

Evolución del linaje homínido

Medicina Evolutiva
Carrera de Medicina



Dr. Mauricio Moraga, 2023
PGH, ICBM, U. de Chile.

1

Evolución del linaje homínido

Medicina Evolutiva
Carrera de Medicina

Parte 1

Contenido de la clase:

El origen y la distribución geográfica de los primates

Comparaciones dentro de la rama de los hominidae

Los homininos, siete millones de años de historia evolutiva

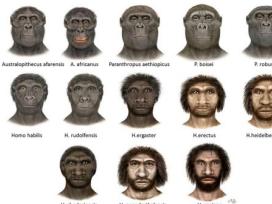
La consolidación de la marcha bípeda y la posición ortógrada permanente

La encefalización

La evolución del género Homo

El desarrollo del lenguaje

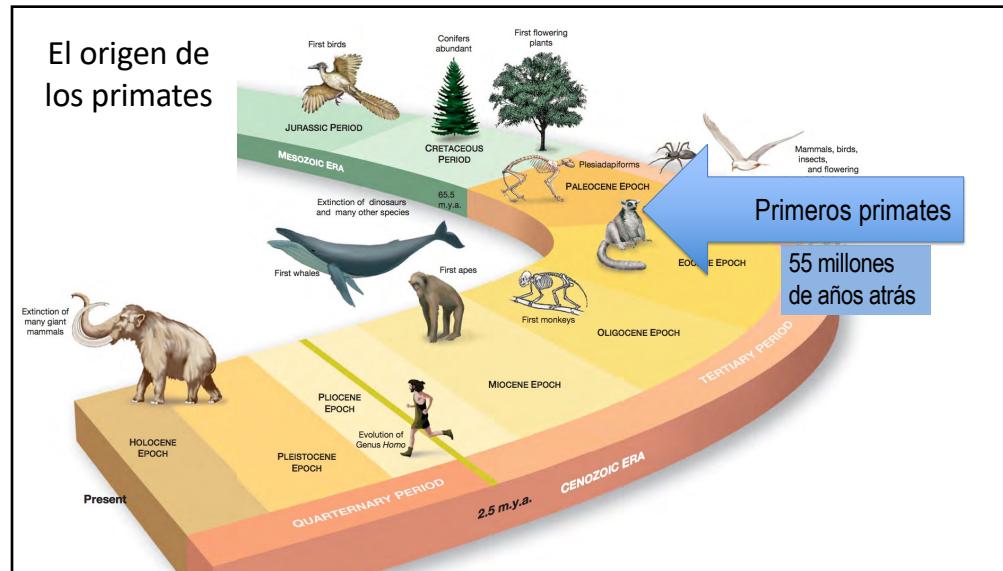
La expansión de los humanos modernos



2

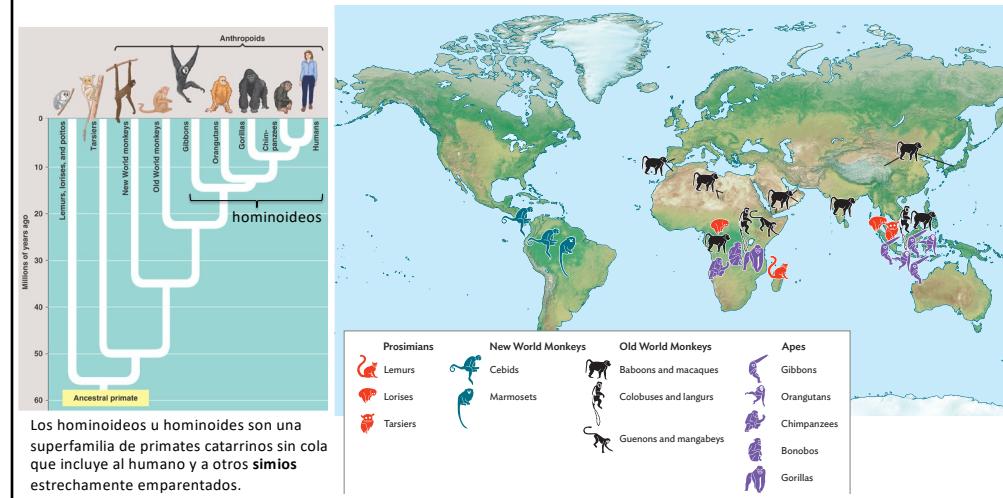
1

El origen de los primates



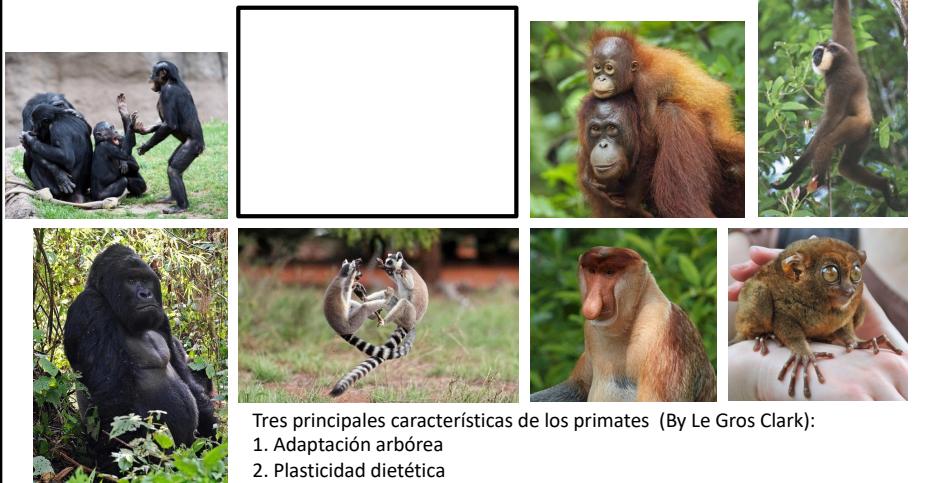
3

Distribución geográfica de los primates no humanos



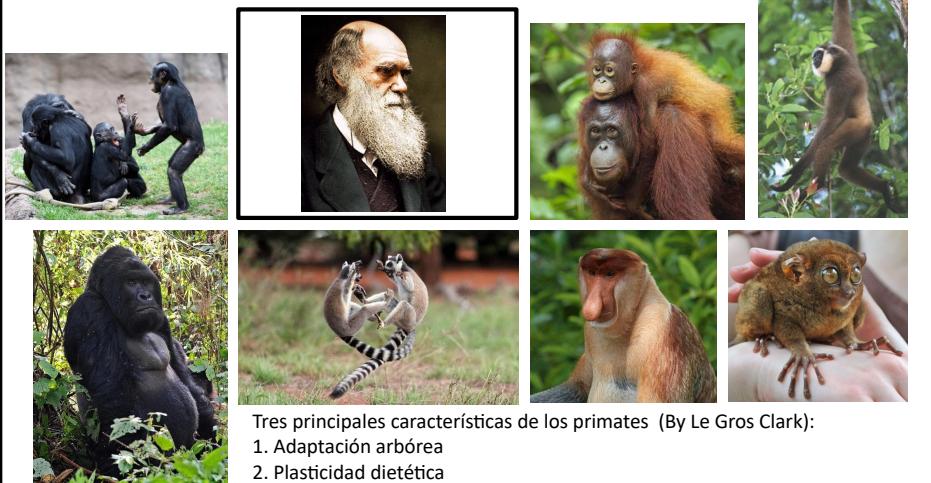
4

¿Cuál es nuestro lugar entre los primates?

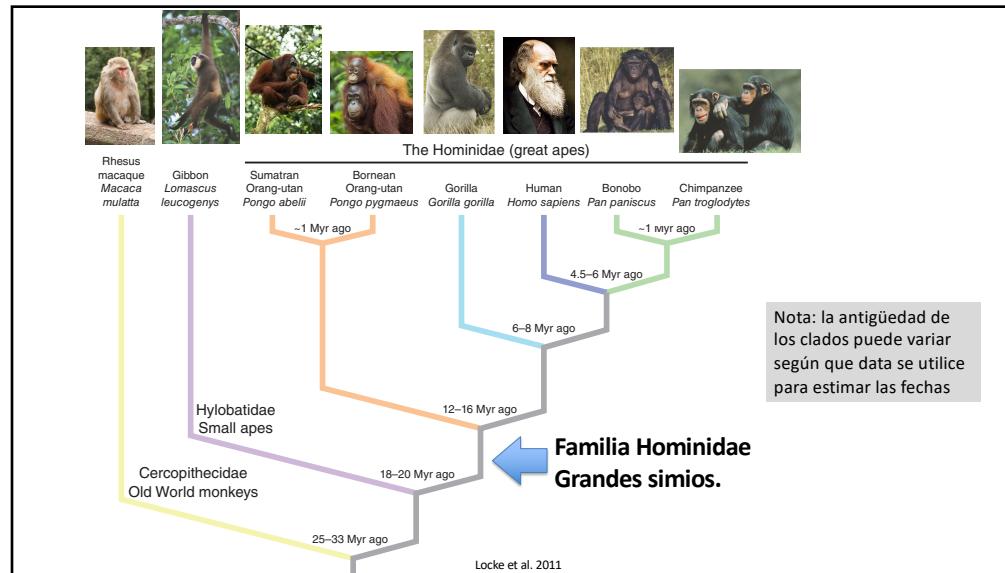


5

¿Cuál es nuestro lugar entre los primates?



6



7



8

Anatomía comparada

Familia Hominidae

Hay diferencias importantes a nivel del cráneo (forma y tamaño), rostro, longitud de extremidades, forma de la pelvis, postura, forma de los pies, tamaño de los caninos, etc.

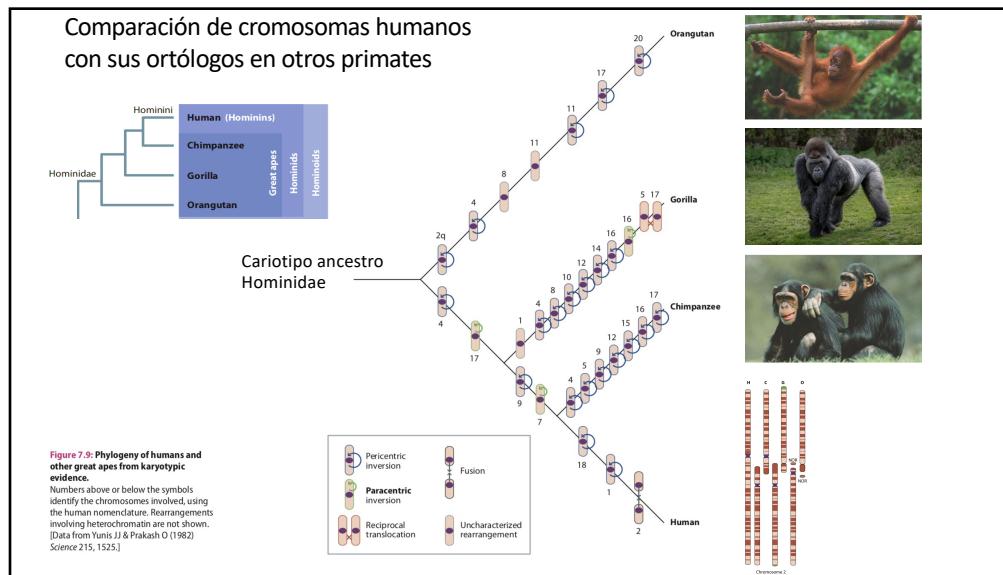
9

Comparación de cromosomas humanos con sus ortólogos en otros primates

Familia Hominidae

Existe una gran similitud entre el cariotipo de humano y el de los grandes simios.

10

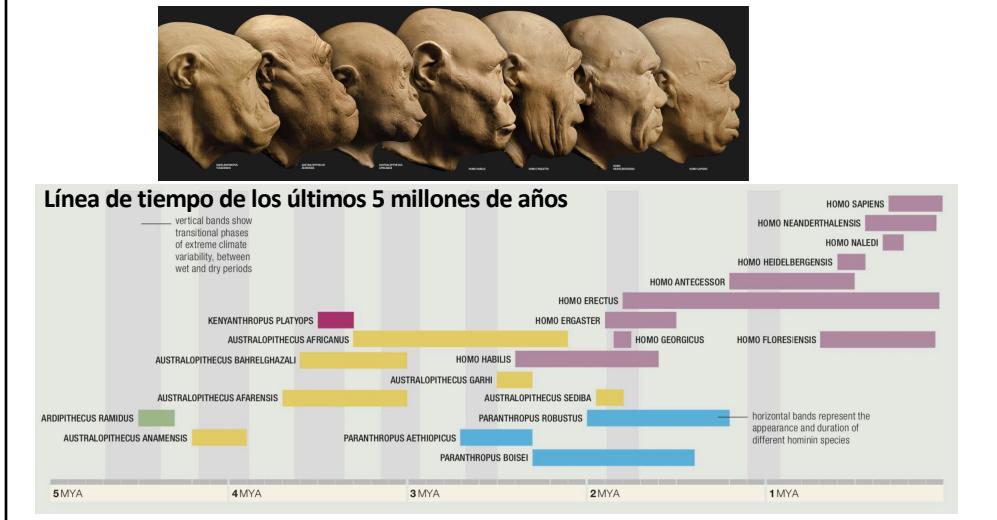


11



12

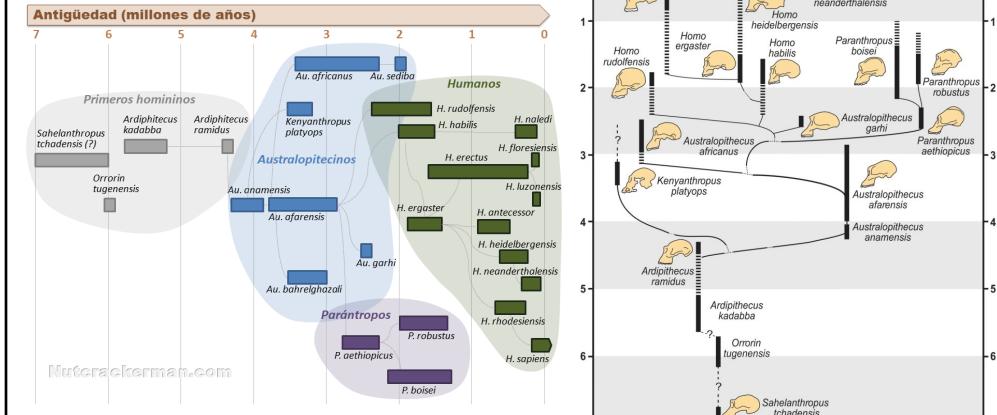
Los ancestros homininos



13

Los ancestros homininos

Propuestas de relaciones filogenéticas...

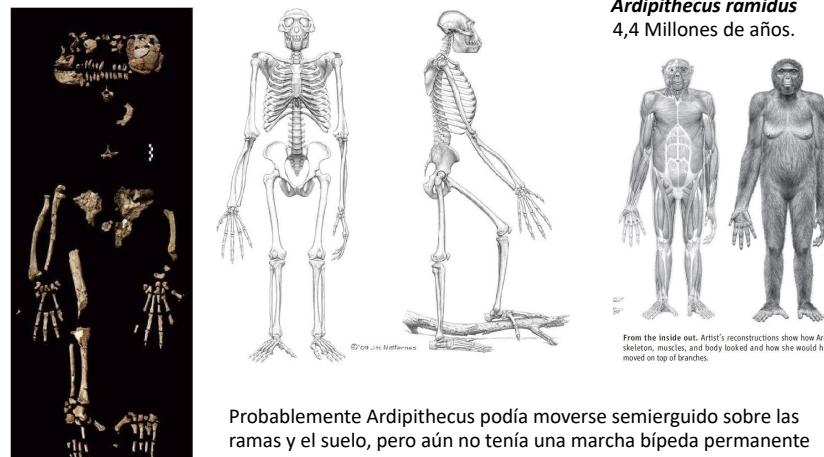


Dado lo fragmentario del registro no es sencillo establecer la filogenia real

14

Primeras evidencias de bipedestación

Ardipithecus ramidus
4,4 Millones de años.



From the inside out. Artist's reconstructions show how Ardipithecus' skeleton, muscles, and body looked and how she would have moved on top of branches.

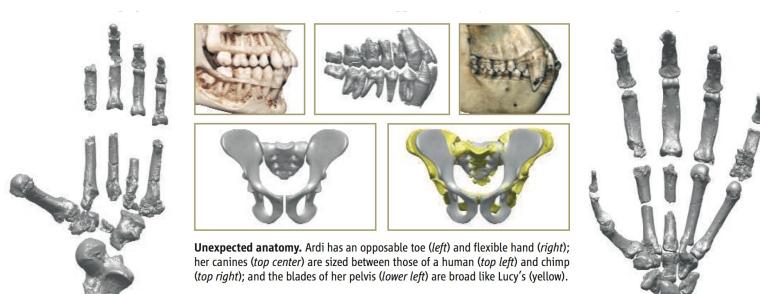
Probablemente Ardipithecus podía moverse semiergido sobre las ramas y el suelo, pero aún no tenía una marcha bípeda permanente

FIG. 3. The ARA-VP-6/500 skeleton. This is a composite photograph to show the approximate

15

Primeras evidencias de rasgos "humanos"

Ardipithecus ramidus
4,4 Millones de años.



Unexpected anatomy. Ardipithecus 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

Pies más parecidos a los de chimpancés actuales.

Pelvis con similitudes australopitecinos.

Manos con similitudes con humano actual.

16

Cambios ambientales asociados a la consolidación de la bipedestación en homíninos

La disminución de la selva húmeda en el África subsahariana oriental y el surgimiento y expansión de las sabanas generó condiciones favorables para los homíninos bípedos por sobre los cuadrúpedos

WOODLAND

African apes still live in forest and woodland habitats, suggesting that they were important in early hominin evolution. Bipedal, ground-living primates like the early hominins probably lived in open, seasonal woodlands rather than in dense tropical forests. Here food resources are less predictable, and exploiting them successfully requires flexibility in diet and in foraging behavior.

GRASSLAND

The African savanna and other grassland habitats are more open than woodlands. They tend to support a larger number and greater diversity of terrestrial mammal and plant species. Many food resources, such as nuts, underground tubers, and bone marrow scavenged from animal carcasses, could only be accessed by hominins using tools.

17

Los Australopithecus

3,8 a 1,6 millones de años atrás.

Durante este periodo se puede identificar en África varias especies de Australopithecus, algunas más gráciles como *A. africanus* o *A. afarensis* y otras más robustas clasificadas generalmente como *Paranthropus*

Timeline of Hominin Evolution:

4 MYA	3 MYA	2 MYA
<i>SAHELANTHOPOUS TCHADENSIS</i>	<i>AUSTRALOPITHECUS AFRICANUS</i>	<i>HOMO ERECTUS</i>
<i>AUSTRALOPITHECUS BAHRELGHAZALI</i>	<i>AUSTRALOPITHECUS GARHI</i>	<i>HOMO HABILIS</i>
<i>AUSTRALOPITHECUS AFARENSIS</i>	<i>AUSTRALOPITHECUS SEDIBA</i>	<i>HOMO ERGASTER</i>
<i>PARANTHROPOUS AETHIOPICUS</i>	<i>PARANTHROPOUS ROBUSTUS</i>	<i>HOMO GEOD</i>
<i>PARANTHROPOUS BOISEI</i>		

AUSTRALOPITHECUS AFARENSIS fossils of all ages and sexes, including "Lucy" and the recently recovered Dikika child, provide insight into this early biped.

SAHELANTHOPOUS TCHADENSIS may be an early hominin and is one of only two from West Africa.

AUSTRALOPITHECUS AETHIOPICUS (KNM-WT 17000) is likely ancestor of the robust australopithecines.

Quattro Canti 3 was the first *Au. boisei* to be discovered and represents a hyper-specialized member of this species.

TAUNG is the type specimen of *Au. africanus* described by Raymond Dart in the 1920s.

Au. africanus has a small rounded braincase.

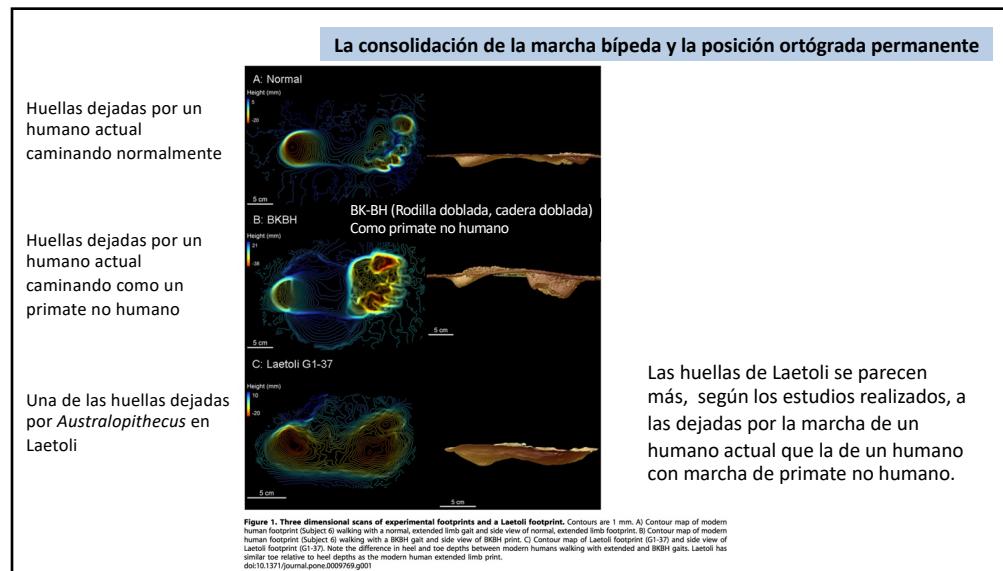
18



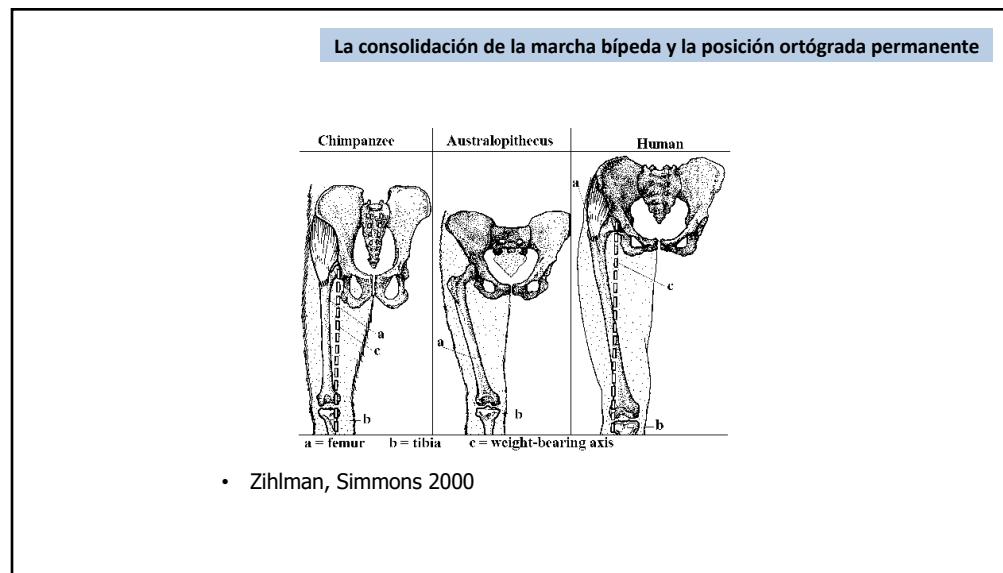
19



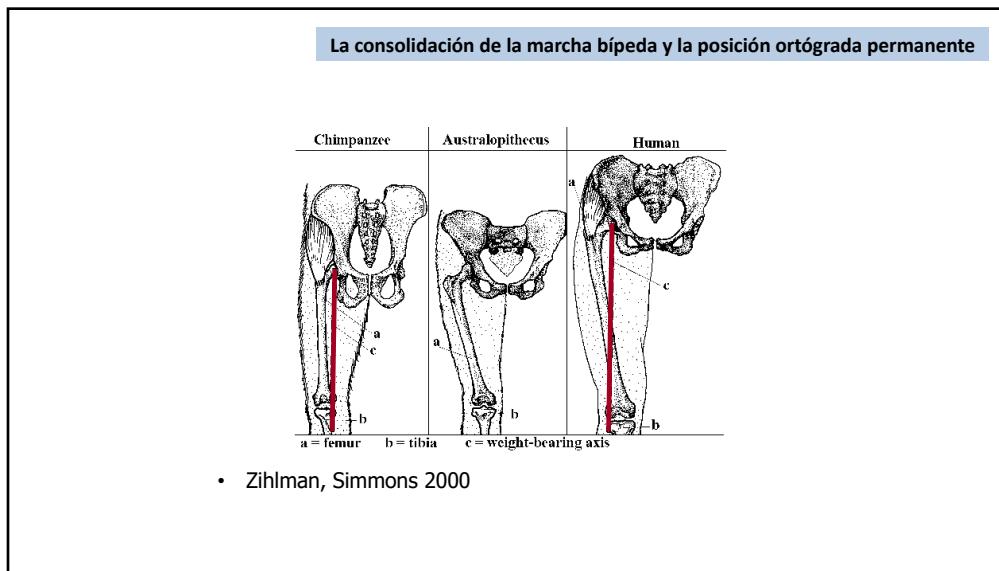
20



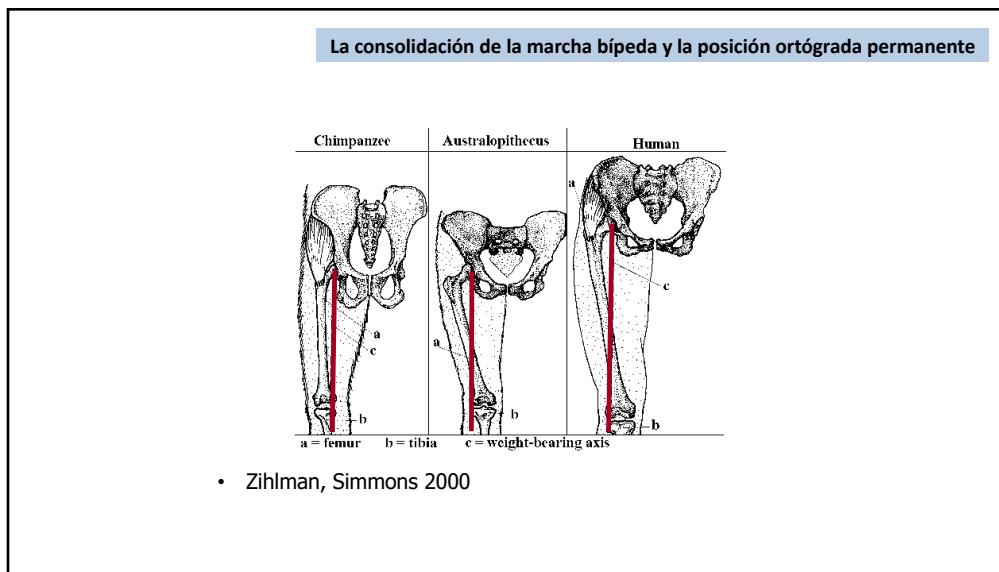
21



22



23



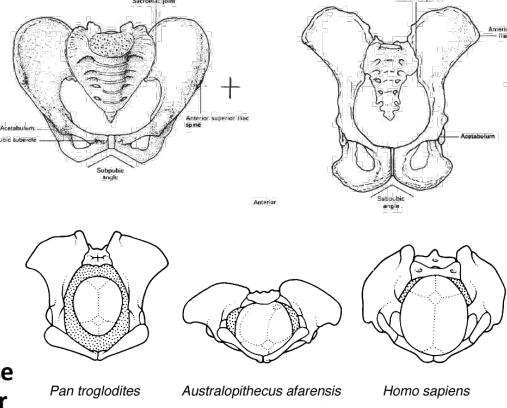
24

La consolidación de la marcha bípeda y la posición ortógrada permanente

La bipedestación confirió ventajas para el desplazamiento en los nuevos ambientes.



Pero también implicó restricciones al tamaño y forma del canal de parto que se volvieron más complejos con el posterior aumento del tamaño del cráneo.



25

La consolidación de la marcha bípeda y la posición ortógrada permanente

La bipedestación confirió ventajas para el desplazamiento en los nuevos ambientes.



Pero también el cambio de la posición del cuerpo implicó una distribución diferente del peso sobre la columna lo que genera problemas a los humanos actuales



El Lumbago puede ser considerado el resultado de este constraint o un mismatch con la actividad actual (sentado frente a un computador)

Constraints: restricción de la estructura biológica
Mismatch: mal adaptación con el entorno

26

Evolución del linaje homínido

Medicina Evolutiva
Carrera de Medicina

Recapitulemos:

Los primates existen desde unos 55 millones de años atrás. El ancestro común entre chimpancé y humano vivió en torno a 6 a 7 millones de años atrás según la inferencia genética. El registro fósil de homíninos más antiguos se encuentra en África oriental, principalmente en el valle del Rírf, y tiene casi 7 millones de años.

La primera evidencia de marcha bípeda se aprecia en *Ardipithecus ramidus* 4,4 millones de años atrás, antes del surgimiento de las praderas.

Los Australopithecus se consolidan en la marcha bípeda y se expanden por las sabanas africanas a partir de 3,8 millones de años atrás.

Podemos considerar la bipedestación como el hito fundamental de este periodo.



27

Evolución del linaje homínido

Medicina Evolutiva
Carrera de Medicina

Parte 2

Contenido de la clase:

El origen y la distribución geográfica de los primates

Comparaciones dentro de la rama de los hominidae

Los homíninos, siete millones de años de historia evolutiva

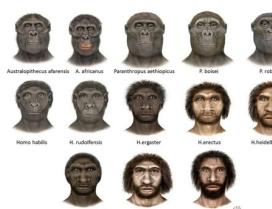
La consolidación de la marcha bípeda y la posición ortógrada permanente

La encefalización

La evolución del género Homo

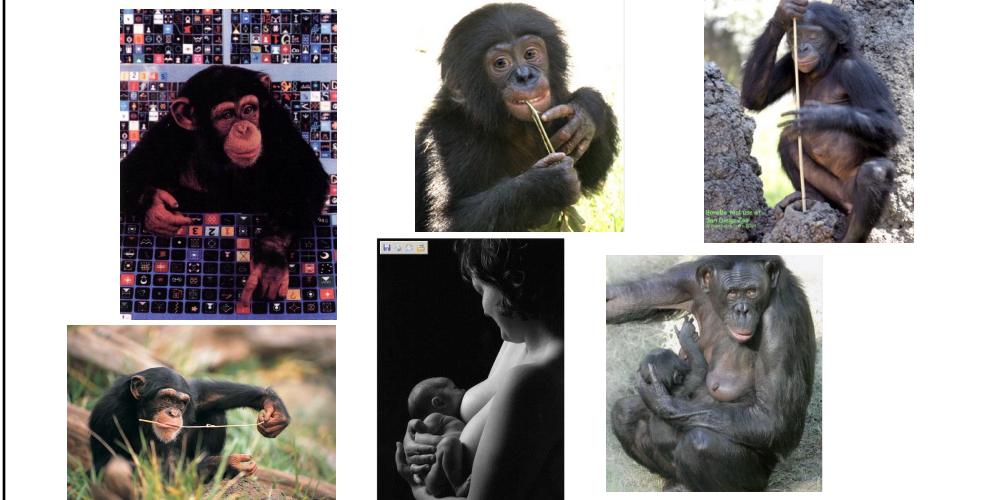
El desarrollo del lenguaje

La expansión de los humanos modernos



28

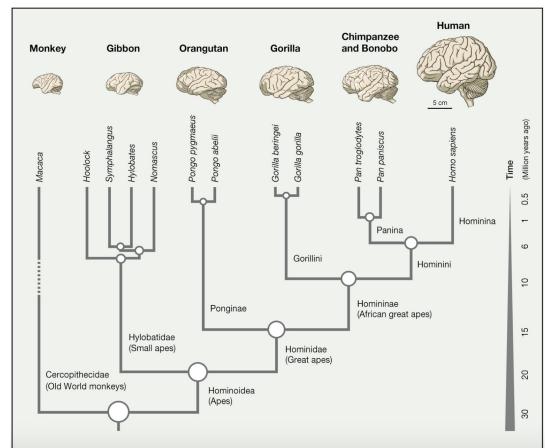
Evolución humana: La génesis de lo humano



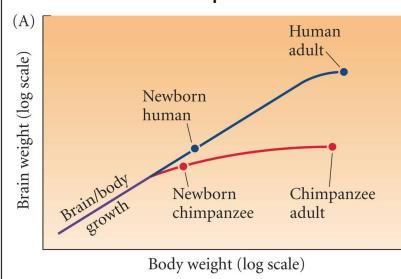
29

Evolución humana: La génesis de lo humano

Diferencias en el tamaño del cerebro entre primates

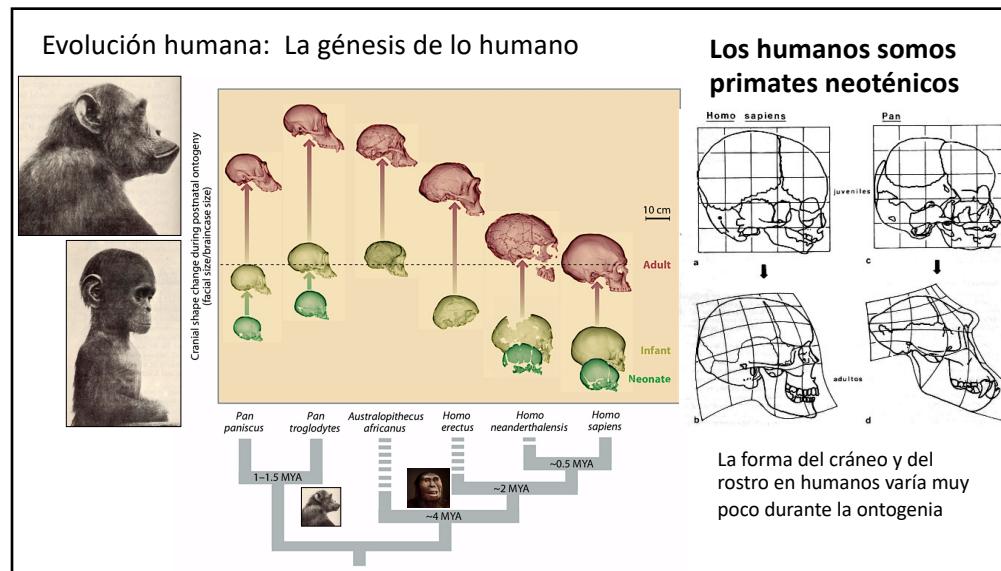


Crecimiento postnatal del cerebro en primates

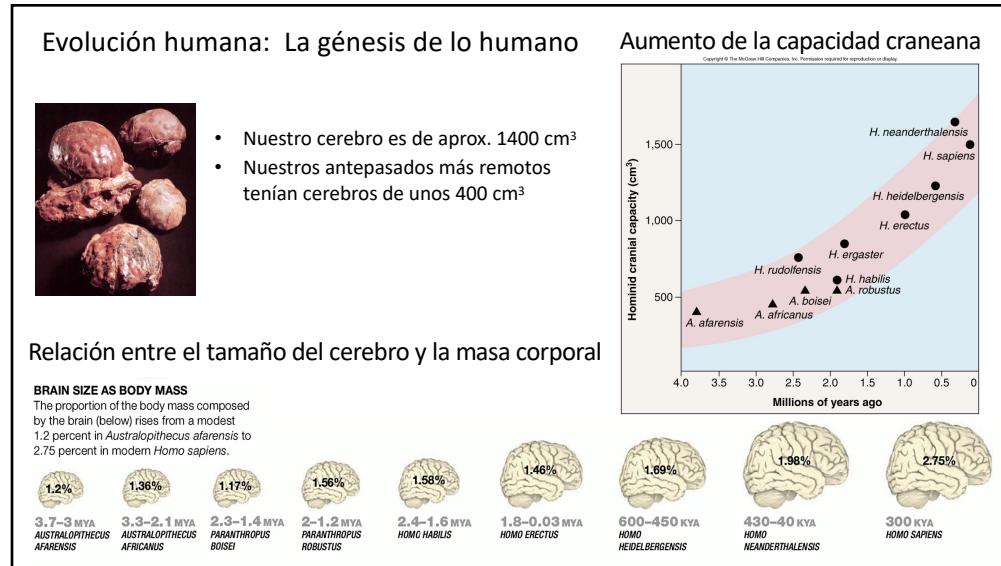


Además del crecimiento en tamaño hay cambios en el número de conexiones interneuronales y en la complejidad de la corteza cerebral.

30



31



32

Evolución humana: La génesis de lo humano

SRGAP2 y la evolución del cerebro humano

El gen SRGAP2 es uno de los pocos genes que presenta duplicaciones ausentes en los otros primates y estaría asociado al desarrollo del cerebro.

El gen SRGAP2 ha experimentado tres duplicaciones parciales en la evolución del linaje homínido, la primera 3,4 millones de años atrás, posiblemente asociada al surgimiento del linaje; la segunda 2,4 millones de años atrás y la última aproximadamente 1 millón de años atrás.

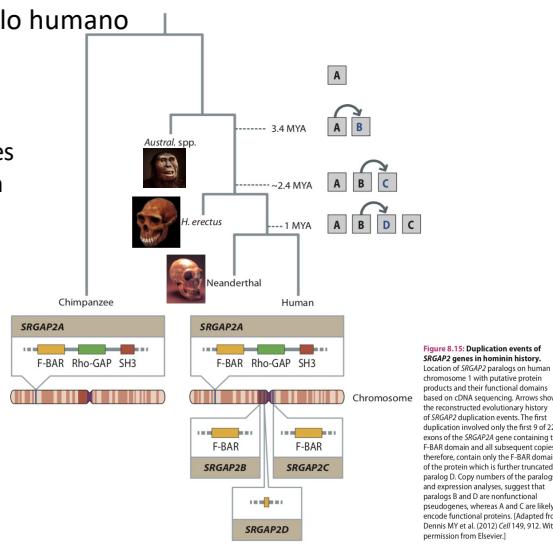


Figure 8.15: Duplication events of SRGAP2 gene history. Location of SRGAP2 paralogs on human chromosome 1 with putative protein products and their functional domains are shown. The reconstructed evolutionary history of SRGAP2 duplication events are shown. The first duplication event (~3.4 MYA) gave rise to 22 exists of the SRGAP2 gene containing the F-BAR domain and all subsequent copies thereof. The only full F-BAR domain of the protein which is further divided in paralog D. Copy numbers of the paralogs, and expression analyses, suggest that paralog B and C are likely to encode pseudogenes, whereas A and C are likely to encode functional proteins. (Adapted from Dennis MF et al. (2012) Cell 149, 912. With permission from Elsevier.)

33

SRGAP2 y la evolución del cerebro humano

Las duplicaciones del gen SRGAP2 en humanos permite la formación de un número mucho mayor de espinas dendríticas y una prolongación del periodo de desarrollo del sistema nervioso lo que aumenta su plasticidad y tiene un impacto positivo en el desarrollo de las habilidades cognitivas en humanos.

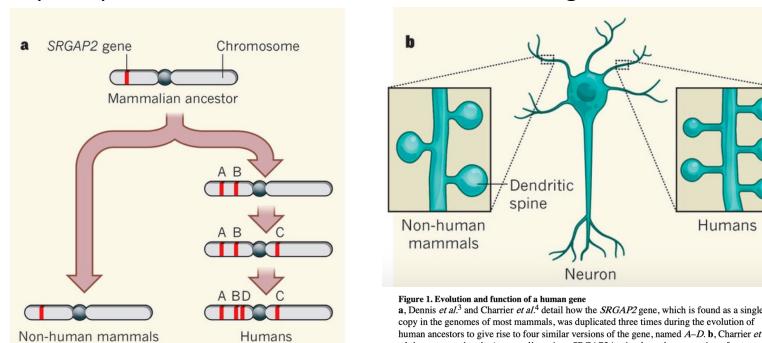


Figure 1. Evolution and function of a human gene. a, Dennis et al.³ and Charrier et al.⁴ detail how the SRGAP2 gene, which is found as a single copy in the genomes of most mammals, was duplicated three times during the evolution of humans to give rise to four copies of the gene, named A–D. b, Charrier et al. demonstrate that the ancestral version, SRGAP2A2, stimulates the formation of dendritic spines (protrusions) on the surfaces of neurons, whereas SRGAP2C promotes an increased number of immature spines in humans. This development might have contributed to the evolution of human cognitive abilities.

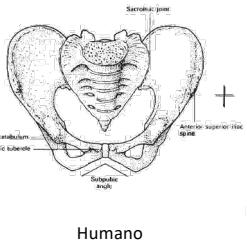
34

La consolidación de la marcha bípeda y la posición ortógrada permanente

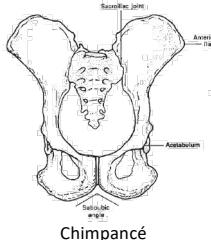
La bipedestación confirió ventajas para el desplazamiento en los nuevos ambientes.



Humano



Chimpancé



Pan troglodytes **Australopithecus afarensis** **Homo sapiens**

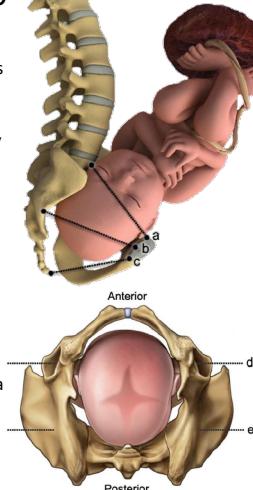
Pero también implicó restricciones al tamaño y forma del canal de parto que se volvieron más complejos con el posterior aumento del tamaño del cráneo.

35

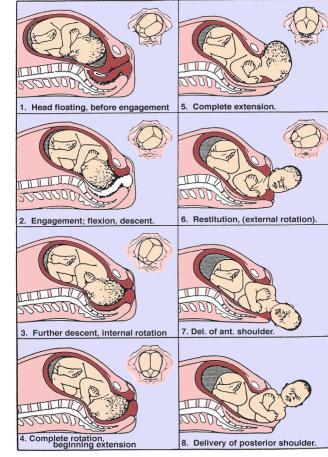
El dilema obstétrico

El dilema obstétrico se refiere al conflicto entre las modificaciones de la pelvis y del canal de parto que se seleccionaron por efecto de la bipedestación por un lado y el aumento progresivo del tamaño del cerebro y por tanto del cráneo en los integrantes del género Homo.

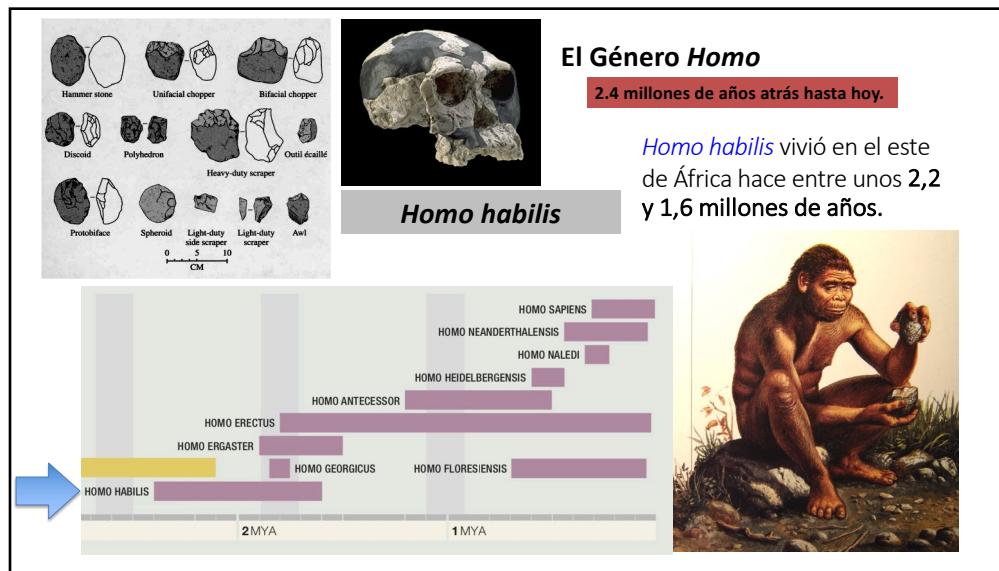
Aparentemente las soluciones pasan por el nacimiento de un bebé "prematuro", un parto difícil y la selección de conductas sociales relacionadas a la asistencia de la madre durante el parto.



Pero también implicó restricciones al tamaño y forma del canal de parto.



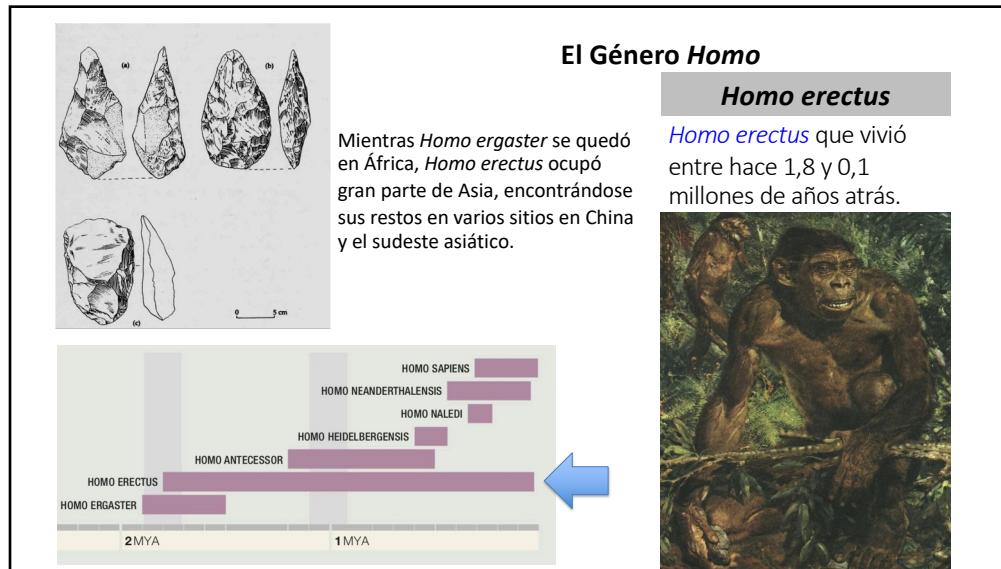
36



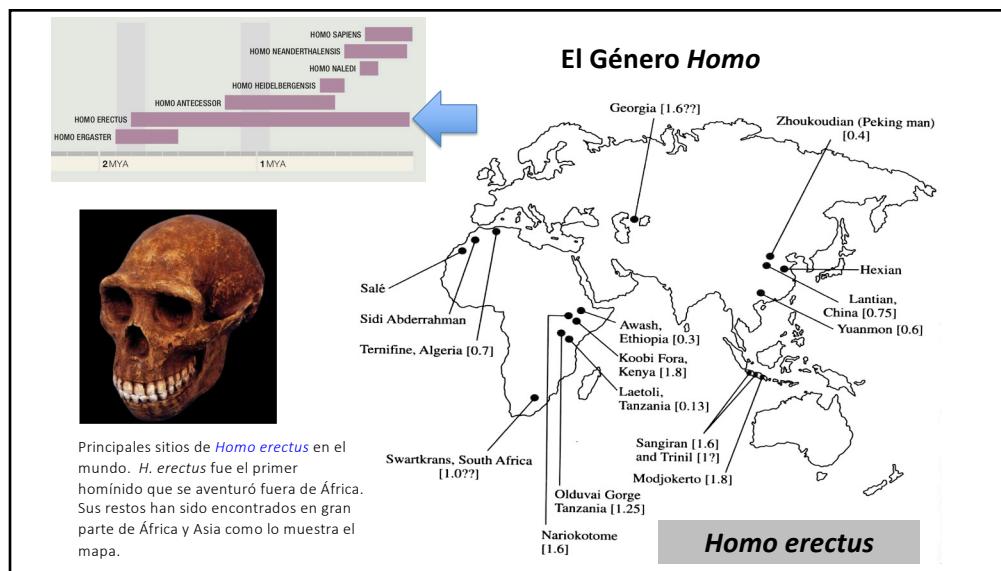
37



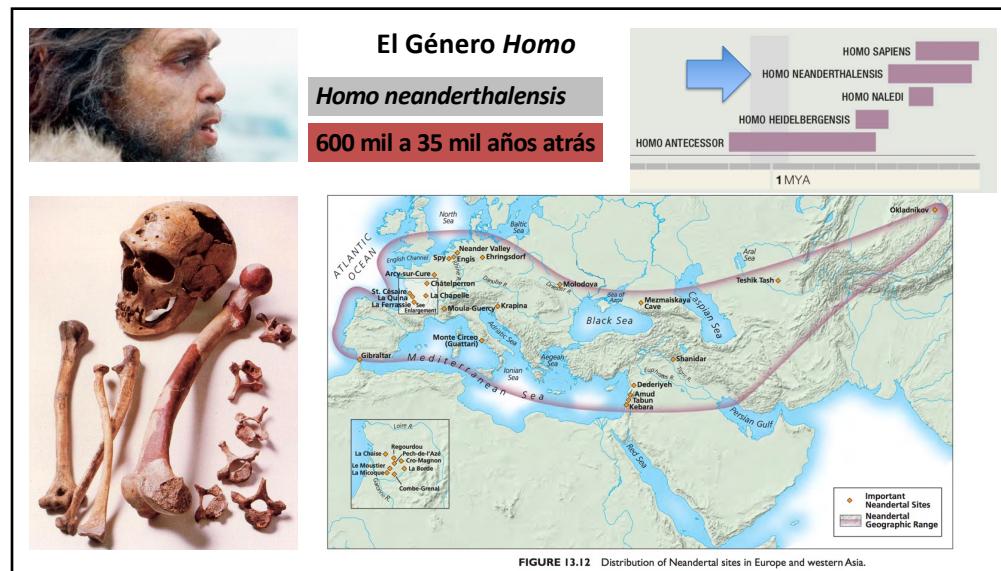
38



39



40

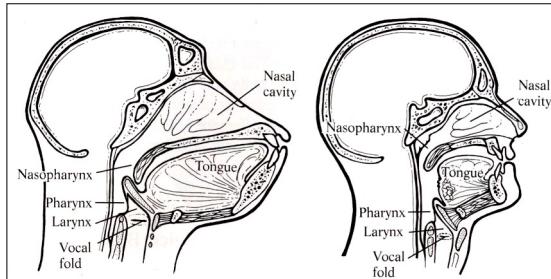


41



42

El Lenguaje



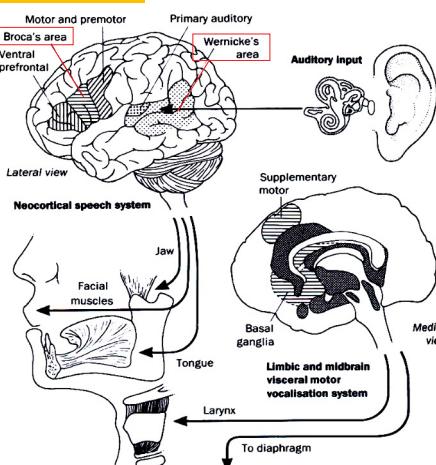
Cuando los humanos nacen la laringe está alta y evita que el bebe se atragante, después de los tres meses esta desciende.

Una laringe baja es una desventaja, luego si se ha mantenido es porque el lenguaje es una ventaja mayor.

La posición de la laringe es más baja en humanos que en chimpancé. Dejando mayor movilidad a la lengua y aumentando el espacio para las cuerdas vocales.

43

El Lenguaje



Las áreas de Broca y Wernicke en el hemisferio izquierdo del cerebro controlan las funciones del lenguaje.

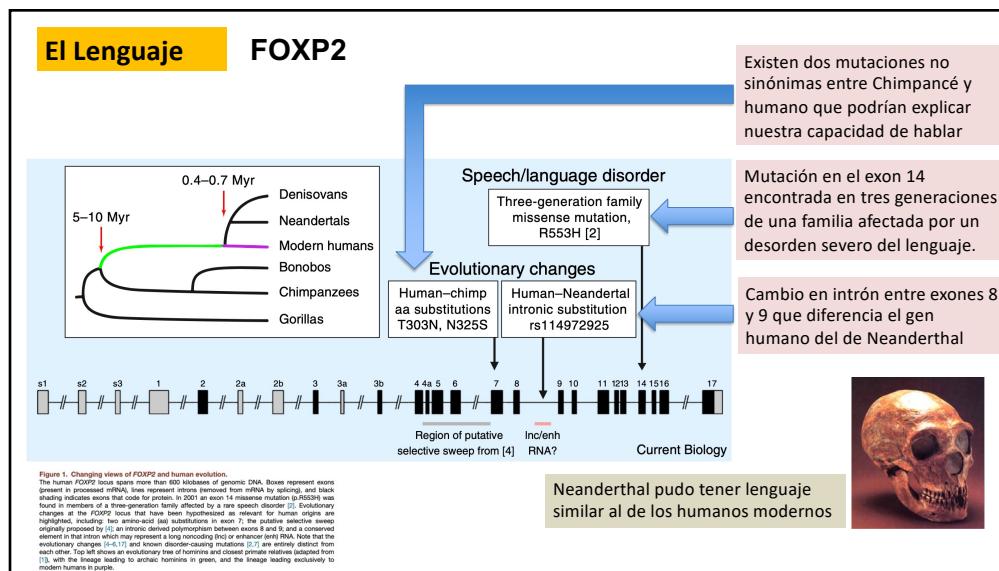
Las vocalizaciones no lingüísticas son controladas por el sistema límbico.

La evidencia muestra que la gramática y vocabulario se transmiten culturalmente, pero hay una gramática intuitiva que la experiencia experimental sugiere es propia de los circuitos neuronales asociados al lenguaje.

44



45

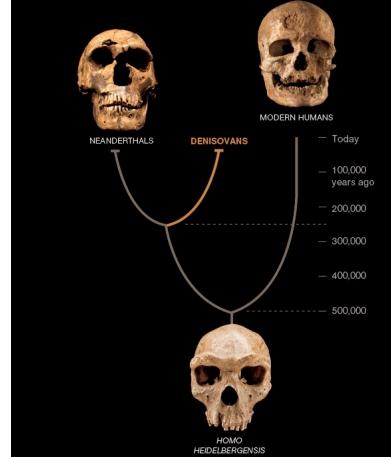


46

El Género *Homo*

Homo denisoviensis

El hombre de Denisova es el nombre dado a una nueva especie de *Homo*, identificada a través del análisis del ADN de restos óseos encontrados en Siberia, y que tendría una mayor cercanía evolutiva con Neandertal que con *H. sapiens* moderno.

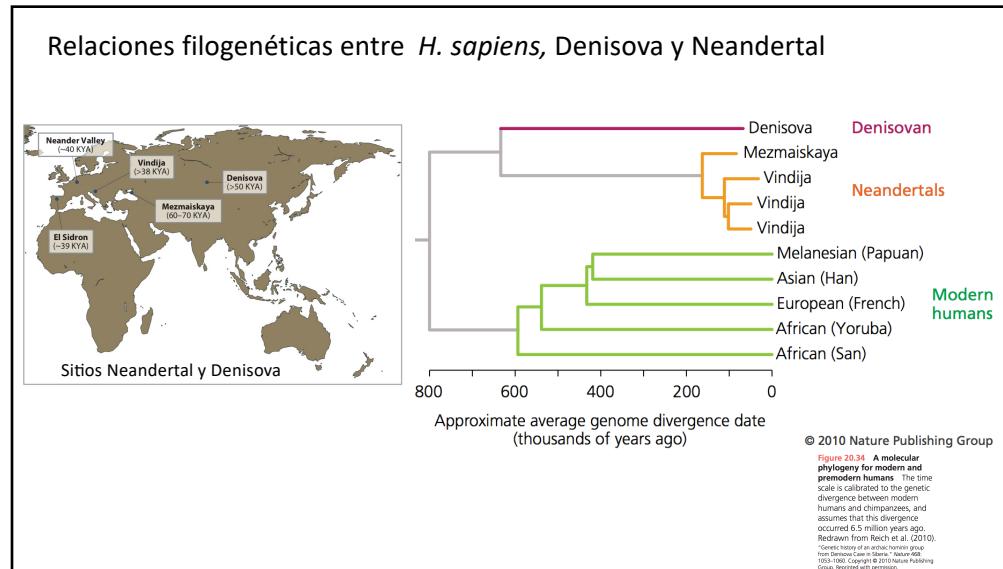
47

Svante Pääbo, premio **Nobel** de fisiología y **medicina** 2022 por sus avances en paleogenómica.

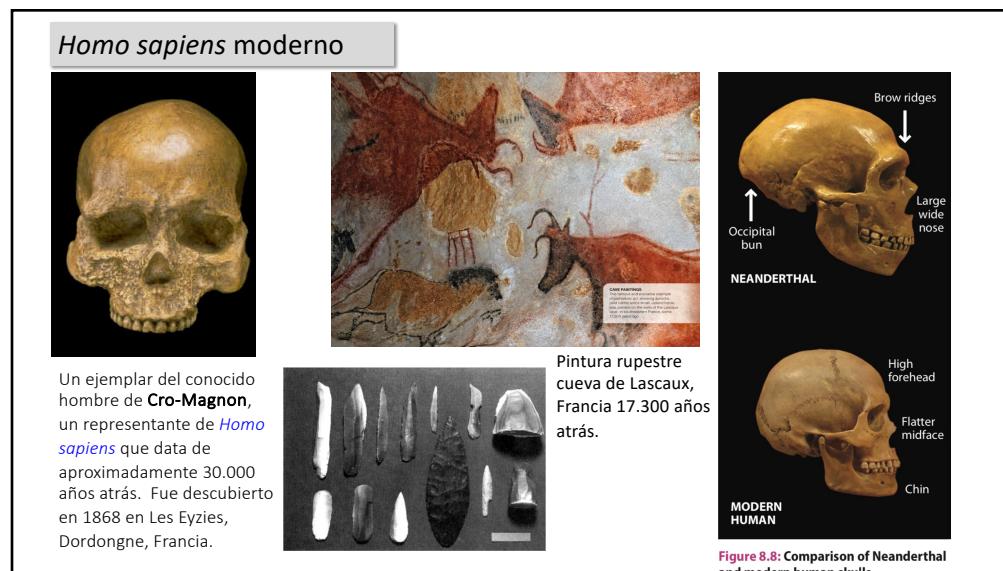


[*Homo neanderthalensis*](#) [*Homo denisoviensis*](#)

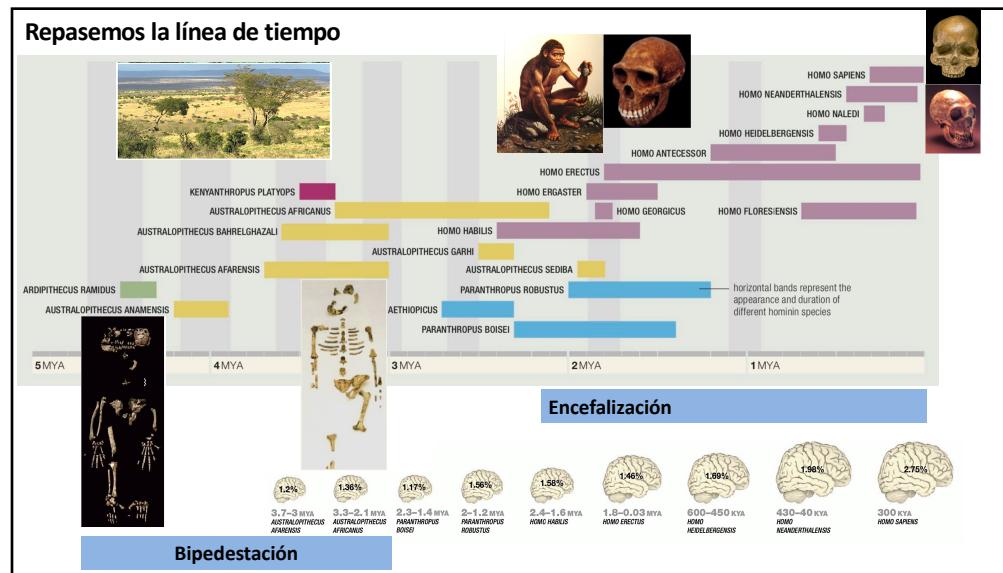
48



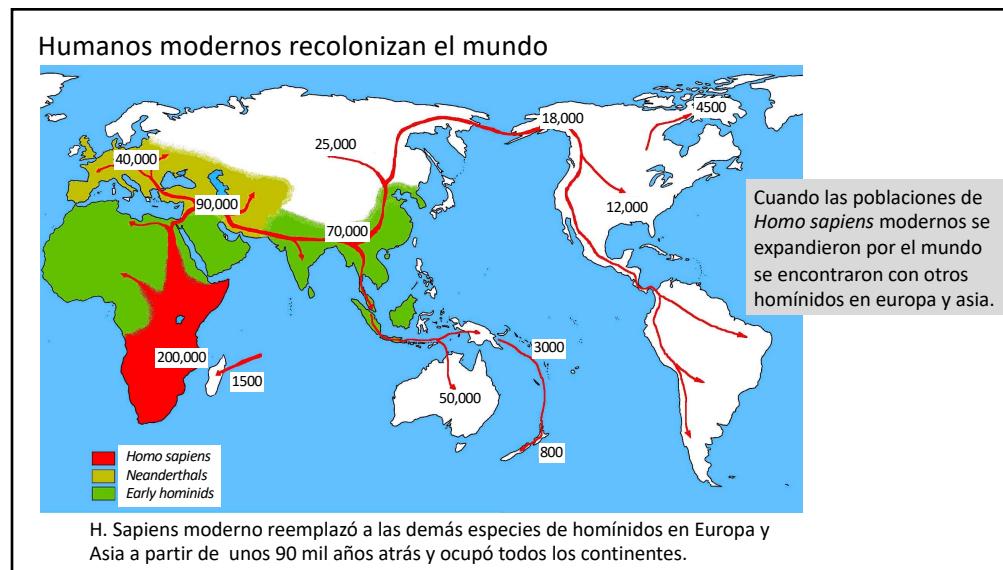
49



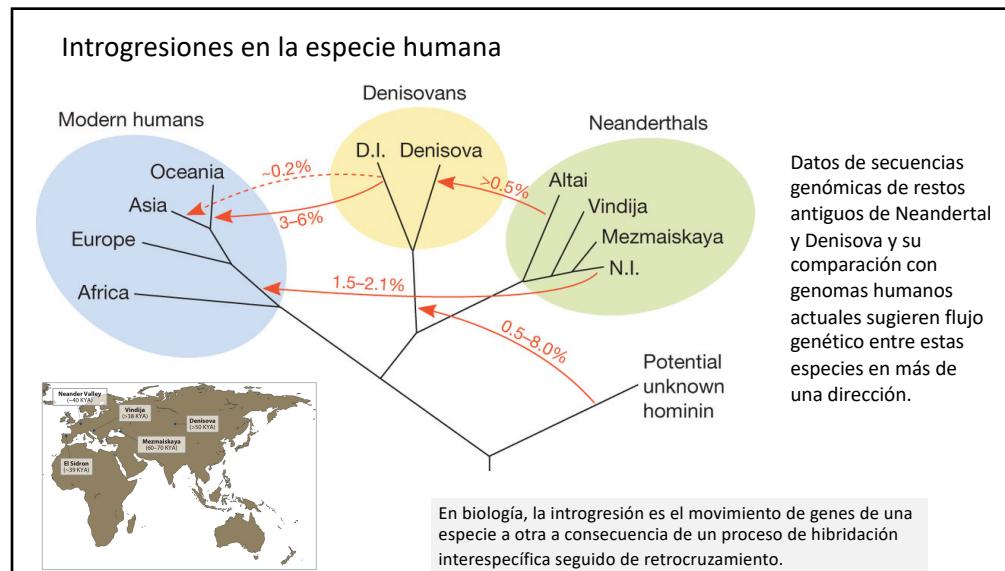
50



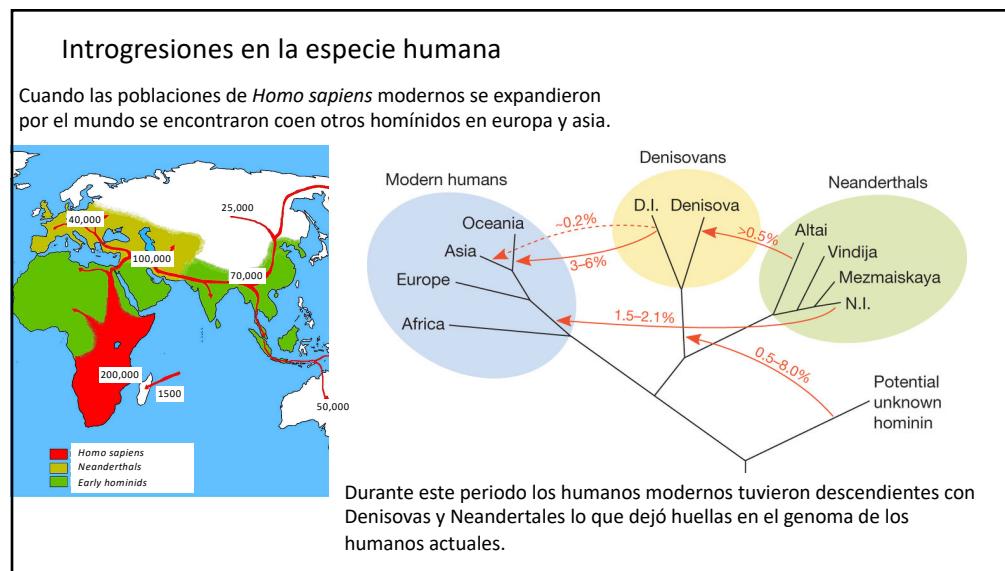
51



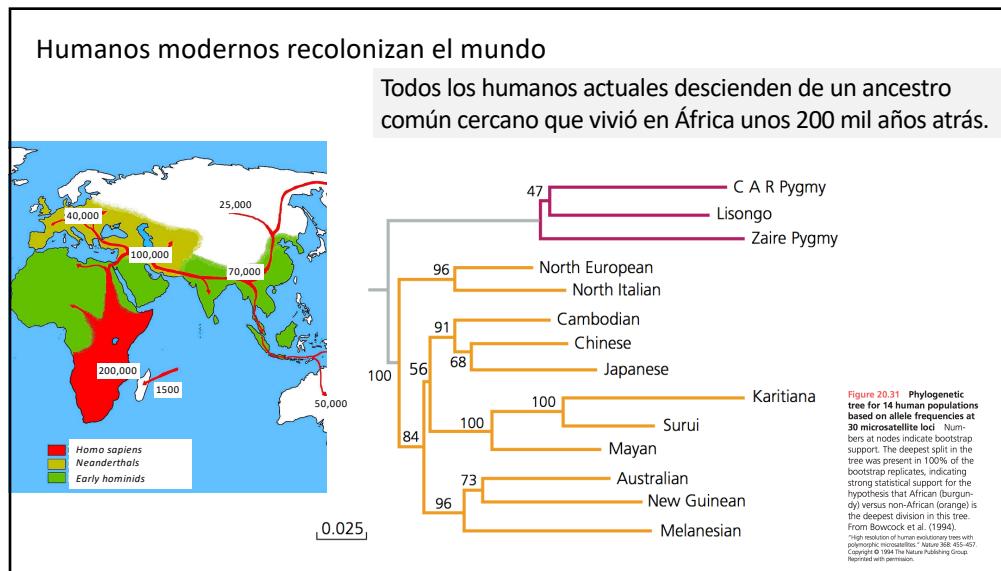
52



53



54



55

Evolución del linaje homínido

Medicina Evolutiva

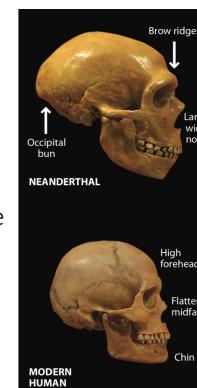
Carrera de Medicina

Recapitulemos:

El aumento del tamaño del cerebro y del cráneo representan el segundo hito clave en la evolución humana, después de la bipedestación.

La retención de caracteres juveniles en el humano adulto (neotenia) permite a los humanos prolongar su desarrollo durante su ontogenia. La duplicación de genes asociados a la maduración del cerebro confiere mayor plasticidad y nuevas capacidades a *Homo sapiens*.

Los primeros miembros del género *Homo* se inician en la construcción de herramientas.



56

Evolución del linaje homínido

Medicina Evolutiva
Carrera de Medicina

Recapitulemos:

Homo erectus se establece fuera de África ocupando gran parte de Asia.

La aparición del lenguaje constituye otro hito en la historia evolutiva humana.

La expansión de los humanos modernos ocurrió en menos de 100 mil años a partir de poblaciones de *Homo sapiens* que sobrevivieron en África.

Existió flujo genético entre humanos modernos y Neanderthals y Denisoviensis.

