

BIOLOGIA

Botânica

2012/2013

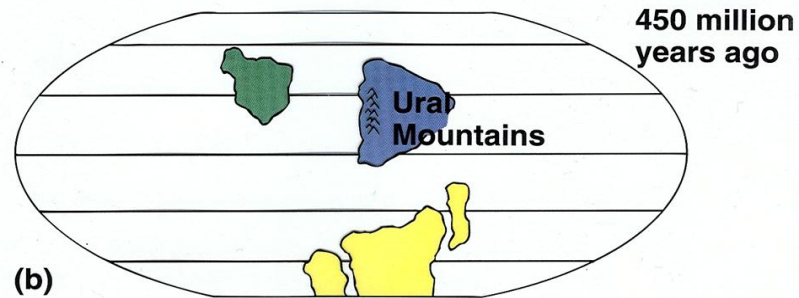
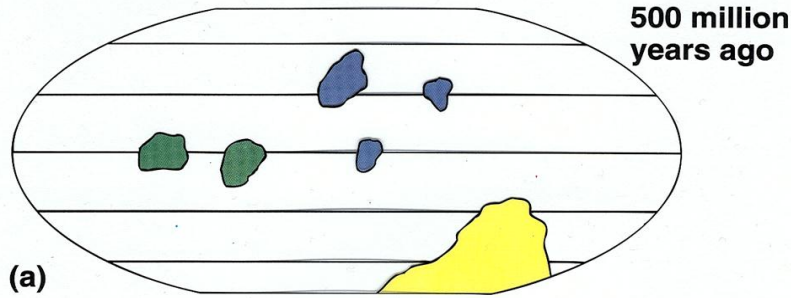
Departamento de Biologia Vegetal

Francisco Carrapiço

(fcarrapico@fc.ul.pt)

<http://azolla.fc.ul.pt/aulas/BiologiaBotanica.htm>

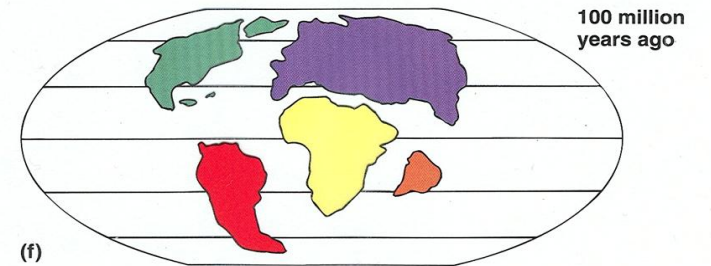
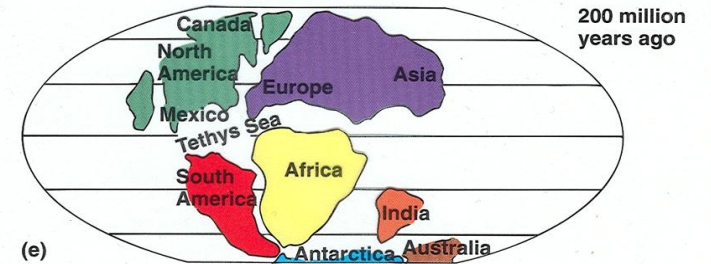
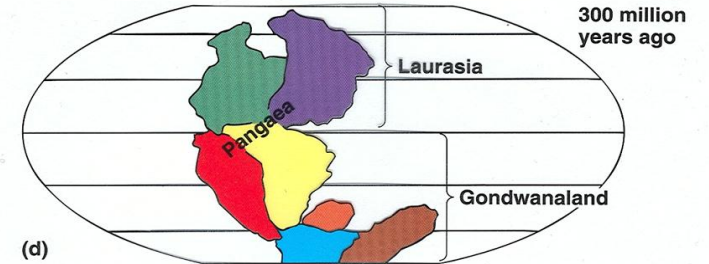




Transparency 147
Overhead Transparencies to Accompany Mauseth: *Botany*, 2/e
Figure 27-8a,b,c

Continental evolution

Page 776
©1995 Saunders College Publishing




Transparency 148
Overhead Transparencies to Accompany Mauseth: *Botany*, 2/e
Figure 27-8d,e,f

Continental evolution

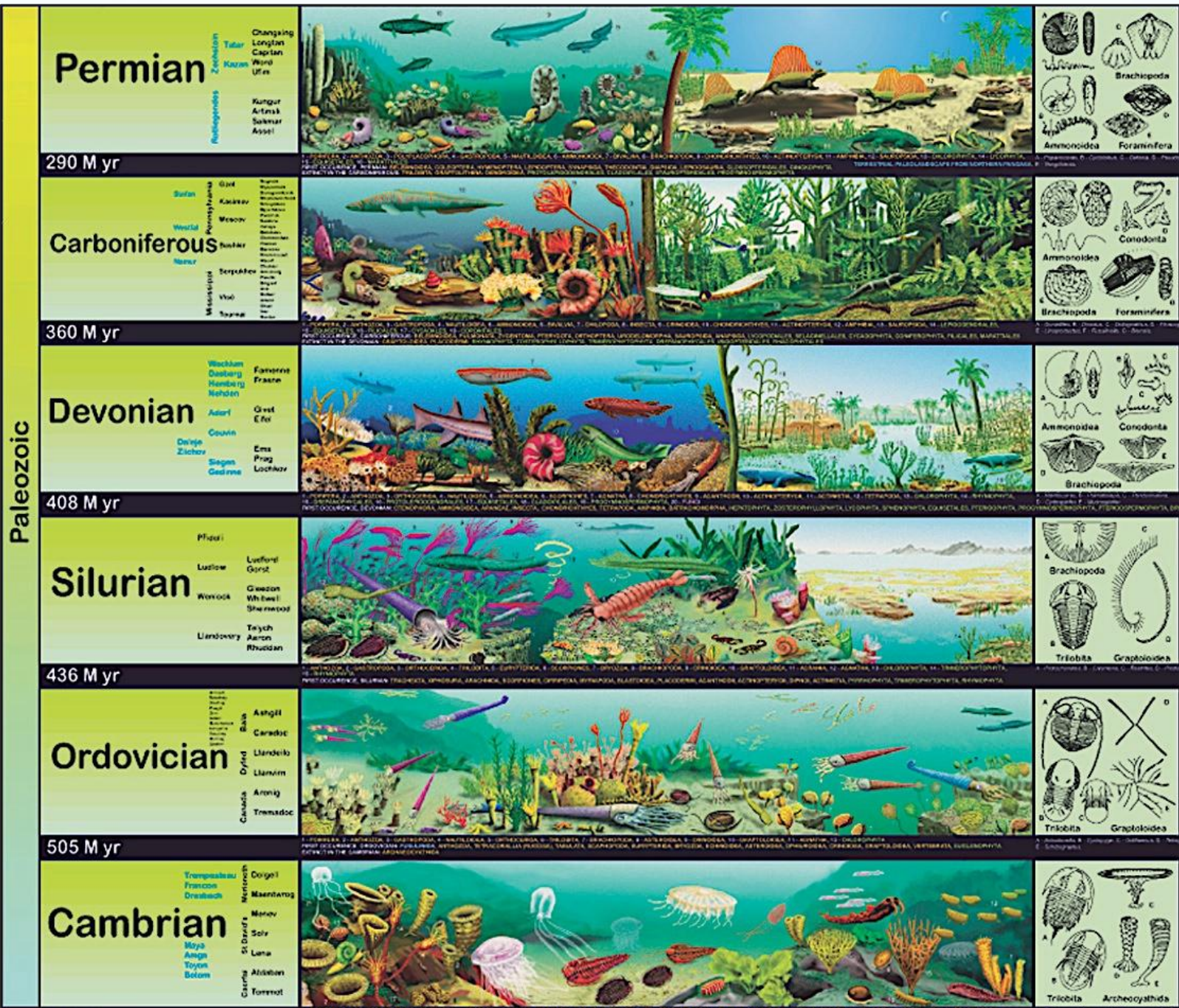
Page 776
©1995 Saunders College Publishing

TABELA CRONOSTRATIGRÁFICA

compilado por 2008 com base em Geological Time Scale 2004 da International Commission on Stratigraphy acessível em <http://www.stratigraphy.org>

Eono-tema	Eratema	Sistema		Ma	
		Período	Época		
F a n e r o z ó i c o	Cenozóico	Quaternário*	Holocénico	0,0115	
			Plistocénico	2,58	
		Neogénico	Pliocénico	5	
			Miocénico	23	
		Paleogénico	Oligocénico	34	
			Eocénico	56	
			Paleocénico	65	
		Mesozóico	Cretácico	K	146
			Jurássico	Malm	
	Dogger				
	Lias - Liásico			200	
	Triásico		T	251	
	Paleozóico	Pérmico	P	299	
		Carbónico	C	359	
		Devónico	D	416	
		Silúrico	S	444	
		Ordovícico	O	488	
		Câmbrico	Є	542	
	Pré-Câmbrico	Proterozóico		2500	
		Arcaico		3960	
	Hadeano				4600

* De acordo com a recomendação ICS e INQUA ao IUGS de Maio de 2007.



Mesozoic

Cretaceous

Senon
Maastricht
Campan
Santon
Coniac
Turon
Cenoman

Cretac.
Alb
Santon
Hauterive
Valangin
Berrias

Neocom



140 M yr

Jurassic

Malm
Tithon
Kimmeridge
Oxford

Dogger
Callov
Bathon
Bajoc
Aalen

Lias
Toarc
Pienobach
Sinemur
Kettang



205 M yr

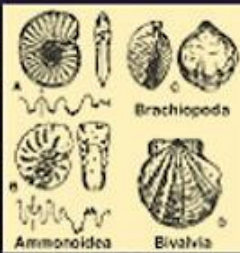
Triassic

Rhaet
Nur
Karn

Ladin
Anis

Spahn
Nammal
Griesbach

Keuper
Bellerophon
Styck





Idade (MA)	Era	Período	Evolução biológica
4600-542	Pré-Câmbrica	Pré-Câmbrico (Arcaico e Proterozóico)	Origem da vida (3,5 mil milhões de anos). Bactérias e cianobactérias. Origem dos eucariotas (1,5 mil milhões de anos). Organismos multicelulares (700 milhões de anos). Aparecimento dos fungos. Aparecimento do oxigénio (2 mil milhões de anos).
542-488	Paleozóica	Câmbrico	Cianobactérias e grupos primitivos de algas, mal conhecidos por escassez de formas fósseis. Evolução dos esqueletos externos nos animais. Diversificação dos phyla. Evolução dos cordados.
488-444		Ordovícico	Primeira grande extinção de organismos. Fósseis mais antigos de crustáceos. Diversificação dos moluscos. Possível invasão inicial da terra pelas plantas.
444-416		Silúrico	Aparecimento das primeiras plantas terrestres.
416-359		Devónico	Era dos peixes. Diversificação das plantas terrestres com o aparecimento de florestas de licopódios e cavalinhas gigantes. Aparecimento dos insectos e das primeiras progimnospérmicas. Extinção de plantas terrestres primitivas.
359-299		Carbónico	Aparecimento dos anfíbios em terra. Dominância das florestas de licopódios e cavalinhas gigantes, bem como de progimnospérmicas e fetos. Origem dos répteis. Era dos dos anfíbios.
299-251		Pérmico	Extinção dos licopódios e cavalinhas gigantes, bem como muitas espécies de pteridófitos. Origem e evolução das gimnospérmicas. Diversificação dos répteis.
251-200	Mesozóica	Triásico	Florestas de gimnospérmicas (coníferas, cicadáceas e ginkgófitas) e fetos dominam a Terra. Aparecimento dos primeiros dinossauros e mamíferos.
200-146		Jurássico	Continuação do domínio das gimnospérmicas. As cicadáceas atingem o apogeu. Aparecimento das aves.
146-65		Cretácico	Aparecimento das angiospérmicas e de muitos grupos de insectos. Aparecimento das primeiras árvores com flor. Era dos répteis. Extinção dos dinossauros no final deste período.
65-2,58	Cenozóica	Terciário	Continuação da evolução das angiospérmicas e expansão das espécies herbáceas.
2,58-		Quaternário	As glaciações são responsáveis pela extinção e distribuição de numerosas espécies de plantas. Acção do homem.

Sucessão dos principais grupos biológicos ao longo das eras geológicas



Datação das rochas

Fósseis
+
Isótopos radioactivos

^{14}C ($^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$) fósseis < 50000 anos

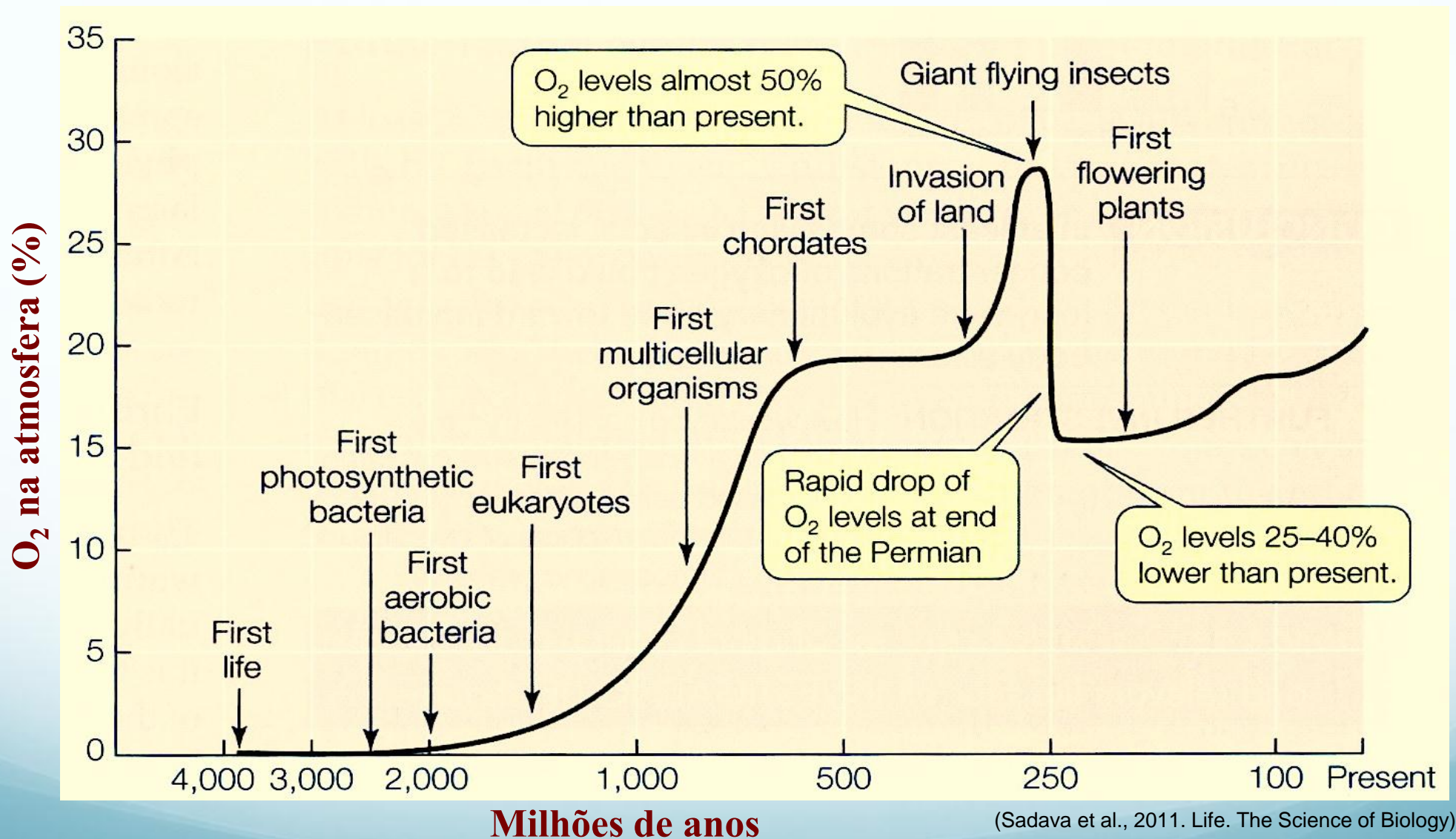
(5700 anos semi-vida)

^{40}K rochas vulcânicas > 50000 anos

(1,3 mil milhões anos semi-vida)

Datação paleomagnética

Evolução da concentração de O₂ na atmosfera terrestre



(Sadava et al., 2011. Life. The Science of Biology)

Evolução do Nível do mar e Temperatura média ao longo da história da Terra

● Extinções maciças



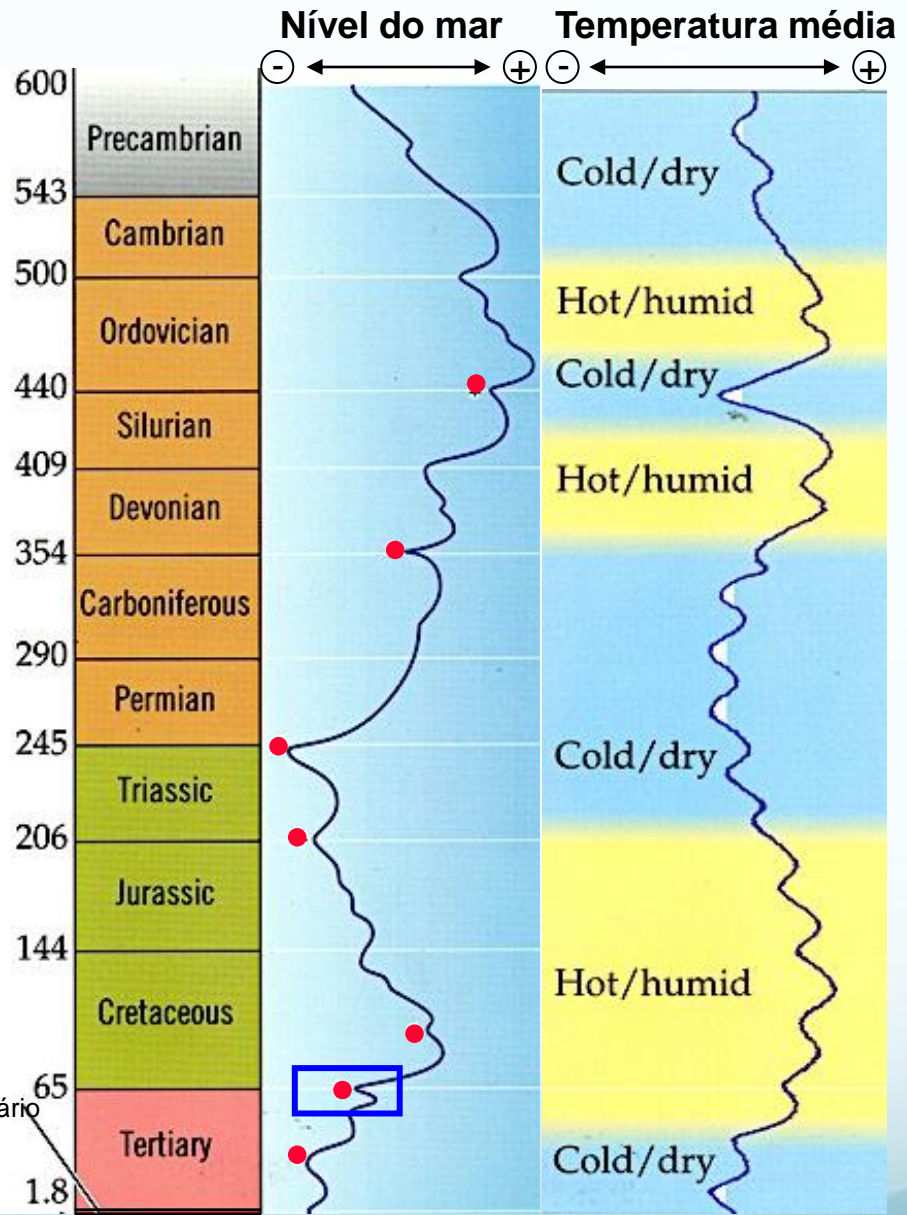
Fina camada de irídio
Cratera junto à
península de Yucatão

Paleozóico

Mesozóico

Cenozóico

Quaternário



(Sadava et al., 2011. Life. The Science of Biology)

Porquê e para quê incluir o ensino da botânica na licenciatura em Geologia?

Veamos um caso concreto



LETTERS

Episodic fresh surface waters in the Eocene Arctic Ocean

Henk Brinkhuis¹, Stefan Schouten², Margaret E. Collinson³, Appy Sluijs¹, Jaap S. Sinninghe Damsté^{2,4}, Gerald R. Dickens⁵, Matthew Huber⁶, Thomas M. Cronin⁷, Jonaotaro Onodera⁸, Kozo Takahashi⁸, Jonathan P. Bujak⁹, Ruediger Stein¹⁰, Johan van der Burgh¹, James S. Eldrett¹¹, Ian C. Harding¹², André F. Lotter¹, Francesca Sangiorgi^{1,2}, Han van Konijnenburg-van Cittert^{1,13}, Jan W. de Leeuw^{1,2}, Jens Matthiessen¹⁰, Jan Backman¹⁴, Kathryn Moran¹⁵ & the Expedition 302 Scientists†

It has been suggested, on the basis of modern hydrology and fully coupled palaeoclimate simulations, that the warm greenhouse conditions¹ that characterized the early Palaeocene period (55–45 Myr ago) probably induced an intensified hydrological cycle² with precipitation exceeding evaporation at high latitudes³. Little field evidence, however, has been available to constrain oceanic conditions in the Arctic during this period. Here we analyse Palaeocene sediments obtained during the Arctic Coring Expedition, showing that large quantities of the free-floating fern *Azolla* grew and reproduced in the Arctic Ocean by the onset of the middle Eocene epoch (~50 Myr ago). The *Azolla* and accompanying abundant freshwater organic and siliceous microfossils indicate an episodic freshening of Arctic surface waters during an ~800,000-year interval. The abundant remains of *Azolla* that characterize basal middle Eocene marine deposits of all Nordic seas^{4–7} probably represent transported assemblages resulting from freshwater spills from the Arctic Ocean that reached as far south as the North Sea⁸. The termination of the *Azolla* phase in the Arctic coincides with a local sea surface temperature rise from ~10°C to 13°C, pointing to simultaneous increases in salt and heat supply owing to the influx of waters from adjacent oceans. We suggest that onset and termination of the *Azolla* phase depended on the degree of oceanic exchange between Arctic Ocean and adjacent seas.

The recent Integrated Ocean Drilling Program (IODP) Expedition 302 (or Arctic Coring Expedition, ACEX) successfully recovered an expanded uppermost Palaeocene to middle Eocene sediment sequence from the Lomonosov ridge^{9,10} (Fig. 1). The sequence is barren of carbonate but comprises abundant organic matter, biosilica and pyrite⁹. Often, submillimetre laminations are present, while benthic microfossils are frequently absent⁹, evidencing sluggish deep water ventilation. Organic (mainly dinoflagellate cyst) and siliceous microfossil assemblages record an early Palaeocene Arctic Ocean with generally low surface water salinity. This trend culminates in a notable finding: the lowermost middle Eocene comprises microlaminated sediments with extraordinary abundances of microspore clusters

(massulae) of the free-floating, freshwater fern *Azolla* (Figs 2 and 3, and Supplementary Fig. S-2).

Nowadays, *Azolla* requires standing freshwater bodies, such as ponds, canals and flooded rice fields in tropical, subtropical, and warm temperate regions. Even when the most tolerant species have experimentally been pre-conditioned by gradual increase of salt concentrations, *Azolla* tolerates salinities only up to 3.5‰, but

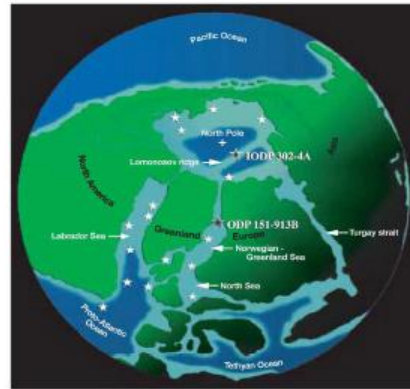



Figure 1 | The early Eocene Arctic basin, site locations, and geographic distribution of the *Azolla* pulse in adjacent basins. Stars show pulse distribution. See Supplementary Fig. S-3 and Supplementary Table S-1 for more details.

¹Palaeoecology, Institute of Environmental Biology, Utrecht University, Laboratory of Palaeobotany and Palynology, Budapestlaan 4, 3584 CD Utrecht, The Netherlands. ²Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Department of Marine Biogeochemistry and Toxicology, PO Box 59, 1790 AB, Den Burg, Texel, The Netherlands. ³Department of Geology, Royal Holloway University of London, Egham, Surrey, TW20 0EX, UK. ⁴Department of Earth Sciences, Utrecht University, Budapestlaan 4, 3584 CD Utrecht, The Netherlands. ⁵Department of Earth Sciences, Rice University, 6100 Main Street, Houston, Texas 77005, USA. ⁶Earth and Atmospheric Sciences Department and the Purdue Climate Change Research Center, Purdue University, 550 Stadium Mall Drive, West Lafayette, Indiana 47906, USA. ⁷USGS National Center, 12201 Sunrise Valley Drive, Reston, Virginia 20192, USA. ⁸Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan. ⁹Bujak Research International, 105 North Park Drive, Blackpool, FY3 8NE, UK. ¹⁰Aired Wiegner Institute for Polar and Marine Research, Columbusstrasse, 27568 Bremerhaven, Germany. ¹¹Shell UK Exploration and Production, 1 Altens Farm Road, Nigg, Aberdeen, AB12 3FY, UK. ¹²School of Ocean & Earth Science, Southampton Oceanography Centre, University of Southampton, European Way, Southampton, SO14 3ZH, UK. ¹³National Museum of Natural History, 'Naturalis', PO Box 9517, 2300 RA, Leiden, The Netherlands. ¹⁴Department of Geology and Geochemistry, Stockholm University, Stockholm, SE-10691, Sweden. ¹⁵University of Rhode Island, Bay Campus, Narragansett, Rhode Island 02882, USA. †A list of authors and affiliations appears at the end of the paper.

Cenozoic climate history: lessons from biotic response and modelling

on the occasion of the 2nd Darwin *Azolla* Project meeting




Invited speakers include **Matt Huber, Mark Pagani, Margaret Collinson, David Greenwood, Francisco Carrapiço and Jan Roelofs.**

May 7th, 2007
Location: Auditorium TNO
Utrecht

Coffee reception from 13.00 hrs,
Start of presentations 13.30 hrs

Please register before april 25th, 2007 at m.mullen@uu.nl



Azolla Project

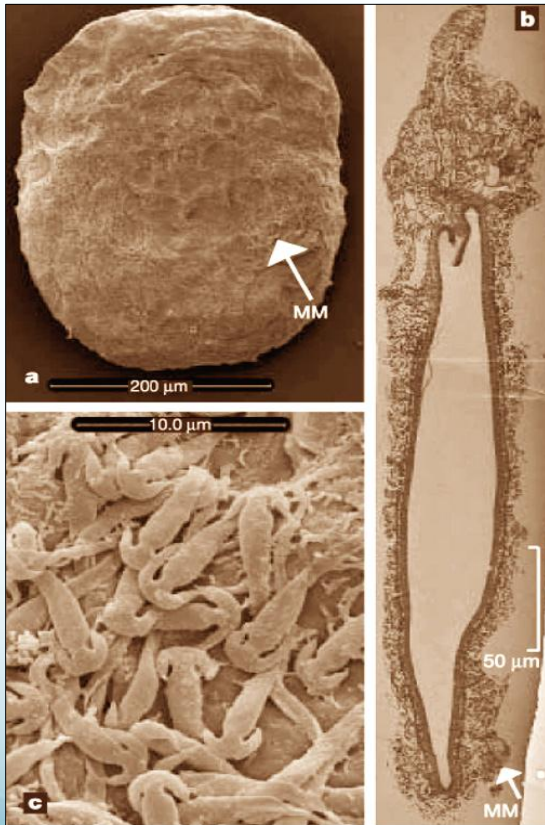
(2006-2009)



(<http://www.bio.uu.nl/~palaeo/Azolla/Azolla.htm>)

Nature, vol. 441 (1 June 2006)

Azolla dominou o Ártico há cerca de 49 milhões de anos



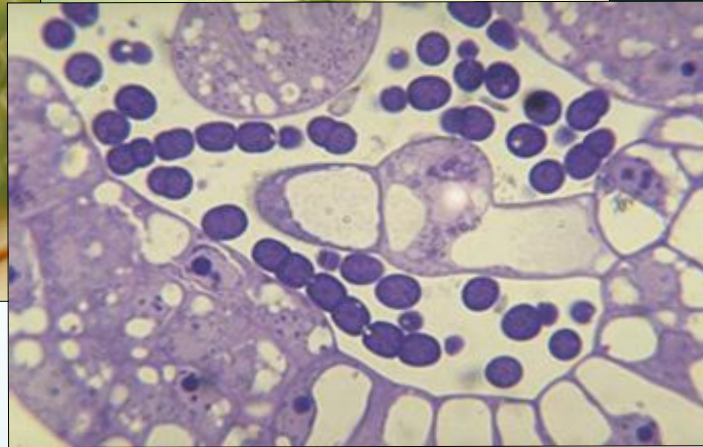
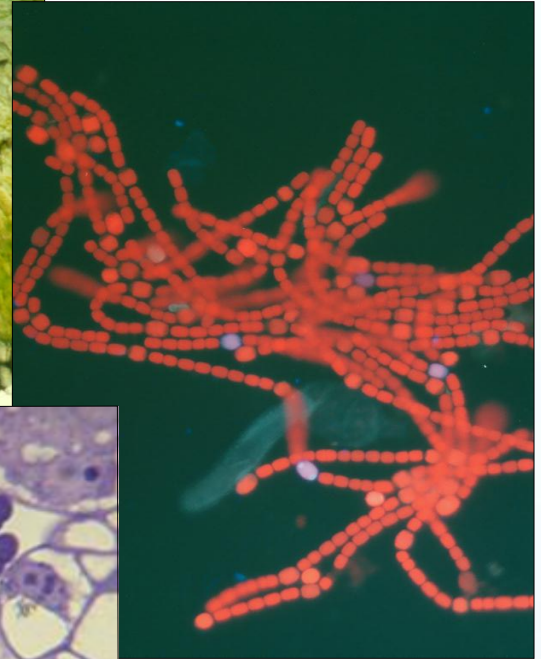
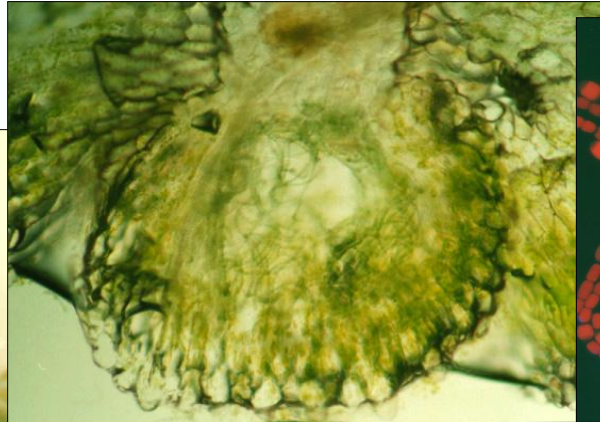
Brinkhuis et al., 2006



Brinkhuis et al, 2006

Afinal, o que é *Azolla*? Qual foi a importância desta planta na paleoecologia da Terra de então? Que consequências para a actualidade?

Tenho a certeza que *Azolla* é uma planta, mas de que tipo?



Azolla é um pteridófito aquático ou semi-aquático que contém uma comunidade endossimbiótica (cianobactérias e bactérias) vivendo em permanência na cavidade existente no lobo dorsal da folha.

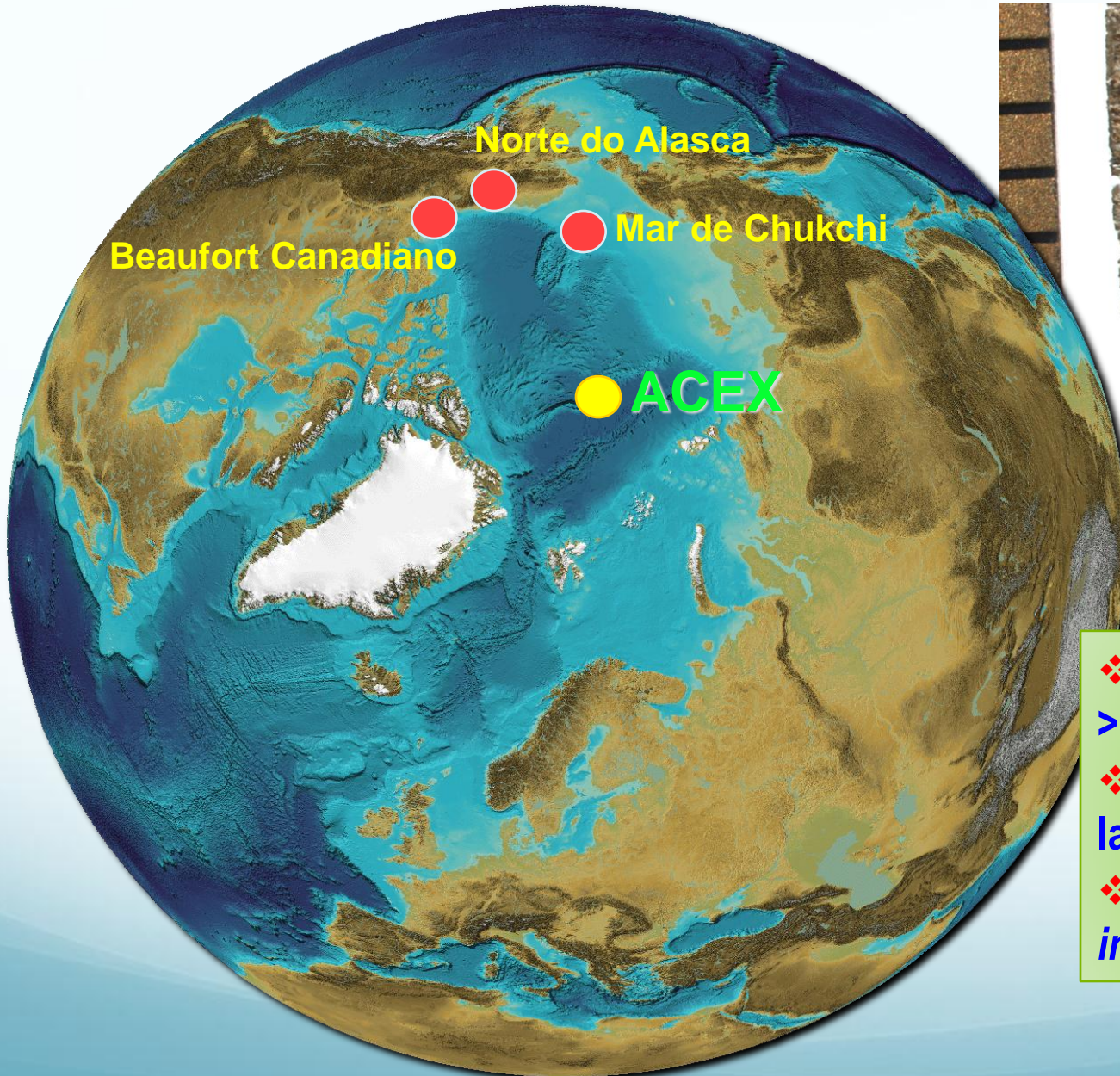


Rio Tejo. Barragem de Cedillo
Março de 2009

Fotos: Miguel Alonso, URS España

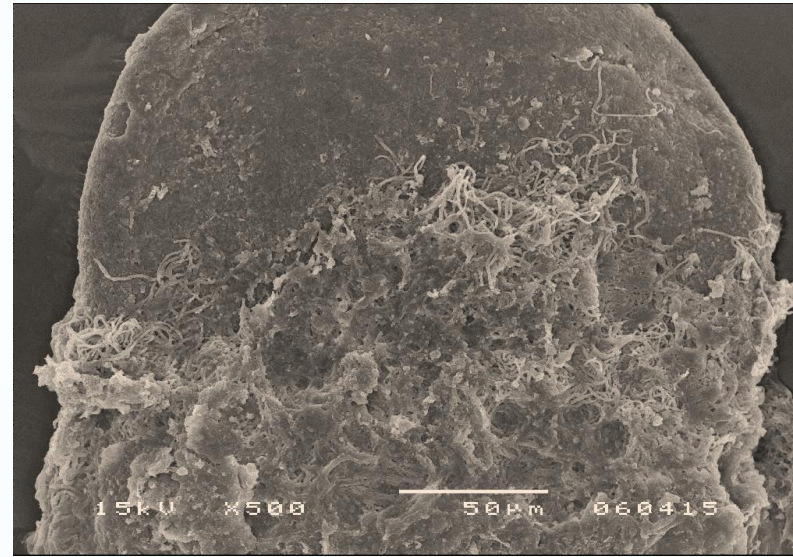
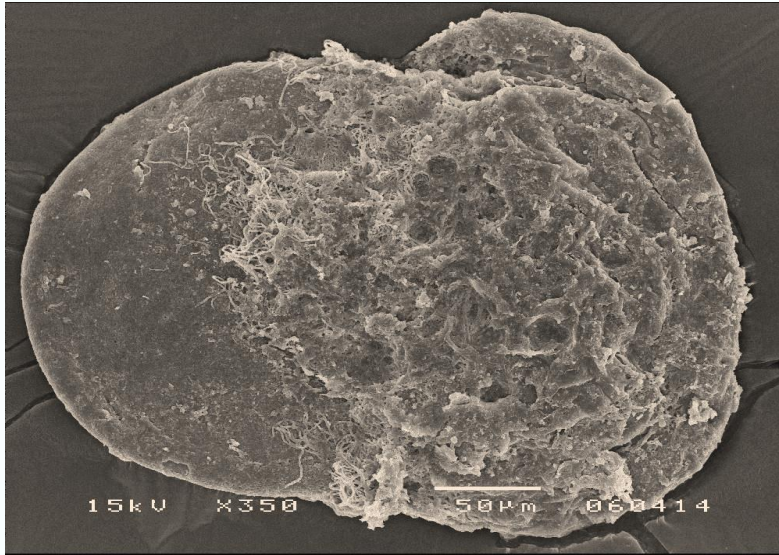


Arctic Coring Expedition - ACEX

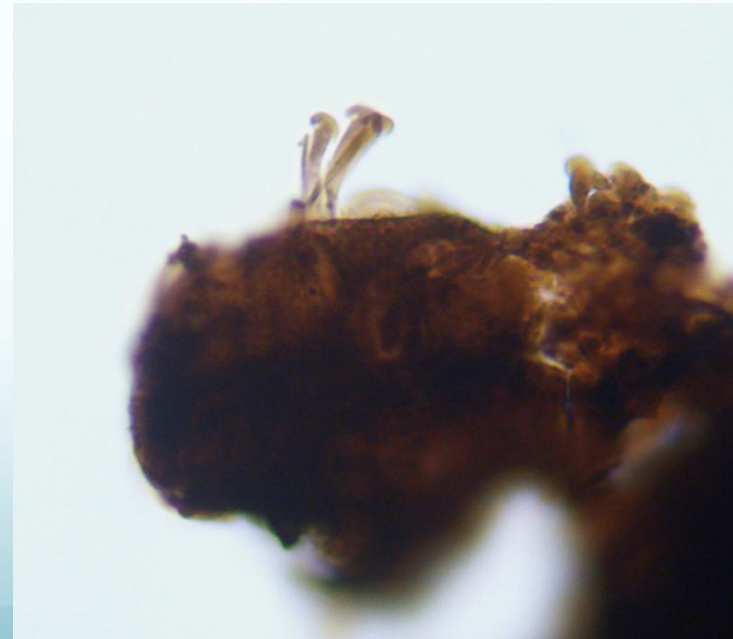


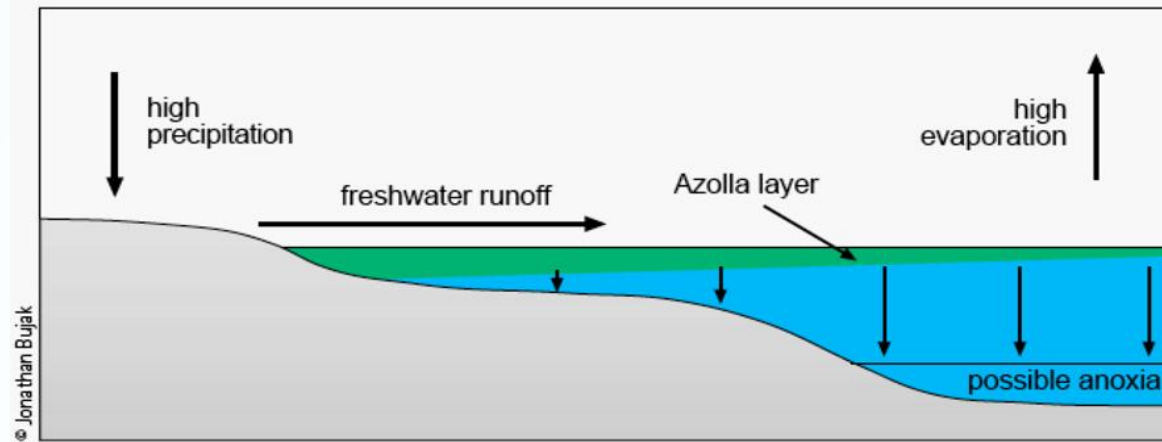
- ❖ 8 a 20m do core do ACEX com >90% *Azolla*
- ❖ *Azolla* ocorre em camadas laminadas
- ❖ Indica que *Azolla* se depositou *in situ*

Nova espécie



Azolla arctica





- *Azolla* actual tem a capacidade de fixar N_2 e CO_2 atmosféricos em valores que vão dos 2500 kg de azoto $ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ e 15000 kg de carbono $ha^{-1} \cdot ano^{-1}$.
- Estima-se que a área coberta por esta planta na região Ártica do Eocénico Médio tenha ultrapassado os 4 milhões de Km^2 durante um período de 1 milhão de anos.
- O CO_2 fixado por este pteridófito teve como consequência uma redução abrupta deste gás na atmosfera, com implicações na alteração climática e nos ciclos biogeoquímicos globais.
- A concentração actual do CO_2 na atmosfera atinge 368 ppm, estimando-se que no período em que ocorreu este evento seria superior a 2000 ppm, provavelmente ~ 3500 ppm.
- Segundo o modelo proposto por Bujak (2007) este evento foi responsável pelo desencadear do processo de transição do clima de estufa existente no Mesozóico para as actuais condições climáticas características da região polar.
- Este bloom está na base da formação das reservas de hidrocarbonetos existentes na região, que se estimam atingir 25% das actuais reservas mundais de petróleo e gás natural.



Azolla flutuante



Esporófito com crescimento horizontal, apresentando taxas de esporulação normais ou pouco elevadas

Azolla enraizada



Esporófito com crescimento vertical, apresentando taxas de esporulação muito elevadas

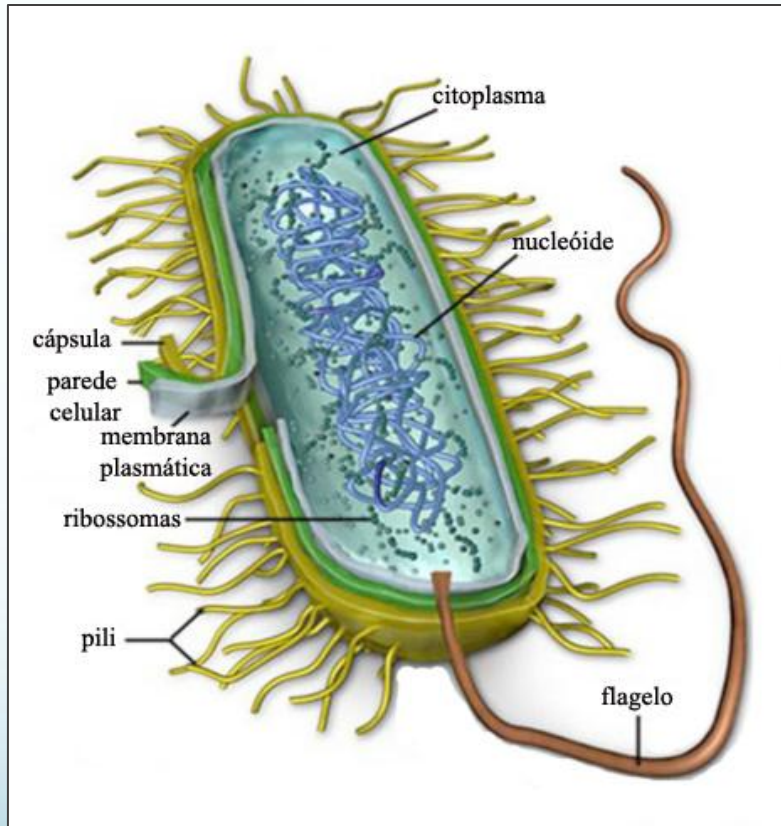
Conclusões

- O evento ecológico que sucedeu no Ártico há 49 milhões de anos, é o primeiro bloom de *Azolla* documentado na história da Terra e apesar de ter atingido dimensões gigantescas, não parece diferir muito dos modernos blooms deste pteridófito.
- Estima-se que a área coberta por esta planta tenha ultrapassado os 4 milhões de Km² durante um período de 1 milhão de anos.
- A presença de nutrientes em concentração adequada, nomeadamente fósforo, temperatura e ambientes de natureza lêntica, foram essenciais para o desenvolvimento de *Azolla* (*A. arctica*)
- Os restos fossilizados de *Azolla* ocorrem em sedimentos de estrutura laminada, revelando ciclos de desenvolvimento sazonal ou de longa duração.
- O elevado número de esporocarpos encontrados indicia que *Azolla* estava em condições de stresse e provavelmente muitas das plantas estariam enraizadas e presentes nas margens desta massa de água.
- O CO₂ fixado por este pteridófito teve como consequência uma redução abrupta deste gás na atmosfera, com implicações na alteração climática e nos ciclos biogeoquímicos globais.
- O bloom de *Azolla* ocorrido no Oceano Ártico durante o Eocénico está na base da formação das reservas de hidrocarbonetos existentes na região, tendo sido o responsável pelo desencadear do processo de transição do clima de estufa existente no Mesozóico para as actuais condições climáticas características da região polar.

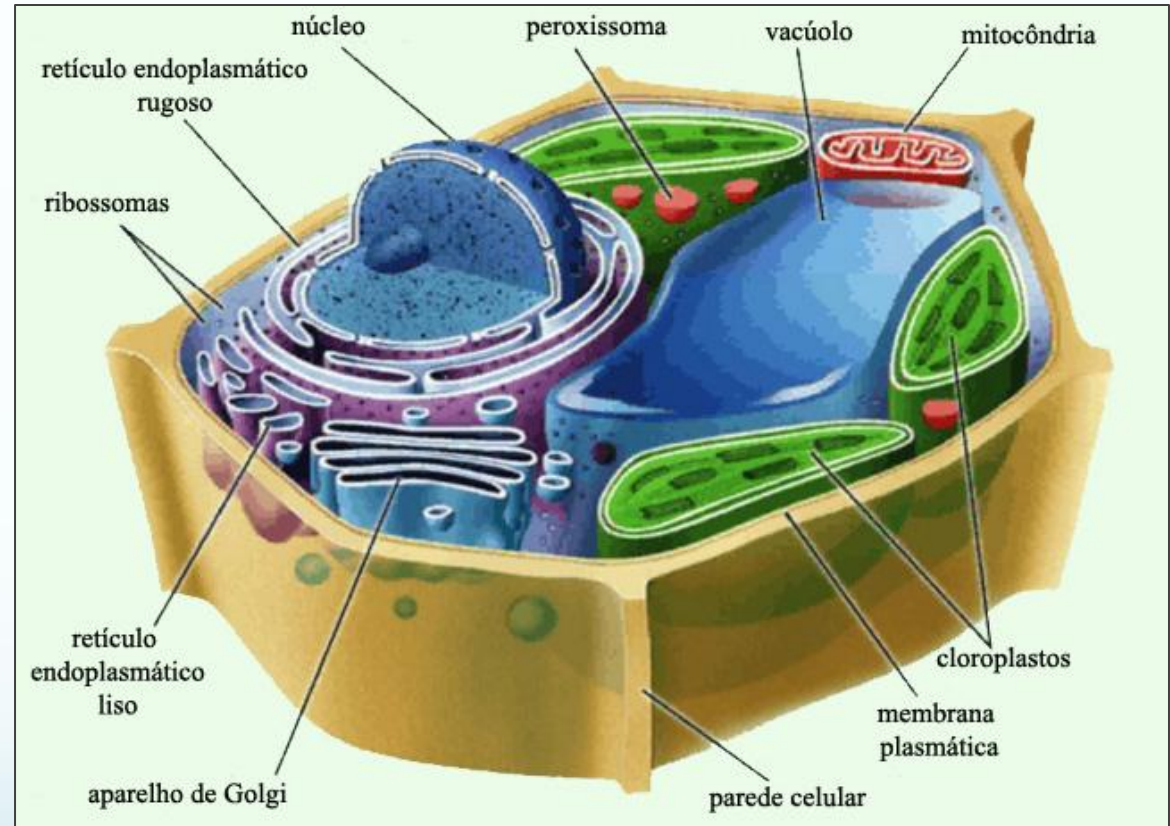
Os “Dez Mandamentos” da Evolução dos Organismos Vegetais:

1. Evolução das primeiras formas de vida (procariontes)
1. Aparecimento de células com organitos (células eucarióticas)
2. Origem e desenvolvimento das células fotossintéticas
1. Aparecimento da multicelularidade
1. Expansão no meio aquático
2. Adaptação à vida terrestre
3. Evolução dos tecidos condutores
4. Desenvolvimento da heterosporia
5. Evolução das plantas com semente
6. Aparecimento das plantas com flor

Célula procariótica e célula eucariótica vegetal



Bactéria



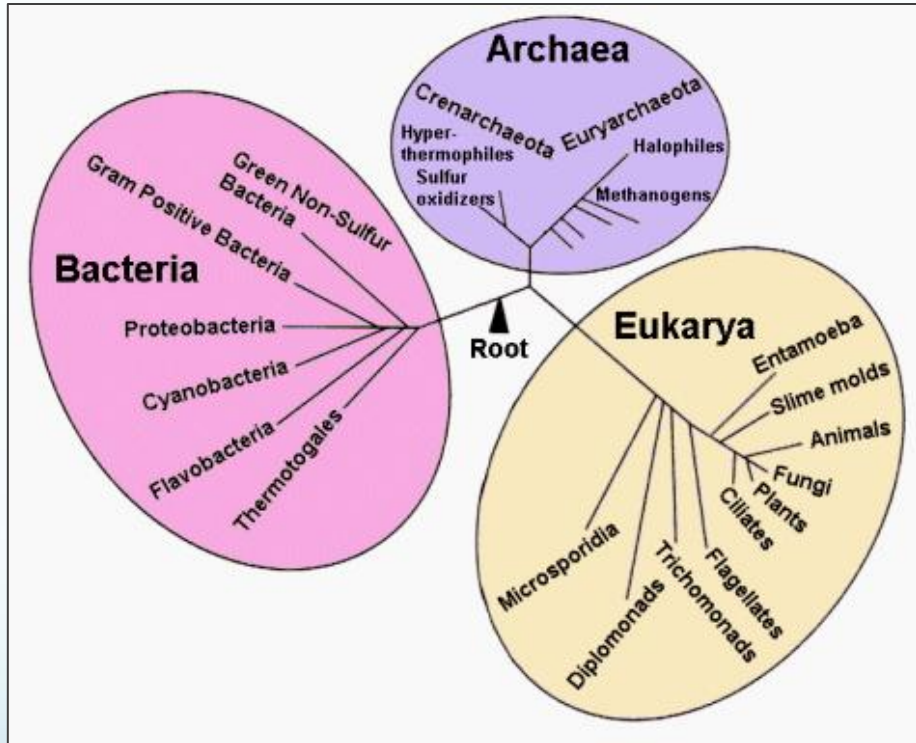
Célula vegetal

Procariotas *versus* Eucariotas

Características	Procariotas	Eucariotas
Organismo (Domínio)	Archaea e Bacteria	Eukarya
Dimensão (média)	1-10 μm	10-100 μm (20-30 μm)
Metabolismo	Anaeróbico ou aeróbico	Aeróbico
Organização endomembranar	Simples, resultante de invaginações da membrana plasmática	Complexa. Organitos celulares bem definidos. Material genético compartimentado.
Organização do DNA	Moléculas circulares no citoplasma	Cromossomas (unidades independentes lineares) no núcleo
Local da síntese do RNA e proteínas	No citoplasma	RNA sintetizado e processado no núcleo. Proteínas sintetizadas no citoplasma
Ribossomas	70S	80S
Citoplasma	Sem citoesqueleto	Com citoesqueleto
Núcleo	Ausente	Presente
Divisão celular	Bipartição / parassexual	Mitose ou meiose
Organização	Unicelulares, por vezes coloniais	Unicelulares ou pluricelulares e neste caso com diferenciação em tecidos
Estruturas locomotoras	Flagelos sem microtúbulos	Cílios ou flagelos com microtúbulos
Parede celular (quando existente)	Presença de peptidoglicano	Presença de celulose ou quitina. Ausência de peptidoglicano



OS 3 DOMÍNIOS DA VIDA



http://scienceblogs.com/clock/2007/01/current_biological_diversity.php

Table 27.2 A Comparison of the Three Domains of Life

CHARACTER	DOMAIN		
	Bacteria	Archaea	Eukarya
Nuclear envelope	Absent	Absent	Present
Membrane-enclosed organelles	Absent	Absent	Present
Peptidoglycan in cell wall	Present	Absent	Absent
Membrane lipids	Unbranched hydrocarbons	Some branched hydrocarbons	Unbranched hydrocarbons
RNA polymerase	One kind	Several kinds	Several kinds
Initiator amino acid for protein synthesis	Formyl-methionine	Methionine	Methionine
Introns in genes	Very rare	Present in some genes	Present
Response to the antibiotics streptomycin and chloramphenicol	Growth inhibited	Growth not inhibited	Growth not inhibited
Histones associated with DNA	Absent	Present in some species	Present
Circular chromosome	Present	Present	Absent
Growth at temperatures > 100°C	No	Some species	No



Classificação (Raven *et al.*, 2005)

Domínio Bacteria

Bactérias
Cianobactérias

Domínio Archaea

Arqueobactérias

Domínio Eukarya

Reino Fungi

	Phylum Chytridiomycota	Fungos
	Phylum Zygomycota	(chitrides)
	Phylum Ascomycota	(zigomicetes)
	Phylum Basidiomycota	(ascomicetes)
		(basidiomicetes)

Reino Protista

Protistas Heterotróficos

	Phylum Myxomycota
	Phylum Dictyosteliomycota
	Phylum Oomycota

Protistas Fotossintéticos

	Phylum Euglenophyta	Algas
	Phylum Cryptophyta	(euglenófitos)
	Phylum Rhodophyta	(criptomonadas)
	Phylum Dinophyta	(algas vermelhas)
	Phylum Haptophyta	(dinoflagelados)
	Phylum Bacillariophyta	(haptófitos)
	Phylum Chrysophyta	(diatomáceas)
	Phylum Phaeophyta	(crisófitas)
	Phylum Chlorophyta	(algas castanhas)
		(algas verdes)

Reino Plantae

Briófitos

	Phylum Hepatophyta	(hepáticas)
	Phylum Anthocerophyta	(antocerófitas)
	Phylum Bryophyta	(musgos)

Plantas Vasculares

Sem semente

	Phylum Psilotophyta	(psilotófitos)
	Phylum Lycopphyta	(licófitos)
	Phylum Sphenophyta	(cavalinhas)
	Phylum Pteridophyta	(pteridófitos)

Com semente

	Phylum Cycadophyta	(cicadófitas)
	Phylum Ginkgophyta	(ginkgo)
	Phylum Coniferophyta	(coníferas)
	Phylum Gnetophyta	(gnetófitos)
	Phylum Anthophyta	(angiospérmicas)



Noções de Botânica Sistemática

1. Conceitos

- **Botânica sistemática** estuda a diversidade das plantas e a sua identificação, nome, classificação e evolução.
- **Sistemática** e **taxonomia** são usadas neste curso com o mesmo significado.
- **Classificação** é a distribuição das plantas em grupos com características comuns. Estes grupos estão ordenados num sistema.
- **Identificação** é o reconhecimento de certos caracteres da flor, folha, fruto ou caule e a aplicação de um nome a uma planta com estes caracteres particulares.
- **Taxon** (plural, taxa) é um termo aplicado a qualquer grupo taxonómico (e.g. espécie, género ou família).
- **Nomenclatura** é a aplicação adequada de nomes a taxa de acordo com o *Código Internacional de Nomenclatura Botânica*. As regras existentes neste Código fornecem os necessários requisitos para a selecção do nome correcto ou a formulação de um novo nome.
- **Descrição** é a lista de características de uma planta.
- **Flora** é um termo que se refere a plantas crescendo numa área geográfica particular ou à lista sistemática da descrição dessas plantas.

2. Objectivos da taxonomia vegetal

- 1- A inventariação da flora no mundo.
- 2- Fornecer um método para a identificação e comunicação.
- 3- Produzir um sistema coerente e universal de classificação.
- 4- Demonstrar as implicações evolutivas da diversidade vegetal (filogenia) = desenvolvimento evolutivo ou linhagem de um taxon.

3. *Sistema binomial* (gênero ou nome genérico e epíteto específico)

O **nome genérico** é um nome latinizado usado no singular ou uma palavra tratada como um nome. É sempre escrito com a letra inicial em maiúscula (ex. *Azolla*, *Jeffersonia* - relativo a Thomas Jefferson -).

O **epíteto específico** pode derivar de diversas fontes - honrar uma pessoa célebre ou derivar de um velho nome vulgar, uma localização geográfica, ou representar algumas características da planta ou em alguns casos ser composto de forma arbitrária -.

Exemplo dos taxa mais utilizados na classificação de um exemplar botânico (musgo) (a negrito a terminação característica de cada taxon).

Phylum: **Bryophyta**

Classe: **Bryopsida** ou eae (noutras classes)

Subclasse

Ordem: **Eubryales**

Família: **Bryaceae**

Subfamília

Gênero: *Bryum* ou Bryum

Espécie: *Bryum capillare* Hedw. ou Bryum capillare Hedw.

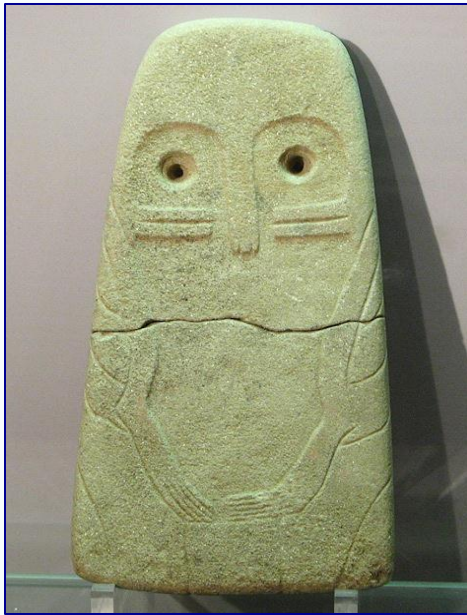
Subespécie

4. Sistemas de classificação

1- Os **sistemas artificiais** classificam os organismos de acordo com as conveniências práticas, acima de tudo como auxiliares de classificação e, geralmente, mediante um só, ou poucos caracteres.

2- Os **sistemas naturais** reflectem a situação tal como se crê existir na natureza, utilizando todos ou quase todos os elementos disponíveis.

3- Os **sistemas filogenéticos** utilizam na classificação dos organismos caracteres de natureza evolutiva, reflectindo relações genéticas, o que possibilita determinar, à primeira vista, os antepassados ou os descendentes de qualquer taxon.



Placa votiva representando uma deusa-mãe.
(Museu do Crato)



Pintura tumular Egípcia.
(British Museum)

Pré-história

- **Paleolítico** - Sociedades de caçadores-recolectores. Conceito de doença como incorporação de espíritos demoníacos. Uso das plantas e ritos mágicos.
- **Neolítico** - Ligação aos ritmos telúricos. Matriarcado e culto da fecundidade. A terra como a grande mãe da humanidade. Uso das plantas e ritos mágicos
- **Mesolítico** - Aparecimento da agricultura (há cerca de 12000 anos). Relação homem-planta. Desenvolvimento das sociedades de agricultores. Domesticação de vegetais (trigo e centeio). Aparecimento do pão. Uso das plantas e ritos mágicos.

Idade Antiga

- **Civilização Mesopotâmica** - Primeira obra sobre farmacologia conhecida (2100 a.C.); biblioteca do rei Assurbanipal (séc. VII a.C.) - grande coleção de placas de barro versando esta matéria -. Primeira tentativa de sistematização e ordenamento do mundo vegetal (árvores, cereais, ervas, especiarias e as plantas produtoras de drogas). Classificação sob o ponto de vista funcional.
- **Civilização Egípcia** - Utilização de papiro, tipo especial de papel, como suporte para a escrita, feito a partir de um vegetal (*Cyperus papyrus*).; Papiro de Ebers (1500 a.C.) contém 800 prescrições e cerca de 700 drogas de diversa origem (referência ao uso de óleo de ricino como laxativo). Simbiose entre o profano e o religioso. Separação tardia da medicina das práticas mágicas.



Plínio



Alberto Magno

Antiguidade Clássica

- **Civilização Grega** - Aristóteles (séc. IV a.C.); Teofrasto (sécs. III e IV a.C.) : Historia plantarum e Causae Plantarum - primeira classificação científica sobre plantas (utiliza vários caracteres: tipos de corola, posição do ovário, tipo de inflorescência, etc.). Introduz o conceito de plantas com e sem flor.
- **Civilização Romana** - Absorção das idéias helenísticas. Visão mais aplicada e prática dos conhecimentos botânicos. Salientam-se pelo seu trabalho dois naturalistas: Plínio, o Antigo e Dioscórides (séc. I d.C.). Deve-se a Plínio a obra Historia Naturalis (37 volumes, sendo nove dedicados à botânica). Dioscórides escreveu a cébre obra Materia Medica (inclui a descrição de cerca de 600 espécies de vegetais com interesse medicinal. *Esta obra teve profunda influência no pensamento botânico e médico durante cerca de 1500 anos, tendo sido o ponto de referência obrigatório para o reconhecimento da genuidade das diversas substâncias ou plantas a utilizar para fins medicinais.*

Idade Média (do séc V a meados do séc. XV)

- **Aparecimento do feudalismo** - Dificuldades no desenvolvimento da investigação e estudo no domínio científico.
- **Civilização Árabe** - Papel na conservação e difusão de numerosas obras literárias da antiguidade clássica. Utilização dos vegetais nos domínios farmacêutico e médico. Avicena (sécs. X e XI) publica o livro Canon Medicae, usado como manual universitário até ao final do século XVII.
- **Ordens religiosas no Ocidente** - Alberto Magno (séc. XIII) publicou a obra De Vegetabilis que abrangeu plantas medicinais e não medicinais. Julga-se que foi o primeiro autor a reconhecer a diferença entre mono e dicotiledóneas.
- **Portugal** - Mosteiro de Santa Cruz de Coimbra, onde funcionou a primeira Escola de Medicina do país (sécs XII e XIII). Alguns dos seus frades notabilizaram-se no domínio dos estudos da botânica farmacêutica, como Gil Rodrigues Valadares (S. Frei Gil) e Pedro Julião. Este último foi eleito Papa no ano de 1276 com o nome de João XXI. Após a criação da Universidade por D. Dinis (1290) os estudos médicos e farmacêuticos consolidaram-se no país.

Renascença (meados do séc. XV ao séc. XVI)



Gaspard Bauhin

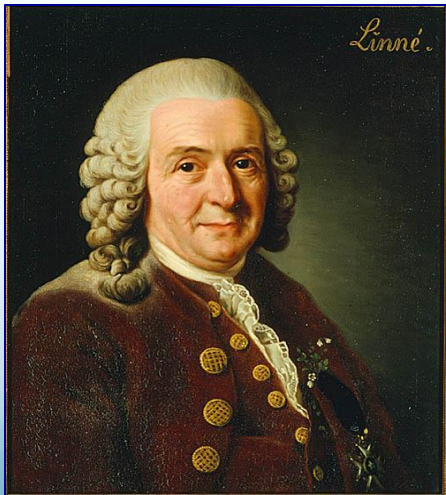
- **Itália** - Criação dos Jardins Botânicos associados às Universidades de Pisa, Pádua e Florença (1546). Conceito de herbário. O papel dos trabalhos de Luca Ghini (1490-1556) nestes conceitos.; A obra de Andrea Cesalpino (séc. XVI), Plantis Libri (1583), como marco importante para posteriores autores. Nesta obra, o autor tentou fundir no seu sistema classificativo as idéias aristotélicas com outras mais próximas das dos sistemas naturais.
- **Portugal e Espanha** - Expansão marítima destes dois países permitiu o conhecimento de novas espécies botânicas e renovação do interesse por este domínio. São de salientar vários autores neste período: Garcia de Orta (1501-1568) com a célebre obra Colóquios dos simples ...(1563); Cristóvão da Costa (1525-1593) com o Tractado de las drogas y medicinas de las Indias Orientales (1578) e Amatus Lusitanus (João Rodrigues de Castelo Branco, 1511-1568) com as Centurias das Curas Medicinai e Comentários sobre Dioscórides. Perseguições movidas pela Inquisição e suas consequências.
- **Alemanha** - No domínio da botânica farmacêutica são de salientar os trabalhos de Otto Brunfels, Jerome Bock e Leonhard Fucks. O livro de Bock intitulado Neu Kreutterbuch (Novo Livro de Botânica, 1539) foi escrito em língua alemã e não em latim, reconhecendo pela primeira vez o papel dos factores ambientais no desenvolvimento dos vegetais.

A transição (sécs. XVI e XVII)

- **Gaspard Bauhin** (1560-1624) (Suíço) - Primeiro autor a usar a nomenclatura binomial. Sua principal obra: Pinax Theatri Botanici.
- **Listas de vegetais** com interesse medicinal - aparecimento das floras.
- **John Ray** (inglês) (Methodus Plantarum Nova e Historia Plantarum).
- **Joseph de Tournefort** (Francês) (Institutiones Rei Herbarie). Este autor esteve em Portugal no ano de 1689, tendo referenciado 620 espécies.

O período de Carl Linné (1707-1778) - Lineu (séc. XVIII)

- Utilização consistente do **sistema binomial** na classificação
- **Introdução dos sistemas artificiais** (Systema Naturae, 1735)
- Genera Plantarum (1737) e Species plantarum, 1753)



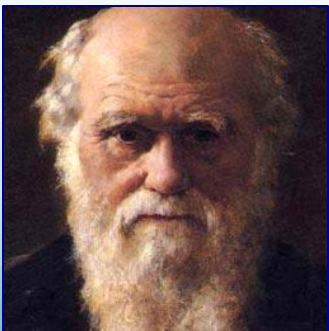
Carl Linné (1707-1778)



Avellar Brotero



Corrêa da Serra



Charles Darwin

O aparecimento dos sistemas naturais (finais do séc. XVIII e princípios do XIX)

- Desenvolvimento destes sistemas classificativos em França por oposição ao sistema artificial de Lineu
- Michel Adanson; Lamarck e vários membros da família Jussieu.

Os estrangeirados e a botânica em Portugal

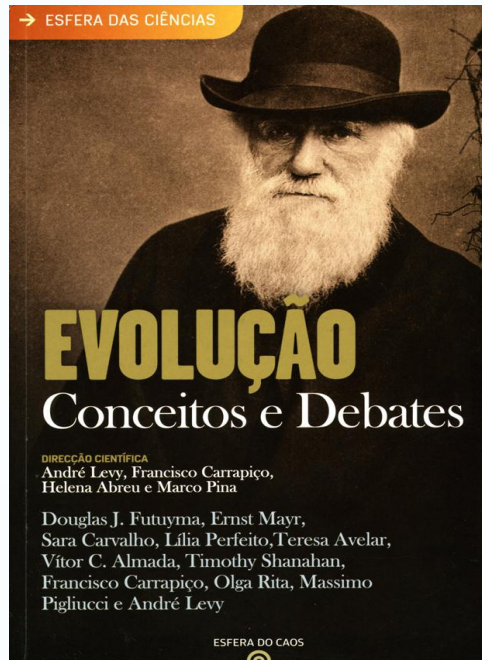
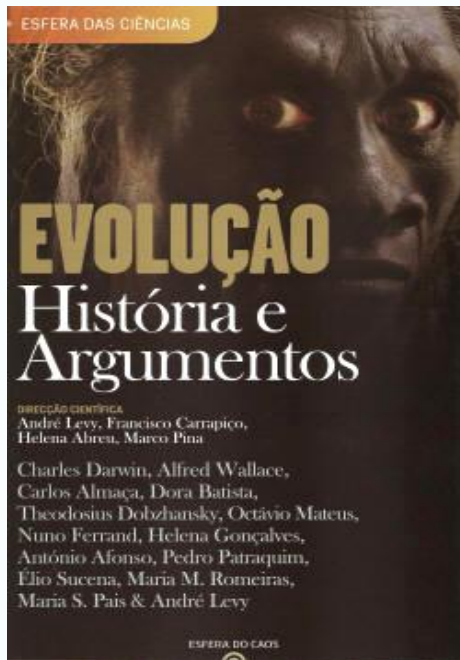
- **Iluminismo** - Marquês de Pombal (1699-1782).
- **Reforma do Ensino**, nomeadamente no Universitário.
- **Criação do primeiro Jardim Botânico** associado à Universidade de Coimbra (1772) - papel de Vandelli nesta matéria.
- **Domingos Vandelli** (1735-1816) - Discípulo e defensor das idéias de Lineu. Foi o introdutor em Portugal do sistema artificial do autor sueco.
- **Corrêa da Serra** (1751-1823) - Realizou diversos trabalhos em Inglaterra e França, nomeadamente a nível das plantas inferiores (criptogâmicas). Foi um dos fundadores da Academia das Ciências.
- **Avellar Brotero** (1744-1828) - Elaborou a primeira flora portuguesa denominada Flora Lusitânica (1804). Outras obras deste autor: Compêndio de Botânica (1788) e Iconographia Lusitanae Selectior (em dois volumes, 1816 e 1827).

O século XIX e os ventos de mudança

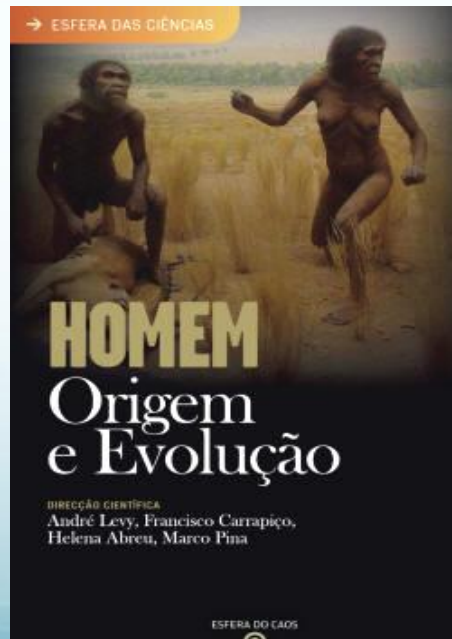
- **Teoria da evolução** - Charles Darwin (Origem das espécies..., 1859) e Alfred Wallace. Desenvolvimento dos sistemas filogenéticos.
- Sistema classificativo de August Eichler (1883): criptogâmicas e fanerogâmicas. Fusão entre os conceitos tradicionais e os evolutivos.
- **Portugal** - Friedrich Welwitsch (1806-1872) (desenvolveu notável trabalho em Angola) - *Welwitschia mirabilis*. ; Júlio Henriques (1838-1928) (Coimbra); Conde de Ficalho (1837-1903) (Escola Politécnica, Lisboa - início da construção do Jardim Botânico); Pereira Coutinho (1851-1939) - A Flora de Portugal, 1913.

Sistemas contemporâneos de classificação

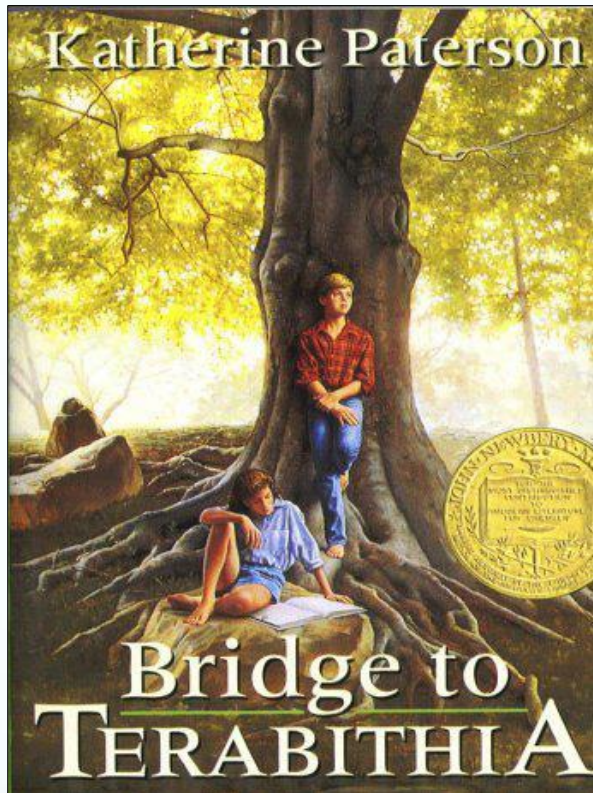
- **Sistemas flexíveis e abertos a novos dados** (paleobotânica, bioquímica, química e ultraestrutura) conjugados com os tradicionais (anatomia comparada e morfologia).
- **Quimiotaxonomia** - Desenvolvimento da fitoquímica. Relações filogenéticas utilizando dados de natureza química (compostos de natureza fenólica, por exemplo).
- **Taxonomia numérica e biologia molecular**



já publicados



no prelo



1977



2007



“Our fundamental task as human beings is to seek out connections – to exercise our imaginations. It follows, then that the basic task of education is the care and feeding of the imagination.”

Katherine Paterson