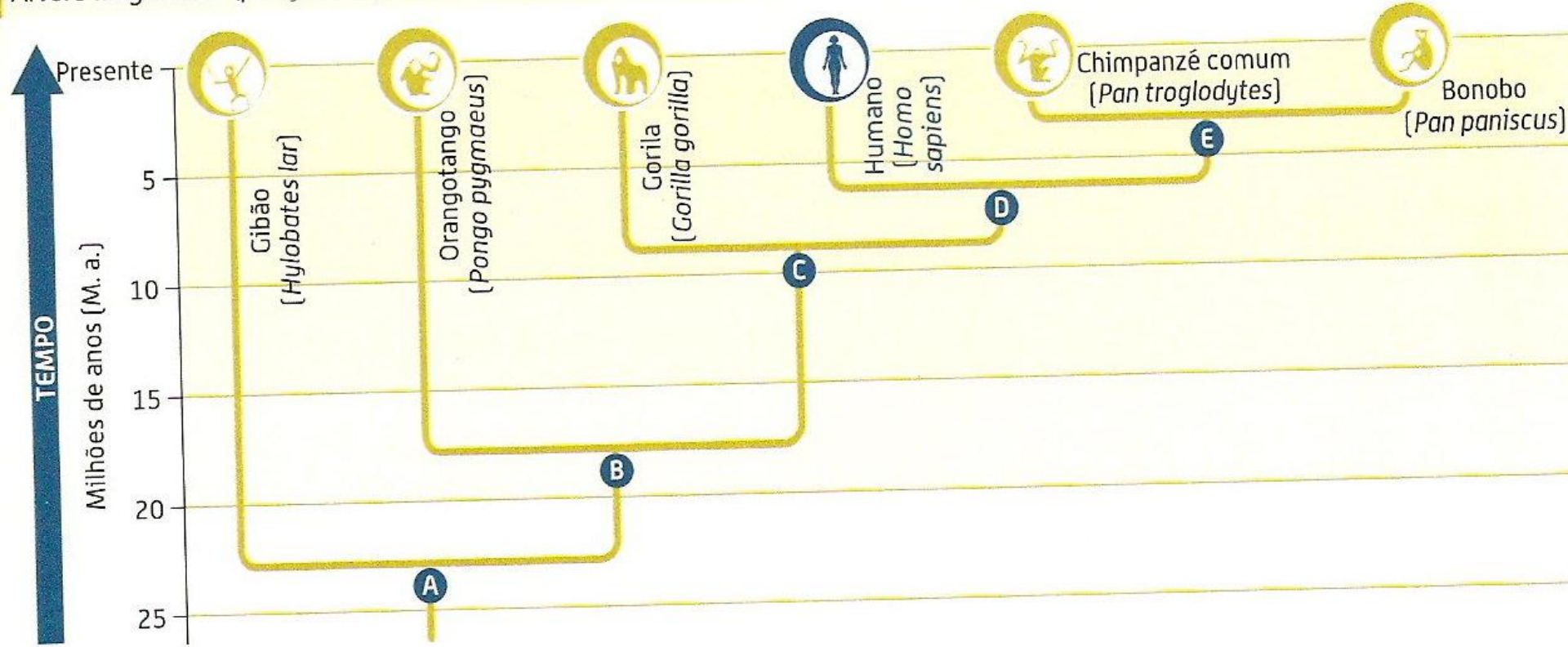
- O posterior desenvolvimento das ideias evolucionistas veio a reflectir-se sobre os sistemas de classificação.

- Como as espécies se foram diversificando ao longo do tempo, as classificações deviam reflectir as relações filogenéticas entre os organismos.



Desta forma, surgem os **sistemas de classificação filogenéticos**, que tentam agrupar os seres vivos de acordo com o grau de parentesco entre eles, permitindo construir árvores filogenéticas.

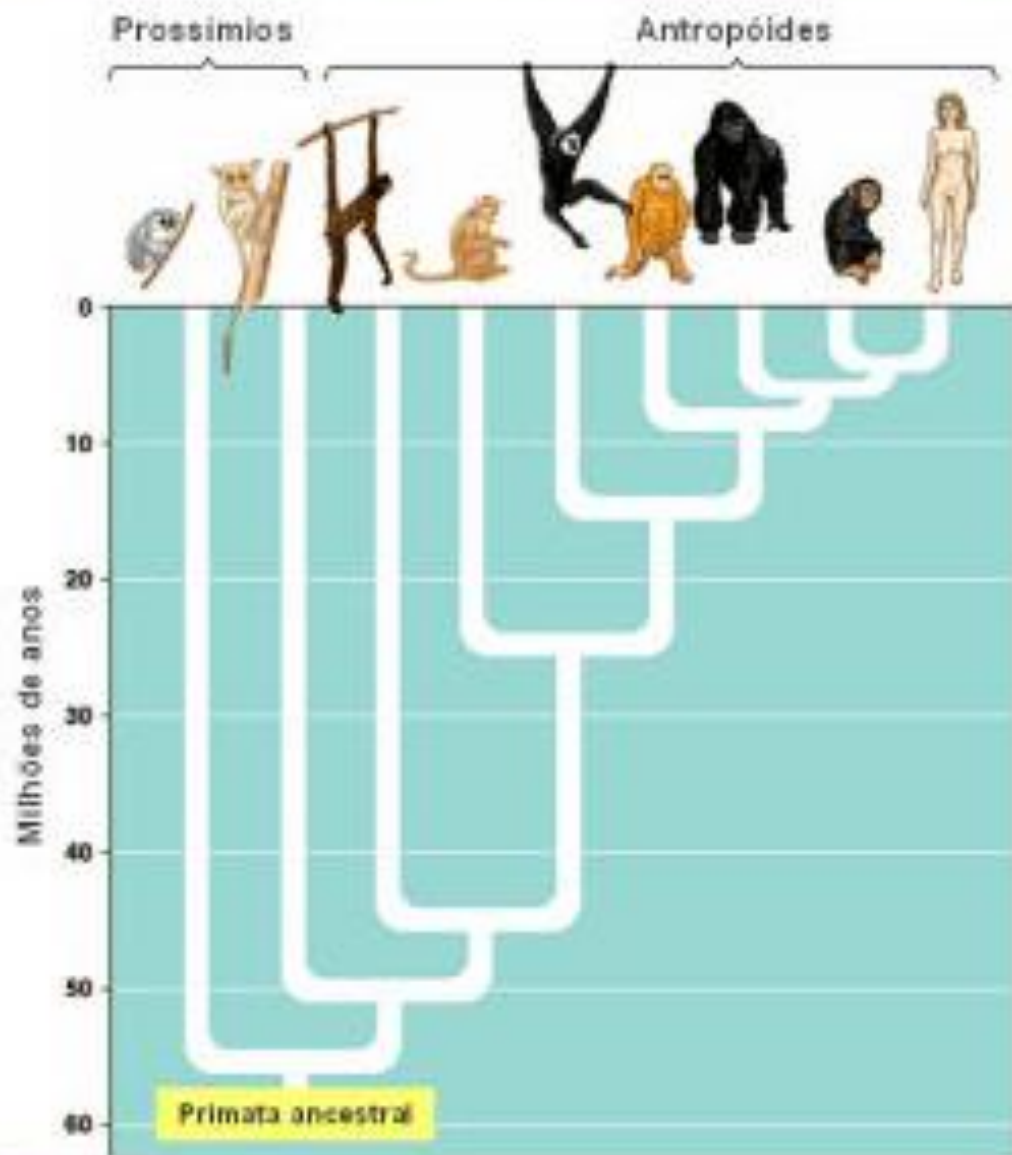
Árvore filogenética (posição filogenética da espécie humana).



- A importância do tempo nas classificações filogenéticas leva a designá-las como **classificações verticais**.
- As semelhanças entre os organismos surgem como consequência da **existência de um ancestral comum**, a partir do qual os vários grupos foram divergindo ao longo do tempo.
- O grau de semelhança entre eles está relacionado com o tempo em que ocorreu a divergência.
- Distinguem-se, actualmente, **dois tipos principais de classificação biológica**:
 - **a fenética**
 - **a evolutiva**, também designada **filogenética** ou **cladística**.

► Classificações racionais

Classificações **verticais** - baseiam-se nas relações **evolutivas** entre os organismos, considerando o factor **tempo**. São **dinâmicas**.

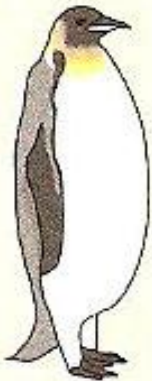


Classificação Fenética

- Os **sistemas de classificação fenéticos** têm como principal objectivo permitir a identificação rápida de um ser vivo, sem se preocupar com as relações evolutivas desse organismo com outros.

Exemplo de classificação fenética.

Aves

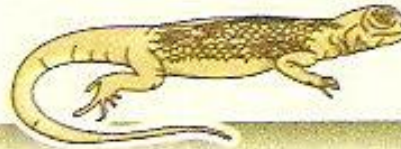


Répteis

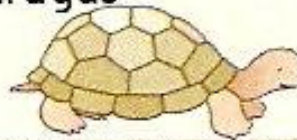
Crocodilos



Lagartos e cobras



Tartarugas



Mamíferos



- Este tipo de classificação **baseia-se no grau máximo de semelhança entre organismos, tendo em conta a presença ou ausência de uma série de caracteres fenotípicos.**
- **Independentemente da relevância dos caracteres considerados, estes devem ser facilmente descritos, mensuráveis e objectivos.**
- Uma desvantagem deste tipo de classificações reside no facto de nem todas as características fenotípicas semelhantes corresponderem a uma proximidade evolutiva.
- A semelhança pode dever-se, por exemplo, a uma evolução convergente, que originou estruturas análogas.

Classificação filogenética

- Os sistemas de classificação filogenéticos ou cladísticos pretendem traduzir, com rigor, as relações entre os organismos, tendo em conta a história evolutiva dos seres.

Exemplo de classificação filogenética.

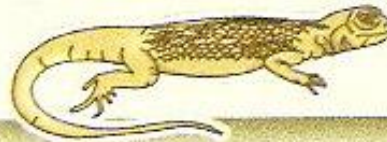
Aves



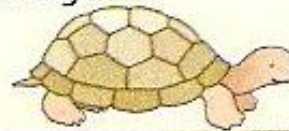
Crocodilos



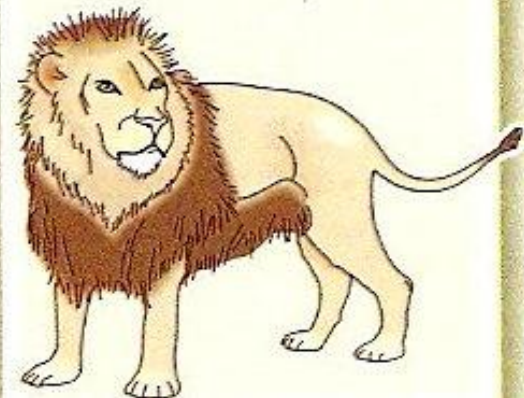
Lagartos e cobras



Tartarugas



Mamíferos



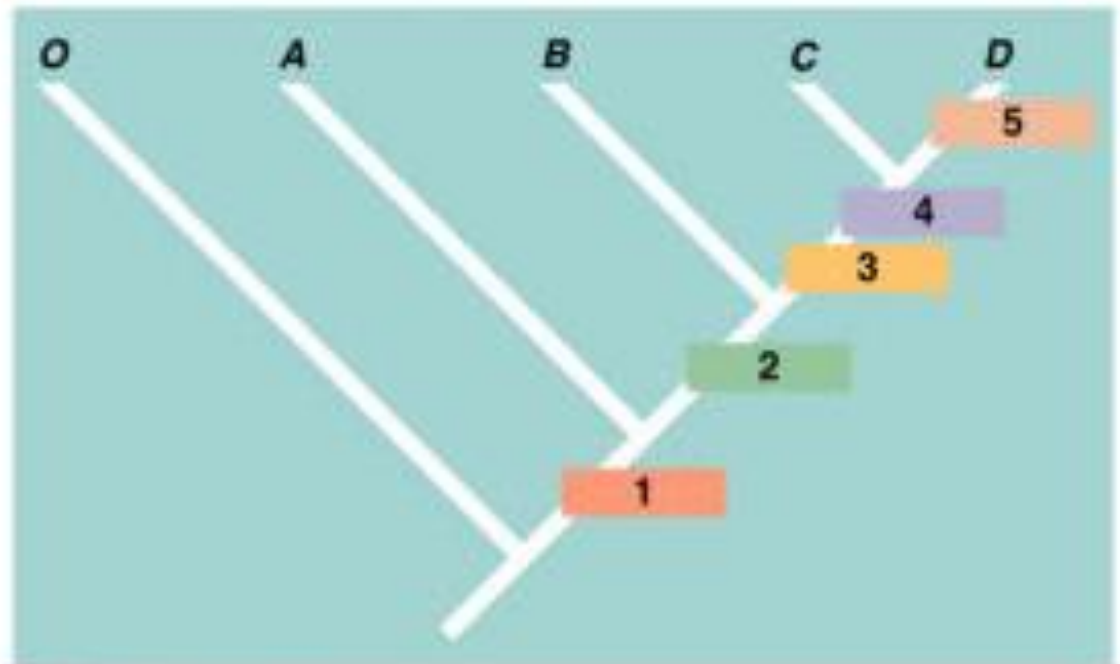
- Existem dois tipos de características para classificar os organismos:
 - **Características primitivas, ancestrais ou plesiomórficas**, presentes em todos os organismos de um grupo, como resultado de terem descendido de um ancestral comum, em que essa característica estava presente (por exemplo, a poiquilotermia, que se verifica nos peixes, anfíbios e répteis actuais).
 - **Características evoluídas, derivadas ou apomórficas**, presentes nos indivíduos de um grupo e que não estão presentes no ancestral desse grupo, revelando, assim, que houve separação de um novo ramo (por exemplo, as penas das aves ou as glândulas mamárias dos mamíferos).
- Para além das características estruturais, os dados fornecidos pela Paleontologia são muito importantes neste tipo de classificações.

Classificações biológicas

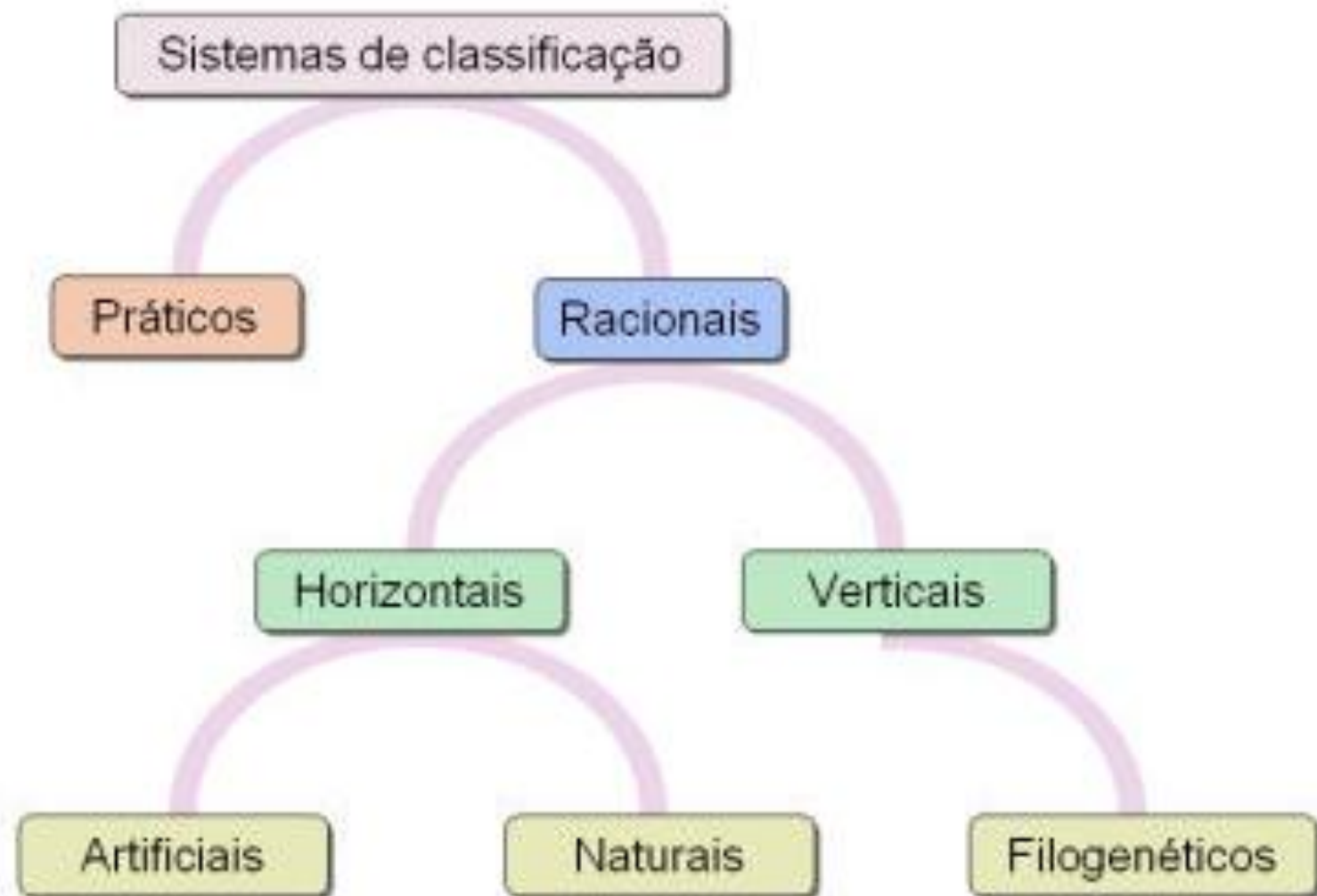
	<i>O</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1		1	1	1	1
2			2	2	2
3				3	3
4				4	4
5					5

A, *B*, *C* e *D*
Grupos taxonómicos
(*O* = *Outgroup*)

1, 2, 3, 4 e 5
Características



Classificações biológicas



Diversidade de Critérios

- Todos os sistemas de classificação apresentados têm subjacente uma série de critérios.
- Até mesmo as primeiras classificações eram baseadas em características facilmente observáveis, tal como a morfologia externa dos organismos.
- Mais tarde, critérios como a morfologia interna e aspectos ligados à fisiologia interna e aspectos ligados à fisiologia dos organismos foram amplamente utilizados para classificar seres vivos.



A



B



C



D

- As figuras A, C e D representam animais da mesma espécie, embora existam raças de cães morfologicamente muito diferentes entre si e o cão C seja mais parecido com o lobo do que os restantes cães.
- Neste caso, dizemos que os cães apresentam polimorfismo, isto é, **várias formas morfologicamente diferentes nos indivíduos adultos.**



E



F

- Embora os critérios morfológicos e fisiológicos sejam, ainda hoje, muito importantes para a classificação dos seres vivos, devem ser usados com algum cuidado.
- Uma característica morfológica importante na classificação dos seres é o tipo de **simetria corporal** que os mesmos apresentam.

SEM SIMETRIA	SIMETRIA RADIAL	SIMETRIA BILATERAL
		
<p>Sem planos de simetria.</p>	<p>Vários planos de simetria que se interceptam num eixo.</p>	<p>Um plano de simetria que divide o corpo em duas partes simétricas.</p>

Tipos de simetria mais comuns:

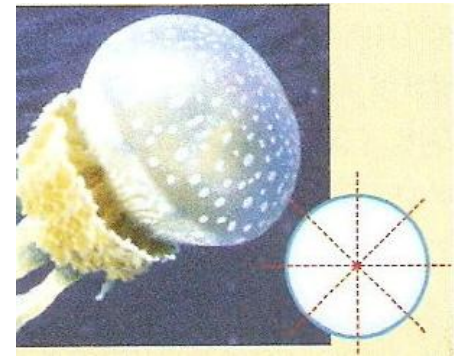
- **Sem simetria**; sem planos de simetria.

Ex: esponja



- **Simetria Radial**; Vários planos de simetria que se interceptam num eixo.

Ex: estrela-do-mar



- **Simetria Bilateral**; Um plano de simetria, que divide o corpo em duas partes simétricas.

Ex: caranguejo, Homem



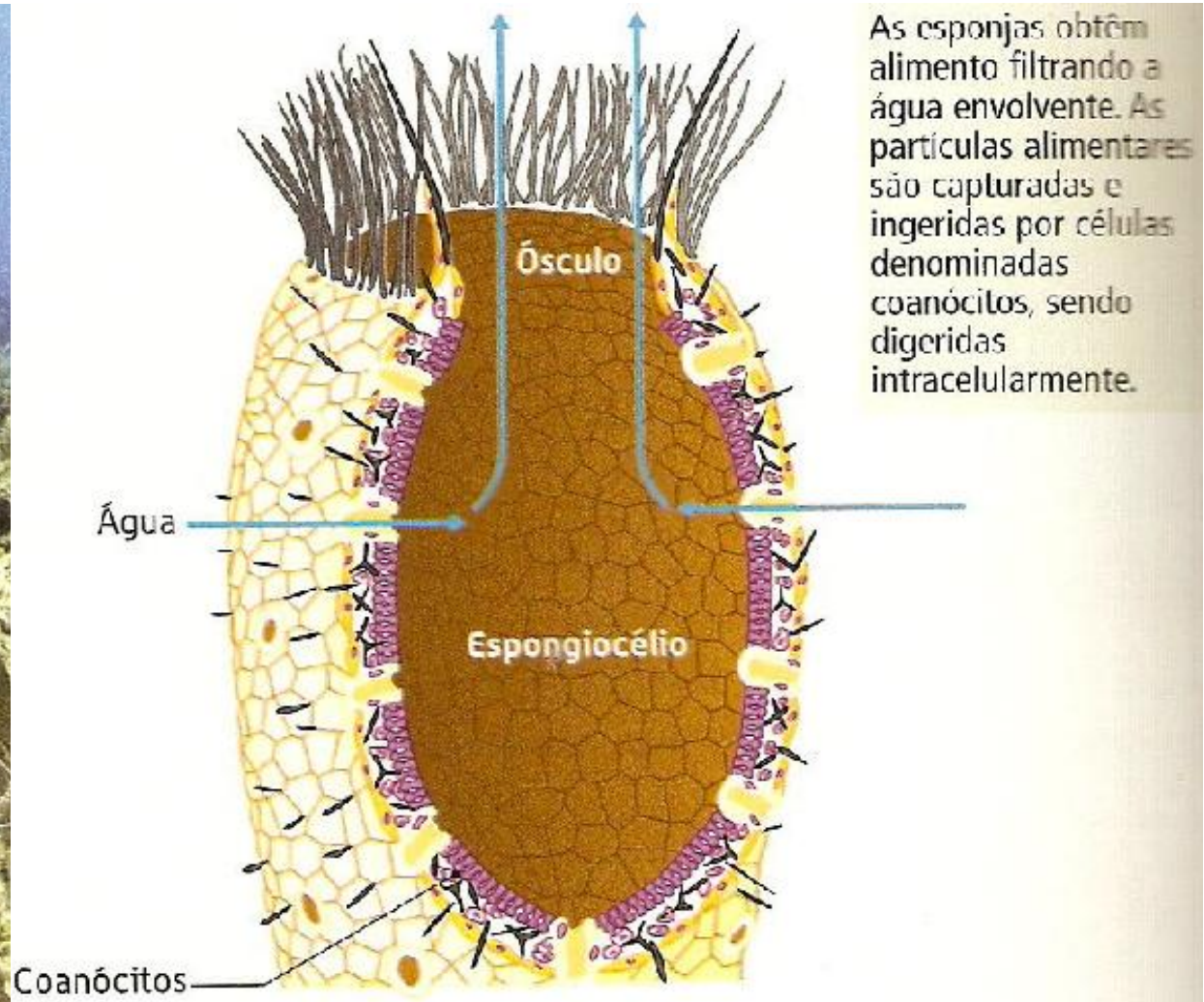
O **avanço do conhecimento científico** permitiu o desenvolvimento de outros dados que permitem estabelecer relações de afinidade entre organismos. Alguns exemplos:

- Paleontologia
- Modo de nutrição
- Embriologia
- Cariologia
- Etiologia
- Dados bioquímicos
- Organização estrutural

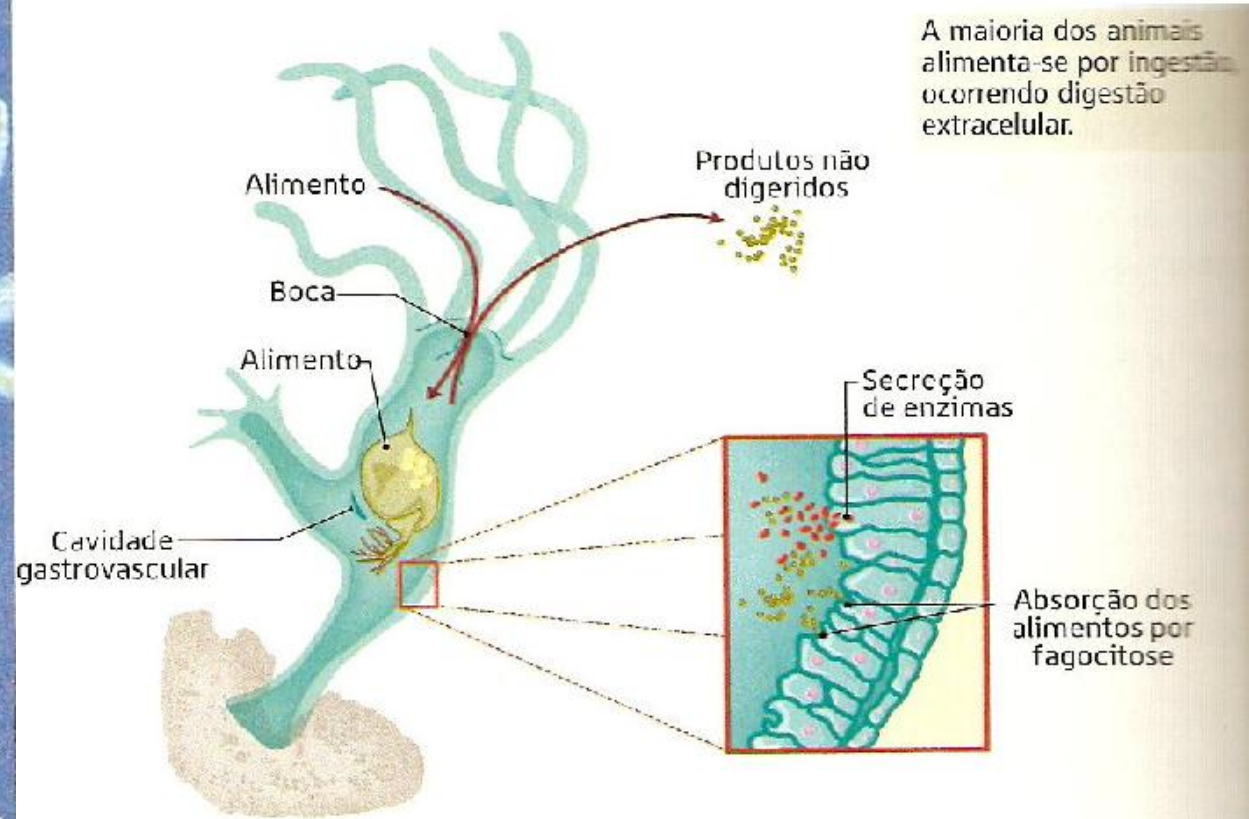
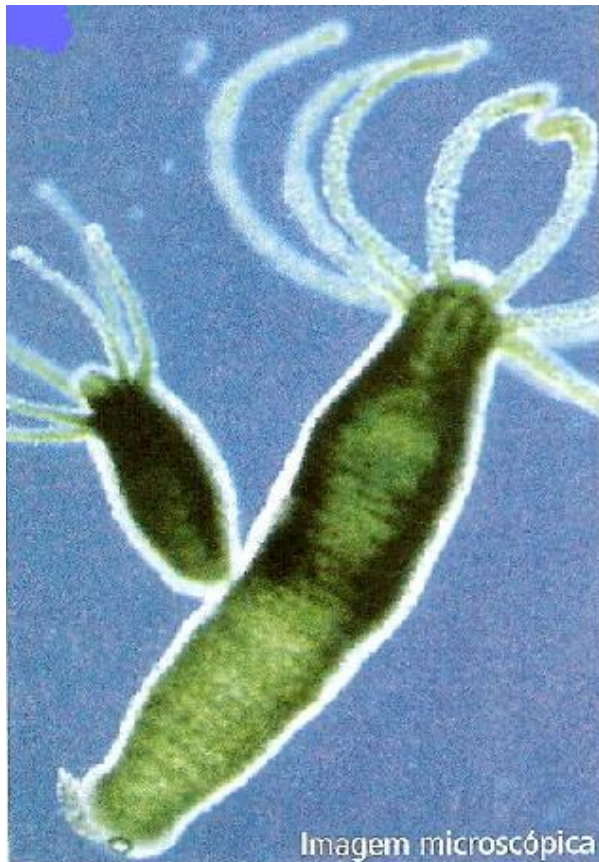
- **Paleontologia** permitiu conhecer grupos de seres vivos, hoje totalmente extintos, e estabelecer relações de parentesco entre outros grupos.
- **O modo de nutrição** dos seres é um critério de classificação importante, dando também indicações acerca das interações entre organismos nos ecossistemas.
 - A energia para a vida provém, em primeira instância, do Sol.
 - Os **seres fototróficos** utilizam a energia luminosa para realizarem a síntese de matéria orgânica.
 - Já os **seres quimiotróficos** utilizam a energia de compostos químicos para a síntese de matéria orgânica.
 - O carbono é um elemento químico essencial à Vida, já que está na base dos compostos orgânicos.
 - Os seres autotróficos utilizam um composto inorgânico (CO₂ ou CO) como fonte de carbono.

- O tipo de nutrição está relacionada com a posição que os seres ocupam nos ecossistemas:
 - Os **seres fotoautotróficos**, sendo produtores, ocupam a base das teias alimentares, na maioria dos ecossistemas.
 - Nos ecossistemas onde a luz solar não existe, uma posição equivalente é ocupada pelos quimioautotróficos.
 - Os seres **heterotróficos** são consumidores, utilizando, directa ou indirectamente, matéria orgânica sintetizada pelos produtores.
- Existem dois processos de obtenção de matéria orgânica por parte dos consumidores: a **ingestão** e a **absorção**.
 - Na **ingestão**, o alimento é digerido no interior do organismo (digestão intracorporal).
 - Quando a **digestão intracorporal** ocorre dentro de células, diz-se que há **digestão intracelular**.

- A **digestão intracelular** ocorre, por exemplo, nas amibas e em alguns animais, como as esponjas.

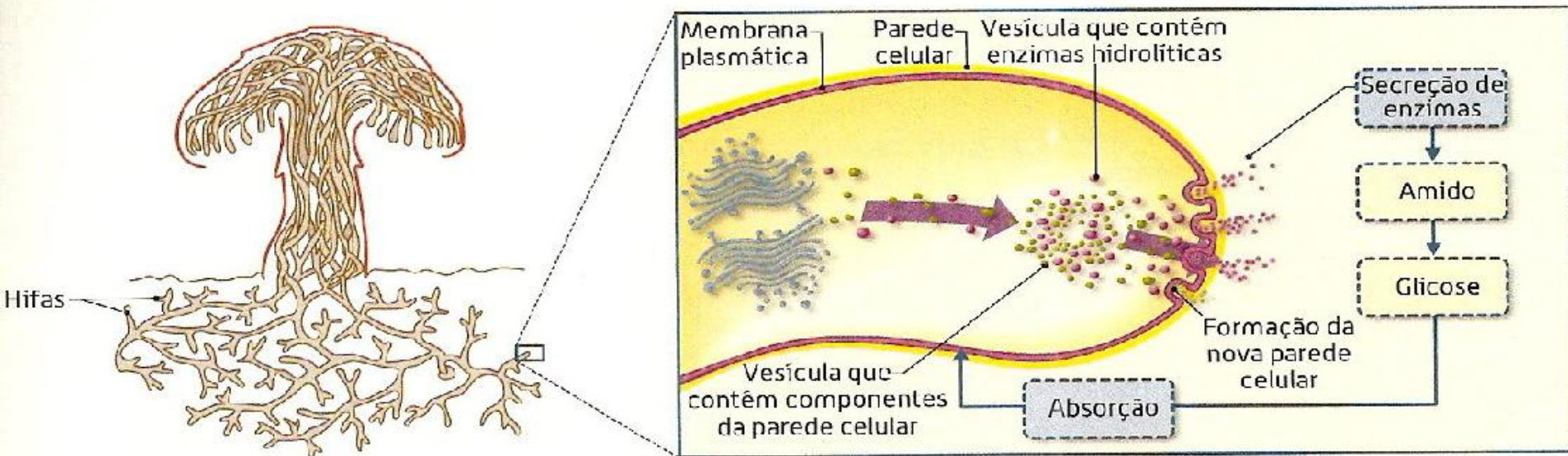


- Quando a **digestão intracorporal** ocorre em cavidades especializadas, diz-se que há **digestão extracelular**.
- Isto acontece na maioria dos animais.



- Na nutrição por **absorção**, o organismo, geralmente, lança enzimas digestivas para o exterior do corpo, dando-se aí a decomposição dos nutrientes complexos em moléculas mais simples.
- Após esta **digestão extracorporal**, o organismo absorve os nutrientes mais simples, entretanto formados.
- Este tipo de nutrição é uma característica dos fungos.

A digestão por absorção é característica dos fungos, apesar de também poder ocorrer em outros seres vivos.



- **A Embriologia** consiste no estudo do desenvolvimento embrionário dos organismos e tem-se revelado, à semelhança da Paleontologia e do modo de nutrição, um critério muito útil na classificação dos seres vivos, especialmente dos animais.



- **A Cariologia** consiste no estudo dos cariótipos dos seres vivos.
 - As células somáticas de cada espécie têm o mesmo número de cromossomas, pelo que este critério se torna útil para classificar seres vivos.
 - No entanto, existem espécies diferentes que possuem o mesmo número de cromossomas; por isso, este critério tem muitas limitações na sua aplicação.
 - Para além do número de cromossomas, existem outros aspectos úteis do cariótipo para classificar organismos.
 - Embora não possam ser considerados de forma exclusiva, estes critérios são importantes no estabelecimento de relações entre grupos de seres vivos.

Número de cromossomas de alguns animais.



Homo sapiens
46 cromossomas



Pongo pygmaeus
48 cromossomas



Pan troglodytes
48 cromossomas



Gorilla gorilla
48 cromossomas



Canis familiaris
78 cromossomas



Felis domesticus
38 cromossomas



Mus musculus
40 cromossomas



Drosophila melanogaster
8 cromossomas

- **A Etiologia** é o estudo do comportamento animal.
 - As diferenças encontradas em padrões de comportamento de grupos semelhantes são úteis na classificação desses grupos.
 - O comportamento migratório de certas aves, por exemplo, é usado no estabelecimento de relações entre grupos morfologicamente muito semelhantes.
 - A comparação dos padrões de sons emitidos por espécies semelhantes de insectos é outro exemplo de um critério muito utilizado para a classificação nestes animais.



- **Os critérios bioquímicos** são dos dados mais recentes utilizados em classificação.
 - O estudo comparativo de biomoléculas, especialmente de proteínas e de ácidos nucleicos de diferentes organismos, tem revelado dados muito significativos em classificação.
 - Este tipo de critérios é especialmente útil, quando se trata de microrganismos.
 - Existem bactérias morfológicamente muito semelhantes, que são classificadas em grupos distintos, de acordo com certas características bioquímicas.
 - Os critérios bioquímicos podem ser utilizados com sucesso em outros tipos de seres vivos.
 - Actualmente, é comum utilizar dados, como a constituição de determinadas proteínas ou a sequência de nucleótidos do DNA, para separar grupos de seres muito semelhantes.

- **A organização estrutural** dos seres é, talvez, dos critérios de classificação mais importantes.
 - A diferença estrutural a nível celular que se verifica entre procariontes e eucariontes marca a divisão dos mais abrangentes grupos de seres vivos.
 - Por outro lado, o nível de complexidade dos variados organismos, bem como a especialização estrutural e fisiológicas das células, fornecem dados muito importantes em classificação.

- Os critérios de classificação apresentados são exemplos comuns, mas não pretendem constituir uma lista exaustiva de todas as características empregues no estabelecimento de relações entre os seres vivos.
- Cada um destes critérios, isoladamente, tem uma importância relativa, devendo ser utilizado em conjunto com vários outros, de forma a permitir uma perspectiva global acerca das características (bioquímicas, estruturais, fisiológicas, evolutivas,...) dos organismos.