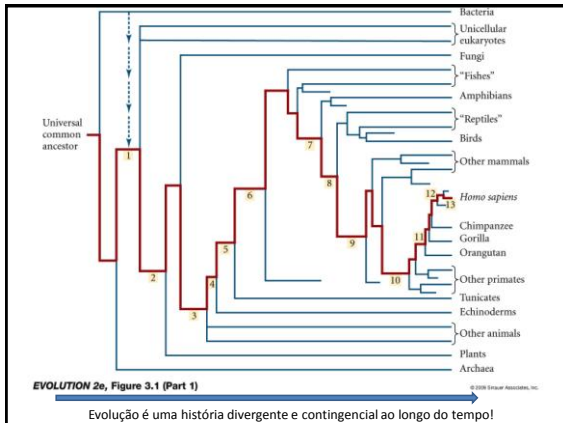
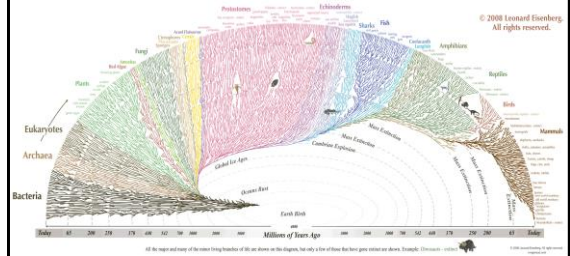


Evolução Humana - Módulo 3

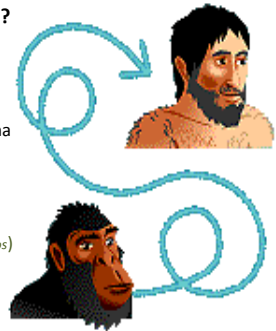
O homem na natureza
nossa espécie entre os Primatas

Milhões de espécies conectadas historicamente e ecologicamente

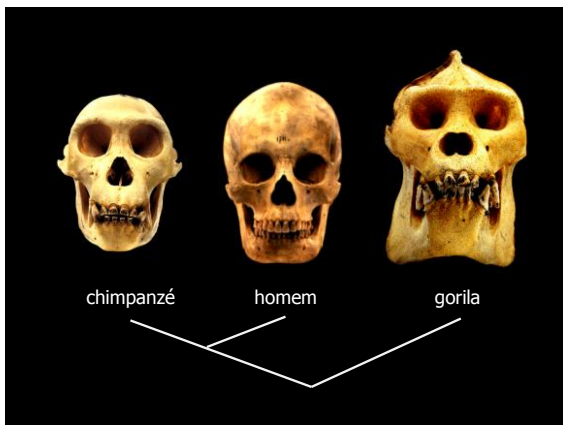


O homem veio do macaco?

Resposta da ciência:
Não é bem assim, o homem é um primata como qualquer uma das demais espécies de macacos.



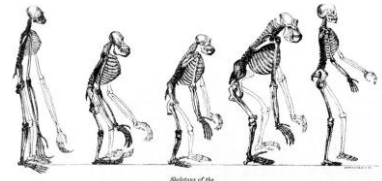
Compartilhamos ancestrais comuns (que chamamos de macacos) com os macacos de hoje, e nosso parente mais próximo (com o qual temos o ancestral comum mais recente) é o **Chimpanzé**.



Evidências da posição do homem na Natureza - 1863



Thomas H. Huxley



In conclusion, I may say, that the fossil remains of Man hitherto discovered do not seem to me to take us appreciably nearer to that lower pithecoïd form....

Time will show. But, in the meanwhile, if any form of the doctrine of progressive development is correct, we must extend by long epochs the most liberal estimate that has yet been made of the antiquity of Man.

A natureza "superior" da espécie humana parecia ser algo indiscutível, mesmo para alguns darwinistas como T.H. Huxley, Ernest Haeckel, e às vezes, até o próprio Darwin, apesar de ele tentar esclarecer que isto só poderia ser aplicado ao intelecto, à mente humana.

Estruturas e funções vestigiais na espécie humana

Várias características humanas não têm função atual, mas permanecem na forma de remanescentes vestigiais que eram funcionais em nossos ancestrais.

A ancestralidade humana - 1871

Chapter 6 - ...as these two species ("Chimpanzee and Gorilla") are now man's nearest allies, it is somewhat more probable that our **early progenitors** lived on the **African continent** than elsewhere"

Qualquer semelhança é uma mera questão de ancestralidade comum

A expressão das emoções - 1872

Diversidade de Primatas

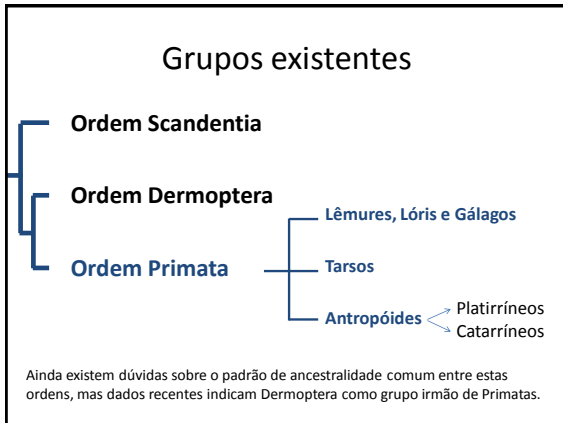
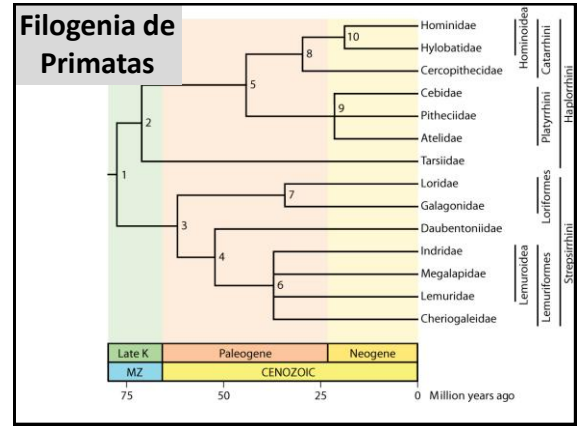
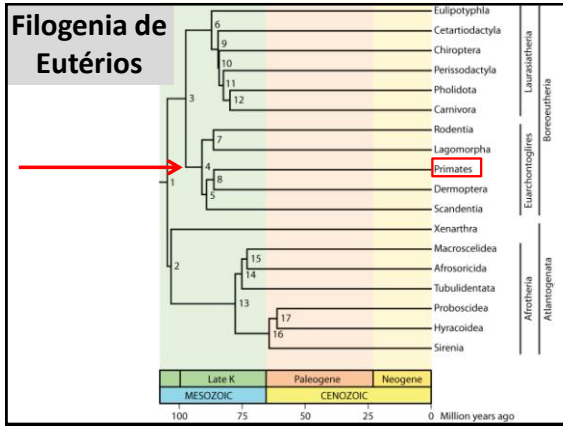
aye aye Callicebus bernhardi Erythrocebus patas Aegyptopithecus

mico-leão dourado chimpanzé

Primatas

Caracteres sinapomórficos


- visão estereoscópica
- cérebros relativamente grandes
- dedos oponíveis (pés e mãos)
- unhas
- dentes não especializados



Ainda existem dúvidas sobre o padrão de ancestralidade comum entre estas ordens, mas dados recentes indicam Dermoptera como grupo irmão de Primatas.

Ordem Scandentia


- Grupo irmão de **Primates e Dermoptera**
- **Tupaia**
 - molares não-especializados
 - garras
 - polegar parcialmente oponível



Alguns autores classificavam-nos na antiga ordem dos **Insetívoros** (ora inexistente) e alguns outros entre **Primates**

Ordem Dermoptera

- Grupo irmão de **Primates**
- **Colugo**
 - visão binocular
 - arborícolas
 - possuem patágio (membrana dérmica)



Alguns autores classificavam-nos na ordem dos **Primates**, chamados equivocadamente de lêmures voadores.

Primates - Lêmures



- olhos não-completamente frontais
- focinho
- garras
- comuns no Eoceno (primeiro fóssil no Paleoceno)
- pertencem à infraordem **Lemuriformes** e divididos entre as famílias: Cheirogaleidae, Lemuridae, Daubentonia*, Lepilemuridae e Indridae– todos encontrados exclusivamente em Madagascar. (* às vezes é colocado em outra infraordem)

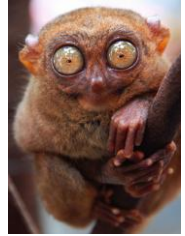
Primatas – Lóris e Gálagos



- nariz ligado ao lábio superior, fundido à gengiva.
- pertencem à infraordem **Lorisiformes**, grupo irmão dos **Lemuriformes** na subordem **Strepsirrhini**

Primatas - Tarsos

- olhos direcionados à frente
- focinho reduzido
- cérebro maior
- fósseis do Paleoceno



Antes eram considerados Prossímios, juntamente com os lêmures, gálagos e lóris, mas atualmente são considerados grupo-irmão de Antropoídes na subordem **Haplorrhini**.

Antropoídes - novo mundo

- Macacos do Novo Mundo
Parvordem Platyrrhini
- unhas parecidas com garras
- polegar ligeiramente oponível
- cauda preênsil
- cérebro relativamente pequeno

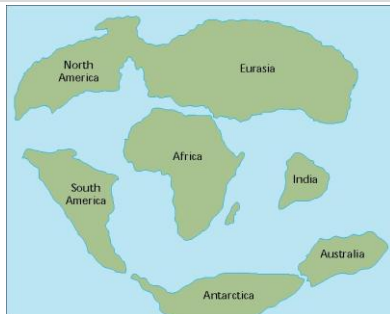


Antropoídes - velho mundo

- Macacos do Velho Mundo
Parvordem Catarrhini
- fósseis do Oligoceno da África
- cauda mais curta
- polegar oponível típico
- unhas típicas
- cérebro maior

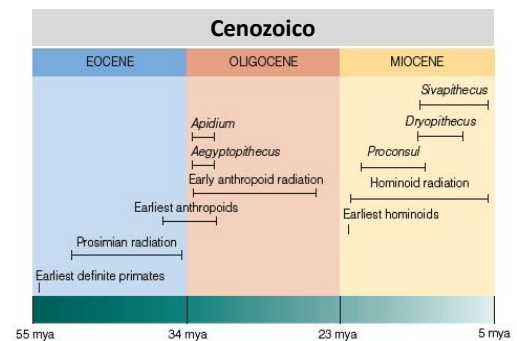


Continentes no fim do Mesozóico



Primeiros fósseis primatas datam do final deste período, ao redor de 65 milhões de anos atrás

Registro fóssil de Primatas



Primatas do início do Cenozóico

- Os primeiros fósseis de **Primatas** datam da primeira parte do Cenozoico (65-54 m.a.a.)
- O Eoceno (54-38 m.a.a.) foi a época de grande diversidade dos **Primatas**: pelo menos 60 gêneros diferentes em duas famílias que viviam na América do Norte, Europa e Ásia.
 - A família **Omomyídea** é provavelmente ancestral a todos **antropóides** e **tarsos**.
 - A família **Adapídea** é considerada ancestral da linhagem dos **lêmures**.

Origem dos Primatas - fósseis

- *Plesiadapis*



- Atualmente, alguns sistematas consideram que estes pertencem à ordem extinta **Plesiadapiformes**, mas muitos já os consideram como **Primatas**.

Origem dos Primatas - fósseis

Vários fósseis do Eoceno encontrados no hemisfério norte são considerados Primatas “verdadeiros”, algumas vezes chamados de *Euprimatas*, e estão distribuídos entre dois grupos monofiléticos:

Adapidae (gêneros: *Anchomomys*, *Notharctus*, *Smilodectes*, *Adapis*, *Leptadapis*, *Mahgarita*, *Pronycticebus* etc)

Omomyidae (gêneros: *Rooneyia*, *Steinius*, *Jemezius*, *Uintanius*, *Hemiacodon*, *Chumachius*, *Omomys*, *Shoshonius* etc)

ADAPÍDEOS - lemuroides

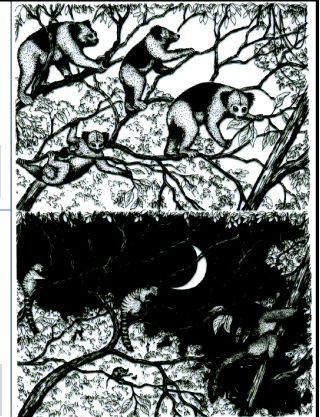
- a. dentição generalizada
- b. *Notharctus* (N. Americano)
- c. *Adapis* (Europeu)
- d. *Diurnos* (pequenas órbitas oculares).

considerados ancestrais dos lêmures

OMOMÍDEOS - tarsóides

- a. dentição de carnívoros
- b. *Tetonius* (N. Americano)
- c. *Necrolemur* (Europeu)
- d. *Noturnos* (grandes órbitas oculares)

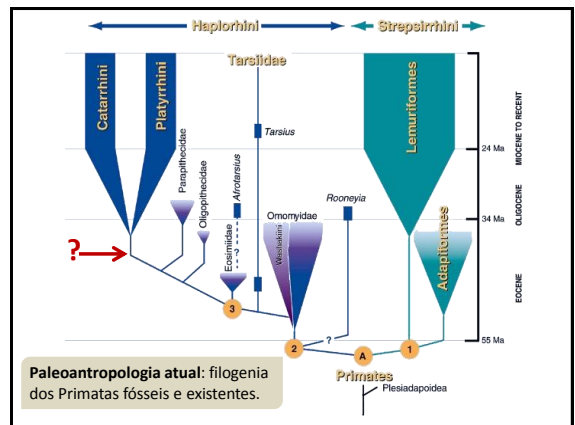
considerados ancestrais dos tarsos e antropóides



Omomyidae



Uma reconstrução artística do *Shoshonius*, um membro da família Omomyidae do Eoceno.



IDA

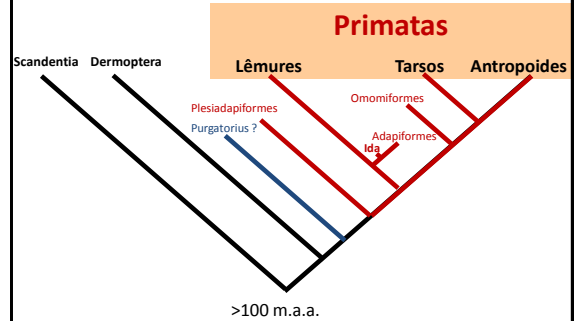
Darwinius masillae

Lemuroide de 47 milhões de anos atrás (M.A.A.).

É um fóssil muito bem preservado que permitiu inclusive a análise de conteúdo estomacal. Os dedos oponíveis estão muito detalhados.



Fósseis e filogenia dos Primatas



Primatas Antropoides

- **Macacos do Novo Mundo**
Platirríneos



- **Macacos do Velho Mundo**
Catarríneos



Como os Platirríneos (que se extinguíram no Velho Mundo) podem ter sua atual distribuição restrita aos Neotrópicos (América do Sul e Central)?

Antropoides

- **Antropoides** se divergem de outros Primatas durante o Eoceno
 - olhos frontais, menor focinho e órbita ocular óssea fechada.
 - nariz “seco”, separado do lábio superior.
 - cúspides molares típicas de antropoides.

Antropoides primitivos

- **Eosimídeos** - grupo de antropoides de ~40 a 50 milhões de anos atrás (m.a.a.)
- Fósseis de 30-35 milhões de anos atrás foram encontrados em Fayum, sudoeste do Cairo, Egito
 - Restos encontrados de vários tipos de antropoides primitivos, incluindo:
 - **Parapitecídeos e Oligopitecídeos** - similares a **Platirríneos** - considerados como grupos irmãos dos antropóides modernos.
 - **Propliopitecídeos** - família de fósseis considerados como **Catarríneos**.

Membro mais conhecido - *Aegyptopithecus*

Primatas - fósseis

- ***Aegyptopithecus***

- 35 m.a.a.
- **Propliopitecídeo**
- atualmente considerado o 1º fóssil **Catarríneo**
- tamanho de um esquilo
- fóssil de Wyoming, EUA

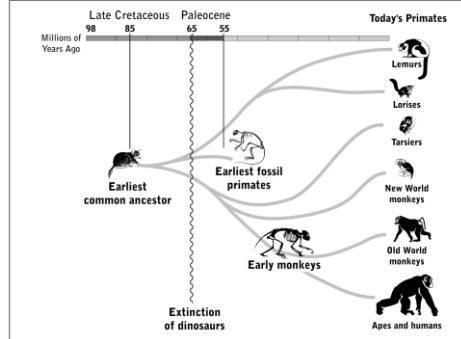


O mais antigo primata?



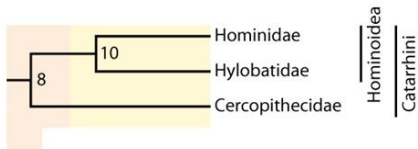
Estudos filogenéticos sugerem que Primatas originaram há pelo menos 85 milhões de anos

Filogenia primata proposta



Dados genômicos estão refinando ainda mais esta datação

Hominoides (em inglês, *Apes*)



Antropoides hominoides do Mioceno

Período Mioceno : 24 a 5,2 m.a.a.

- início do Mioceno
 - *Proconsul* - encontrado na África oriental - antigo grande-símio sem cauda, considerado como grupo-irmão dos hominoides.
- meio do Mioceno
 - *Kenyaipithecus* - 16 a 10 m.a.a. com molares parecidos aos modernos hominoides (gibões + hominídeos)
- fim do Mioceno
 - Ocorre migrações a partir da África para Europa e Ásia devido às condições de clima mais quente por dois grupos principais:
 - *Sivapithecus* - ligação aos Orangotangos (provável ancestral)
 - *Dryopithecus* - encontrado em vários pontos da Europa
 - *Sahelanthropus tchadensis* - Primeiro hominídeo (da linhagem humana) encontrado na África, datado de 7 m.a.a.

Proconsul



Um crânio de *Proconsul africanus* do Museu Nacional do Quênia

Provável grupo-irmão dos hominoides

Dryopithecus

- Viveu na Europa durante o Mioceno mediano e tardio
- Seu grupo (**driopithecíneos**) provavelmente inclui o ancestral comum dos **hominídeos**, ainda não descoberto.
- Possui cúspides molares com o arranjo típico de **hominídeos**.



Sivapithecus

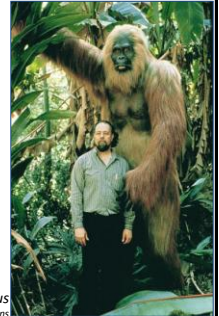
- **Sivapithecus** pertence ao ramo dos ramapitécneos junto do **Gigantopithecus**
- **Sivapithecus** é agora considerado como ancestral do moderno Orangotango.



Crânio de Sivapithecus

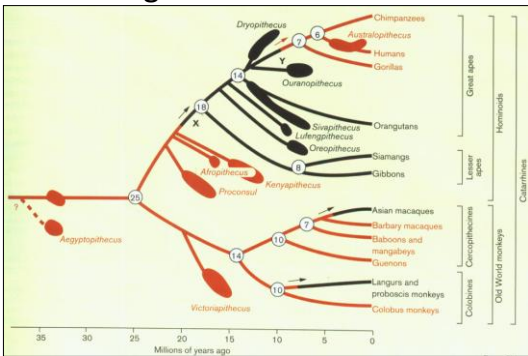
Gigantopithecus

- **Gigantopithecus** é provavelmente o gênero do maior primata que já viveu, alguns com mais de 3 metros e pesando 300 quilos.
- Existiu até 250 k.a.a., coexistindo com o **Homo erectus**.
- Algumas pessoas *acreditam* que ainda existe: Yeti e Pé-Grande!



Reconstrução do Gigantopithecus
Russel Ciochon e Bill Murs

Filogenia dos Catarríneos



Vermelho (africanos), Pretos (Asiáticos) – fósseis são representados por elipses coloridas

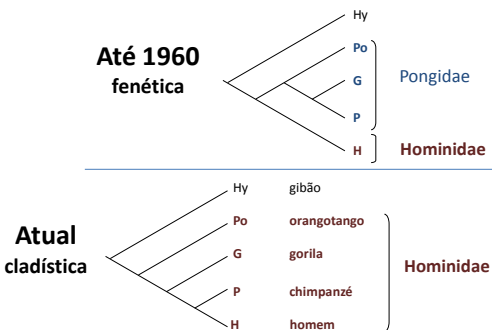
Carolus Linnaeus - Systema Naturae 1735

Homo sapiens - classificou nossa espécie dentro da ordem Primata, mas na família *Hominidae*, separada dos demais grandes símios (Chimpanzé, Gorila, Orangotango) que ficaram na família *Pongidae*.

Essa classificação não expressava relações filogenéticas (ancestralidade comum), mas simplesmente similaridade de formas (planos da criação de acordo com Linnaeus).

“Eu peço a você, e aos demais, que me apontem uma única característica genérica, ..., com a qual eu possa distinguir o homem do macaco. Eu mesmo não conheço nenhuma. Mas se eu tivesse chamado o homem de macaco ou vice-versa, eu teria sucumbido ao repúdio dos Eclesiásticos. Talvez como um naturalista, eu deveria ter feito isto.”

Relações filogenéticas entre grandes símios



Ordem Primata – uma classificação atual

Subordem Strepsirrhini

- Infraordem Lemuriformes (lêmures e afins)
- Infraordem Lorisiformes (gálagos, lóris)

Subordem Haplorrhini

- Infraordem Tarsiiformes (tarsos)
- Infraordem Simiiformes (antropoídes)
 - Parvordem **Platyrrhini** (Novo Mundo)
 - Superfamília Cebidae
 - Superfamília Callitrichidae
 - Parvordem **Catarrhini** (Velho Mundo)
 - Superfamília Cercopithecoidea
 - Superfamília **Homoioidea**
 - Família Hylobatidae (Gibões)
 - Família **Hominidae**
 - Subfamília Ponginae (Pongo)
 - Subfamília **Homininae** (Gorila, Pan, Homo)

Nossos primos



Estas são as espécies mais próximas do *Homo sapiens* com um ancestral comum tão recente quanto 10 milhões de anos, pelo menos.

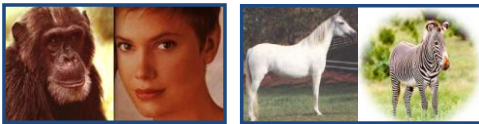
Mãos



Pés

A comparação de diferentes caracteres morfológicos entre grandes símios ora indicava que Chimpanzé era mais parecido ao Homem, ora o Gorila era o mais parecido (comparações fenéticas).

Genomas de espécies relacionadas

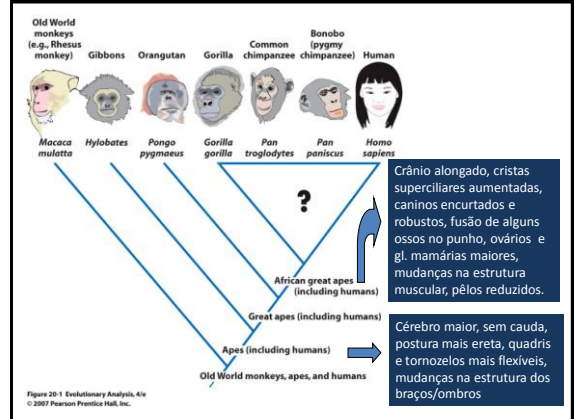


Similaridade de 98-99 %

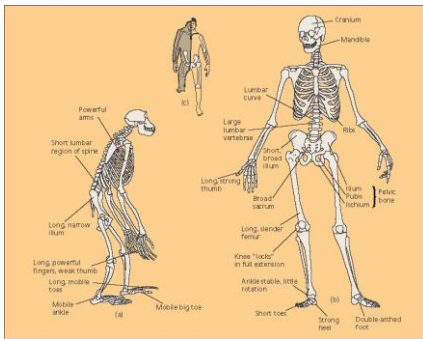
Similaridade de 96-97 %

Estas são medidas feitas entre regiões codificadoras alinhadas das diferentes espécies. A mesma medida reitera que há 0,1% entre dois indivíduos da mesma espécie humana.

Se a medida de diferenças é feita entre todas regiões, incluindo não codificadoras, as diferenças homem-chimpanzé aumentam para 4-5%, mas também aumentam todas as outras comparações entre e dentro de espécies.

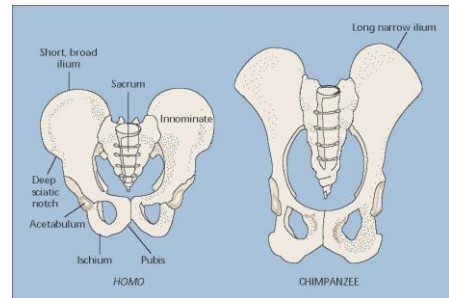


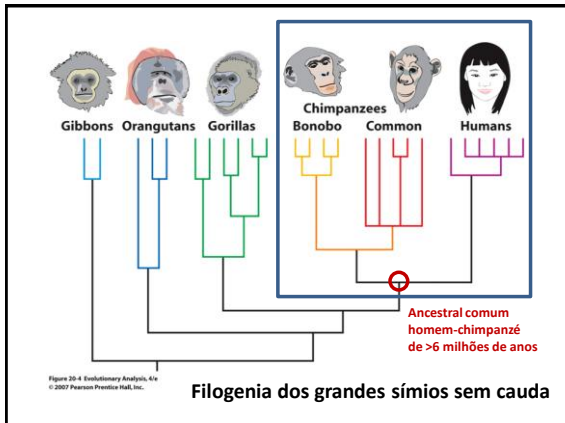
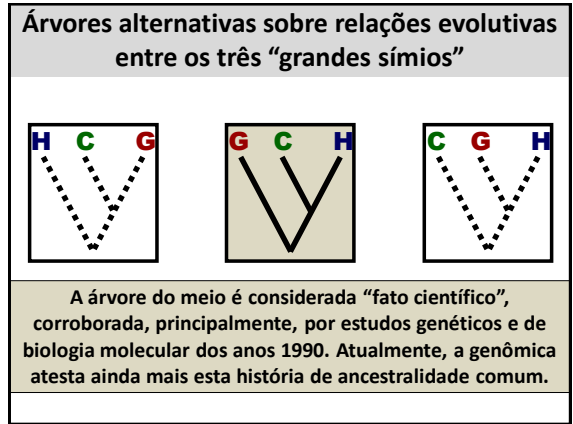
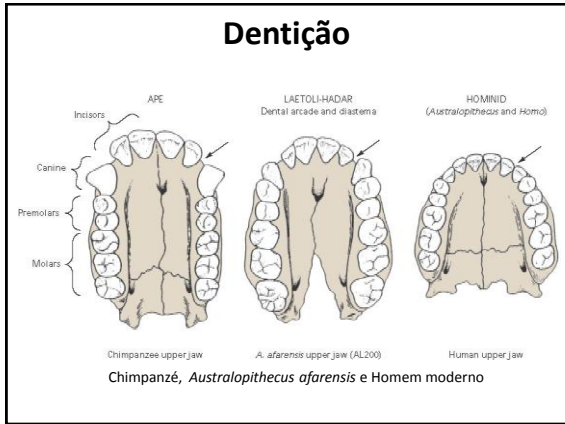
Esqueletos



Chimpanzé e Homem

Pélvis





Evolução Humana - Módulo 4

O passado humano

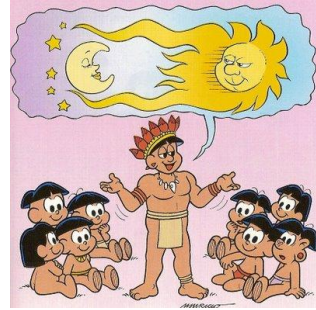
Paleoantropologia

Torre de Babel



Origem dos povos e suas línguas, de acordo com a Bíblia

Mito indígena (Tupi) de origem dos povos



Mito indígena (Jê) de origem dos povos

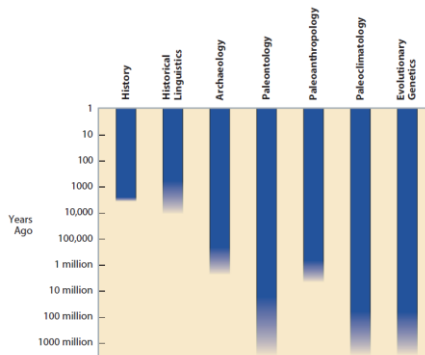


Ciência e história humana

integração multidisciplinar



Ciência e história humana



Paleoantropologia



O que no diz o registro fóssil sobre a ascendência humana ?

Fossilização

- registro incompleto
- organismos (partes duras/moles)
- hábitat/nicho
- acesso





© 2000 Brooks/Cole - Thomson Learning

Strata


Datação de fósseis (relativa, absoluta)

- radioisótopos
- taxa de declínio
- taxa de acúmulo



© 2000 Brooks/Cole - Thomson Learning

Variedade de fósseis




Benjamin Cummings

Crânios de *Australopithecus* e *Homo erectus* (África)



Benjamin Cummings

Pegadas



Vale dos dinossauros
Sousa (Paraíba)





Pegadas de *Australopithecus*
Lago Laetoli (África)

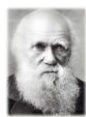

Paleoambiente: presas de Mamute de 23.000 anos atrás (Sibéria, Rússia, 1999)



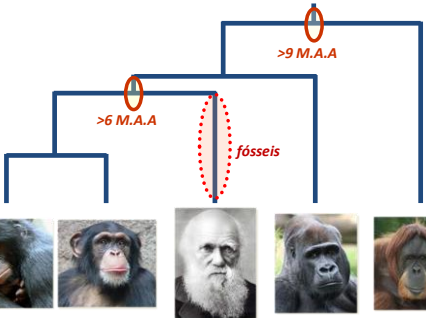
Benjamin Cummings

Hominidae

Pongo	<i>Pongo pygmaeus</i> (Orangotango)	
Gorilla	<i>Gorilla gorilla</i> (Gorila)	
Homo	<i>Homo sapiens</i> (Homem moderno) <i>Homo floresiensis</i> extinto 12 K.A.A. <i>Homo neanderthalensis</i> extinto 26 K.A.A.	
Pan	<i>Pan paniscus</i> (Chimpanzé pigmeu) <i>Pan troglodytes</i> (Chimpanzé comum)	

	
↓	↓
Ancestrais recentes viviam em ambientes diversos como savanas e outras áreas áridas da África	Ancestrais recentes viviam na Floresta Tropical africana
↓	↓
Probabilidade alta de fossilização: mais de 30 espécies diferentes relacionadas à linhagem humana	Probabilidade baixa de fossilização: Não foi encontrada qualquer espécie fóssil ancestral de chimpanzé ou gorila.

História evolutiva dos Hominidae



>6 M.A.A. >9 M.A.A.

fósseis

Era Cenozóica

65 milhões de anos atrás (M.A.A.) até hoje

Terciário (65 a 2,58 M.A.A.)

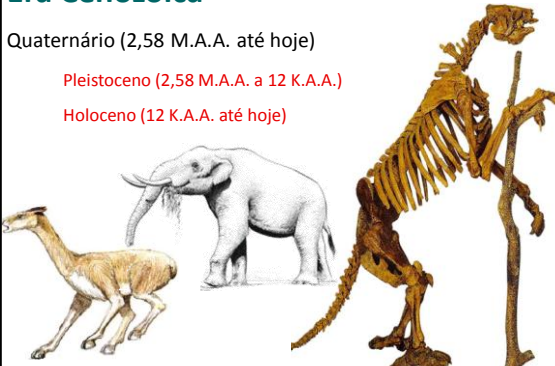
- Paleoceno (65 a 54 M.A.A.)
- Eoceno (54 a 38 M.A.A.)
- Oligoceno (38 a 23 M.A.A.)
- Mioceno (23 a 5 M.A.A.)
- Plioceno (5 a 2,58 M.A.A.)

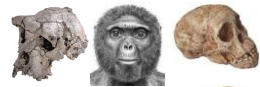






Era Cenozóica

Quaternário (2,58 M.A.A. até hoje)

- Pleistoceno (2,58 M.A.A. a 12 K.A.A.)
- Holoceno (12 K.A.A. até hoje)



>6 M.A.A.	Primeiros da linhagem humana <i>Sahelanthropus tchadensis</i> <i>Ardipithecus ramidus</i> <i>Orrorin tugenensis</i>	
5 M.A.A.		
4 M.A.A.	Australopitécíneos <i>Au. afarensis</i> - Lucy <i>Au. africanus</i> - bebê de Taung	
3 M.A.A.		
2 M.A.A.	Primeiros <i>Homo</i> <i>Homo habilis</i> <i>Homo erectus</i>	
1 M.A.A.	Homens arcaicos <i>Homo neanderthalensis</i> <i>Homo floresiensis</i>	
100 K.A.A.	Homem moderno <i>Homo sapiens</i>	
Hoje		

Sahelanthropus tchadensis

(~6,5 milhões de anos atrás)



O hominíneo fóssil mais antigo. Provável ancestral, mas está ainda sendo estudado: pequeno cérebro (menor que o do chimpanzé!), face projetada e alongada com proeminente *tórus supra-orbital*, com pequenos dentes caninos, uma curta parte mediana da face, e uma grande abertura (*foramen magnum*) na base do crânio voltada para baixo indicando que ele mantinha um corpo ereto, típico da linhagem humana.

Orrorin tugenensis

(6 milhões de anos atrás)



Hominíneo fóssil antigo sem crânio recuperado, mas com vários ossos fragmentados de aproximadamente cinco indivíduos. Estes fragmentos de ossos das pernas indicam que tinha hábitos semi-arborícolas.

Ardipithecus ramidus



1983



Outubro de 2009

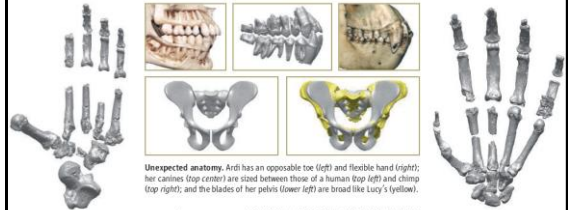
Ardipithecus ramidus

(5,8 - 4,4 milhões de anos atrás)

Após 15 anos de escavações, este hominíneo fóssil pode ser descrito em detalhe, considerado um gênero ancestral de *Australopithecus*.



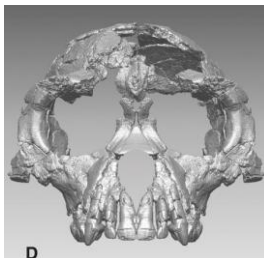
Crânio ~400 cm³



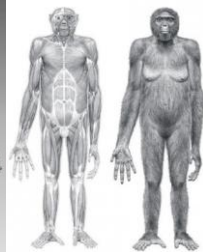
Unexpected anatomy. Ardi has an opposable toe (left) and flexible hand (right); her canines (top center) are sized between those of a human (top left) and chimp (top right); and the blades of her pelvis (lower left) are broad like Lucy's (yellow).

www.sciencemag.org SCIENCE VOL 326 2 OCTOBER 2009

Ardipithecus ramidus



D



Alguns ossos tiveram de ser reconstruídos a partir de dados de tomografia de alta resolução. As conclusões, ainda discutidas pela comunidade científica, indicam que esta espécie era bípede, mas arborícola. Também sugere que a forma de locomoção ancestral da linhagem humana seria bem diferente da utilizada atualmente por chimpanzés (*knuckle walking*).

Australopithecus sediba

2 milhões de anos atrás



fóssil de um criança de 10 a 13 anos

Um dos últimos *Australopithecus*, encontrado no sul da África. Talvez seja ancestral do gênero *Homo*, mas ainda está sendo estudado em detalhe por paleoantropólogos.

Homo erectus

(de 2 milhões de anos atrás até 200 mil anos atrás)

Atualmente é considerado um **complexo de espécies** com cérebro entre 850 e 1250 cm³, com variedades geográficas diferentes e também diferentes formas temporais, sendo as mais recentes geralmente com cérebro maior.
Algumas espécies do complexo:
H. ergaster, *H. heidelbergensis*, *H. javanensis*, *H. mauritanicus*, *H. pekinensis*, *H. antecessor* etc.



Garoto de Turkana: fóssil de esqueleto quase completo de um exemplar africano, às vezes classificado como *H. ergaster*. Provável ancestral.

Homo erectus (H. ergaster)

(1,8 milhão de anos atrás)



Este é o primeiro hominíneo encontrado fora da África. Na esquerda, um exemplar de Dmanisi na Geórgia (Europa oriental), considerado um intermediário entre *H. habilis* e *H. erectus*. Na direita, o exemplar do crânio KNM-ER 3733 de Koobi Fora, Quênia, África oriental. Possuíam capacidade craniana entre 650 e 900 cm³.

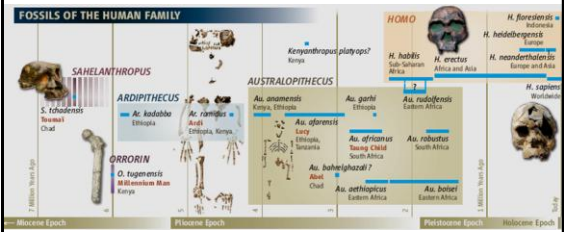
Homo erectus (H. heidelbergensis)

(600-300 mil anos atrás)



Espécie de hominíneo descendente do *H. erectus* africano, encontrado na Europa (esquerda) e na África (direita) com um cérebro ao redor de 1100 cm³. Alguns consideram a variedade africana como *Homo rhodesiensis* e a variedade europeia como ancestral do homem de Neandertal.

Múltiplas espécies de hominíneos



Espécies da linhagem humana coexistiram e competiam por recursos parecidos. Há 2 milhões de anos, pelo menos quatro espécies diferentes habitavam regiões próximas no leste africano. Trinta mil anos atrás, além do homem moderno (*H. sapiens*), também havia o Neandertal (*H. neanderthalensis*) que se extinguiu há ~25 mil anos e o homem de Flores (*H. floresiensis*) que se extinguiu há 13 mil anos.

Homo neanderthalensis

(200-26 mil anos atrás)

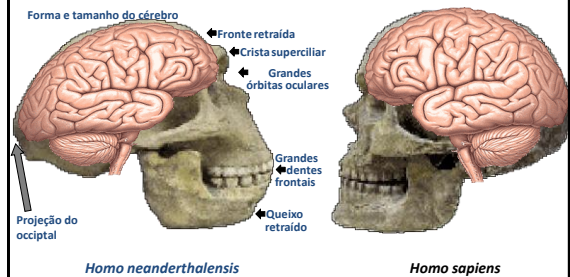


Espécie de hominíneo da Europa e Oriente Médio conviveu com o *Homo sapiens* pelo menos entre 40 e 26 k.a.a. Possuía cérebro maior que o nosso! O DNA desta espécie foi analisado, sendo provisoriamente excluído da nossa ancestralidade direta, com possibilidade de passar alguns poucos genes.

Características cranianas diferenciadas

Neandertal

Humano Moderno



Homo floresiensis

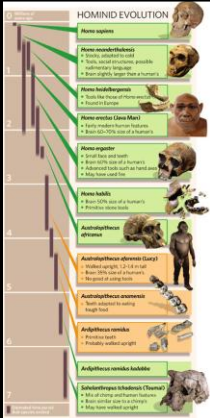
(24-13 k. anos atrás)




Espécie de hominíneo encontrada na Ilha de Flores, Indonésia. Eram indivíduos pequenos com cérebros diminutos (400 cm³), como o de um chimpanzé. Se extinguiu há 13 k.a.



Hominid Evolution



Homem anatomicamente moderno




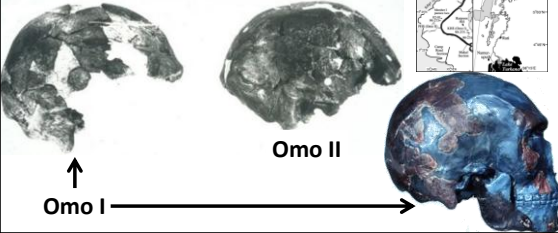
Homo sapiens
190-160 K.A.A.

Idaltu
da Etiópia no nordeste africano

Homem anatomicamente moderno


A evidência mais antiga do *Homo sapiens* (definido anatomicamente) vem de um crânio parcial do rio Omo, na Etiópia, África oriental.

O crânio **Omo I** é datado em 190 ± 5 mil anos atrás

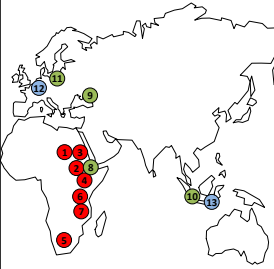
Homem anatomicamente moderno

São os fósseis antigos de *Homo sapiens* mais bem datados e preservados, muitas vezes chamado de Idaltu.



Crânios fósseis de Herto, Etiópia
160-154 mil anos atrás

Mapa das ocorrências de alguns fósseis de hominíneos



1. *Sahelanthropus tchadensis* – 6,5 m.a.a.
2. *Orrorin tugenensis* – 6 m.a.a.
3. *Ardipithecus ramidus* – 4,5 m.a.a.
4. *Australopithecus afarensis* – 3,6 a 3 m.a.a.
5. *Australopithecus africanus* – 3 a 2 m.a.a.
6. *Paranthropus robustus* – 2 m.a.a.
7. *Homo habilis* – 2,2 a 1,8 m.a.a.
8. *Homo erectus* – 1,8 m.a.a a 200 k.a.a.
9. *Homo ergaster* – 1,8 m.a.a.
10. *Homo javanensis* – 1,4 m.a.a.
11. *Homo heidelbergensis* – 800-200 k.a.a.
12. *Homo neanderthalensis* – 200 – 28 k.a.a.
13. *Homo floresiensis* – 23 k.a.a. a 13 k.a.a.

De 6,5 até 1,8 milhões de anos atrás (m.a.a.), fósseis hominíneos são encontrados apenas na África, mas a partir de 1,8 m.a.a. também são encontrados na Ásia e Europa. Várias espécies diferentes coexistiram na mesma época e local, e somos uma espécie única desta linhagem neste planeta há apenas 13 mil anos.

Fósseis hominíneos: origem do homem moderno (*H. sapiens*)

