

Curso de Evolución 2022

Facultad de Ciencias

Montevideo, Uruguay

<http://evolucion.fcien.edu.uy/>

<http://eva.universidad.edu.uy/>

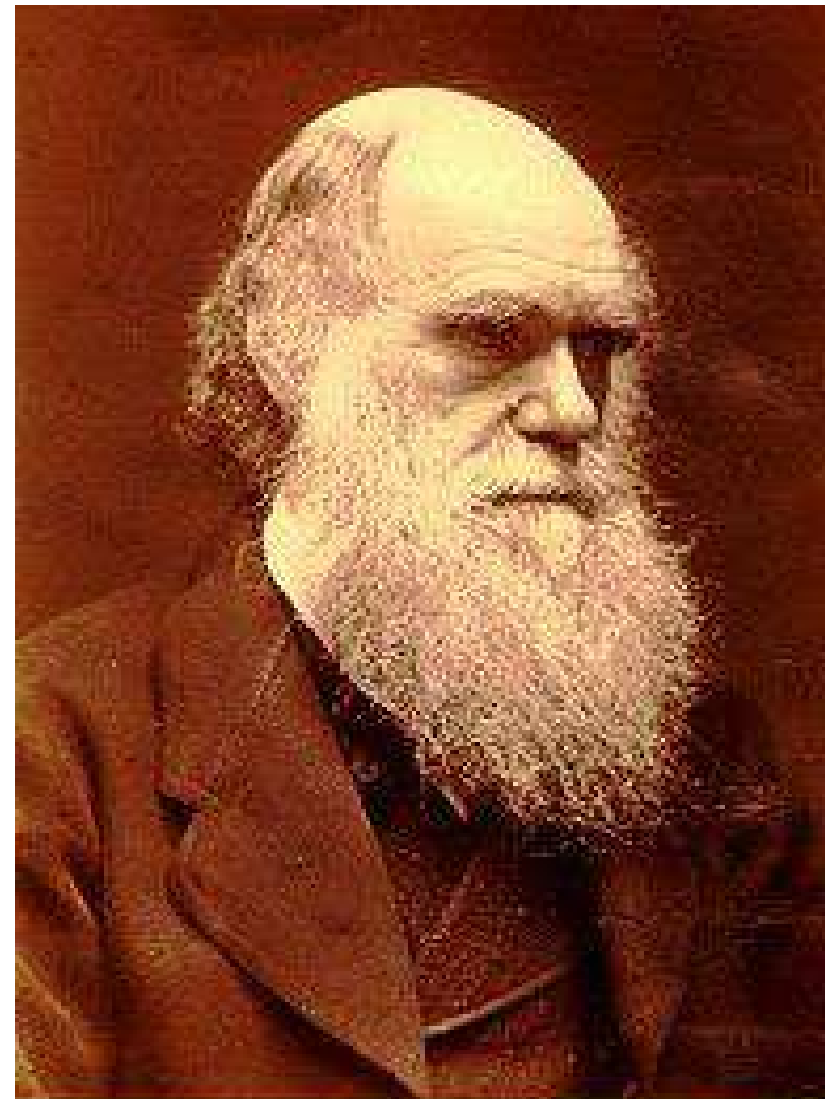
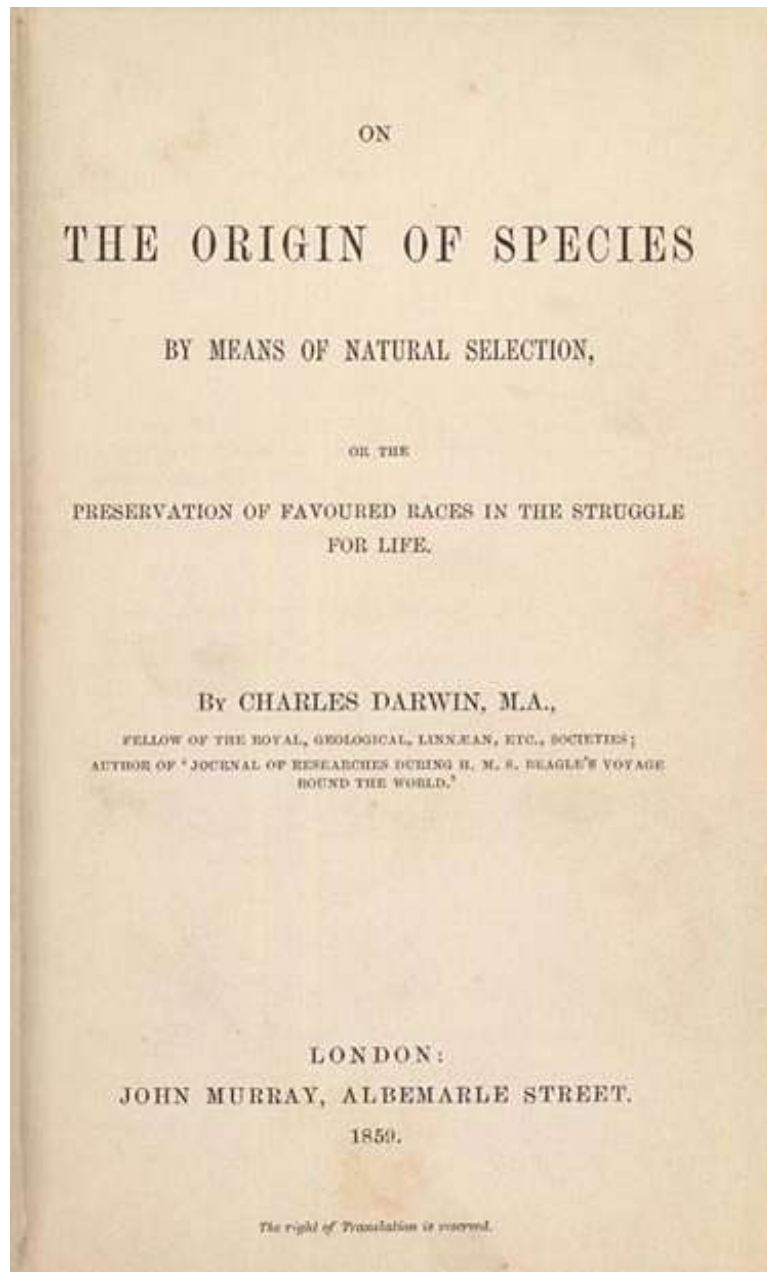
Introducción a la evolución humana.



Charles Darwin

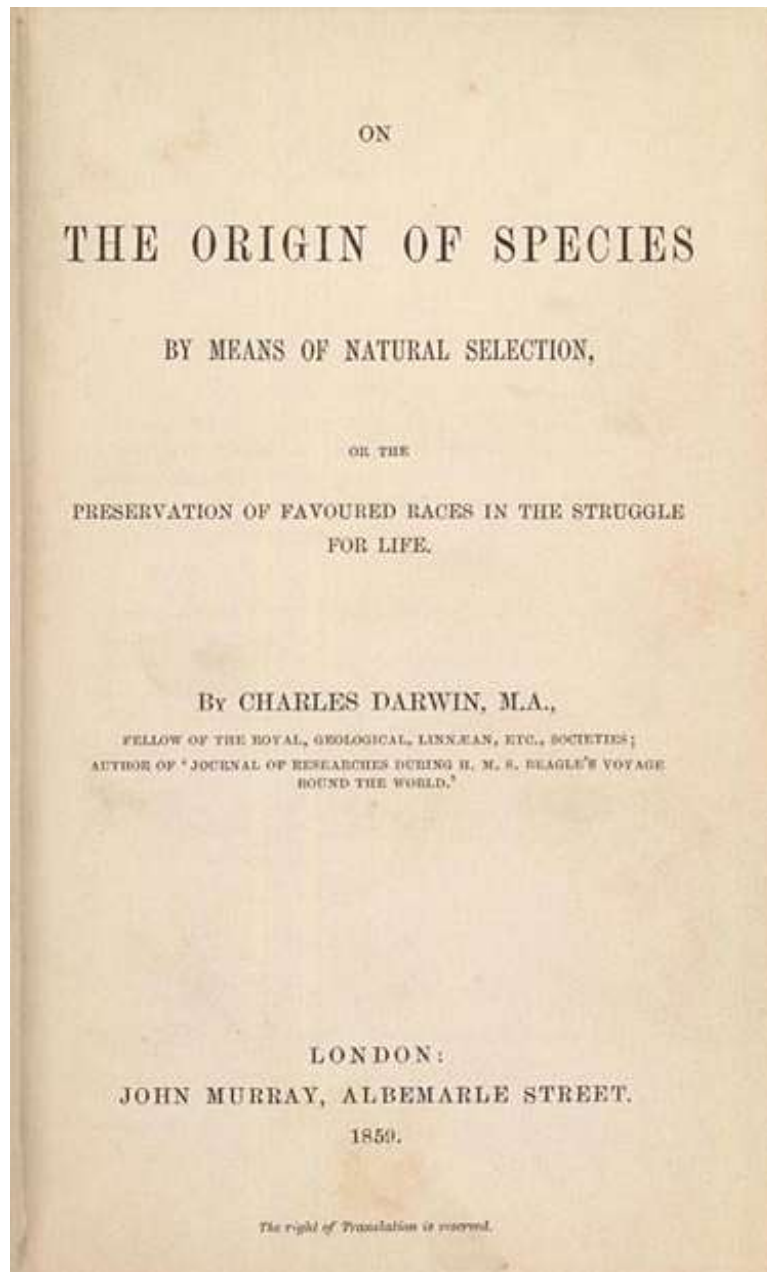
1809 -1882

Darwin, 1859. “El origen de las especies....”



Ch. Darwin
Mud. 7^o 1874.

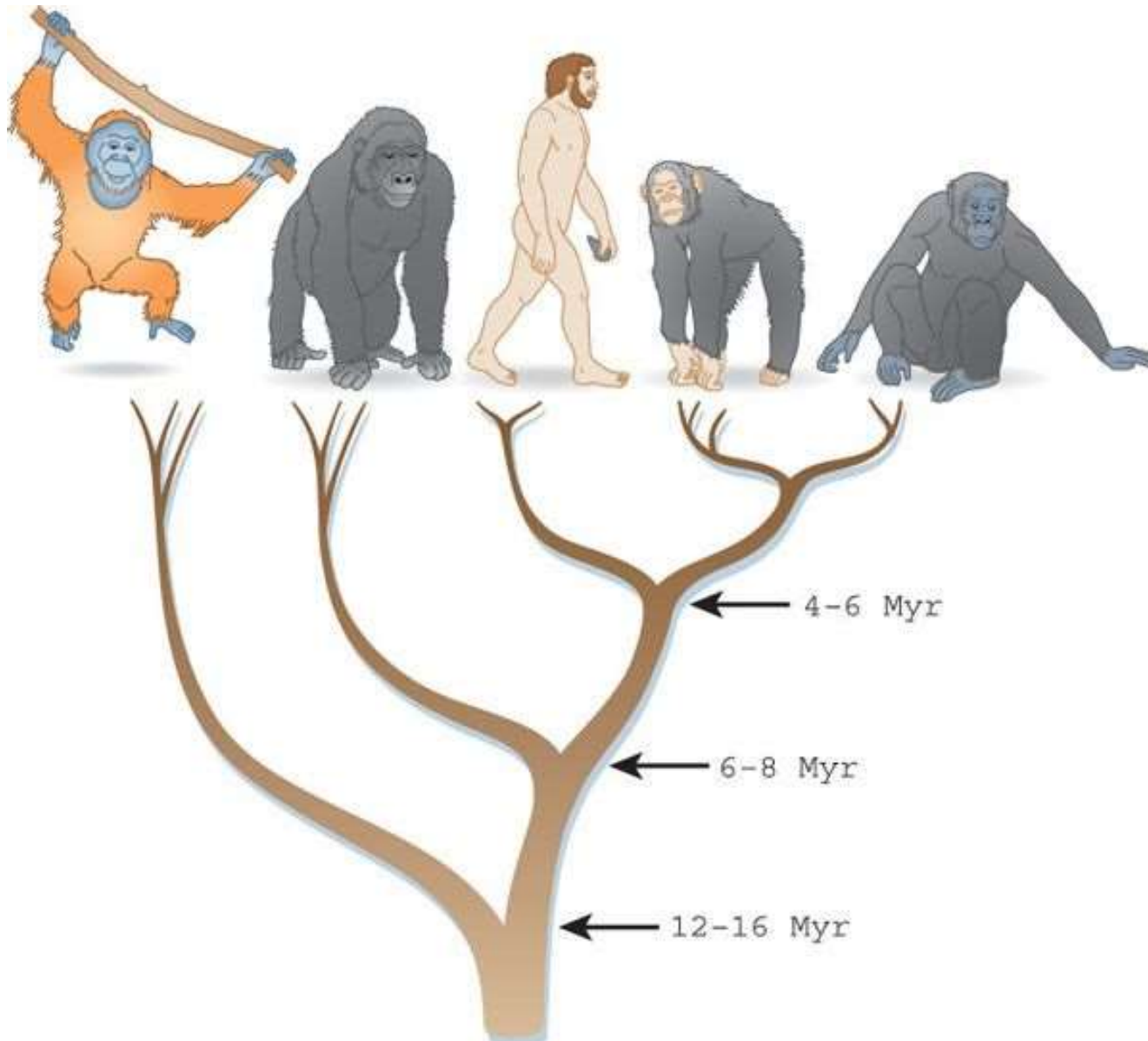
Darwin, 1859. “El origen de las especies....”



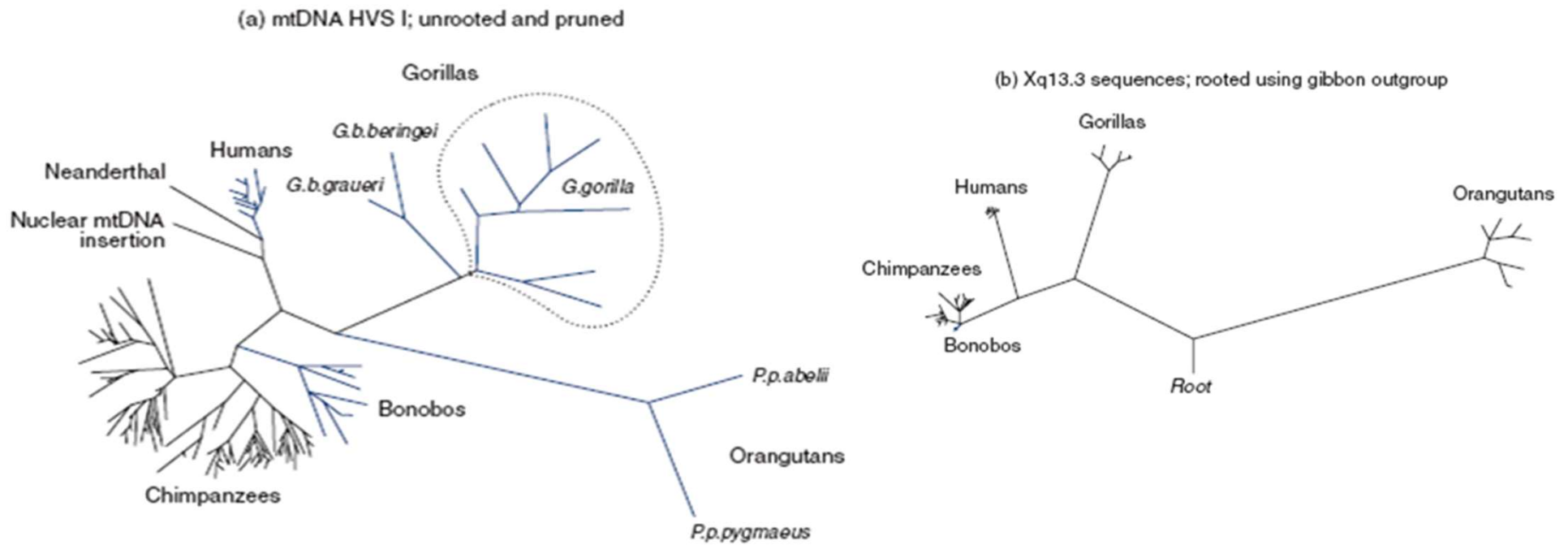
Darwin publicó una monografía sobre el tema, planteando un escenario posible:

1. nuestros parientes más cercanos (anatomía): chimpancé y gorila
2. Origen más probable: África
3. Primera etapa: postura y locomoción bípedas
4. Segunda etapa: desarrollo de herramientas, aumento del tamaño cerebral

Nuestros parientes más cercanos

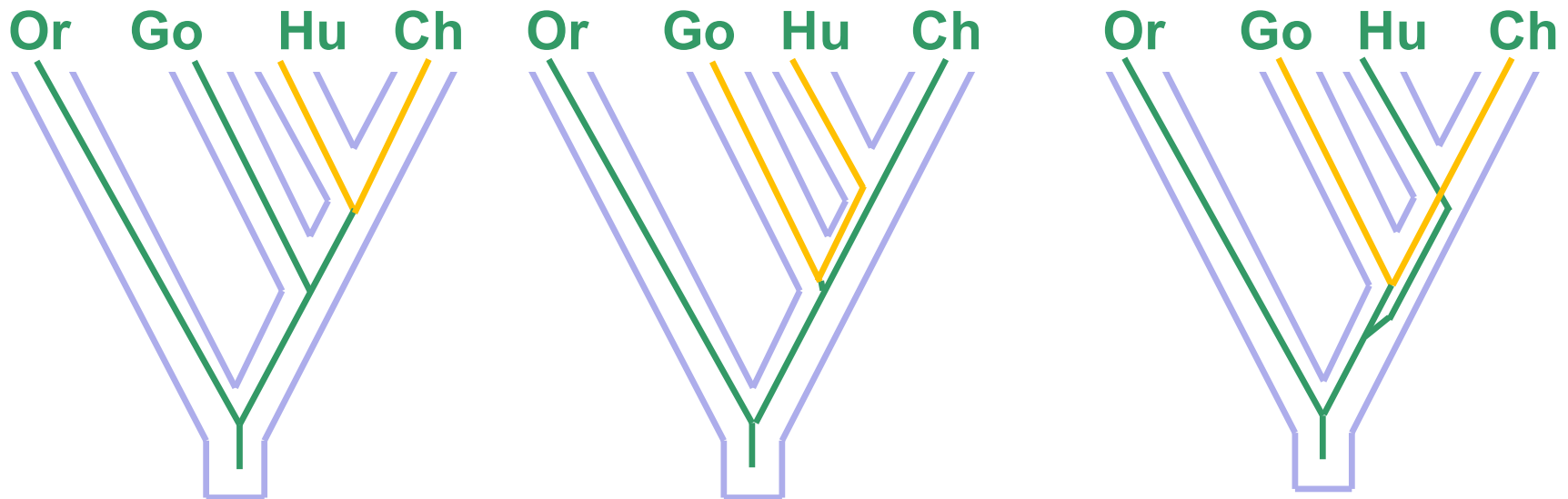
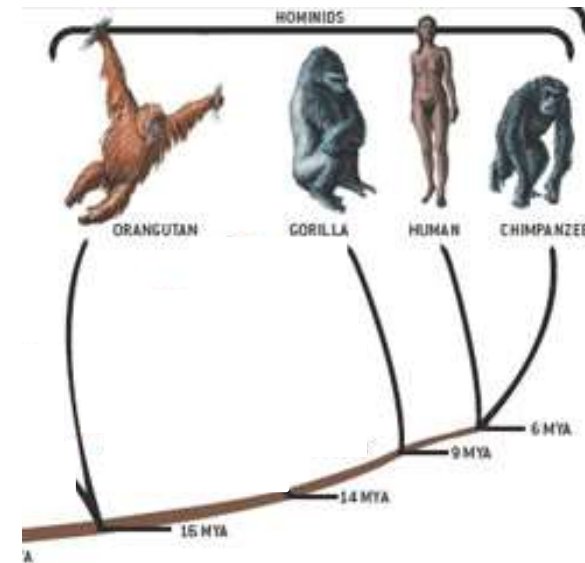


Nuestros parientes más cercanos



Nuestros parientes más cercanos

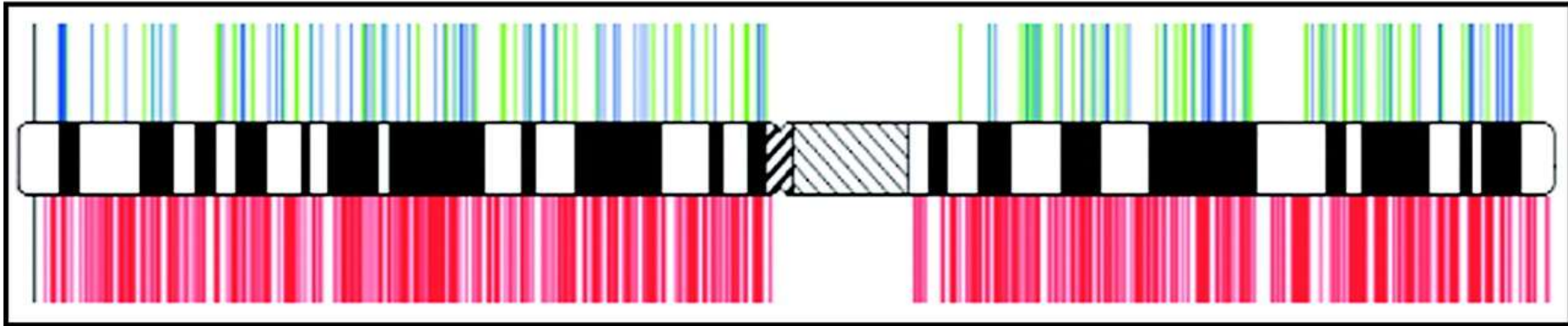
El árbol del gen no es el árbol de las especies



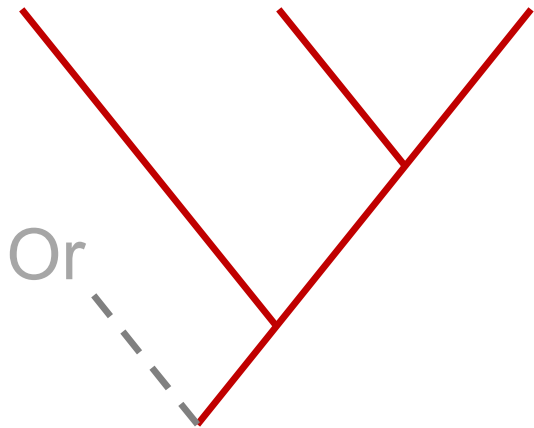
ILS: incomplete lineage sorting

Nuestros parientes más cercanos

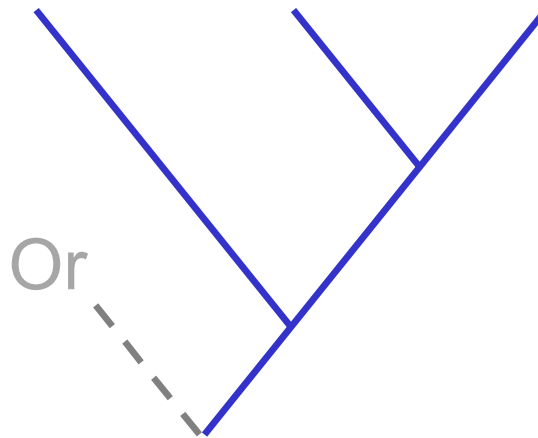
Cromosoma 1 humano



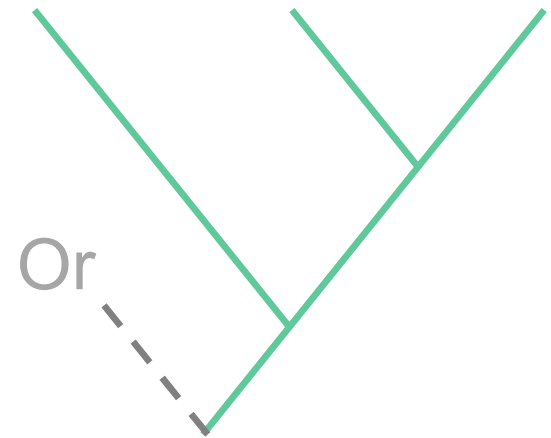
Go Hu Ch

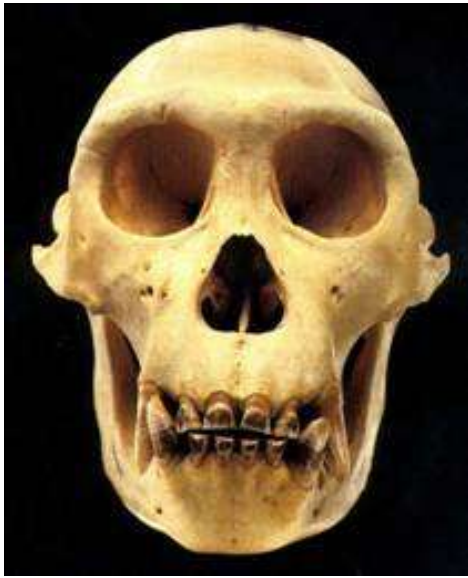


Ch Hu Go



Hu Go Ch





chimpancé



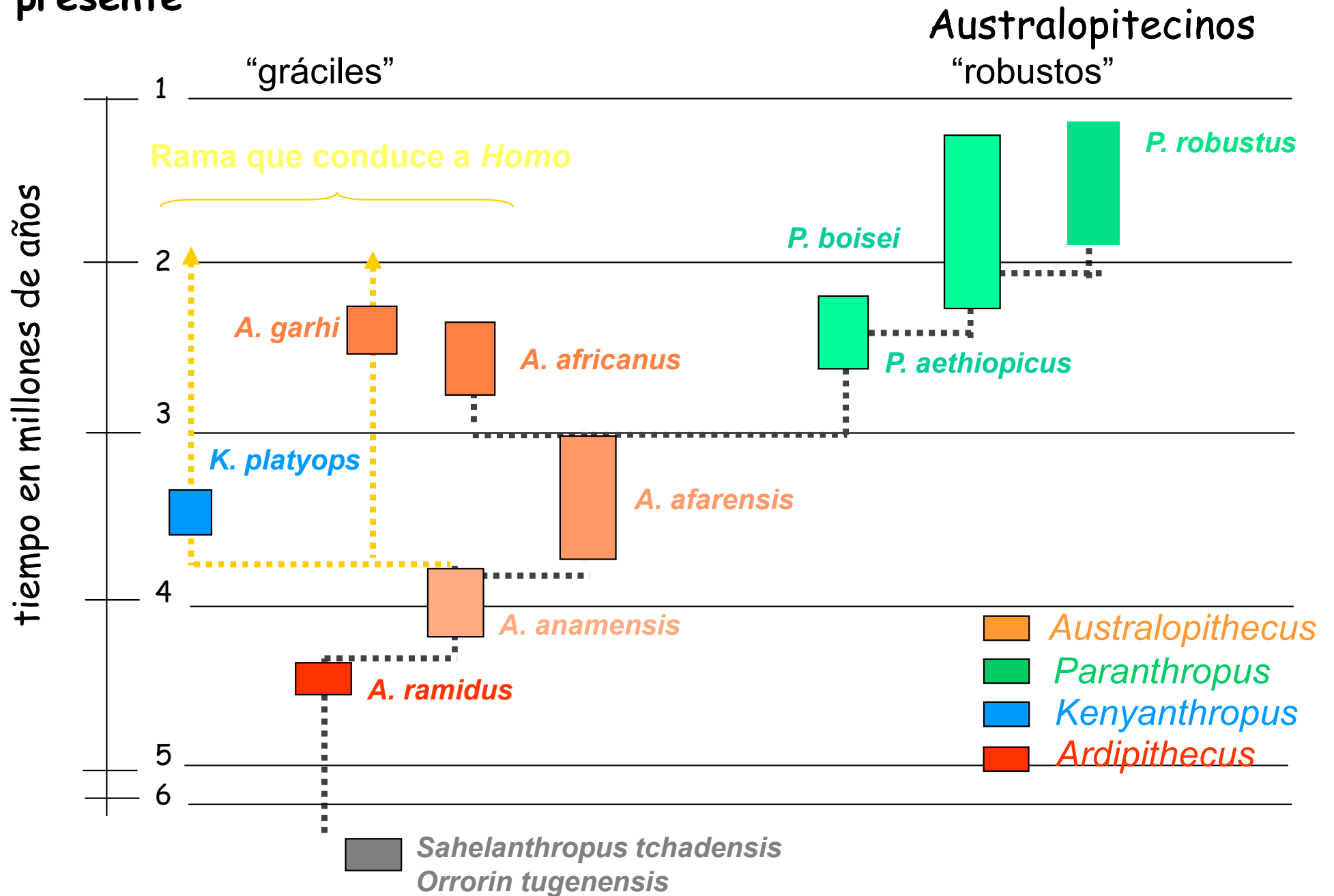
humano



gorila

Origen africano de los humanos

presente



Australopitecinos

Exclusivos de África, entre los 4 y 1,5MA

Caminata ergida, caja craneana chica

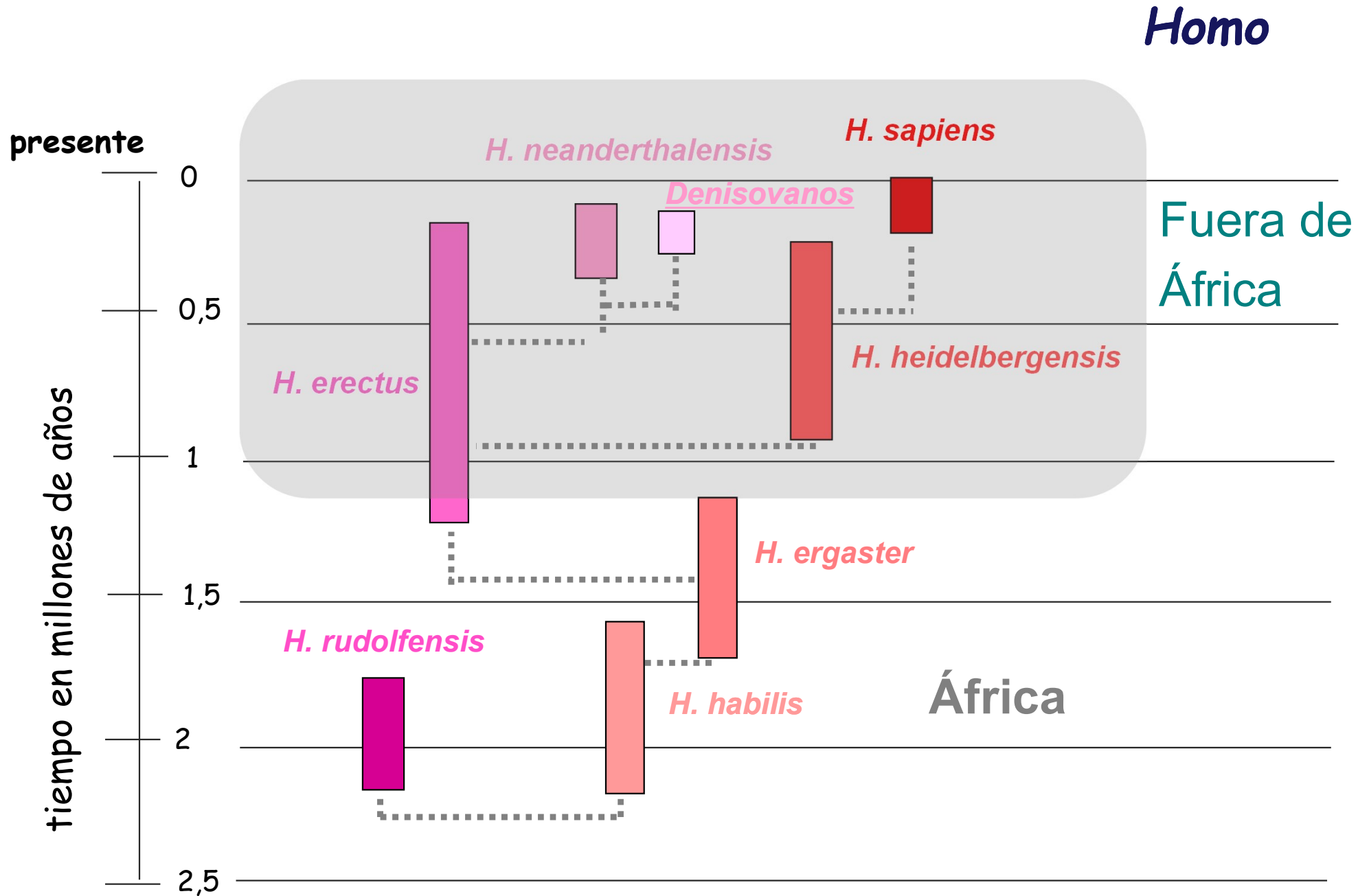
Posibles descendientes del género *Ardipithecus*

Gran diversidad de formas

Australopithecus: más gráciles, posibles ancestros del género Homo. Menor caja craneana que *Paranthropus*

Paranthropus: más robustos, más altos. Adaptados a herbivoría extrema. Linaje trunco.

Origen africano de los humanos



Teorías sobre el origen de la especie humana

□ Una cuestión que ha suscitado profundos debates desde hace varios años, es si *Homo sapiens* se originó en un sólo lugar, o si por el contrario surgió en forma independiente en varias localidades.

□ Hasta el momento, los hallazgos fósiles han permitido evidenciar que *Homo erectus*, habiéndose originado en África, habría alcanzado una distribución geográfica más amplia que los homínidos predecesores, llegando hace más de 1.5 millones de años, hasta parte de Europa y Asia. Por otra parte, fósiles de *Homo sapiens* se han encontrado distribuidos por todos los continentes.

□ La evidencia fósil tiene varias posibles interpretaciones, dos de las cuales se han convertido en las principales teorías sobre cómo y dónde surgieron los humanos modernos: la teoría del origen africano y la teoría multirregional.

Teorías sobre el origen de la especie humana

2 teorías principales:

↘ **La Teoría Multirregional**

(Wolpoff et al. 1984)

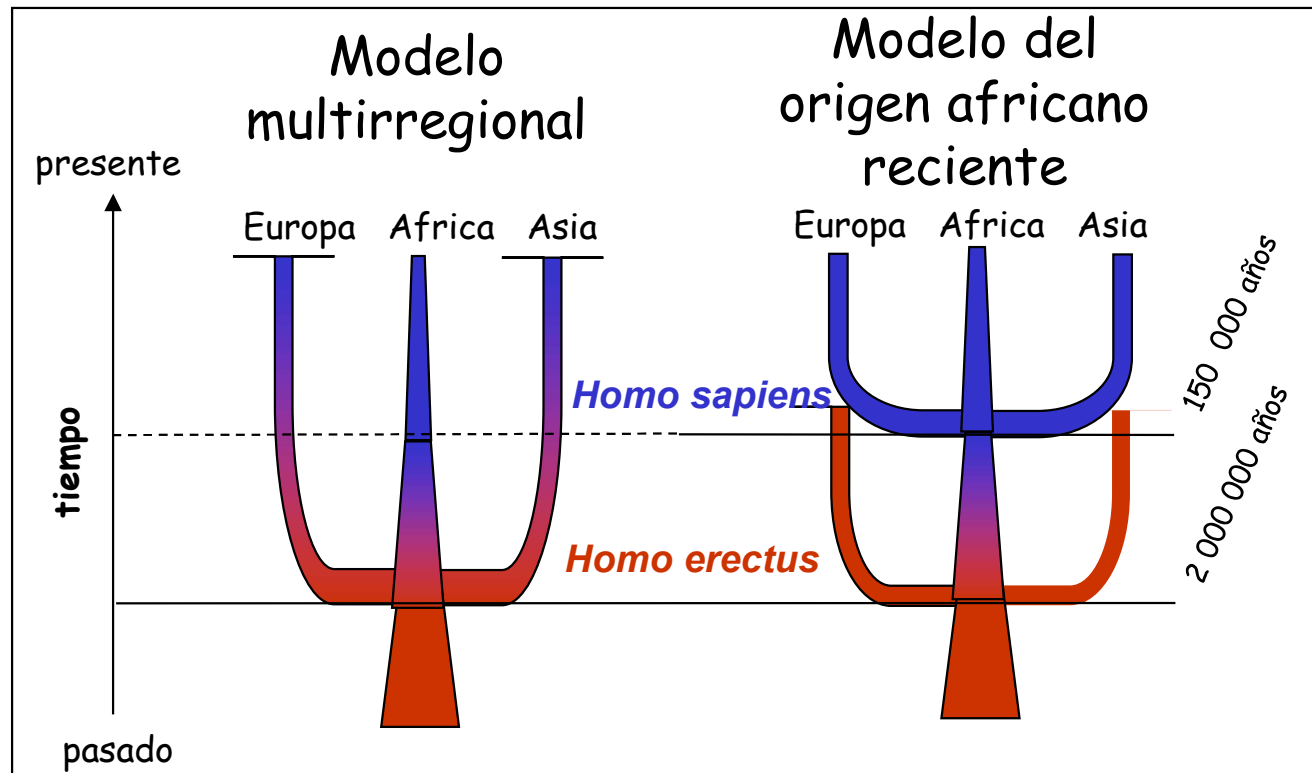
- ▶ **Propuesta por paleontólogos y principalmente basada en el registro fósil**

↘ **La Teoría del origen africano**

(Cann et al. 1987, Stringer y Andrews 1988)

- ▶ **Basada en datos genético-moleculares y en interpretaciones alternativas del registro fósil**
- ▶ **Evidencia amplia a su favor**

Teorías sobre el origen de la especie humana



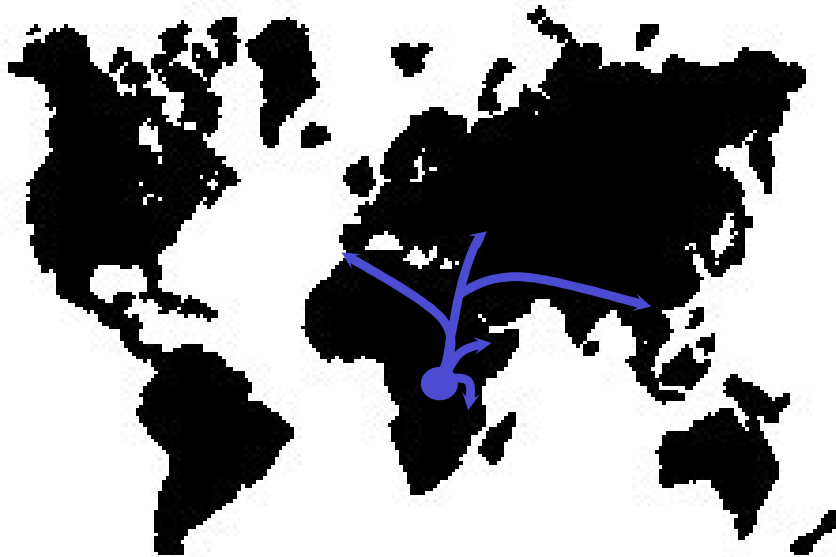
Neandertal?

El modelo multirregional propone que *Homo sapiens* tuvo múltiples orígenes fuera de África, lo que implica que los humanos modernos evolucionaron independientemente, en distintas localidades, a partir de las distintas poblaciones de *Homo erectus*.

La teoría del origen africano reciente supone que *Homo sapiens* se originó en África. Luego migró a otros continentes donde desplazó a poblaciones de *Homo erectus* que previamente también habrían migrado desde África a parte de Europa y Asia.

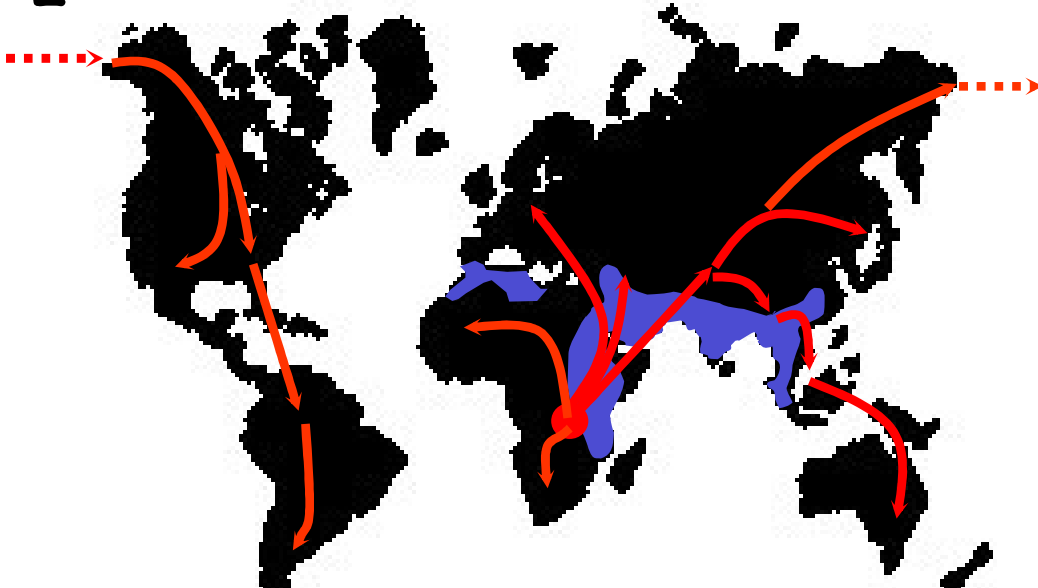
Teorías sobre el origen de la especie humana

1



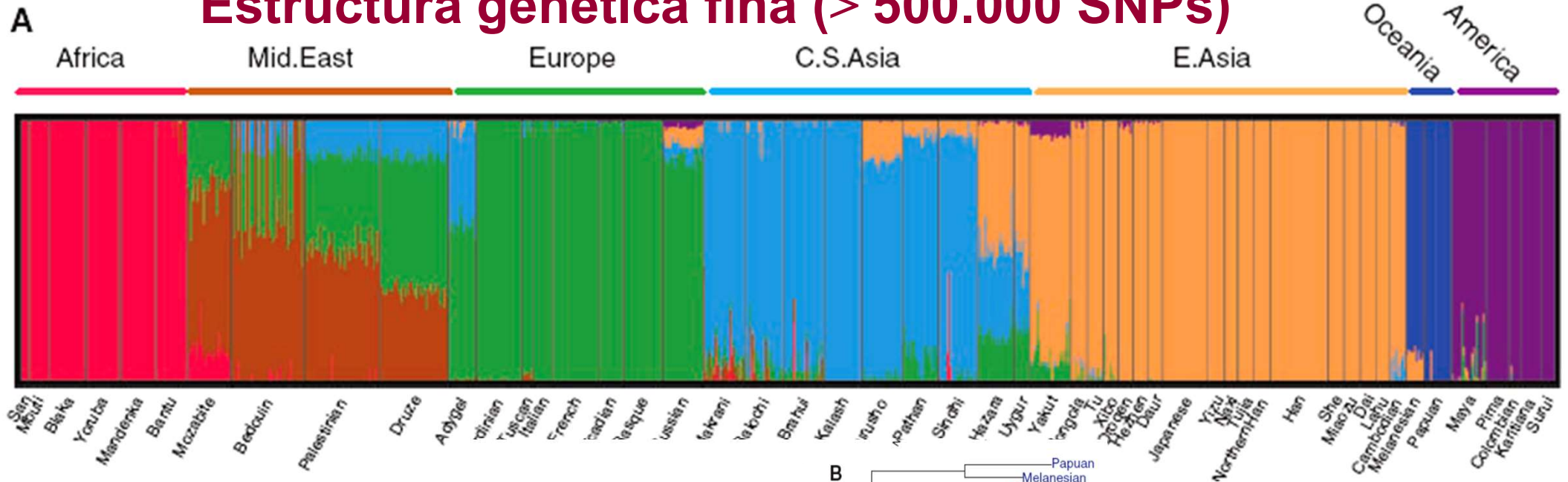
Africa fue el único escenario de la evolución humana, durante los primeros 3 ó 4 millones de años de existencia de los homínidos. La primera especie en abandonar Africa fue *Homo erectus*, la cual llegó a tener una distribución que alcanzó al este de Asia, norte y este de Africa y posiblemente Europa. Esta migración ocurrió hace más de 1.5 millones de años. La teoría multirregional concuerda en este punto.

2



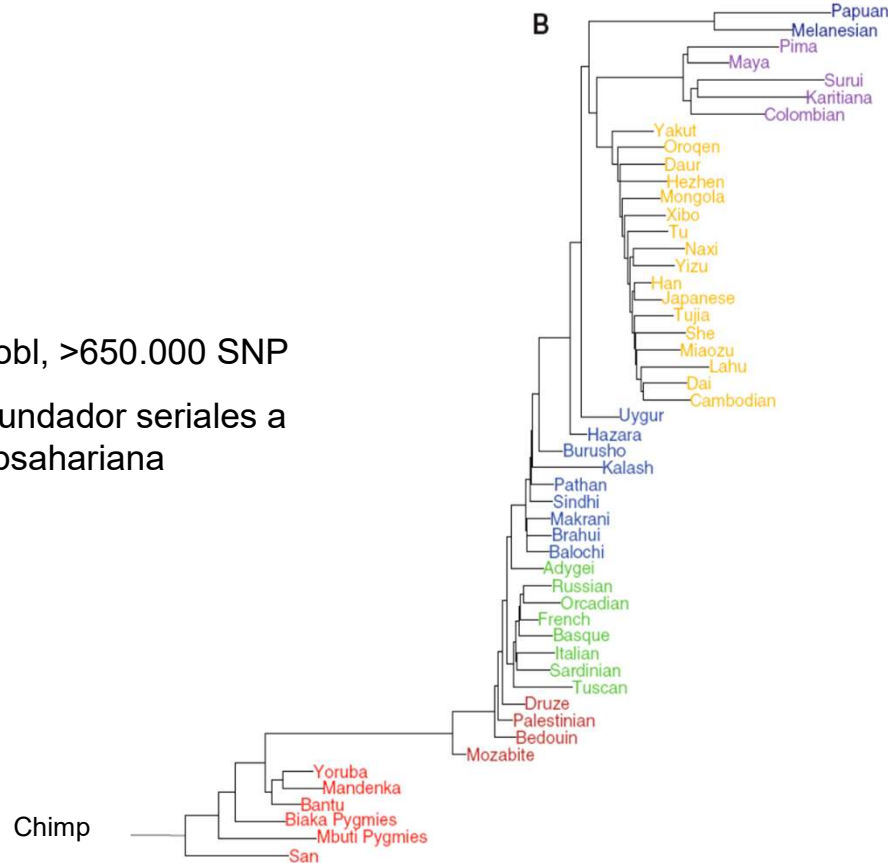
Homo sapiens, también se habría originado en Africa. Desde allí, se habría dispersado, hace unos 150 mil años, desplazando a las viejas poblaciones de *Homo erectus*, que terminarían extinguiéndose. Luego, sucesivas migraciones le habrían llevado a tener una distribución mundial como en la actualidad, dando muestras de su habilidad para colonizar nuevos hábitats. La misma habría sido desencadenada por el desarrollo cultural.

Estructura genética fina (> 500.000 SNPs)

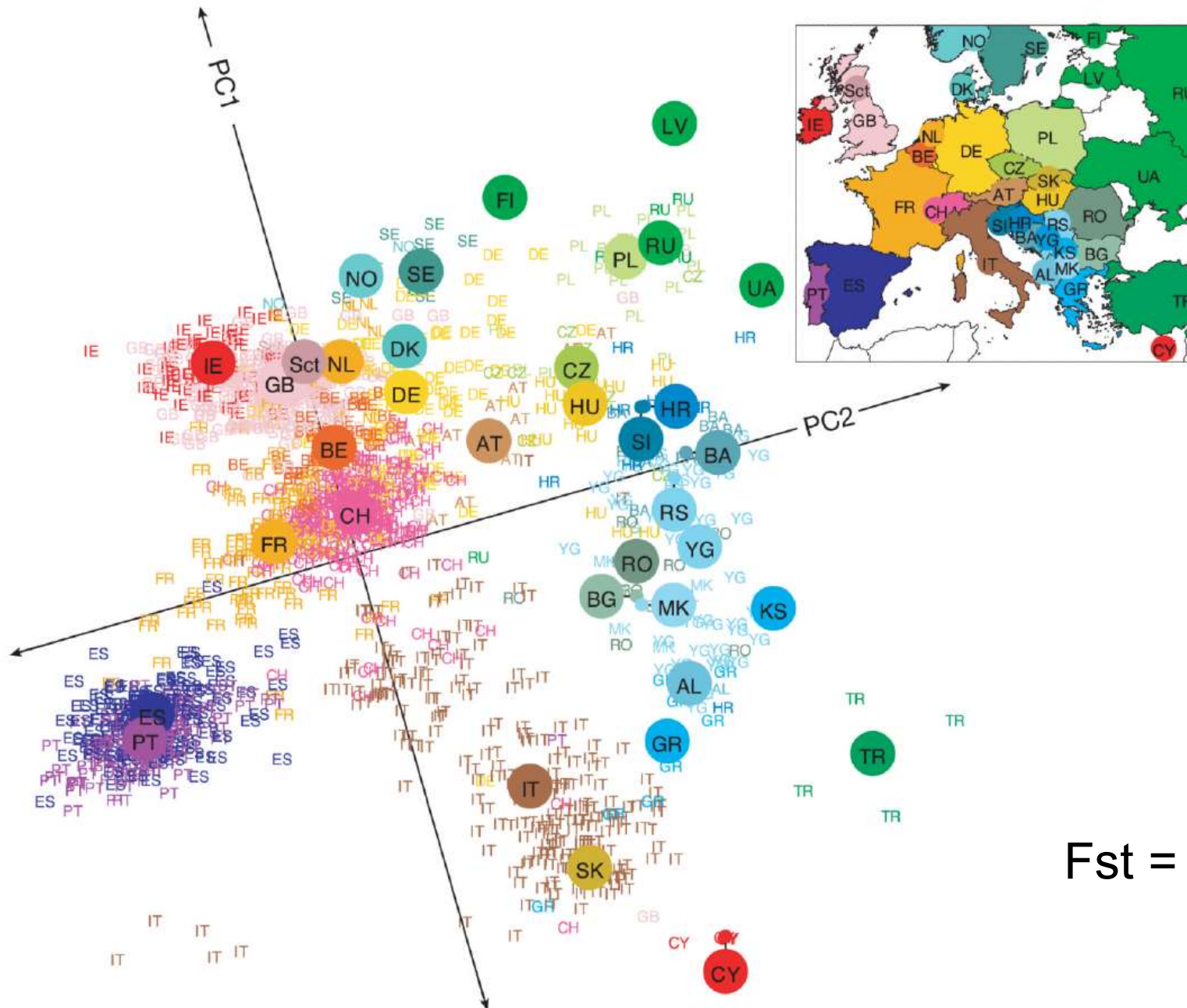


938 inds. no relacionados, 51 pobl, >650.000 SNP

Consistente con hip. de efecto fundador seriales a partir de un origen en África Subsahariana



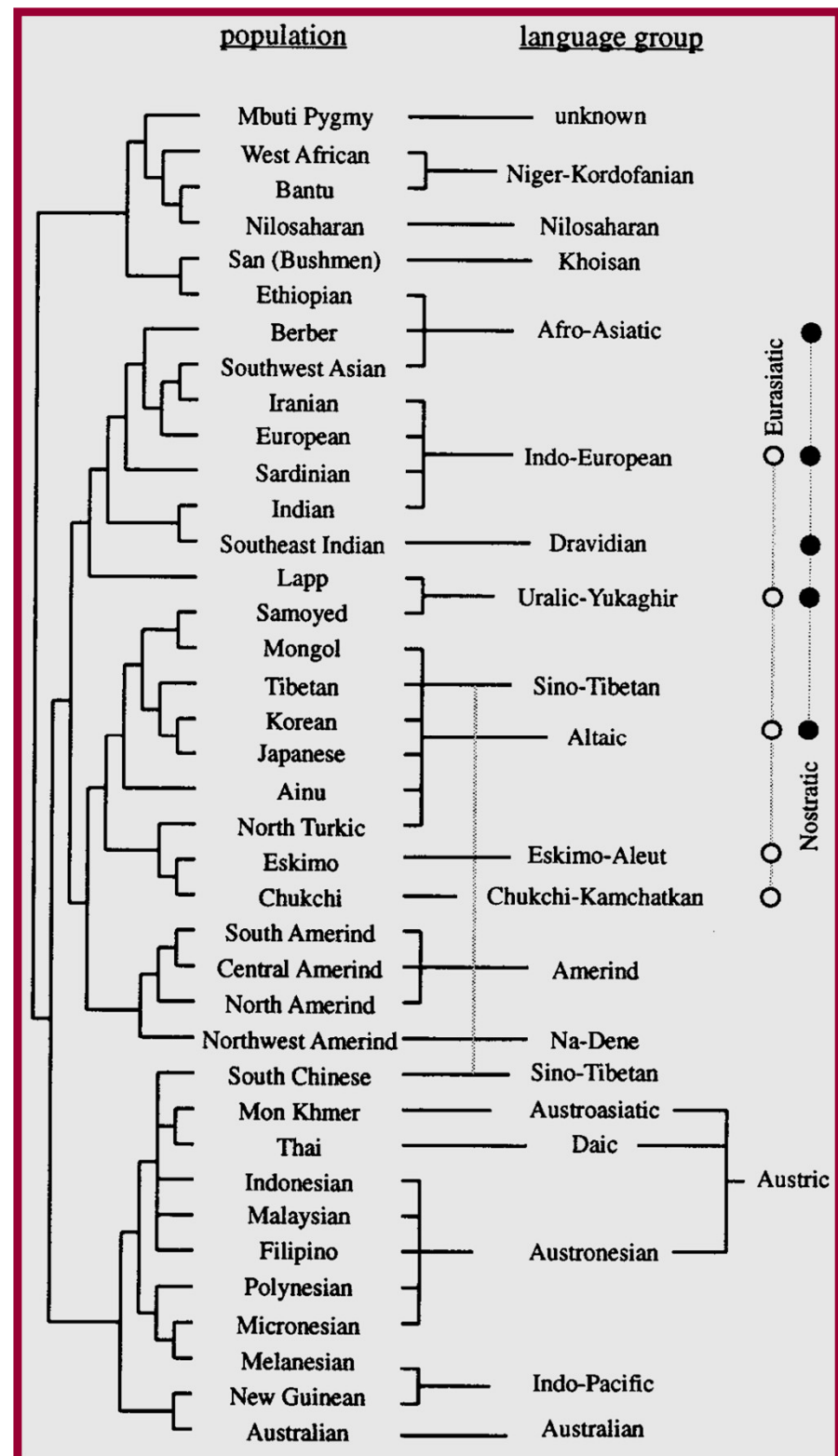
Estructura genética fina (> 500.000 SNPs, 3000 inds.)



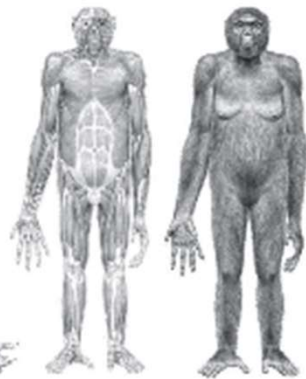
$F_{st} = 0.004$

Cavalli-Sforza

- correspondencia general entre árboles lingüísticos y árboles genéticos
- pero los dos árboles tienen problemas (¡incluyendo la idea misma de aplicabilidad del ordenamiento estrictamente jerárquico!)

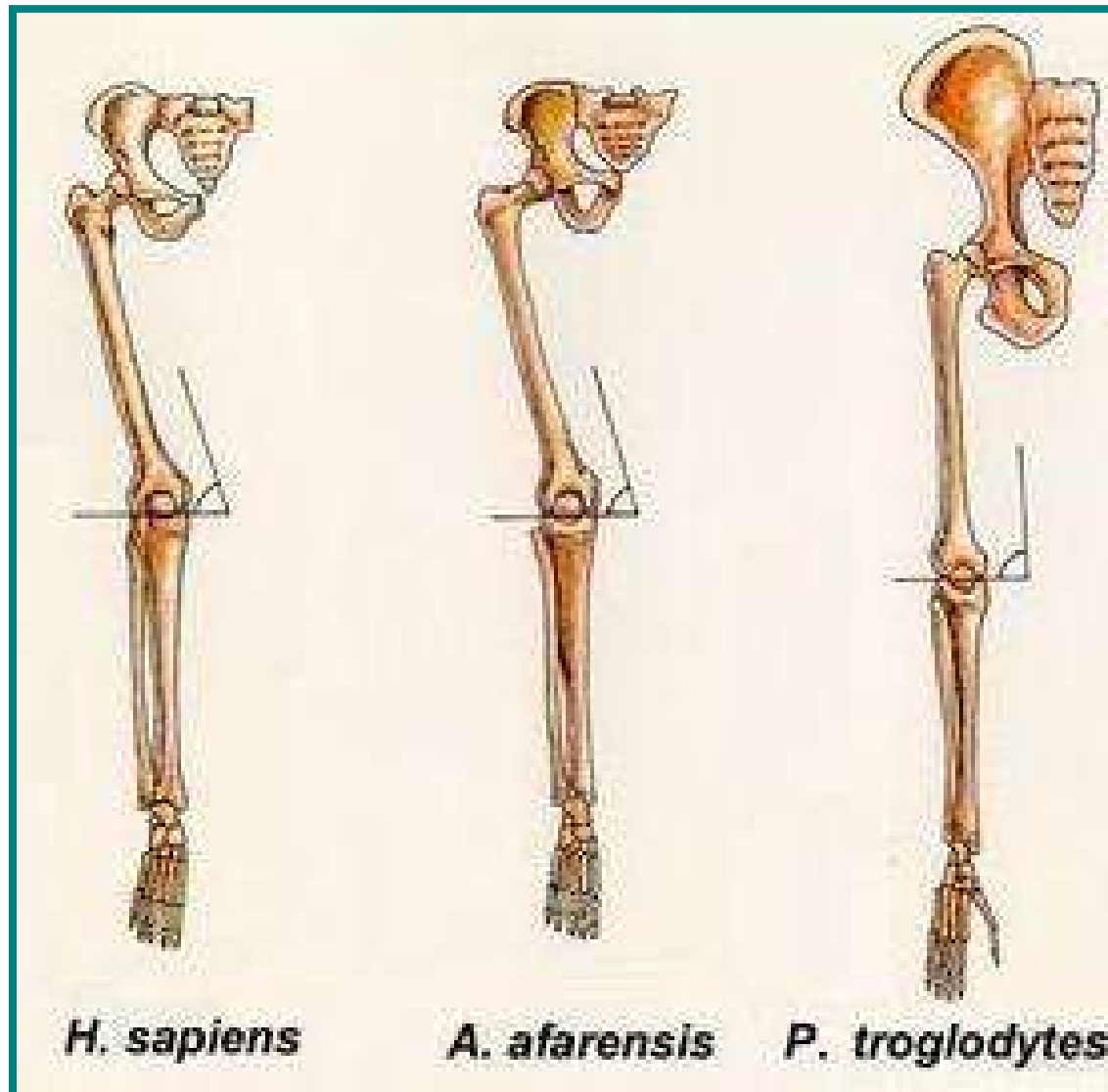


Primero se adoptó la postura erguida



Ardipithecus ramidus

Primero se adoptó la postura erguida



rodilla humana

rodilla de
homínido

rodilla de
antropoide



“Lucy”

Australopithecus afarensis

Kenya, 1974

Donald Johanson, Yves Coppens y Tim White
Australopithecus mejor conservado descubierto
hasta aquella fecha

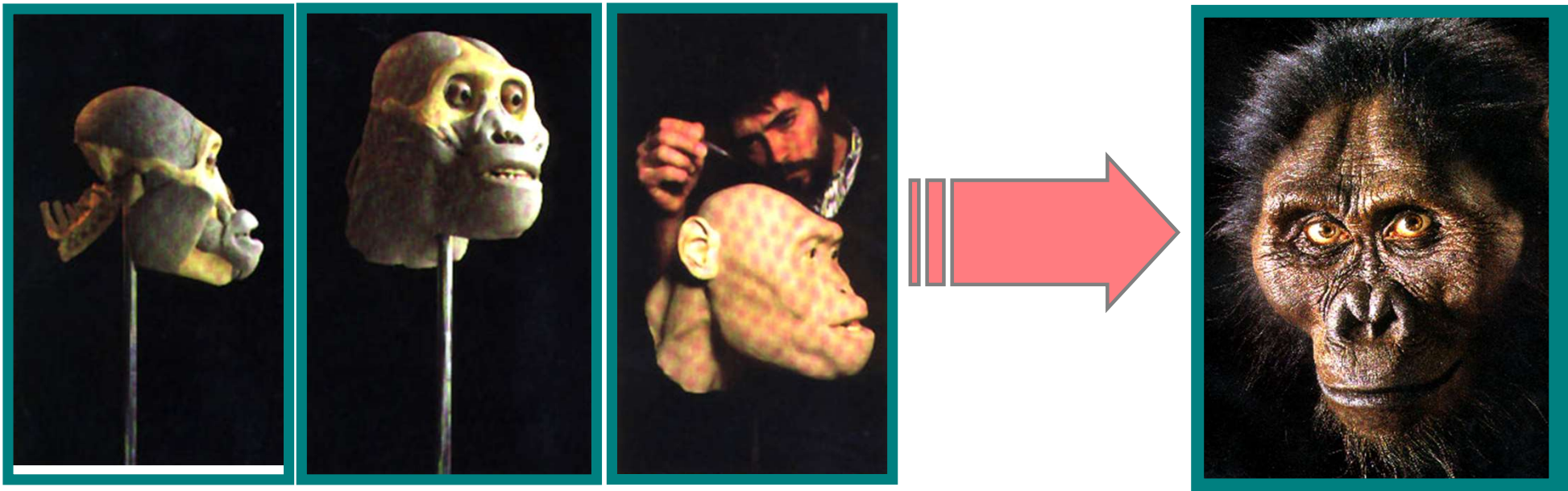
Encontrada con su “tribu”, 12 en total.

Postura erguida, 1,5m, dimorf. sexual

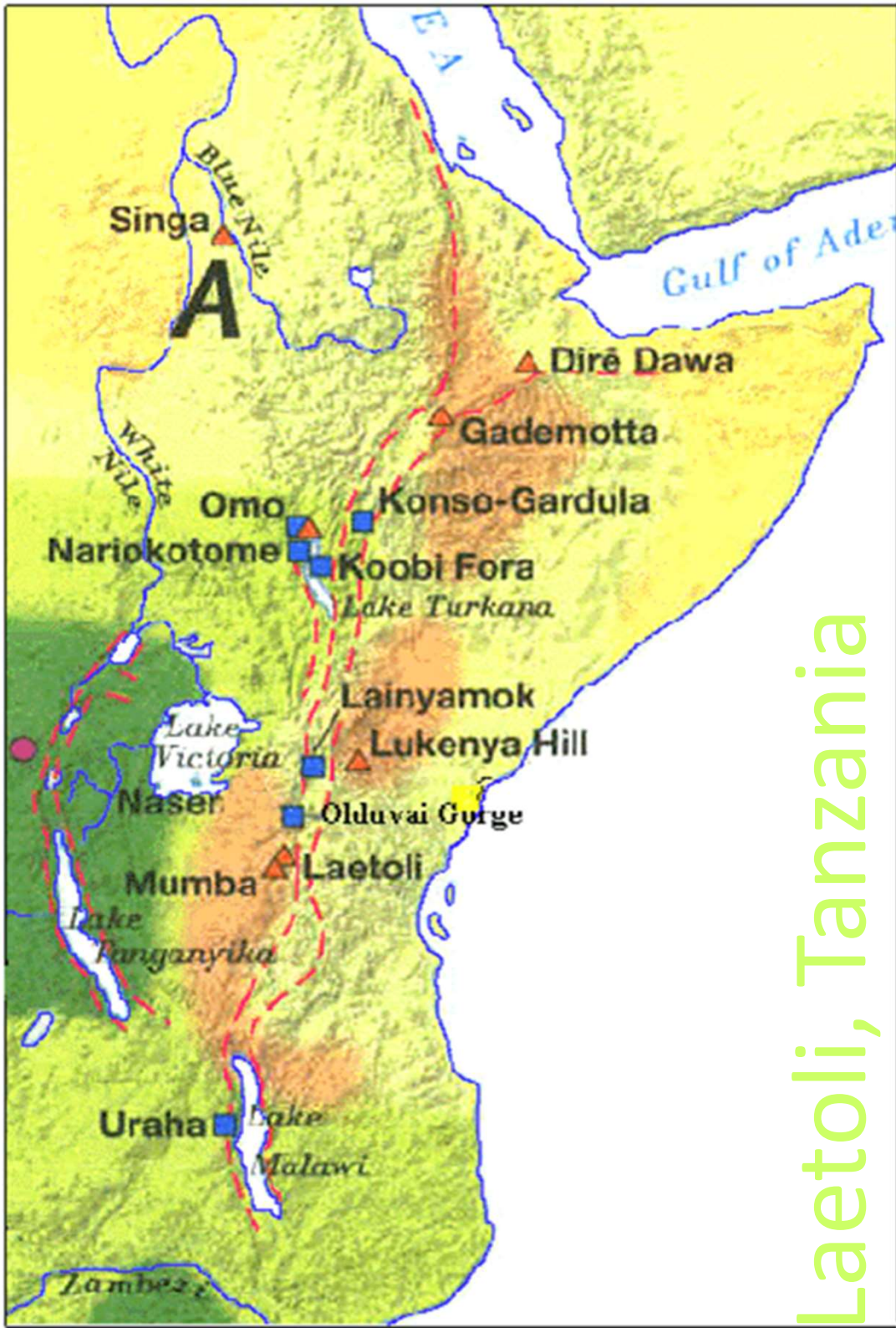
Dedos de manos y pies >> que humanos

CC: 375-550cc, rostro prominente, arco suprac.

Mandíbula intermedia





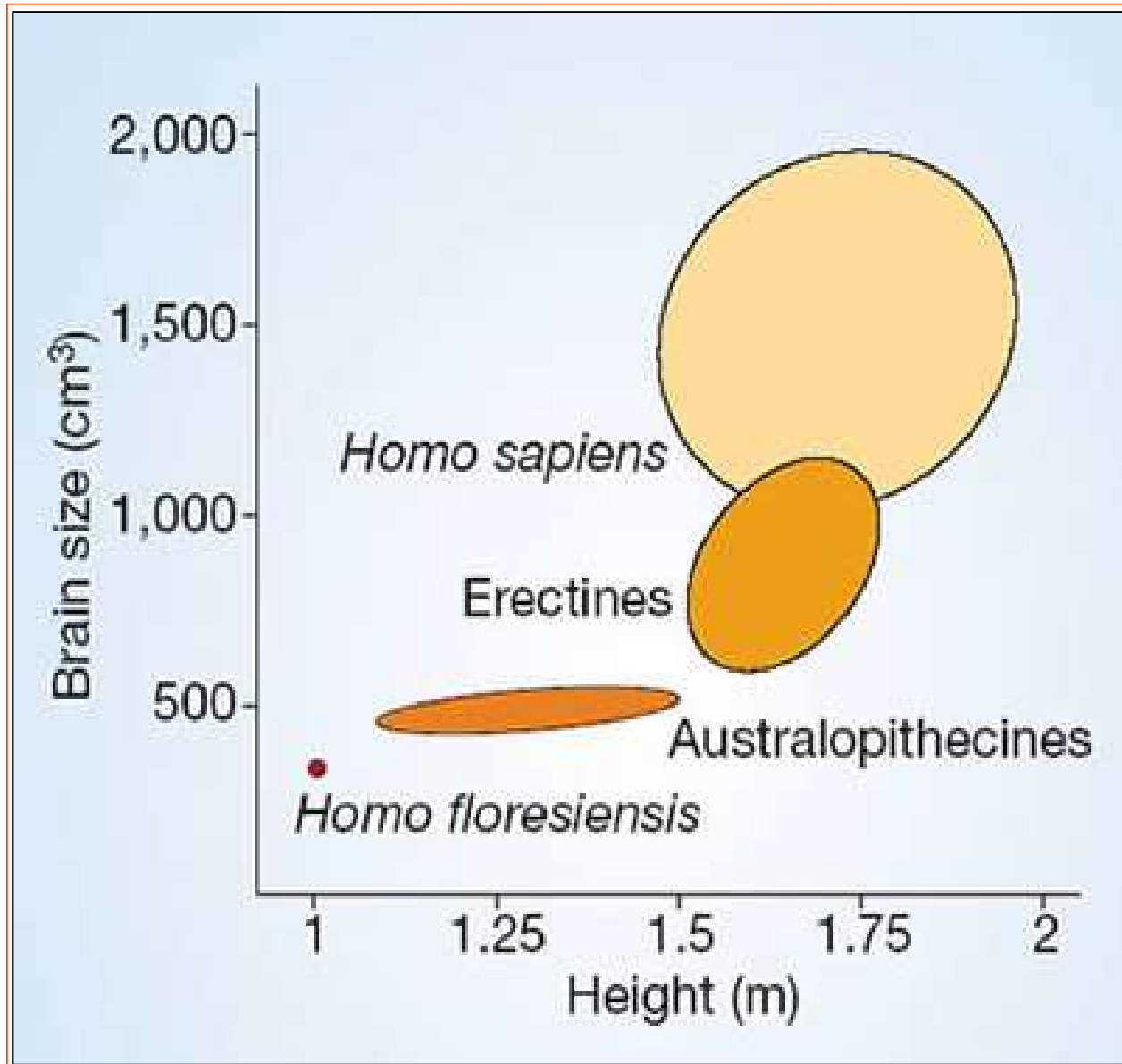


Laetoli, Tanzania



Después, aumentó volumen craneano





La evolución humana según Darwin



think
outside
the
box

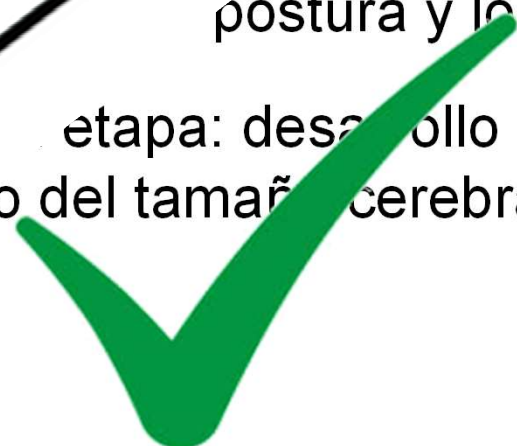
monografía sobre el tema,
posible:

más cercanos (anatomía):

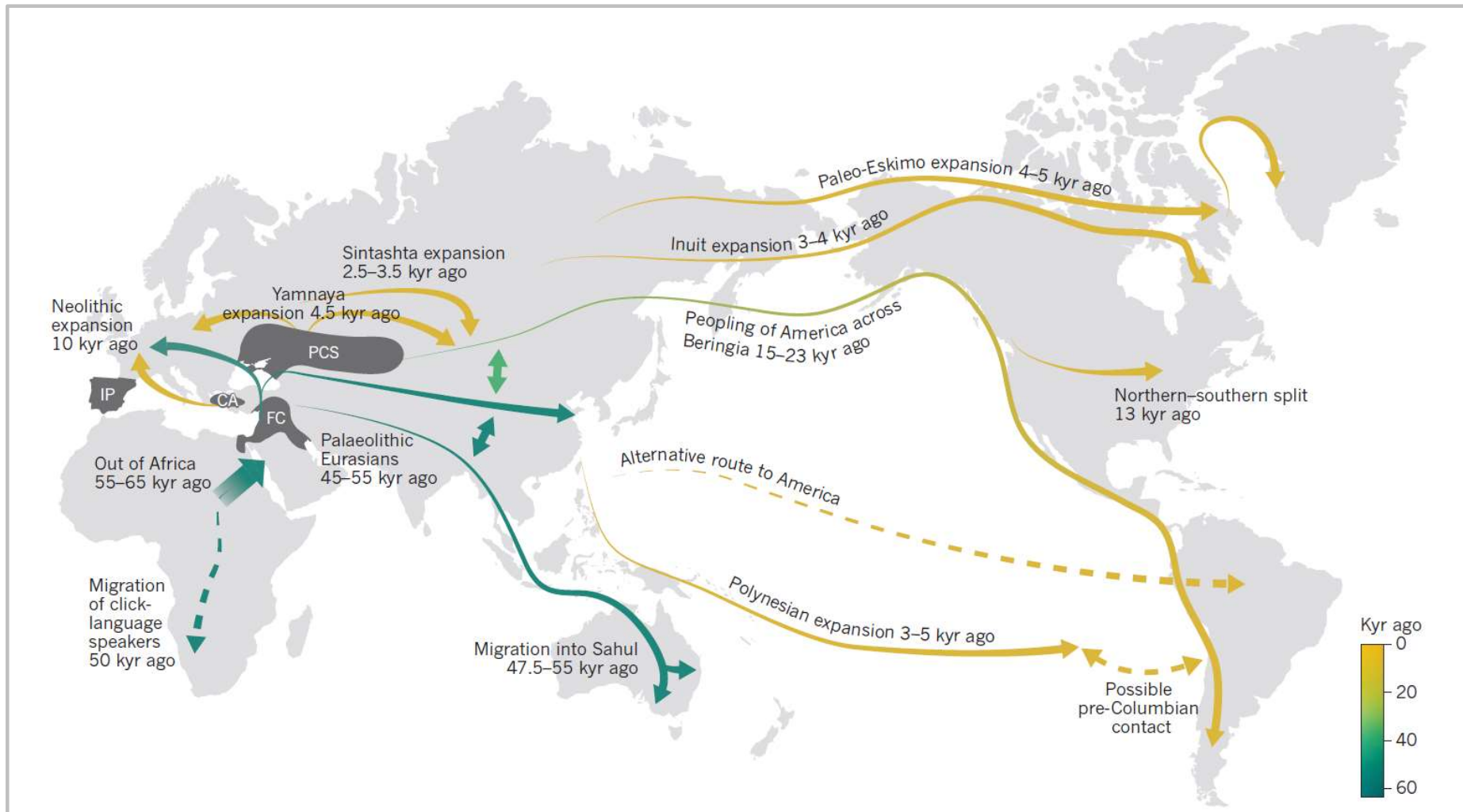
nuestra estirpe: África

postura y locomoción bípedas

etapa: desarrollo de herramientas,
aumento del tamaño cerebral

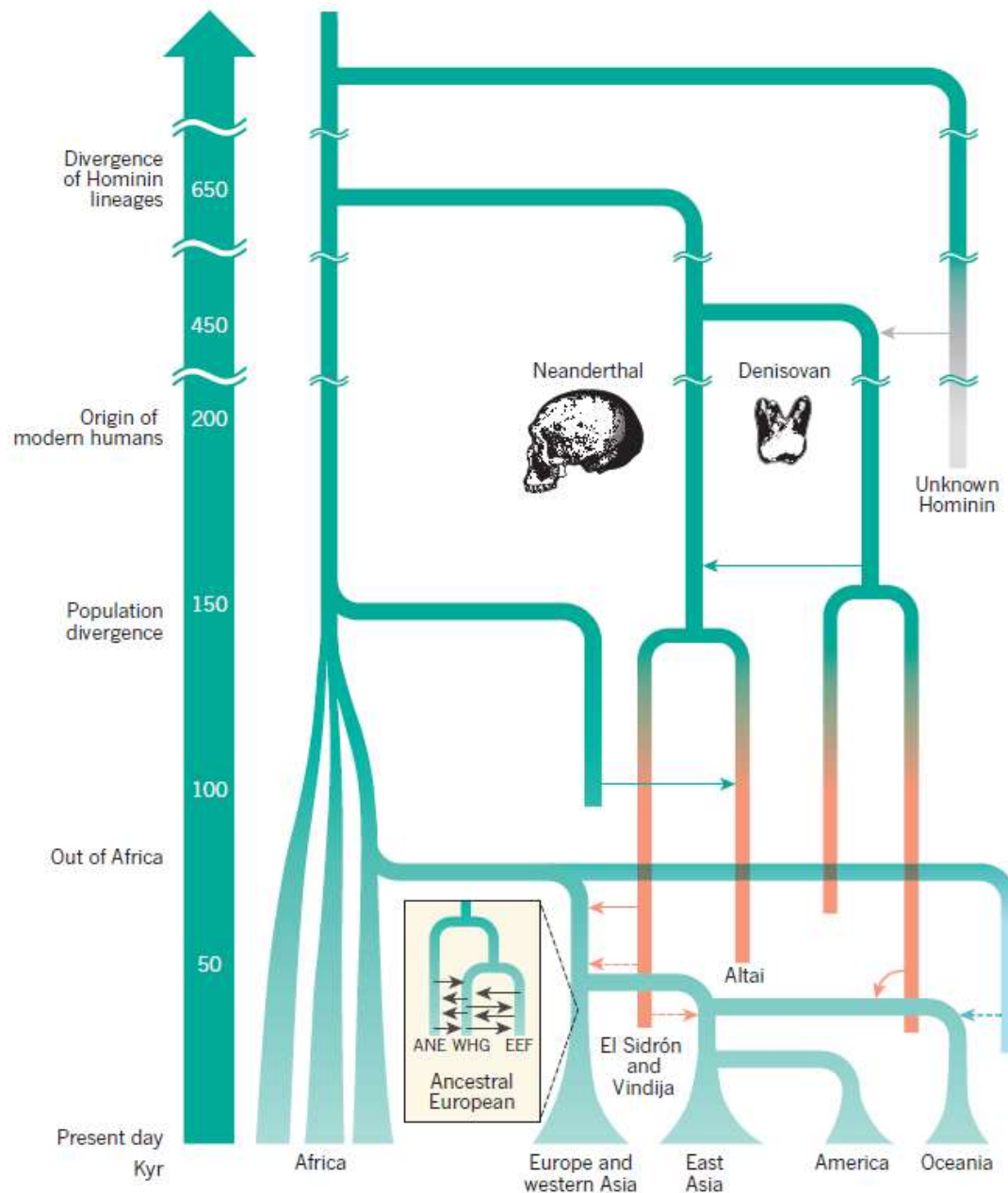


Una visión actualizada de nuestra evolución



Registro fósil más completo y detallado, estudios lingüísticos y culturales
Genomas secuenciados, poblaciones actuales y subfósiles
Sofisticación de pruebas para poner a prueba hipótesis.

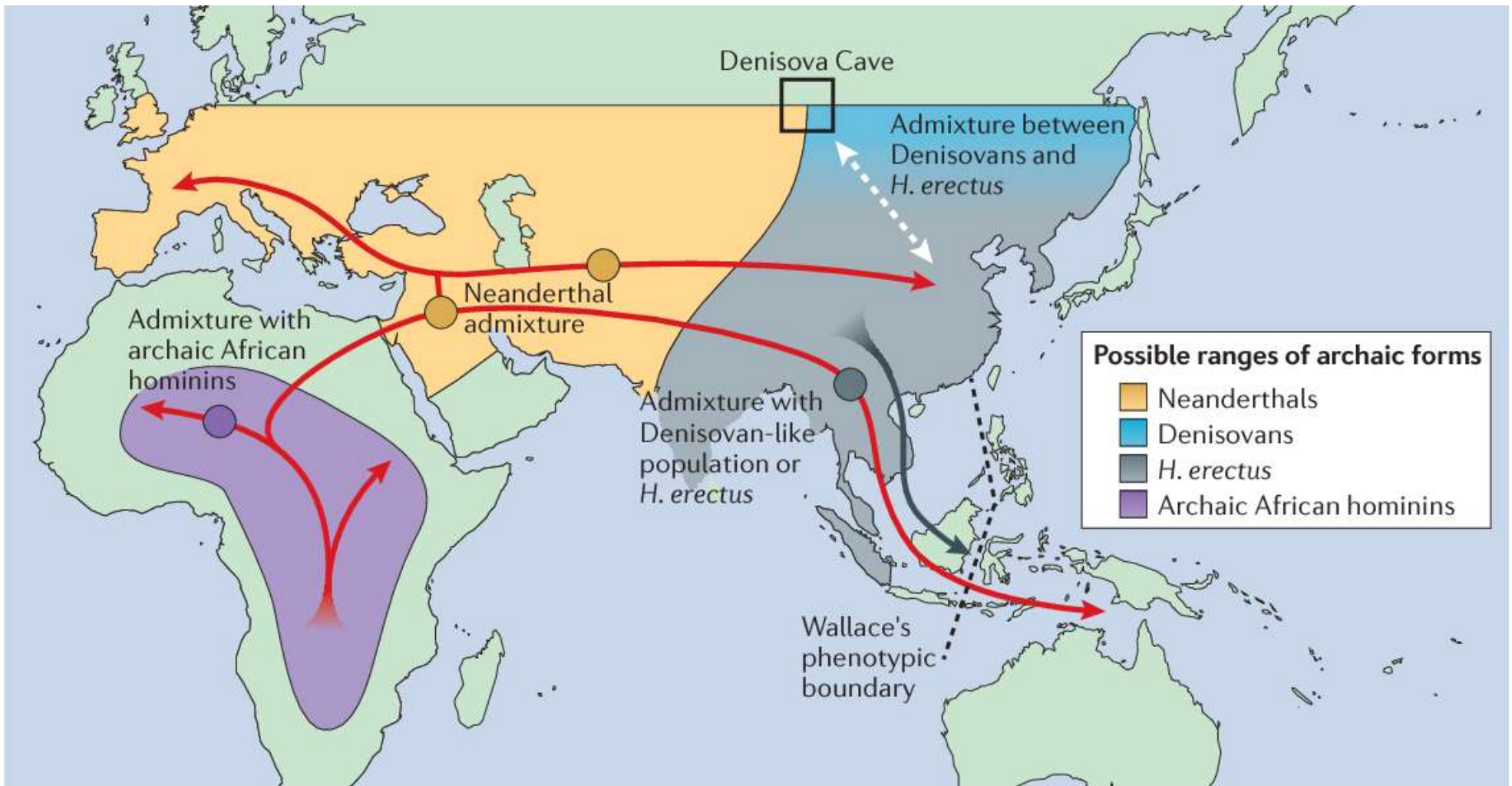
Una visión actualizada de nuestra evolución



Modelo simplificado de la historia evolutiva humana. Se muestran las relaciones entre las poblaciones contemporáneas y los momentos aproximados en los que divergieron. Estas relaciones incluyen importantes eventos de mezcla bien establecidos (líneas sólidas) y tentativos (líneas discontinuas) entre grupos de humanos modernos y entre humanos modernos y arcaicos. El modelo también muestra la pequeña proporción potencial de ascendencia en las poblaciones oceánicas que se deriva de una migración temprana fuera de África (turquesa). Los estudios del ADN antiguo pueden proporcionar una visión de alta resolución de la historia de las poblaciones y han revelado que los europeos actuales comprenden la mezcla de tres grupos ancestrales⁵⁷ (recuadro). ANE, antiguo euroasiático del norte; EEF, agricultor europeo primitivo; WHG, cazador-recolector de Europa occidental. Traducción realizada con la versión gratuita del traductor www.DeepL.com/Translator

Nielsen 2017

Una visión actualizada de nuestra evolución



Oportunidades de introgresión, y podemos evaluarlo

Pruebas (“tests”) de introgresión: ABBA-BABA test

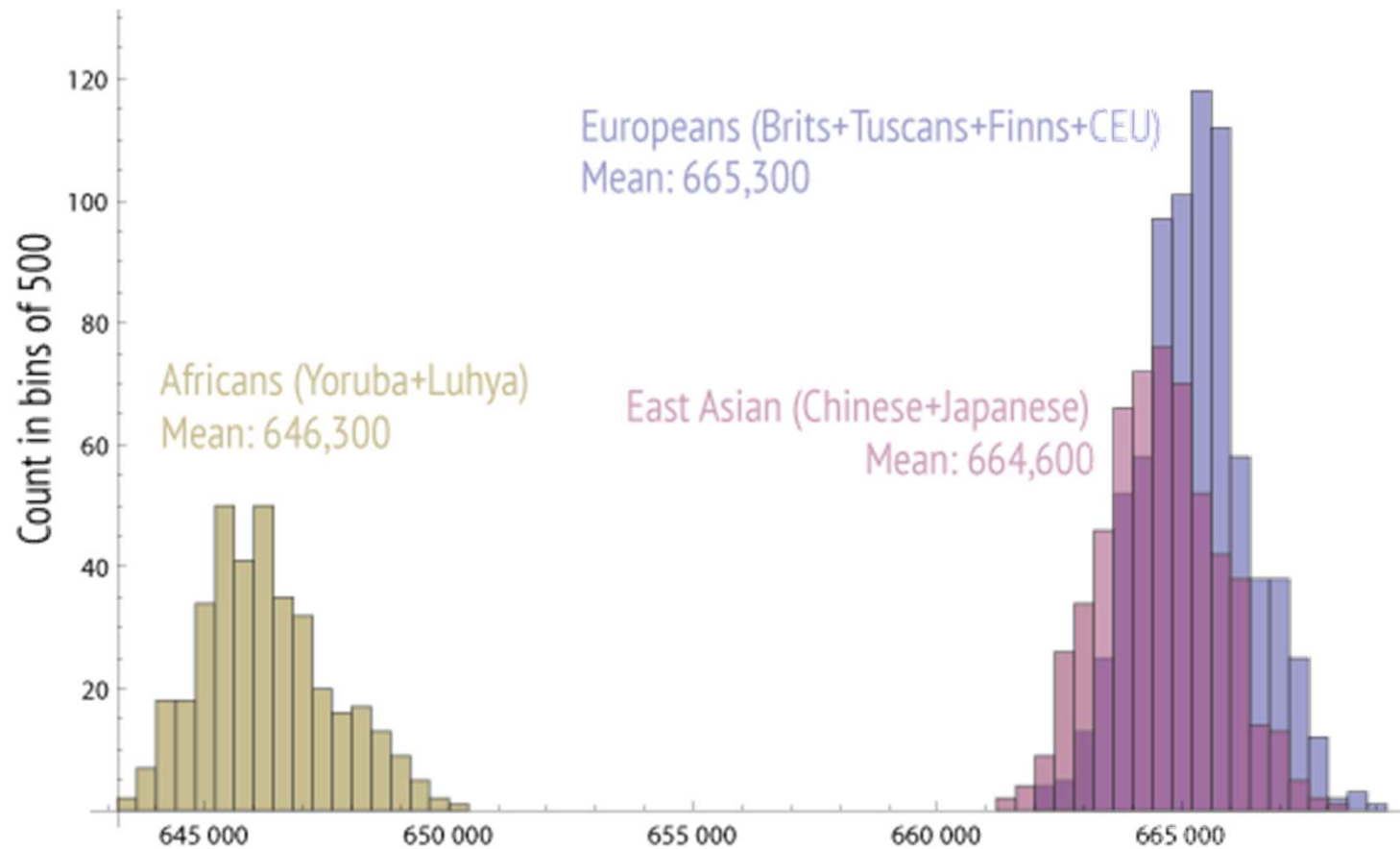
		ILS		introgresión	
		A	B		
	chimpancé	A	B	A	
	neandertal	A	B	B	
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 5px;">↓ ?</div> europeo </div>	B	B	B	
	africano	B	A	A	A
					↓

Idea básica:

ILS produce frecuencias idénticas de ABBA y BABA

la introgresión de neandertal a europeos produce un exceso de ABBA.

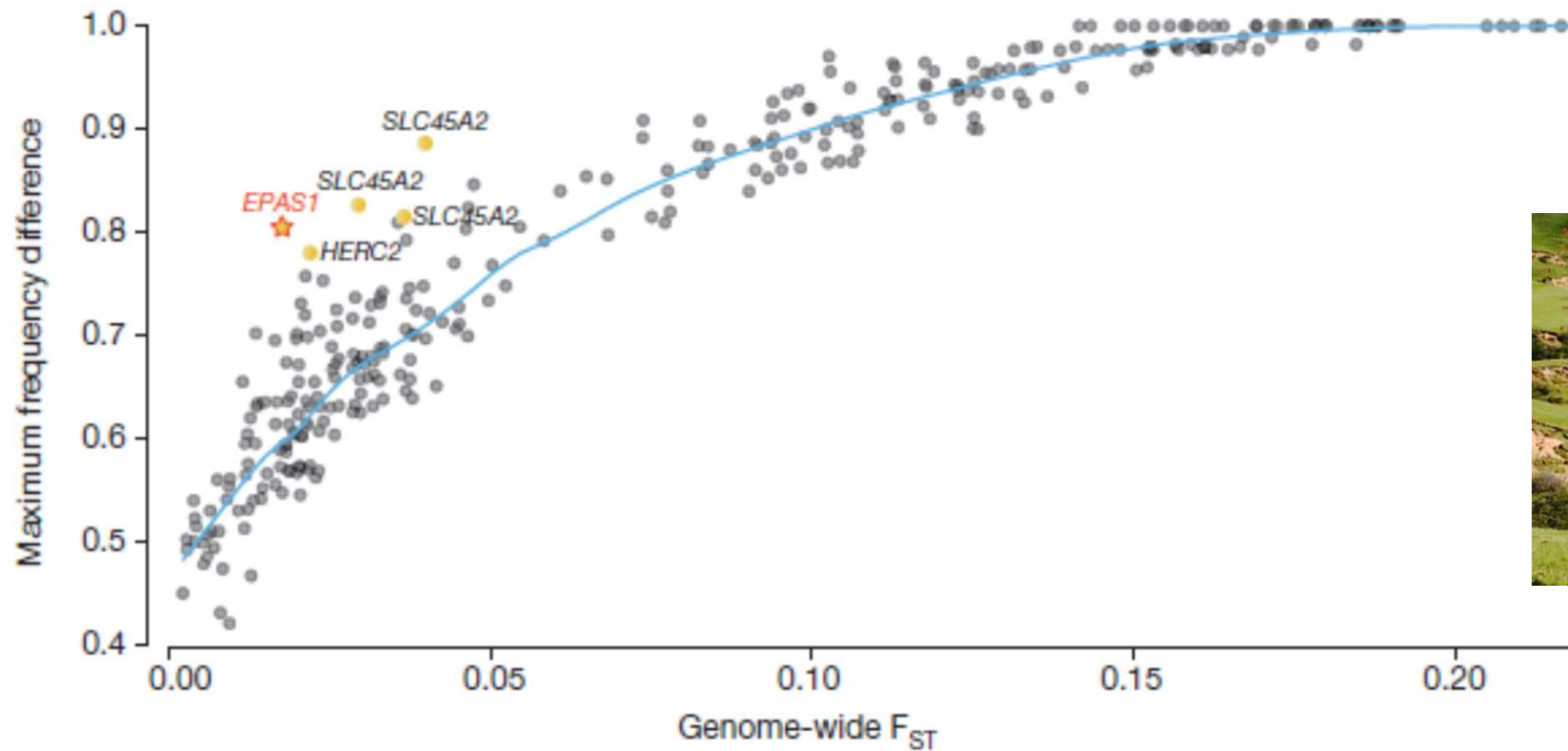
Exceso de “ABBA” en poblaciones no africanas



John Hawks
<http://johnhawks.net/weblog>

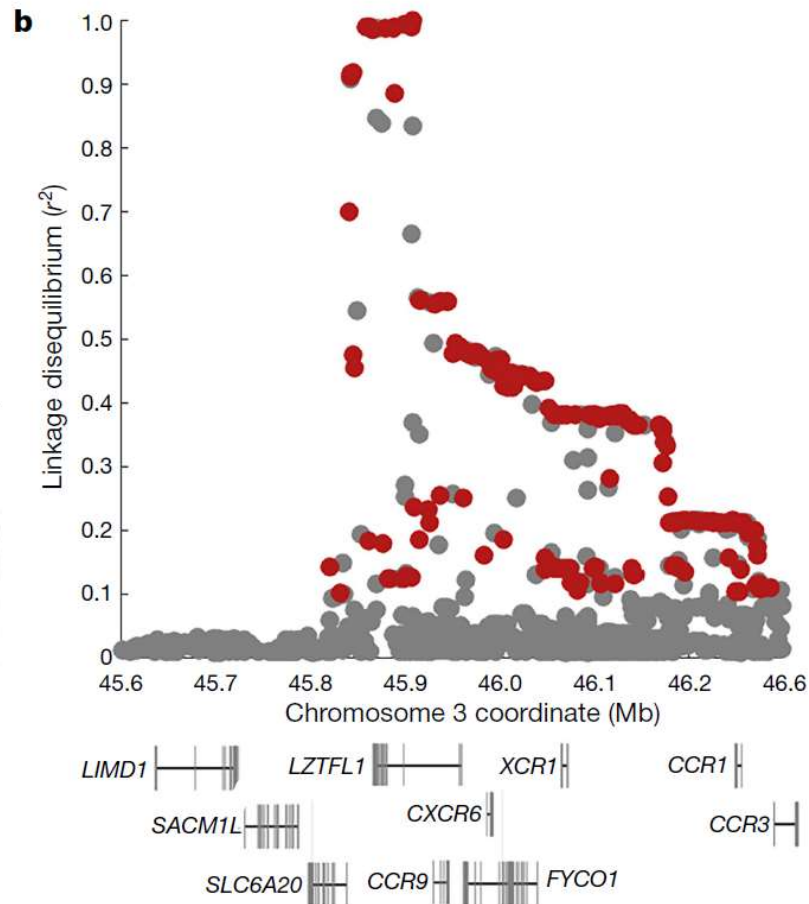
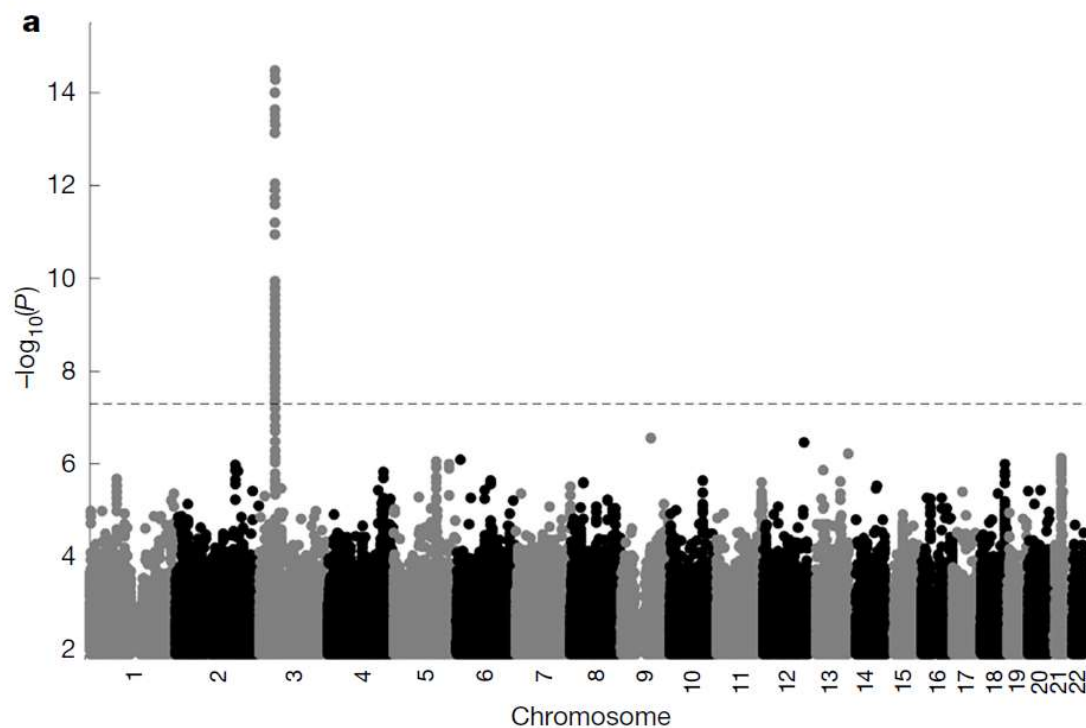
Per-genome count of derived SNP alleles present in
both Vi33.16 and 1000 Genomes sampled genomes
(whole genome)

La introgresión, filtrada por la selección natural, puede ser adaptativa



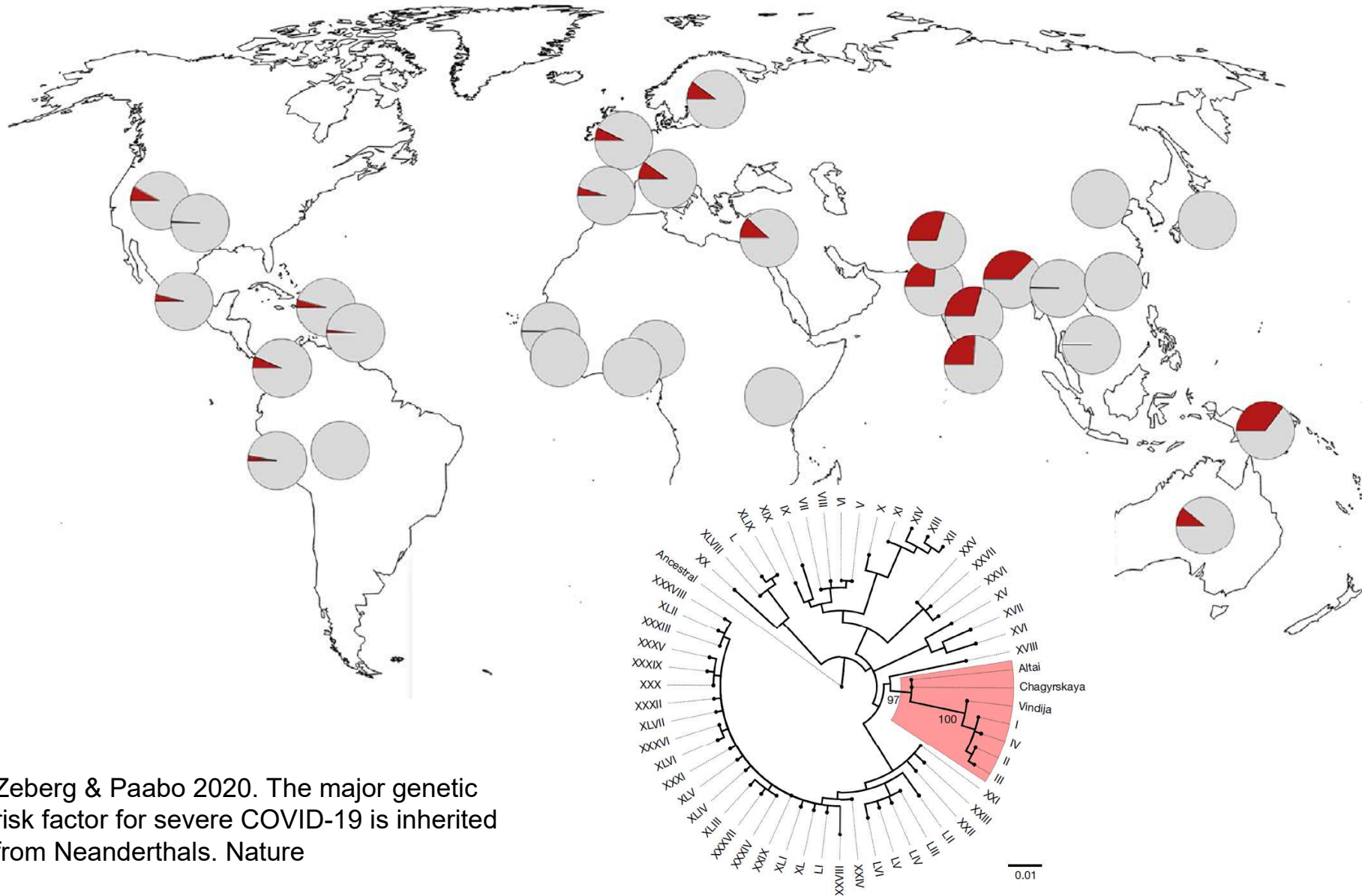
Huerta-Sánchez et al 2014. Altitude adaptation in Tibetans caused by introgression of Denisovan-like DNA. Nature 512: 194-197

La introgresión, filtrada por la selección natural, puede ser adaptativa



Zeberg & Paabo 2020. The major genetic risk factor for severe COVID-19 is inherited from Neanderthals. Nature

La introgresión, filtrada por la selección natural, puede ser adaptativa



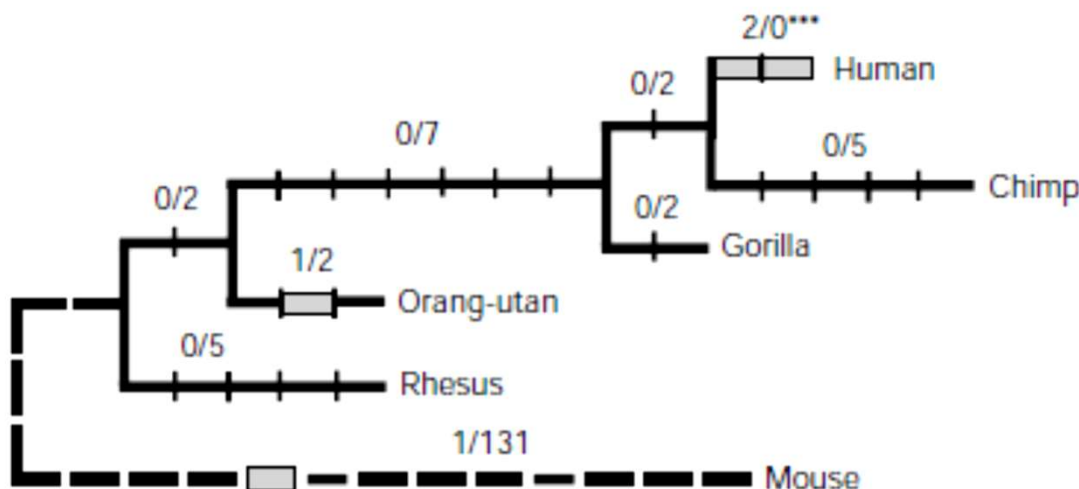
Zeberg & Paabo 2020. The major genetic risk factor for severe COVID-19 is inherited from Neanderthals. Nature

Divergencia genética entre humanos y parientes cercanos: Fox2P

Cambios sinónimos y no sinónimos

¿Selección positiva?

Posible evento de sel. positiva por encima de efecto de expansión demográfica



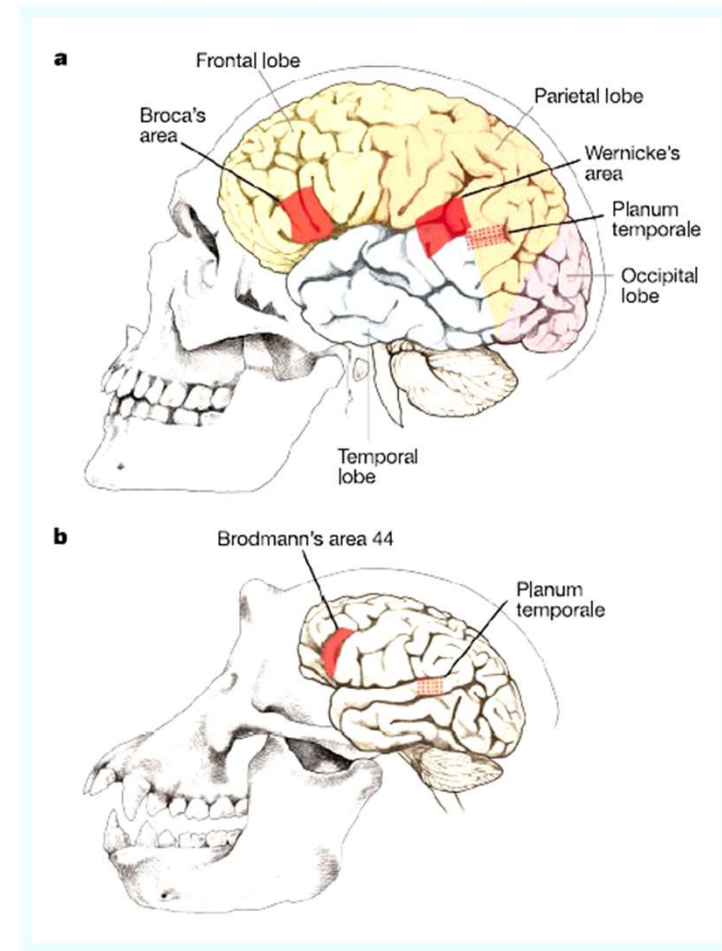
relación dN/dS aumenta significativamente en linaje humano ($P < 0.001$)

Algunas diferencias entre chimpancés y humanos

Selected traits that distinguish humans from other apes⁵⁻⁷

- Body shape and thorax
- Cranial properties (brain case and face)
- Relative brain size
- Relative limb length
- Long ontogeny and lifespan
- Small canine teeth
- Skull balanced upright on vertebral column
- Reduced hair cover
- Elongated thumb and shortened fingers
- Dimensions of the pelvis
- Presence of a chin
- S-shaped spine
- Language
- Advanced tool making
- Brain topology

Carroll (2003) *Nature* 422, 849-857



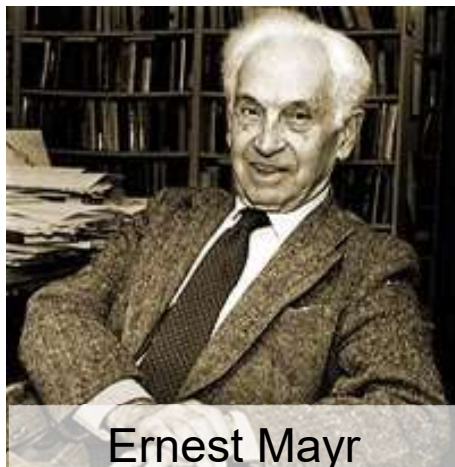
Algunas conclusiones

Evolución tipo “darwiniana”: árbol, ramificaciones, ramas truncas y otras que sobreviven. NO LINEAL

No “venimos del mono”, a lo sumo somos primos

Sabemos bastante del proceso (no la idea del eslabón perdido)

Lo mejor está por venir!



Ernest Mayr

The new research has one most encouraging message for the active evolutionist: it is that evolutionary biology is an endless frontier and there is still plenty to be discovered. I only regret that I won't be present to enjoy these future developments.

SCIENCE VOL 305 2 JULY 2004