



UNIVERSIDADE
AbERTA
www.uab.pt

HISTÓRIA DA CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA

Paula Bacelar Nicolau

2017



ÍNDICE

OBJETIVO	2
A CIÊNCIA BIOLÓGICA	2
PORQUÊ UMA CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA?	3
CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA AO LONGO DA HISTÓRIA	4
<i>DA ANTIGUIDADE À IDADE MÉDIA</i>	6
<i>DA RENASCENÇA AO ILUMINISMO</i>	10
<i>Os METODISTAS</i>	13
<i>A TAXONOMIA DE LINNAEUS</i>	18
<i>A TAXONOMIA HIERÁRQUICA</i>	20
<i>SISTEMAS DE CLASSIFICAÇÃO MODERNOS</i>	23
BIBLIOGRAFIA	27

Objetivo

Neste tópico irá estudar o valor, estrutura e princípios da classificação biológica, desde a antiguidade até aos nossos dias. Irá também estudar as sete categorias taxonómicas principais, a nomenclatura binomial, e aprender a criar chaves dicotómicas.

A ciência biológica

A **biologia** é uma ciência que estuda a vida e os organismos vivos, desde a sua estrutura, funcionamento, crescimento, origem, evolução, distribuição e taxonomia. A biologia é uma ciência vasta contendo muitos ramos e áreas de especialização (Tabela 1). De entre os tópicos mais importantes, destacam-se **cinco princípios unificadores da ciência biológica**:

1. A célula é a unidade básica, estrutural e funcional da vida;
2. Os organismos vivos consomem e transformam energia;
3. Os organismos regulam o seu meio interno, assim, mantendo condições estáveis e constantes, favoráveis aos processos celulares da vida;
4. Os genes são a unidade básica da hereditariedade;
5. As espécies novas e as características hereditárias são o produto da evolução.

As subdisciplinas da biologia são identificadas e caracterizadas pela escala a que se estuda a vida/organismos e pelos métodos utilizados para esse estudo. Assim, por exemplo, a *biologia molecular* estuda as interações de sistemas de moléculas biológicas, a *bioquímica* estuda a química da vida, a *citologia/biologia celular* estuda a célula, a *fisiologia* estuda as funções físicas e químicas de células, tecidos, órgãos e sistemas de órgãos, e a *ecologia* estuda as interações entre os diversos organismos e entre os organismos e o meio ambiente que os rodeia.

Tabela 1. Principais ramos da biologia

Bacteriologia	Etologia
Biologia Molecular	Histologia
Biologia da Conservação	Fisiologia
Biologia do	Genética
Desenvolvimento	Imunologia
Biologia Evolutiva	Paleontologia
Biologia de Sistemas	Etnobiologia
Bioética	Micologia
Biotecnologia	Microbiologia
Botânica	Sistemática
Citologia ou Biologia	Virologia
Celular	Zoologia
Ecologia	

Porquê uma classificação biológica?

Nas atividades do dia-a-dia, e sempre que nos deparamos com uma diversidade de objetos ou de situações, temos a tendência para os/as organizar em grupos ou classificar, mesmo que de uma forma inconsciente. Cada um de nós organiza roupas em roupeiros e gavetas, livros em prateleiras, listas de compras, coleções de selos, etc. e o modo como procedemos a essa organização é uma função de um conjunto de critérios por nós definido, e que depende dos objetos a organizar e do seu contexto.

Estão descritos cerca de 1,5 milhões de organismos diferentes no planeta, embora as estimativas indiquem que muitos mais (ca. 90%) ainda não foram descobertos e descritos (Tabela 2). Para nos referirmos ou estudarmos qualquer um desses organismos, temos de o identificar ou atribuir-lhe um nome, sem o qual qualquer estudo sobre ele feito não terá qualquer significado ou funcionalidade. Para além da atribuição de um nome, procedemos também à sua classificação biológica. A classificação biológica, ou o modo como organizamos os organismos vivos, facilita a nossa compreensão da enorme diversidade biológica e das relações evolutivas entre espécies. Esta compreensão, para além do seu interesse biológico intrínseco, pode ser também visto através de um prisma utilitário, de interligação com outras ciências, como a medicina ou outras.

Ao longo dos tempos, a forma de nomear, ou identificar, os seres vivos e o modo como os organizamos, ou classificamos, tem evoluído - acompanhando o saber que temos da vida, e o desenvolvimento da ciência biológica.

Tabela 2. Números de espécies descritas e estimadas em Terra e nos Oceanos (adaptado de Mora et al., 2011)

<i>Espécies</i>	<i>Terra</i>		<i>Oceano</i>	
	Descritas	Estimadas	Descritas	Estimadas
Eucariotas				
Animalia	953 434	7 770 000	171 082	2 150 000
Chromista	13 033	27 500	4 859	7 400
Fungi	43 271	611 000	1 097	5 320
Plantae	215 644	298 000	8 600	16 600
Protozoa	8 118	36 400	8 118	36 400
<i>Total</i>	1 233 500	8740 000	193 756	2 210 000
Procariotas				
Archaea	502	455	1	1
Bacteria	10 358	9 680	652	1 320
<i>Total</i>	10 860	10 100	653	1320
Total global	1 224 360	8 750 000	194 409	2 210 000

(doi:10.1371/journal.pbio.1001127.g002)

Classificação biológica ao longo da história

Classificação biológica, ou *classificação científica em biologia*, é o método pelo qual os biólogos agrupam e categorizam os organismos em tipos biológicos, como o género ou a espécie. A classificação biológica é uma forma de *classificação científica*. A classificação biológica é atualmente estudada no âmbito da ciência da *Sistemática* biológica.

A classificação biológica moderna tem as suas origens nos trabalhos do Sueco Carl Linné (Carolus Linnaeus, 1707-1778) que agrupou, de uma forma hierárquica, as espécies de acordo com as suas características morfológicas. Estes grupos têm sido, desde então, revistos

com base em novos dados de estudos taxonómicos, e aumentada a sua consistência com o *princípio da ancestralidade comum* de Charles Darwin. Em particular, nas últimas duas décadas os dados de filogenia molecular, que fazem uso de sequências de ADN, têm levado a muitos ajustes na classificação de organismos. Nas seções seguintes iremos aprofundar o historial dos sistemas de classificação biológica, e o que caracterizava cada um deles (Tabela 3).

Tabela 3. Sistemas de classificação

		Tipo de classificação	Período	Alguns autores
Sistemas horizontais	Sistemas artificiais	Empíricos (fase popular)	até ao séc.IV a.C.	
		Racionais (fase aristotélica)	séc.IV a.C.-1500 d.C.	Aristóteles(384-322 a.C.) Teofrasto (372-287 a.C.) Plínio (70 a.C.) Dioscórides (60 a.C.)
		Herbalistas	ca. 1500-1580 d.C.	Otto Brunfels Jerome Bock Leonhart Fuchs
		Metodistas	ca. 1580-1760 d.C.	Andreas Cesalpin (1519-1602) A.Q. Rivinus (1652-1725)
		Pré-Lineanos		J.Pitton de Tournefort (1656–1708) John Ray (1627–1705) Carolus Linnaeus (1707-1778)
	Sistemas naturais	Pós-Lineanos		JB.Lamarck (1744-1829) De Jussieu (1748-1836) Bentham & Hooker
Sistemas verticais	Sistemas filogenéticos	Pós-Darwiniano	1859-1920	
		Período citogenético ou biosistemático	1920-1960	
		Período da revolução taxonómica	após 1960	Engler-Prantl R.Whittaker (1920-1980) A.Cronquist (1919-1992) Angiosperm Phylogeny Group (APG) BioCode

Quadro I. *Classificação biológica, Taxonomia e Sistemática*

Sistemática, Taxonomia, Classificação biológica, e Nomenclatura são conceitos que se relacionam e que importa aqui distinguir. Classificação biológica, Taxonomia e Sistemática são designações que tiveram origem em alturas distintas ao longo da história, e cujo significado por vezes se sobrepõe parcialmente ou totalmente (sendo neste caso utilizados como sinónimos). Estas designações terão tido origem, respetivamente, em ca. 1790, ca. 1813 (por A. Candolle), e ca. 1830 (por J. Lindley) (ver Wilkins, 2011). Contudo, atualmente e geralmente, a *Sistemática biológica* (i.e. Sistemática) é uma área científica mais abrangente que estuda a diversificação evolutiva das formas de vida (passadas e presentes) e as relações de parentesco entre os organismos ao longo do tempo. Em concreto, Michener *et al.* (1970), indicam como objetivos da Sistemática: (i) atribuir nomes científicos aos organismos (Nomenclatura), (ii) descrever os organismos, (iii) preservar coleções de organismos, (iv) fornecer as classificações (Taxonomia ou Classificação biológica), as chaves para a sua identificação e dados sobre as suas distribuições, (iv) investigar as suas histórias evolutivas e (v) considerar a sua adaptação ambiental.

Sistemática, será, no contexto deste módulo, a área científica que se dedica à identificação, taxonomia e nomenclatura dos organismos, no que se refere às suas relações naturais e ao estudo da variação e da evolução da *taxa* (grupos taxonómicos, i.e. em que são classificados os organismos; singular: *taxon*). *Taxonomia* será, neste contexto, a área científica que define a organização dos organismos em grupos taxonómicos, tendo por base as suas características partilhadas, e a atribuição de um nome aos *taxa* (i.e. a nomenclatura). *Classificação biológica* será um sinónimo de taxonomia, embora principalmente referida no contexto histórico dos sistemas de classificação artificial. A *Nomenclatura biológica* será o sistema de atribuição de nomes aos organismos.

Da Antiguidade à Idade Média

Viajando até aos tempos mais remotos, os organismos têm sido sempre agrupados em unidades básicas, como cavalos, gatos, cães e carvalhos. Estes organismos eram

provavelmente classificados, nesses tempos remotos, e do ponto de vista do utilitarismo humano, em “úteis”, “nefastos” ou “inúteis”, e poderiam ser subdivididos criteriosamente em “alimentos”, “venenosos”, “curativos”, “agasalhos”, etc. mas tal não constituía uma classificação de cariz científico. Eram *sistemas de classificação empíricos* baseados na utilidade dos organismos.

A primeira *classificação* biológica *racional* de que se tem conhecimento deve-se ao filósofo Grego Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.; Fig. 1). Os seus estudos e escritos cobrem uma diversidade de matérias, desde a metafísica, poesia, teatro, política, à biologia e zoologia. Aristóteles estudou e classificou os organismos em dois grandes grupos - *animais e plantas* - pelas suas características (ex. postura de ovos, nascimento “vivo”, número de patas, existência de sangue, temperatura corporal, etc.). Com base nas suas inúmeras observações (que incluíram dissecações de organismos, com a exceção dos humanos), os animais eram divididos em “animais com sangue” e “animais sem sangue” (atualmente, vertebrados e invertebrados). Os “animais com sangue” eram ainda subdivididos, em função do modo de reprodução (da mesma forma que Linnaeus fez, posteriormente, com as plantas), em “animais que se reproduziam com descendência viva” (mamíferos e humanos) e “animais que se reproduziam por ovos” (aves e peixes). Quanto aos “animais sem sangue” (atualmente, invertebrados) eram, por sua vez, divididos em insetos, crustáceos (com concha exterior e sem concha exterior) e *testacea* (moluscos). As suas observações foram tão cuidadas que muitas se mantiveram até à atualidade e algumas só no século XIX foram compreendidas e confirmadas. Aristóteles classificou também os organismos, segundo uma “Escala da Vida” hierárquica (*scala naturae*), fortemente baseada nas suas ideias filosóficas, de acordo com a sua complexidade estrutural e funcional, desde as plantas ao homem.¹ Posteriormente, com o aumento gradual do conhecimento, a classificação de animais de Aristóteles tornou-se obsoleta e foi esquecida. No entanto, diversos elementos dessa classificação mantiveram-se até ao século XIX (como indicado atrás). Em particular, do estudos de classificação de Aristóteles resultaram os termos, ainda hoje utilizados, “substância”, “espécie” e “género” (Quadro II).

¹ Aristóteles. História dos Animais
(<http://books.google.com/books?id=rtXJmpDv1pIC&printsec=frontcover#v=twopage&q&f=false>)



Figura 1. Aristóteles (direita) e Platão (esquerda). Detalhe da *Escola de Atenas* de Rafael. O gesto de Aristóteles para a terra, representa a sua crença no conhecimento através de observações empíricas e experimentação.

Quadro II. Classificação de Aristóteles

A classificação filosófica de Aristóteles² pode ser explicada, de um modo sumário, da seguinte forma: a *substância primária* é o ser individual (ex. o António, o Pedro, etc.); a *substância secundária* é o atributo que caracteriza um grupo de substâncias primárias (ex. atributo “homem”, no caso de António, Pedro, etc.) e não apenas um indivíduo isolado.

Espécie é a substância secundária mais apropriada para designar os seus seres individuais. A característica mais abrangente que dois seres individuais, António e Pedro, partilham é o ser “homem”. Esta ideia postula, assim, uma identidade: “homem” é equivalente/igual a todos os seus indivíduos e apenas a esses indivíduos. Os membros de uma espécie diferem apenas em número, mas são de outro modo iguais entre si.

O *género* é uma substância secundária, menos característica e mais lata do que espécie. Assim, por exemplo, o ser humano é um animal, mas nem todos os animais são seres humanos. O género, para Aristóteles, é uma categoria mais inclusiva (os géneros contêm espécies). No pensamento de Aristóteles não há estrutura hierárquica acima de género, e não existe um limite para o número de géneros. A substância secundária que distingue duas espécies, pertencentes ao mesmo género, é a *diferença específica* (“differentiae”): é o somatório das diferenças que é a definição. A definição é assim baseada na questão de “unidade”: a espécie é apenas uma, mas contém muitas “differentiae” (estas ideias estão patentes actualmente nos conceitos de espécie). Assim, por exemplo, o ser humano é definido como o somatório de diferenças específicas: uma substância “animada”, sensível e racional. A definição mais característica contém a espécie e a característica imediatamente mais geral do que espécie é o género: homem é um animal racional.

As *categorias* são os géneros mais importantes, e são em número de dez: uma categoria de substância e nove categorias de “acidentes”, “universais que devem estar “na” substância. As substâncias existem por si próprias, os acidentes existem nas substâncias (e são por exemplo: quantidade, qualidade, etc.). Não existe a categoria superior “ser”, devido a uma questão que apenas foi solucionada por Tomás de Aquino, na Idade Média: a diferença específica não é característica do género. Se o ser humano é um animal racional, então a *racionalidade não é uma propriedade dos animais. A substância não pode, portanto ser um tipo de ser pois não pode ter diferença específica que teria de ser um “não”-ser.*

²Aristóteles. *Categorias* Secção 5 e *Metafísica* Livro 6, embora estes termos sejam usados em diversos escritos.

Ainda neste período, Teofrasto (370–285 a.C.), na continuação dos estudos de Aristóteles de quem era discípulo, escreveu *Historia Plantarum* e *Sobre as causas das plantas*. Nestes estudos, Teofrasto classifica cerca de 500 plantas em função das suas “partes”(estruturas morfológicas), do tipo de reprodução, suas localizações (habitats), dimensão, utilização prática (sumos, resinas, etc.), utilização económica, entre outros. Estas obras constituem a mais importante contribuição para a botânica e a primeira classificação botânica de que existe conhecimento, na Antiguidade e até à Idade Média.

A questão do “ser” ocupou a atenção dos filósofos Escolásticos durante o período da Idade Média (séculos IX a XVI). A solução de Tomás de Aquino (1395 – 1455), designada por *analogia do ser*, estabeleceu o campo da ontologia (que trata do *ser* concebido como tendo uma natureza comum e inerente a todos os *seres*) e estabeleceu a linha de separação entre a filosofia e a *ciência experimental*. A ciência experimental desenvolveu-se, assim, durante o período seguinte – Renascimento - a partir de estudos práticos/experimentais.

Relativamente à nomenclatura das unidades básicas de vida, como os gatos, os cães, os cavalos ou os carvalhos, estas começaram a partir da Idade Média a ser designadas pelos termos em Latim e Grego, dado serem essas as línguas escritas utilizadas pelos eruditos da época. Assim, os carvalhos passaram a ser designados por *Quercus*, os gatos por *Felis* e os cães por *Canis*. Para todos os novos organismos que eram desconhecidos na antiguidade, novos nomes tiveram de ser inventados.

Da Renascença ao Iluminismo

Durante a Renascença, a originalidade tornou-se uma virtude e a invenção da impressão em papel, possibilitou a produção de muitas cópias dos novos livros. O naturalista Suíço Conrad von Gesner (1516–1565) contribuiu grandemente para o desenvolvimento da classificação biológica, com a sua obra *Historiae Animalium*, uma marcante compilação do conhecimento sobre as formas de vida nesse período (Fig.2, Fig.3). A botânica, durante este período era quase sinónimo de herbalismo, e resumia-se fundamentalmente ao estudo das plantas de interesse para o ser humano, como alimento e como medicamento.



Figura 2. Conrad von Gesner (1516-1565), naturalista Suíço. (*Galerie des naturalistes* de J. Pizzetta, Ed. Hennuyer, 1893)



Figura 3. (a) Porco-espinho, do volume I de *Historiae animalium* (Zurique, 1551); (b) *Frugaria vesca* em *Conradi Gesneri Historia plantarum*.

A exploração do Novo Mundo pelos Europeus trouxe ao seu conhecimento uma infinidade de novos organismos – plantas e animais – que necessitavam de descrição e de classificação (Fig. 4). Os sistemas de classificação até então utilizados tornavam difícil o estudo e localização de novos espécimes nas coleções biológicas existentes, cuja extensão

aumentava, de um modo quase caótico. Assim, e frequentemente, a indivíduos da mesma espécie de planta ou de animal eram dados nomes distintos, pelo simples facto de existirem demasiados exemplares biológicos nas coleções.



Figura 4. Planisfério de Cantino (1502), a mais antiga carta náutica portuguesa conhecida, mostrando o resultado das viagens de Vasco da Gama à Índia, Colombo à América central, Gaspar Corte-Real à Terra Nova e Pedro Álvares Cabral ao Brasil.

Era necessário um sistema de classificação que agrupasse os espécimes biológicos de modo mais eficiente. Entretanto, no fim do século XVI e início do XVII, começou a ser prática comum, entre os estudiosos, proceder a um estudo mais metuculoso dos animais (Fig.5). Este estudo, dirigido inicialmente a grupos de animais semelhantes entre si, foi gradualmente alargado a outros animais, de modo a formar um conhecimento profundo que servisse de base anatómica para a sua classificação. O avanço na classificação de animais deveu-se em grande parte aos estudos de médicos anatomistas como Hieronymus Fabricius (1537–1619), Petrus Severinus (1580–1656), William Harvey (1578–1657) e Edward Tyson (1649–1708). O avanço na classificação biológica deveu-se também aos estudos dos primeiros entomologistas e primeiros microscopistas, como Marcelo Malpighi (1628–1694), Jan Swammerdam (1637–1680) e Robert Hooke (1635–1702). As obras do juiz e filósofo Lorde Monboddo (1714–1799), figura do Iluminismo Escocês, contribuíram também, ilustrando um conhecimento aprofundado das inter-relações entre as espécies, e que pressagiaram a teoria da evolução³.

³Monboddo. "*Nomina Circumscribentia Insectorum*".

Durante todo este período verificou-se, assim, um intenso desenvolvimento do conhecimento sobre os sistemas biológicos, especialmente no que se refere aos animais.

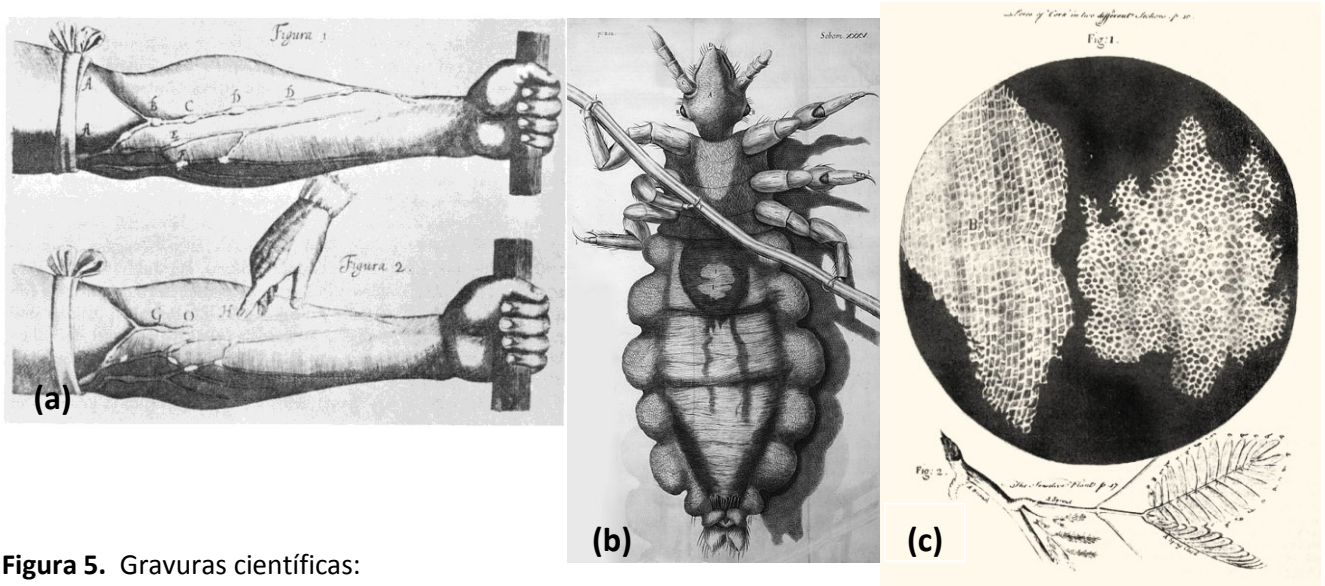


Figura 5. Gravuras científicas:

(a) veias (Harvey. 1628. *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*) (b) piolho e (c) células de cortiça (Hooke. 1665. *Micrographia*).

Os Metodistas

Desde finais do século XV que diversos autores se começaram a preocupar com aquilo que designavam por *methodus* (método) – termo pelo qual indicavam o arranjo/organização do mundo natural - minerais, plantas e animais - de acordo com os princípios de uma classificação racional. O termo *metodista* (equivalente ao sistemata da atualidade) foi cunhado por Carl Linnaeus, na sua obra *Bibliotheca Botanica* (1736), para designar os autores naturalistas que se preocupavam com os princípios da classificação (em contraste com os *coleccionadores* que se interessavam principalmente com a descrição de plantas, sem denotarem preocupação com a sua organização em géneros, etc.). Alguns dos primeiros e notáveis *metodistas* foram: o filósofo, médico, e botânico Italiano, Andrea Caesalpino, o naturalista Inglês John Ray, o médico e botânico Alemão Augustus Quirinus Rivinus, e o médico e botânico Francês Joseph Pitton de Tournefort.

Andrea Cesalpino (1519–1603), na sua obra *De plantis libri XVI* (1583), propôs o primeiro arranjo metodológico de plantas (Fig.6) de cerca de 1500 espécies. Cesalpino dividiu as

plantas em 15 “géneros superiores”, com base nas características estruturais dos troncos, das sementes e dos frutos, em vez de alfabeticamente ou pelas suas propriedades medicinais, como era usual à época. Cesalpino foi também pioneiro nos estudos de botânica, entre outros aspetos pelas suas descrições morfológicas pormenorizadas (em especial de flores, frutos e sementes), antes da invenção do microscópio, e pela seleção dos órgãos de frutificação como base para o seu sistema de classificação botânico, e ainda por ter sido um dos primeiros estudiosos a constituir um herbário.

John Ray (1627–1705) foi um naturalista Inglês que publicou obras importantes tanto em zoologia, como em botânica, entre outras. A sua classificação das plantas (cerca de 18 000 espécies), na obra *Historia Plantarum* (1686), constituiu outro passo importante para o desenvolvimento da taxonomia moderna de plantas. Ray rejeitou o sistema de divisão dicotómica em uso na época, pelo qual as espécies botânicas eram classificadas de acordo com um sistema pré-concebido, e classificou as plantas de acordo com as semelhanças e diferenças morfológicas, que emergiam da sua observação. Na sua classificação, as plantas eram divididas em dois grandes grupos: Herbáceas e Árvores. As herbáceas eram subdivididas em Imperfeitas (criptogâmicas) e Perfeitas (plantas com semente), sendo estas últimas ainda subdivididas em monocotiledóneas e dicotiledóneas. As árvores eram também, por sua vez, subdivididas em monocotiledóneas e dicotiledóneas. Ray desenvolveu, assim, um *empirismo científico*⁴ ao contrário do racionalismo dedutivo da filosofia Escolástica. John Ray foi, ainda, o primeiro a dar uma definição biológica do termo *espécie*⁵.

⁴ O empirismo é uma teoria do conhecimento que suporta a ideia de que o conhecimento se forma por via experimental; o empirismo é uma parte essencial do processo de investigação científica que enfatiza ao papel da experiência e da evidência/observação, através das percepções sensoriais.

⁵ em *Historia plantarum generalis*, Tomo I (1686) (referenciado em Mayr, E. 1982).

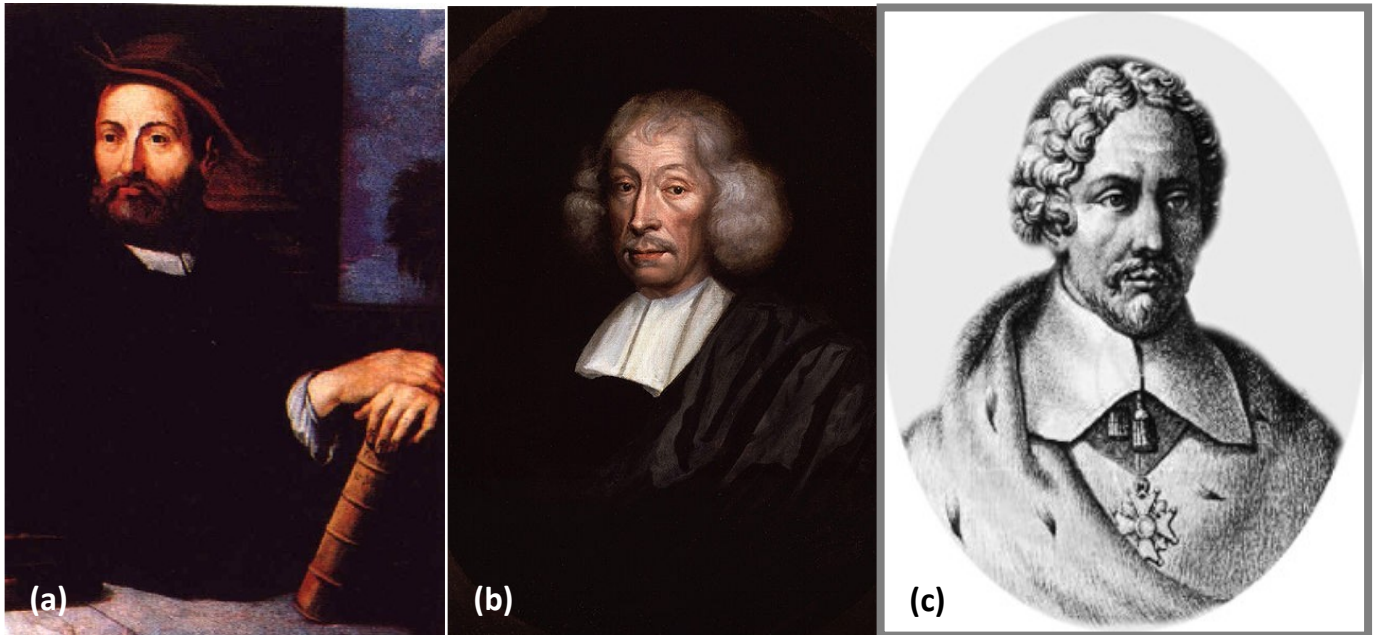


Figura 6. (a) Andrea Cesalpino (1519–1603), (b) John Ray (1627–1705) e (c) Joseph Pitton de Tournefort (1656–1708).

Os sistemas de classificação desenvolvidos por Cesalpino e por Ray utilizavam os nomes tradicionais das plantas, e portanto o nome da planta não reflectia a sua posição taxonómica (por ex. no *methodus* de John Ray, a macieira e o pessegueiro pertenciam a “*géneros superiores*” distintos, contudo ambas retiveram os seus nomes tradicionais, respetivamente *Malus* e *Malus persica*). Rivinus e Pitton de Tournefort deram um novo passo em frente na classificação botânica ao tornarem o *género* uma categoria distinta na hierarquia taxonómica, e ao introduziram o hábito de nomear as plantas de acordo com o género a que pertenciam.

Augustus Quirinus Rivinus (1652–1723), médico e botânico Alemão, apresentou uma classificação das plantas que se baseava nas características morfológicas dos seus órgão reprodutores – as flores – e introduziu a categoria de classificação *ordem* (correspondente ao “*género superior*” de John Ray e de Andrea Cesalpino). Rivinus foi o primeiro a abolir a antiga divisão das plantas em herbáceas e árvores, e insistiu em que o *methodus* mais correto de divisão devia ser baseado *apenas* nas características das suas estruturas reprodutoras. Rivinus usou extensivamente as *chaves dicotómicas* (Quadro III) para definir as *ordens* e os *géneros* de plantas, criando a base do sistema de identificação hoje usado.

Quadro III. Chaves dicotómicas

A chave dicotómica é uma ferramenta que permite ao seu utilizador determinar a identidade de qualquer item do mundo natural. Na realidade, podem fazer-se chaves dicotómicas para a classificação de qualquer coisa, e não apenas daquelas do mundo natural. A chave consiste de uma série de escolhas que levam o seu utilizador a identificar o item desconhecido. O termo "dicotómica" significa "dividir em duas partes" e portanto as chaves dicotómicas fornecem sempre duas opções em cada um dos seus passos sequenciais. No caso de chaves em que existam passos que fornecem mais do que duas escolhas, as chaves são policotómicas. As chaves dicotómicas (e policotómicas) são tipicamente apresentadas na forma de tabelas ou de diagramas. Por exemplo, uma chave dicotómica para identificação de minerais e um diagrama para identificação de objectos pessoais num quarto são apresentados em baixo.

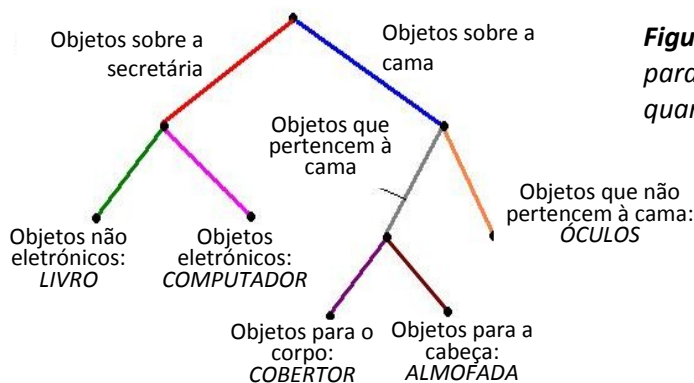


Figura 7. Exemplo de um diagrama para classificar os objetos num quarto.

Tabela 4. Chave para musgos que crescem em muros, baseada em características morfológicas (de http://ptflora.up.pt/img/publicacoes/27/marinhagrande_briofitas.pdf).

Chave dicotómica para espécies mais comuns de briófitas que crescem em muros	
1. Hepática folhosa.....	<i>Radula complanata</i>
Musgo	2
2. Filídeos complanares	<i>Fissidens dubius</i>
Filídeos não complanares	3
3. Planta acrocárpica	4
Planta pleurocárpica	6
4. Ápice dos filídeos cuculado	<i>Trichostomum crispulum</i>
Ápice dos filídeos não cuculado	5
5. Filídeos enrolados em espiral (em estado seco)	<i>Didymodon vinealis</i>
Filídeos encaracolados (em estado seco)	<i>Didymodon insulanus</i>
Filídeos direitos (em estado seco).....	<i>Didymodon acutus</i>

A classificação botânica de Rivinus (em comum com o desenvolvido por Pitton de Tournefort) aplicou consistentemente a regra de nomenclatura em que a designação das plantas incluídas num determinado género deveria começar com o mesmo *nome genérico*. Nos géneros que abarcassem mais de uma espécie, a primeira espécie descrita seria nomeada apenas pelo *nome genérico*, e as seguintes incluiriam o nome genérico seguido da uma *differentiae specifica* (que consistia numa curta frase de diagnóstico dessa espécie).

Joseph Pitton de Tournefort (1656–1708), botânico Francês, introduziu um sistema hierárquico de classificação mais sofisticado com *classe, secção, género e espécie*. Foi o primeiro a utilizar, de um modo consistente, os nomes de espécies constituídos uniformemente de um nome genérico e de uma frase de diagnóstico polinomial, ou *differentiae specifica*. Ao contrário de Rivinus, Pitton de Tournefort utilizava *differentiae specifica* em todas as espécies dos géneros politípicos.

Este sistema de nomenclatura, em que o nome de cada espécie é composto pelo nome genérico (género) ao qual se segue uma série de termos descritivos, designa-se por ***nomenclatura polinomial***. Assim, por exemplo, um dos nomes dados à abelha europeia foi *Apis pubescens, thorace subgriseo, abdomine fusco, pedibus posticis glabris utrinque margine ciliates*, que descreve a morfologia do tórax, abdómen e patas. Um outro exemplo, *Plantago major*, popularmente conhecida por vezes como Tanchagem ou Erva-dos-sete-castelos, foi nomeada *Plantago foliis ovatus glabris*, que descreve as folhas como ovadas sem pelo. Ora, um sistema de nomenclatura polinomial, com nomes descritivos complexos, resultava frequentemente em situações em que uma mesma espécie era nomeada de formas diversas por diferentes estudiosos: as espécies não tinham um nome único pelo qual fossem facilmente identificadas. Tornava-se, assim, cada vez mais importante o delinear de um sistema de classificação e nomenclatura biológica alternativo e mais eficiente.

Até este ponto, os sistemas de classificação biológica, e em particular, o sistema de classificação polinomial, cumpriam duas funções distintas - (i) designar ou nomear a espécie, e (ii) servir de diagnóstico para a identificação da espécie. Contudo, o número crescente de espécies descobertas e descritas, e o aprofundar do conhecimento de cada uma delas, tornou os nomes polinomiais cada vez mais complexos. Desta forma, o sistema

de classificação tornou-se ineficaz por comportar duas funções que se tornaram incompatíveis.

A Taxonomia de Linnaeus

Carolus Linnaeus (1707-1778), um médico, botânico e zoólogo Sueco, desenvolveu um sistema de classificação mais simples, durante o seu trabalho enciclopédico de classificação do mundo natural (Fig.8). Na sua obra *Systema Naturae* (1735; com 12 edições durante o seu tempo de vida) dividiu a natureza em três reinos - mineral, vegetal e animal – cujos elementos constituintes descreveu e sistematizou. Nesta, Linnaeus introduziu uma classificação hierárquica do mundo vivo em cinco categorias: *classe, ordem, género, espécie, e variedade*.

Linnaeus utilizou o sistema de nomenclatura polinomial, mas desenvolveu paralelamente um sistema de nomenclatura “curto”, de referência das espécies que consistia de apenas dois termos: género e nome trivial (*nominen triviale*). Por exemplo, a abelha europeia era, neste sistema, designada por *Apis mellifera* (em substituição da designação longa e



Figura 8. Carolus Linnaeus, em traje tradicional do povo Sami da Lapónia, usado nas suas expedições de campo (1853).

descritiva anteriormente utilizada). O objetivo deste sistema simplificado era facilitar a sua utilização para fins educativos e de trabalhos de campo.

Assim, no fim da década de 1740, Linnaeus inscrevia sistematicamente os *nomina trivialia*, em paralelo com a respetiva designação clássica polinomial. Cada nome trivial consistia de um ou dois epítetos, colocados na margem da página, junto da designação polinomial. Linnaeus aplicou duas regras a esta nomenclatura paralela: (i) os nomes triviais deviam ser curtos e únicos (dentro do género em que se integravam), e (ii) os nomes triviais não deviam ser alterados se o enquadramento taxonómico fosse alterado.

Para além disso, ao longo dos seus trabalhos,

Linnaeus abandonou os nomes longos e descritivos de classes e de géneros e substituiu-os por designações uninominais; cada género passou, então, a ser acompanhado pela sua descrição detalhada (*characteres naturales*). Linnaeus clarificou e reduziu a extensão das designações polinomiais, eliminando descrições supérfluas, introduzindo novos termos descritivos e definindo o seu significado com uma precisão sem precedentes. Para além disso, reduziu numerosas variedades às suas espécies.

Linnaeus aplicou, de forma metódica e consistente, a nomenclatura com *nomina trivialia*, em paralelo à nomenclatura polinomial, a todas as espécies botânicas em *Species Plantarum* (1753; Fig. 9) e às espécies de animais na sua 10ª edição de *Systema Naturæ* (1758)(cerca de 13.000 espécies).

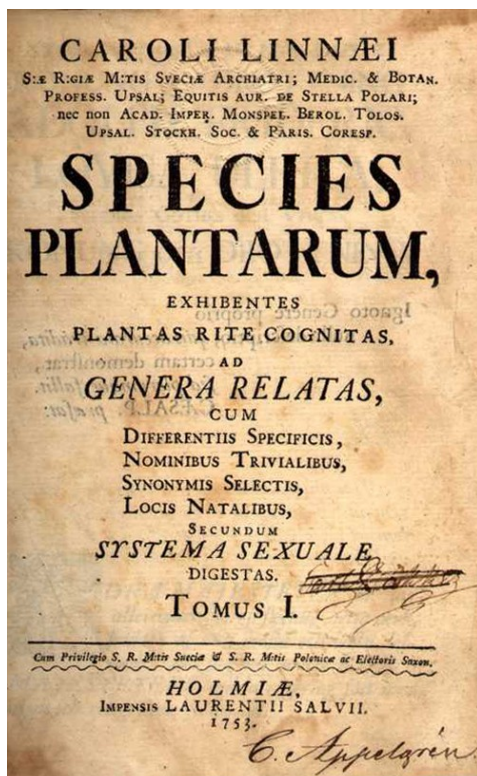


Figura 9. Capa da 1ª edição de *Species Plantarum* (1753) de Carolus Linnaeus.

A simplificação e a precisão introduzidas por Linnaeus, ao longo dos seus trabalhos, tanto a nível da nomenclatura como da descrição de espécies, permitiu tornar possível e eficaz o processo de sistematização das espécies, o que era difícil com sistema de nomenclatura polinomial. Com o uso da sua nomenclatura curta, de um modo sistemático, Linnaeus separou a nomenclatura da taxonomia (até então a sistemática englobava os dois campos).

Apesar dos dois modos de designação - nomes descritivos polinomiais e *nomina trivialia* - serem usados, em paralelo, até ao fim do século XVIII, o sistema polinomial foi gradualmente substituído pela prática comum da utilização da designação curta que combinava o nome genérico e o nome trivial da espécie.

No século XIX a nova prática de nomenclatura foi codificada nas primeiras Regras e Leis de Nomenclatura, e a 1ª edição de *Species Plantarum* e a 10ª edição de *Systema Naturæ* foram escolhidas como as datas de início para a Nomenclatura Botânica e Zoológica, respetivamente. Esta convenção para a nomenclatura das espécies é referida como a

nomenclatura binomial e o nomes das espécies formulados de acordo com o método de Linnaeus é o *nome científico* da espécie.

O sistema de classificação das plantas e animais apresentado por Linnaeus era baseado num número limitado de características estruturais (por exemplo, no caso das plantas, as estruturas florais). Era assim, um *sistema de classificação artificial* (que agrupa plantas por características que não são necessariamente representativas da sua proximidade), e não um sistema de classificação natural (que espelha as relações naturais entre os organismos).

A Taxonomia hierárquica

Nas décadas que se seguiram a Linnaeus, os taxonomistas começaram a agrupar os géneros em categorias maiores e mais inclusivas: as *famílias*. A associação destas famílias foi feita de modo a refletir relações observáveis dos géneros nelas incluídos. Assim, os carvalhos (*Quercus*), faias (*Fagus*) e Castanheiros (*Castanea*) são incluídos na família *Fagaceae* por partilharem as características dessa família. O sistema taxonómico desenvolveu-se, e passou a apresentar novas categorias mais inclusivas. As famílias agruparam-se em *ordens*, as ordens em *classes*, as classes em *filos* (por razões históricas, os filos podem ser designados *divisões* no caso das plantas, fungos e algas), e os filos em *reinos* (Tabela 5).

Tabela 5. Exemplos da classificação biológica de três organismos

Categoria	Homem	Abelha	Sobreiro
Reino	Animalia	Animalia	Plantae
Filo	Chordata	Arthropoda	Anthophyta
Classe	Mammalia	Insecta	Dycotiledonea
Ordem	Primates	Hymenoptera	Fagales
Família	Hominídeos	Apidea	Fagaceae
Género	<i>Homo</i>	<i>Apis</i>	<i>Quercus</i>
Espécie	<i>Homo sapiens</i>	<i>Apis mellifera</i>	<i>Quercus suber</i>

Nos séculos que se seguiram, em particular durante a segunda metade do século XX, com o desenvolvimento das diversas técnicas analíticas (ex. eletroforese, cromatografia, etc.) o

conhecimento biológico aumentou intensamente, passando às escalas celular e molecular. A evolução deste conhecimento permitiu novos arranjos de classificação biológica, entre os quais se destacam os sistemas de Haeckel (1866), Chatton (1925), Copeland (1938), Whittaker (1969), Woese *et al.* (1977), Woese *et al.*, (1990), e Cavalier-Smith (2004) (Tabela 6).

Tabela 6. Relações entre os principais sistemas de classificação biológica propostos.

Linnaeus (1735) 2 reinos	Haeckel (1866) 3 reinos	Chatton (1925) 2 impérios	Copeland (1938) 4 reinos	Whittaker (1969) 5 reinos	Woese <i>et al.</i> (1977) 6 reinos	Woese <i>et al.</i> (1990) 3 domínios	Cavalier-Smith (2004) 6 reinos
Não tratados	Protista	Prokaryota	Monera	Monera	Eubacteria	Bacteria	Bacteria
					Archaeobacteria	Archaea	
Plantae	Plantae	Eukaryote	Protocista	Protista	Protista	Eucarya	Protozoa
				Fungi	Fungi		Fungi
			Plantae	Plantae	Plantae		Plantae
Animalia	Animalia		Animalia	Animalia	Animalia		Animalia

A classificação científica dos organismos, apresentada por Carolus Linneaus (1735), considerava os organismos divididos em 2 reinos: Plantae e Animalia. A descoberta dos organismos unicelulares microscópicos (com desenvolvimento dos microscópios) deu origem a um novo sistema de classificação, apresentado em 1866 por *Ernst Haeckel*. Neste, as formas unicelulares com movimento foram colocadas no filo Protozoa, enquanto que as formas unicelulares com clorofila e as bactérias foram colocadas em divisões do reino Plantae. O novo Reino Protista acomodava as restantes formas unicelulares (Fig. 10).

O desenvolvimento da microscopia, e em particular do microscópio electrónico, revelou a existência de importantes distinções entre organismos unicelulares, que levou à distinção entre *procariotas* (Gr. *pro*, antes + *karyon*, núcleo; células sem núcleo individualizado) e *eucariotas* (Gr. *eu*, bom ou verdadeiro + *karyon*, núcleo; células com núcleo individualizado). Assim, em 1938, *Herbert Copeland* propôs uma classificação de 4 reinos em que os organismos unicelulares procariotas se classificavam no reino Monera e os unicelulares eucariotas formavam o reino Protista.

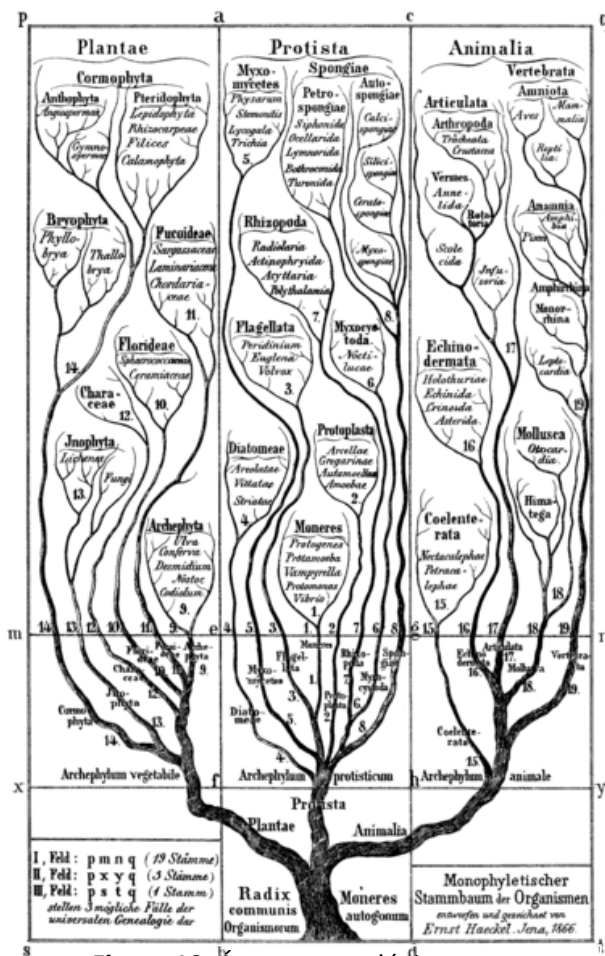


Figura 10. Árvore genealógica proposta por Ernst Haeckel (1866).

A importância biológica da distinção entre células eucariotas e procariotas tornou-se gradualmente de relevo, e na década de 1960, tornou-se popular a proposta de classificação de Édouard Chatton, de 1925 (que à sua data não teve impacto na comunidade científica). No sistema de classificação de Chatton, a vida era classificada em dois impérios - Prokaryota e Eukaryota: no império Prokaryota reuniam-se todos os organismos procariotas, e no império Eukaryota todos os eucariotas. Este último dividia-se nos 3 reinos Protista, Plantae, e Animalia.

A classificação de Robert Whittaker (1969) reconhecia as grandes diferenças entre os fungos e os outros organismos e reunia-os no reino Fungi, separados dos restantes. A

classificação de 5 reinos apresentada por Whittaker baseava-se fundamentalmente nas diferenças de tipos de nutrição: reino Plantae (multicelulares autotróficos), reino Animalia (multicelulares heterotróficos), reino Fungi (multicelulares saprófitas), reino Protista (unicelulares eucariotas) e reino Monera (unicelulares procariotas).

A partir da década de 1970, os estudos de comparação ao nível molecular, inicialmente dos genes ribossomais de ARN (*rARN*) e mais recentemente de ADN, passaram a ser um factor prioritário nos estudos de taxonomia biológica (ver secção seguinte). Com estes estudos, o critério de semelhança genética passou a ser mais relevante do que o critério de semelhanças morfológicas, bioquímicas, comportamentais e outras, utilizado até então: a taxonomia passou a ser uma *taxonomia filogenética*. Baseados nestes estudos, verificou-se que os procariotas (reino Monera) eram formados por dois tipos de células procariotas tão distintas entre si, como os procariotas eram distintos das células eucariotas. *Carl Woese*

(1977) apresentou, assim, um sistema de classificação em 6 reinos, em que o reino Monera era dividido em dois reinos: *Eubacteria* (Gr. *eu*, bom ou verdadeiro + *bacteria*, bactéria; bactérias verdadeiras), *Archaeobacteria* (Gr. *archae*, antiga + *bacteria*, bactéria; bactérias antigas), Protistas, Plantae e Animalia. Os seus estudos posteriores confirmaram as profundas diferenças entre Eubactérias, Archaeobacterias e Eucariotas e resultaram no esquema de classificação em 3 domínios (1990): Bacteria, Archaea e Eucarya. Os sistemas de classificação apresentados em 1977 e 1990 por Woese e seus colaboradores são taxonomia filogenéticas ao contrário das anteriores que se baseavam em critérios clássicos.

Mais recentemente, *Thomas Cavalier-Smith*, baseado em estudos de cladística, propôs um novo sistema de classificação de 6 reinos em que considera que Bacteria e Archaea formam uma clade única, no reino Bacteria, e em que o reino Protista (anteriormente) se divide em duas clades formando os reinos Protozoa e Chromista.

Sistemas de classificação modernos

Enquanto que a classificação de Linnaeus foi desenvolvida para facilitar a identificação de espécies e criar uma forma de arquivo eficiente das espécies biológicas, os sistemas de classificação biológica atuais procuram que a classificação biológica reflecta o *princípio da ancestralidade comum* de Darwin, ou seja deve refletir os parentescos evolutivos e a proximidade genética entre os indivíduos.

O sistema de classificação atualmente dominante usa a taxonomia de Linnaeus que faz uso de (i) categorias taxonómicas - Domínio, Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Género, Espécie (Fig.11), e (ii) nomenclatura binomial. A classificação, taxonomia e nomenclatura de organismos é atualmente regulada por acordos internacionais como o *Código Internacional de Nomenclatura Botânica*, o *Código Internacional de Nomenclatura Zoológica* e o *Código Internacional de Nomenclatura Bacteriológica*, para as plantas, animais e bactérias, respectivamente. No sentido de uniformizar os códigos de nomenclatura destas três áreas biológica foi publicado em 1997, o *BioCódigo* (“BioCode”) que começou gradualmente a ser adotado a partir de 2011 (Hawksworth, 2011).

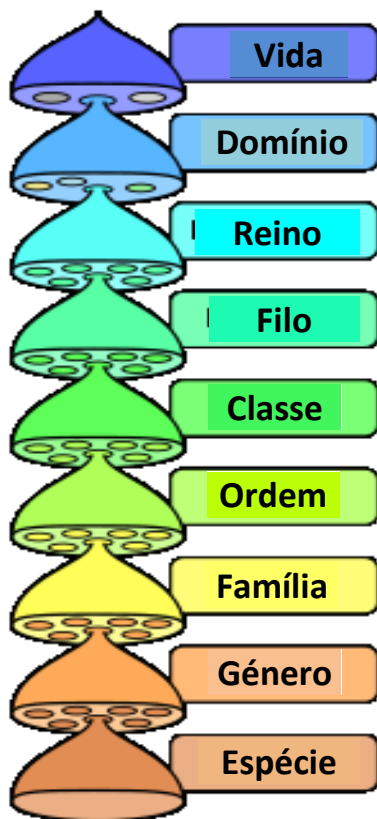


Figura 11. Esquema hierárquico das 8 principais categorias taxonómicas da classificação biológica.

Não entrando nos casos específicos de cada código de nomenclatura, podemos exemplificar o *nome científico* de um organismo *animal*, vulgarmente conhecido por lobo: *Canis lupus*. As quatro regras fundamentais na nomenclatura de zoológica são:

1. O nome é escrito em Latim, ou latinizado, e em itálico (quando manuscritos o nome é sublinhado);
2. O nome do género (*Canis* em *Canis lupus*) é capitalizado e composto por um termo único;
3. O nome da espécie (*lupus* em *Canis lupus*) pode ser composto por um termo único (como em *lupus*) ou um termo composto (uma palavra nova composta por duas palavras);
4. Crédito por autoria do nome do organismo é dado à pessoa que primeiro o publica com uma descrição precisa e que permite a identificação inequívoca do organismo (o exemplo em cima não o indica).

Desde a década de 1960 que os estudos de taxonomia utilizam os métodos estatísticos, para construir os sistemas de classificação biológica. Esta área científica, iniciada por Robert R. Sokal e Peter H.A. Sneath (1963) designa-se por *taxonomia numérica*, e dividiu-se inicialmente nos campos da *fenética* e da *cladística*. Ambas as áreas - fenética e cladística - e suas metodologias, foram inicialmente propostas com o objectivo de estudar as relações evolutivas e de, assim, estabelecer a proximidade genética entre os organismos.

Na atualidade estes dois campos da taxonomia numérica diferem:

- A fenética constrói sistemas de classificação biológicos baseados em padrões de “semelhanças globais” fenotípicas (*i.e.* características observáveis e mensuráveis: morfologia, fisiologia, bioquímica, comportamento, etc.) dos organismos. A classificação fenética usa diagramas – *fenogramas* - para evidenciar o padrão de semelhanças e proximidade entre categorias taxonómicas;

- A cladística, agora também designada por sistemática filogenética, constrói sistemas de classificação biológica, baseados principalmente em dados de sequências genéticas, e procura assim estabelecer as relações filogenéticas directas entre os organismos. A classificação cladística usa diagramas – *cladogramas* para mostrar as *relações de ancestralidade* entre as espécies.

A classificação cladística procura classificar as espécies de organismos em grupos, designados *clades*. Cada clade consiste do conjunto de organismos que descendem de um organismo ancestral comum, e do próprio ancestral comum. Por exemplo as aves, dinossáurios, crocodilos, e os outros descendentes (vivos ou extintos) do seu ancestral comum mais recente formam uma clade. Os *cladogramas* (mais recentemente designados por árvores filogenéticas) usados na classificação cladística mostram as *relações de ancestralidade* entre as espécies; estas relações são interpretadas como as *relações evolutivas*, ou *filogenia*, entre as espécies biológicas. Em sistemática biológica, uma *clade* é um ramo da árvore filogenética (Fig. 12; Quadro IV).

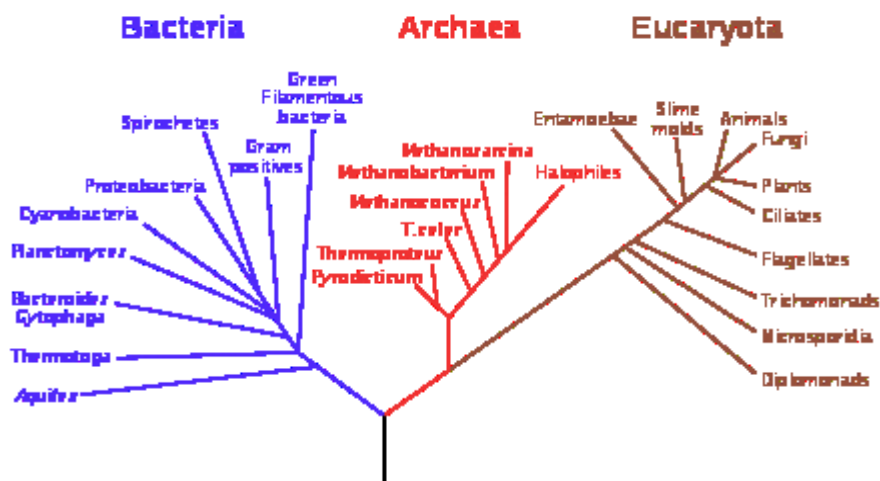


Figura 12. Uma árvore filogenética construída com base em dados de sequências do gene de ARN ribossomal (*rARN*), evidenciando os três domínios Bacteria, Archaea e Eukaryota (Carl Woese *et al.*, 1990).

Quadro IV - Árvores filogenéticas

As relações filogenéticas são ilustradas na forma de diagramas ramificados ou árvores (Fig. 13). Uma árvore filogenética é constituída por ramos que se ligam a nós. Os nós representam unidades taxonómicas como espécies ou géneros, sendo os nós mais externos os organismos vivos.

Uma árvore filogenética pode ter uma escala de tempo. Em alternativa, o comprimento dos seus ramos pode representar o número de alterações genéticas que ocorreram entre dois nós. Uma árvore pode ainda possuir uma *raiz* (a) ou não (b): ambas estabelecem relações filogenéticas, embora a primeira forneça um nó que serve de ancestral comum, e indique uma via evolutiva a partir dele, enquanto que a segunda não o faz.

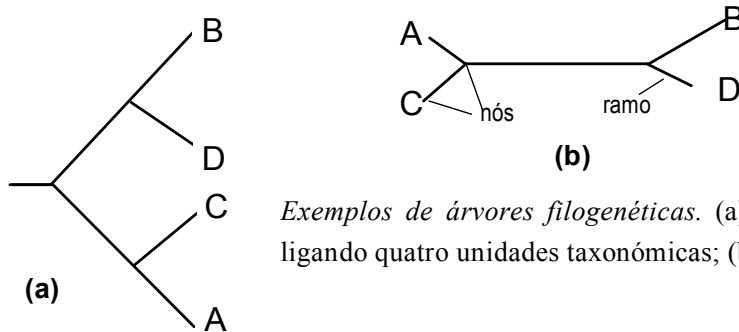


Figura 13.

Exemplos de árvores filogenéticas. (a) Árvore sem raiz, ligando quatro unidades taxonómicas; (b) Árvore com raiz.

As árvores filogenéticas são obtidas por comparação de sequências moleculares. As sequências de nucleótidos dos organismos a estudar são alinhadas, comparadas, e é determinado o número de posições diferentes entre as duas sequências, ao que se chama *distância evolutiva*. Os organismos são seguidamente agrupados em função do grau de semelhança das suas sequências moleculares, com a utilização de métodos de taxonomia numérica.

Referências Bibliográficas

- Cavalier-Smith, T. (2004), "Only six kingdoms of life", *Proc. R. Soc. Lond. B* 271: 1251–62, doi:10.1098/rspb.2004.2705
- Código Internacional de Nomenclatura Zoológica ICZN website (<http://www.iczn.org/>) (Consultado em 12/2010)
- Copeland, H. F. (1956). *The Classification of Lower Organisms*. Palo Alto: Pacific Books.
- Fahd, T. (1996). "Botany and agriculture". p. 815. , in *Morelon, Régis; Rashed, Roshdi* . *Encyclopedia of the History of Arabic Science*. 3. Routledge. ISBN 0415124107
- Hawksworth, D.L. (2011). BioCode 2011. Introduction. (<http://www.bionomenclature.net/biocode2011.html>; consultado em 24 janeiro 2017)
- Monboddó. "Nomina Circumscribentia Insectorum" (<http://www.insecta.bio.pu.ru>. Consultado em 2010.12.2.)
- Mora, C., Tittensor D.P., Adl S., Simpson A.G.B., Worm B. (2011) "How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?" *PLoS Biol.* 9(8): e1001127. doi:10.1371/journal.pbio.1001127
- Whittaker RH .(1969). "New concepts of kingdoms of organisms". *Science* 163 (863): 150–60. doi:10.1126/science.163.3863.150
- Michener, C.D., Corliss, J.O., Cowan, R. S., Raven, P.H., Sabrosky, C.W., Squires, D.S., and G. W. Wharton; G.W., (1970). *Systematics In Support of Biological Research*. Division of Biology and Agriculture, National Research Council. Washington, D.C. 25 pp.
- Mayr, E. (1982). *The growth of biological thought: diversity, evolution, and inheritance*. Cambridge, Mass.: Belknap Press: 256
- Stace, C.A. (2000). *Plant Taxonomy and Biosystematics*, 2nd Ed. Cambridge University Press.
- Wilkins, J.S. (2011) What is systematics and what is taxonomy? (<http://evolvingthoughts.net/2011/02/what-is-systematics-and-what-is-taxonomy/>; consultado em 24 janeiro 2017)
- Woese, C.R., Balch, W.E. Magrum, L.J., Fox, G.E. and Wolfe R.S. (August 1977). "An ancient divergence among the bacteria". *Journal of Molecular Evolution* 9 (4): 305–311. doi:10.1007/BF01796092
- Woese C., Kandler O., Wheelis M. (1990). "Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya". *Proc Natl Acad Sci USA* 87 (12): 4576–9. doi:10.1073/pnas.87.12.4576

Bibliografia

- Atran, S. (1990). *Cognitive foundations of natural history: towards an anthropology of science*. Cambridge, England: Cambridge University Press. ISBN 0521372933.
- Linné, C. von (1735) . *Systema naturae* (1ª ed). Lugduni Batavorum : Apud Theodorum Haak, ex Typographia Joannis Wilhelmi de Groot (<http://www.biodiversitylibrary.org/item/15373#page/1/mode/1up>; consultado em 24 janeiro 2017)
- Linné, C. von (1766-1768) *Systema naturae* (12ª ed) Holmiae:Impensis direct. Laurentii Salvi (<http://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/68927#/summary>; consultado em 24 janeiro 2017)
- Cullen, K.E. (2006). "Carl Linnaeus (1707–1778): binomial nomenclature system". *In* *Biology: The People Behind the Science*. Infobase Publishing. pp. 28–43. ISBN 978-0-8160-7221-7.

Grene, M.; Depew, D.(2004). The philosophy of biology: an episodic history. Cambridge University Press. p. 11. ISBN 978-0-521-64380-1.

Long, G. , ed. (1842). "Theophrastus". Penny cyclopaedia of the Society for the Diffusion of Useful Knowledge. 24. pp. 332–334.

Moberg, R. ed. (2008). Linné online. Uppsala Universitet (www.linnaeus.uu.se/online/index-en.html / <http://www.linnaeus.uu.se/online/sitemap-en.html>), Consultado em 22 janeiro 2017)

Sachs, J.v. e Garnsey, H.E.F. (tradutores); Balfour, I. B. (ed.) (1890). *History of Botany (1530–1860)*. Oxford at the Clarendon Press. pp. 76–78. ([https://en.wikisource.org/wiki/History_of_botany_\(1530-1860\)](https://en.wikisource.org/wiki/History_of_botany_(1530-1860))); consultado em 22 de janeiro 2017).

Schuh, R. T. e A. V. Z. Brower. (2009). *Biological Systematics: principles and applications (2nd edn.)* Cornell University Press.

Singer, C. (1931). *A short history of biology*. Oxford.

Stafleau, F. A. (1971). *Linnaeus and the Linnaeans. The spreading of their ideas in systematic botany, 1753-1789*. Utrecht: Oosthoek.

Citações de figuras

Figura 2. Conrad von Gesner. (*Galerie des naturalistes* de J. Pizzetta, Ed. Hennuyer, 1893 ; de http://en.wikipedia.org/wiki/Conrad_von_Gesner), (Consultado em 12/2010).

Figura 3. Gessner, C. (1551) *Historiae animalium*, vol. I (Zurique) (de <http://archive.nlm.nih.gov/proj/flash/gesner/gesner.html>); *Conradi Gesneri Historia plantarum* (de http://en.wikipedia.org/wiki/Conrad_von_Gesner). (Consultado em 12/2010).

Figura 4. Planisfério de Cantino (1502) (Biblioteca estense universitária de Modena; de http://pt.wikipedia.org/wiki/Descobrimentos_portugueses) (Consultado em 12/2010).

Figura 5. (a) Harvey .1628. *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* (de Rare book room, <http://www.rarebookroom.org/Control/hvyexc/index.html>), (b) e (c) Hooke, 1665, *Micrographia*, de <http://archive.nlm.nih.gov/proj/flash/books.htm>). (Consultado em 12/2010).

Figura 6. de <http://en.wikipedia.org/>. (Consultado em 12/2010).

Figura 7. Carl Linnaeus, retrato de autoria de Hendrik Hollander (1853).(de <http://en.wikipedia.org/>).(Consultado em 12/2010).

Figura 8. Capa da 1ª edição de *Species Plantarum* (1753) de Carl Linnaeus.

(de Biodiversity Heritage Library, <http://www.biodiversitylibrary.org/page/358106#1>).

Figura 9. Árvore genealógica proposta por E. Haeckel (1866). *Generelle Morphologie der Organismen : allgemeine Grundzüge der organischen Formen-Wissenschaft, mechanisch begründet durch die von C. Darwin reformirte Decendenz-Theorie*. Berlin. (de Biodiversity Heritage Library, <http://www.biodiversitylibrary.org/page/358106#1>).