





Universidad Nacional
Autónoma de México

Facultad de
Ciencias



Evolución humana

Breve síntesis de nuestra posición taxonómica y ecológica entre los seres vivos

CURSO

Sustentabilidad del desarrollo

25 de julio 2022

Dr. Germán González-Dávila

PhD en Evolución y Ecología Demográfica

Las tres grandes cuestiones de siempre

- De dónde venimos
- Qué somos
- A dónde vamos

La Humanidad es como un caminante soñador, atrapado entre las fantasías de sus sueños y el caos del mundo real... Ha creado una civilización tipo “Guerra de las estrellas”, mezcladas con emociones de la Edad de Piedra, instituciones medievales y tecnologías de dioses... Nos encontramos terriblemente confundidos por el sólo hecho de nuestra existencia, peligrosa para nosotros mismos y para el resto de la vida...

Edward O. Wilson, 2012, The Social Conquest of Earth

Plan de presentación

1. Posición evolutiva (últimos 20 millones de años)
2. Posición taxonómica, Orden **Primates**
3. Australopitecos
4. Principales linajes del género ***Homo*** (últimos 2.5 millones de años)
5. Posición ecológica de australopitecos y *Homo*
6. Posición evolutiva exosomática de ***Homo sapiens***
 - 6.1 El rey de las bestias: domesticación del fuego
 - 6.2 Hacia la conquista del planeta: cooperación y migración
 - 6.3 Domesticación de animales y plantas: agricultura y sedentarismo
 - 6.4 Aparición de ciudades: energías de flujo, fuerza humana + tracción animal + genio mecánico
 - 6.5 Revolución científica: las leyes de la naturaleza
 - 6.6 Revolución industrial: energías de stock y subsidio ecológico
 - 6.7 El Antropoceno: la gran aceleración y el impacto humano en la biosfera
 - 6.8 Senderos evolutivos en curso...
7. Biosfera...



Universidad Nacional
Autónoma de México

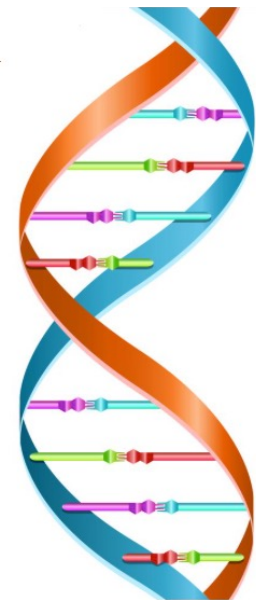
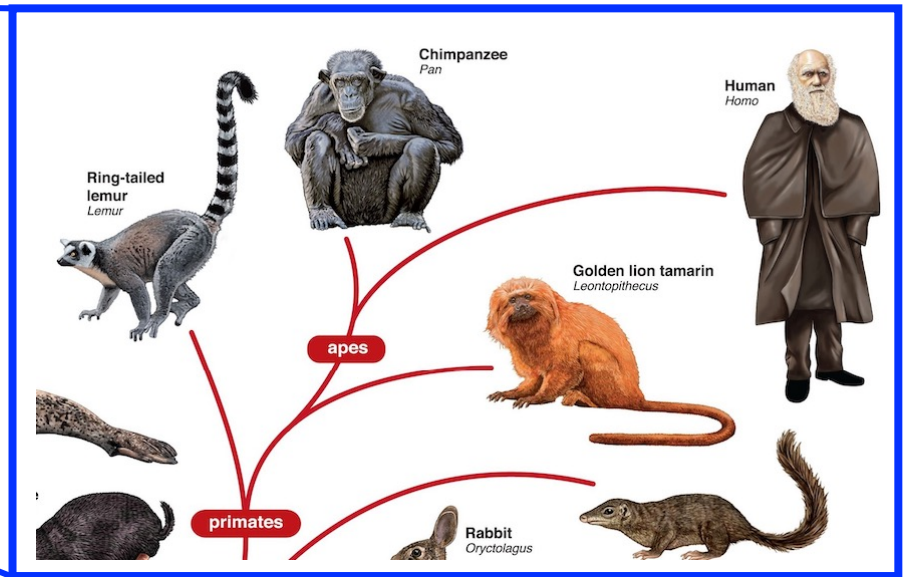
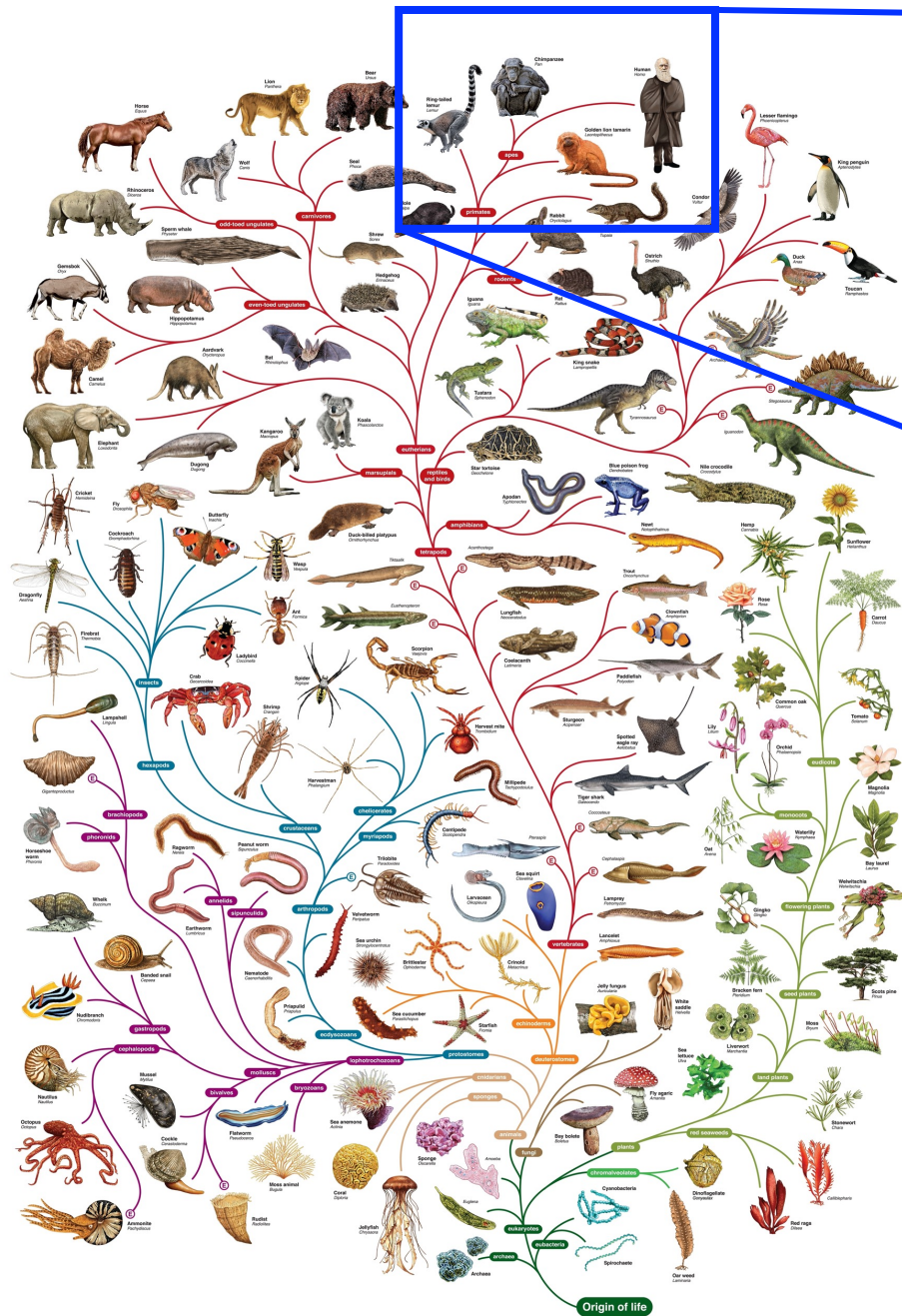
Facultad de
Ciencias



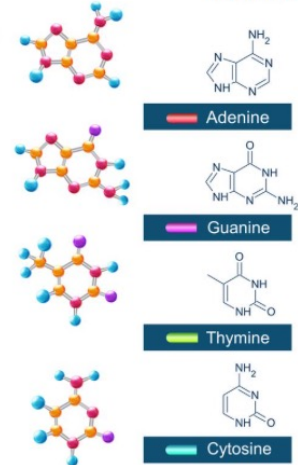
1. Posición evolutiva de *sapiens*

Últimos 20 millones de años

<http://www.becominghuman.org>



NITROGENOUS BASES



ADN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Facultad de
Ciencias



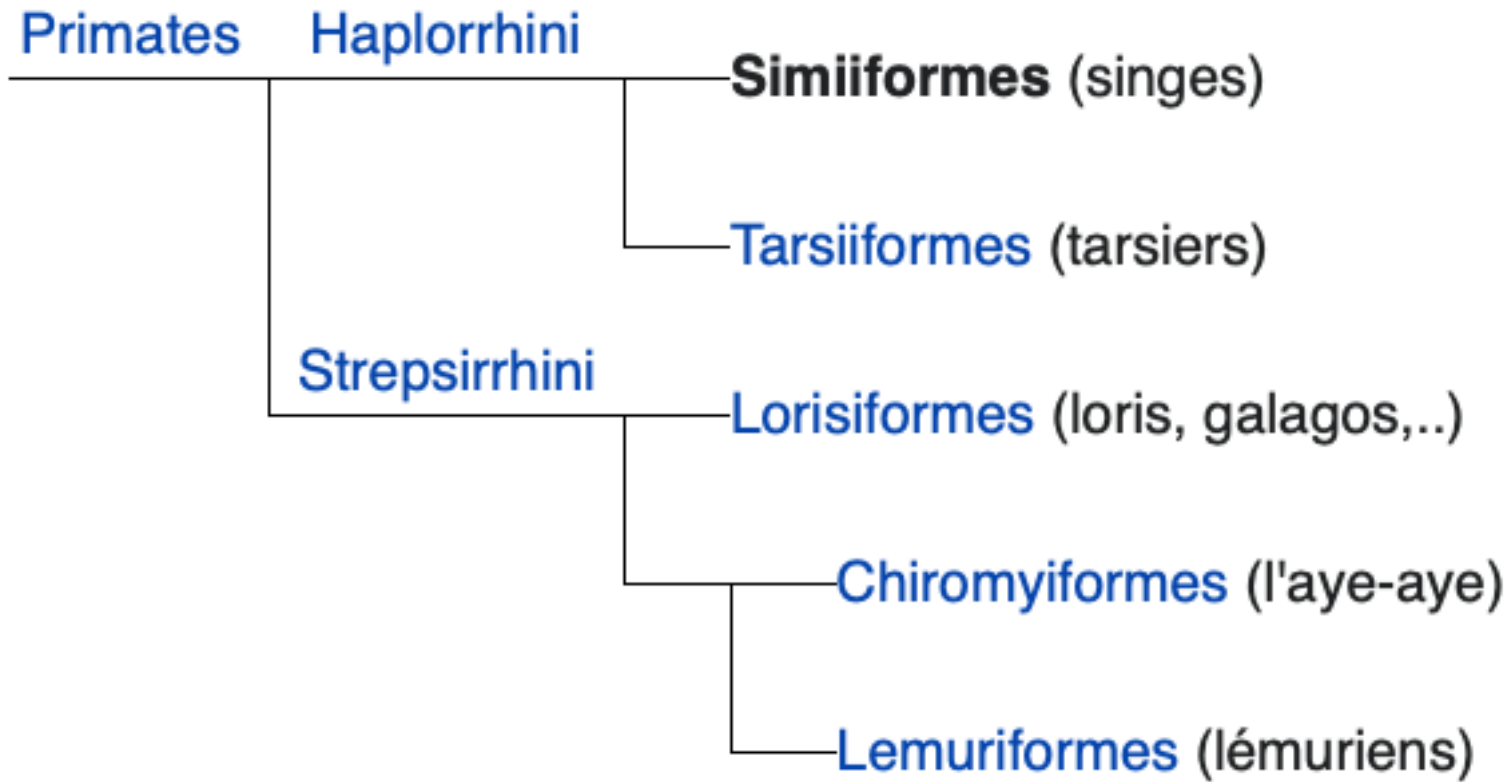
2. Posición taxonómica de *sapiens*

Orden Primates:

Últimos *circa* 70 millones de años (Ma)

Posición taxonómica

Orden: Primates

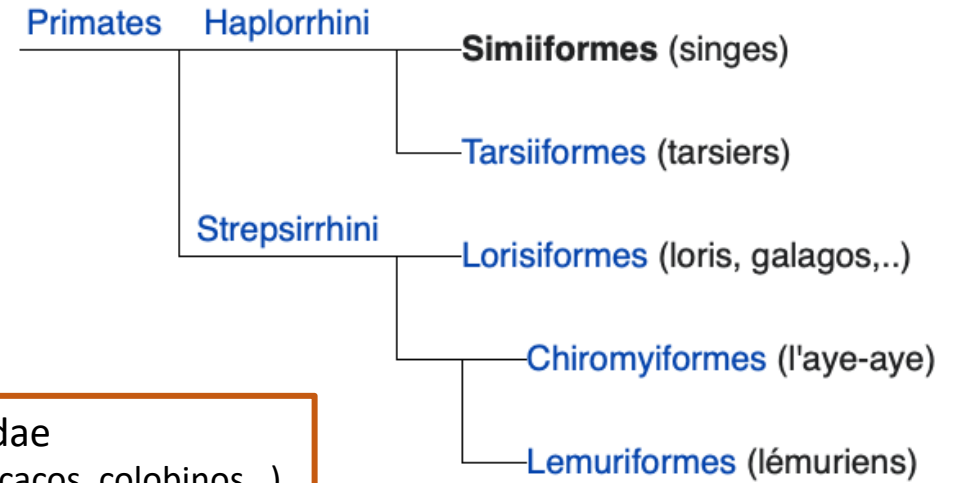
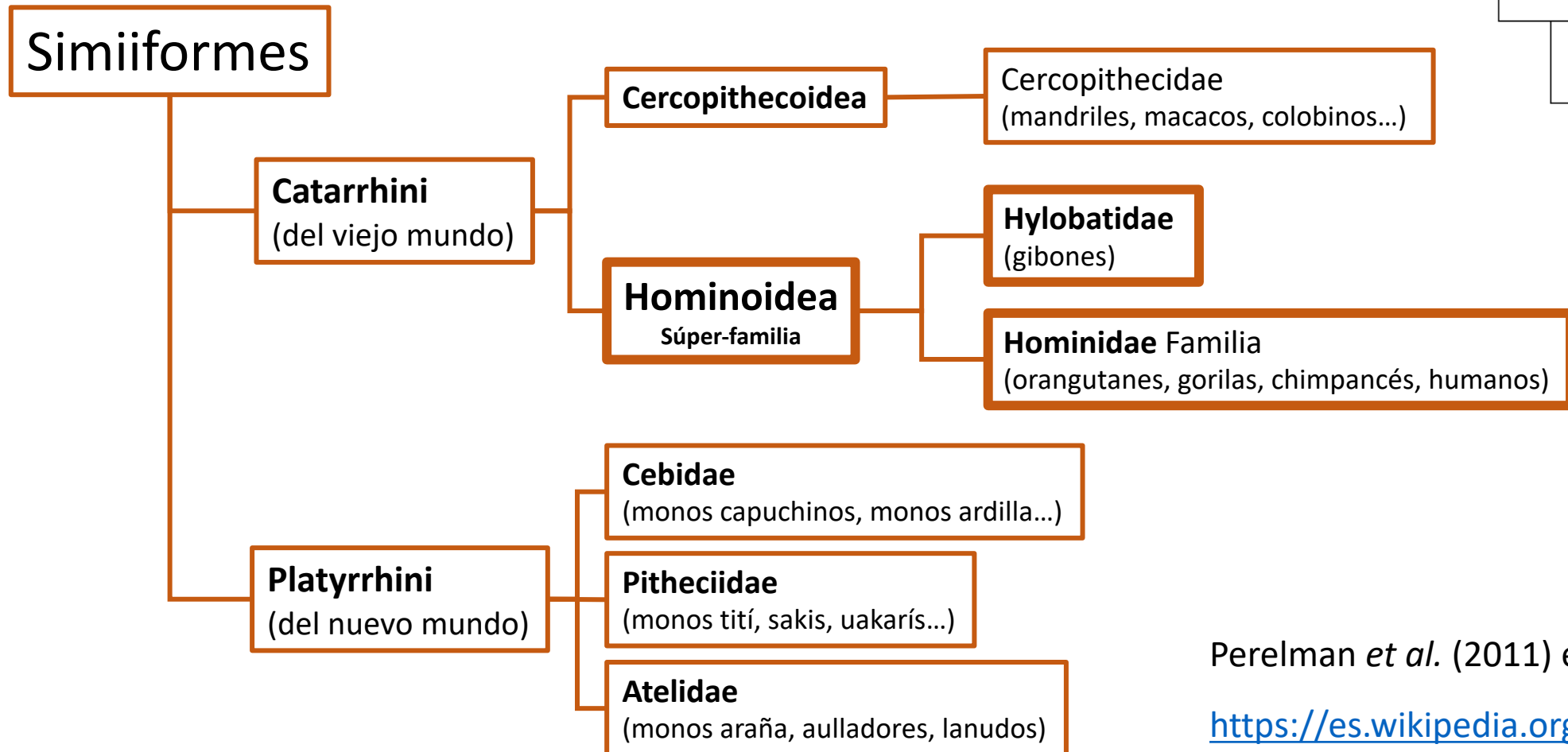


<https://es.wikipedia.org/wiki/Primates>



Posición taxonómica

Infra-orden: Simiiformes



Perelman *et al.* (2011) et Springer *et al.* (2012)

<https://es.wikipedia.org/wiki/Simiiformes>

La gran familia de los Homínidos

Súper familia

Familia

Sub familia

Tribu

Género

Especie

Hominoidea

Hylobatidae

Hominidae

Ponginae

Homininae

Gorillini

Hominini

Hylobates

Pongo

Gorilla

Pan

Homo

Australopithecina



H. lar



P. tapanuliensis



P. pygmaeus



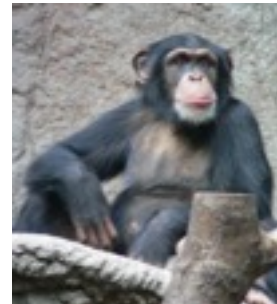
P. abelii



G. gorilla



G. beringei



P. troglodytes

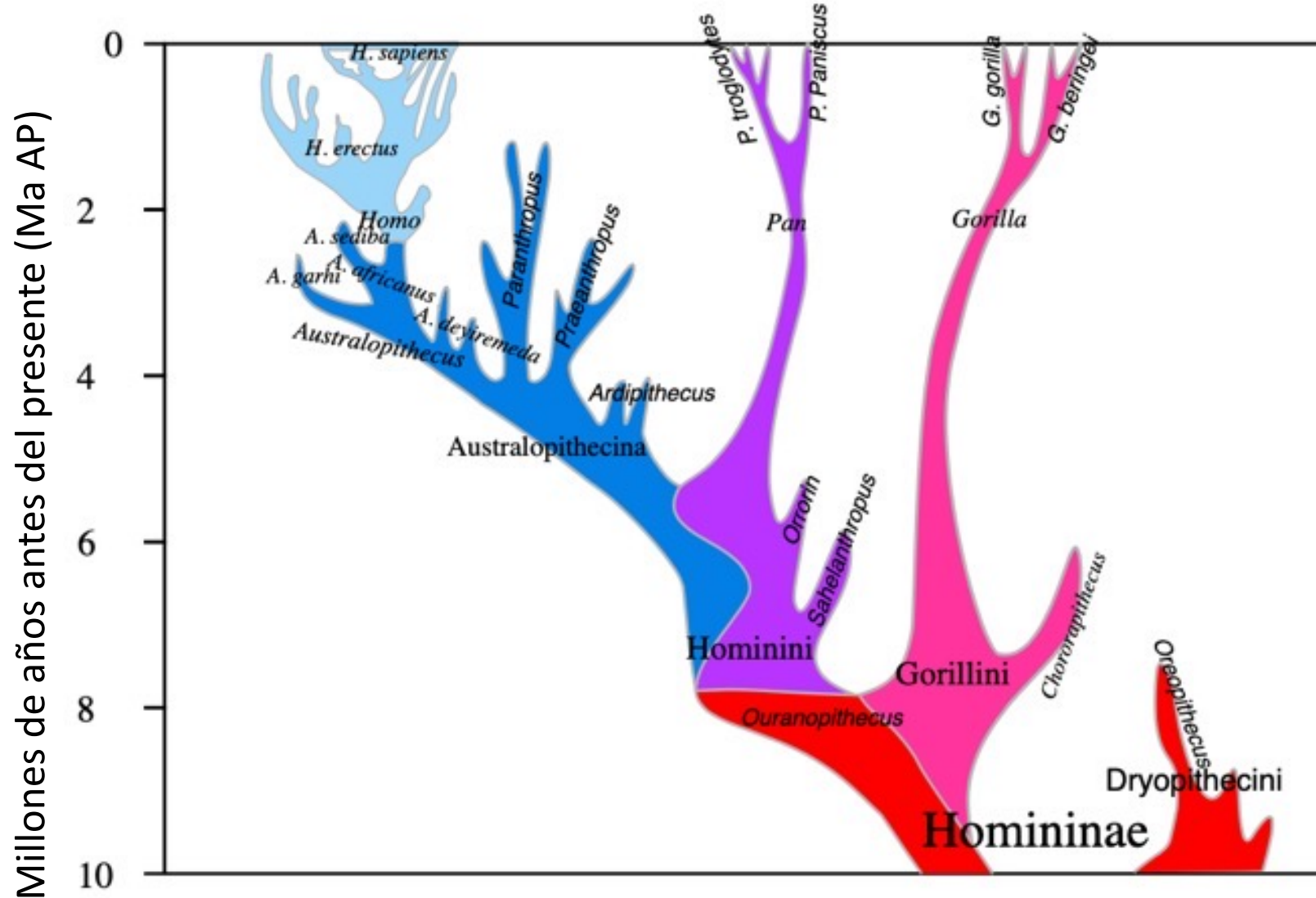


P. paniscus



Árbol evolutivo de los Homininae (Sub-familia)

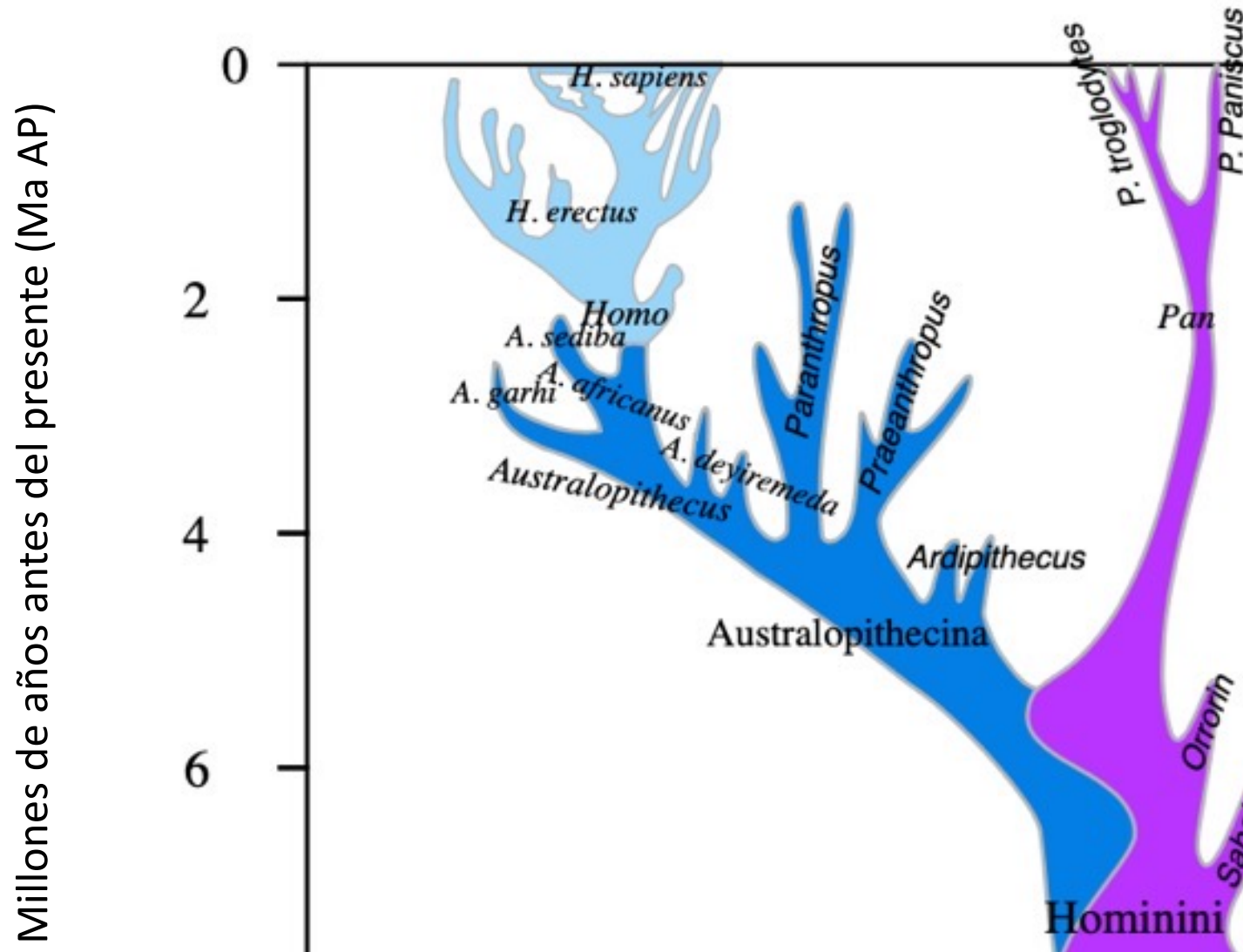
10 Ma



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hominini_lineage.svg#/media/File:Hominoidea_lineage.svg

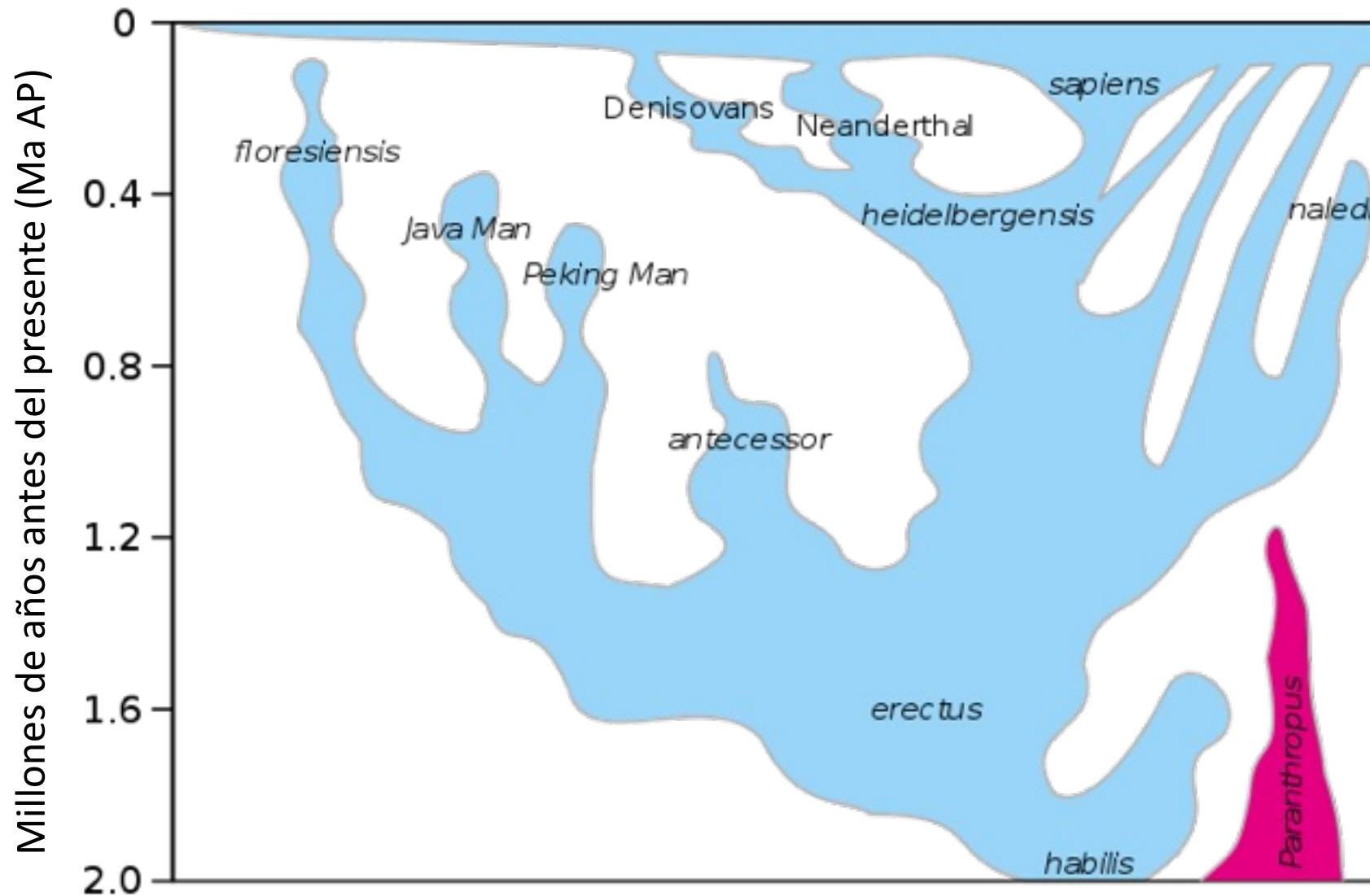
Árbol evolutivo de los Hominini (*Tribu*)

6 Ma



Árbol evolutivo de *Homo spp.*

2.3 Ma



À partir d'Homo habilis, l'évolution humaine devient graduelle tout en ayant des moments d'accélération comme lors de la formation d'Homo sapiens. Homo habilis aboutit vers 1,6 million d'années à Homo erectus que l'on retrouvera jusqu'à moins 150 000 ans en Asie et en Europe ainsi qu'en Afrique d'où il a essaimé. On pense que la forme erectus a abouti en Europe aux Néandertaliens, classés comme Homo sapiens neandertalensis (ou antiquus), et en Afrique à des formes archaïques d'Homo sapiens d'où descend la forme moderne Homo sapiens sapiens. On admet toutefois des évolutions locales d'Homo sapiens à partir d'erectus et surtout des croisements entre les formes d'erectus présentes dans le Vieux Continent et la forme moderne qui a essaimé à partir de l'Afrique. La continuité phylétique, la difficulté à tracer des lignes de démarcation entre les différents stades de l'évolution (habilis, erectus, sapiens) et la probable fécondité réciproque entre Néandertaliens et sapiens portent à croire que les différences observées au cours de l'évolution à partir de l'apparition de l'Homme sont l'expression de sous-espèces (ou variétés) plutôt que d'espèces.

2.3 Million years

1.6 My



Homo habilis

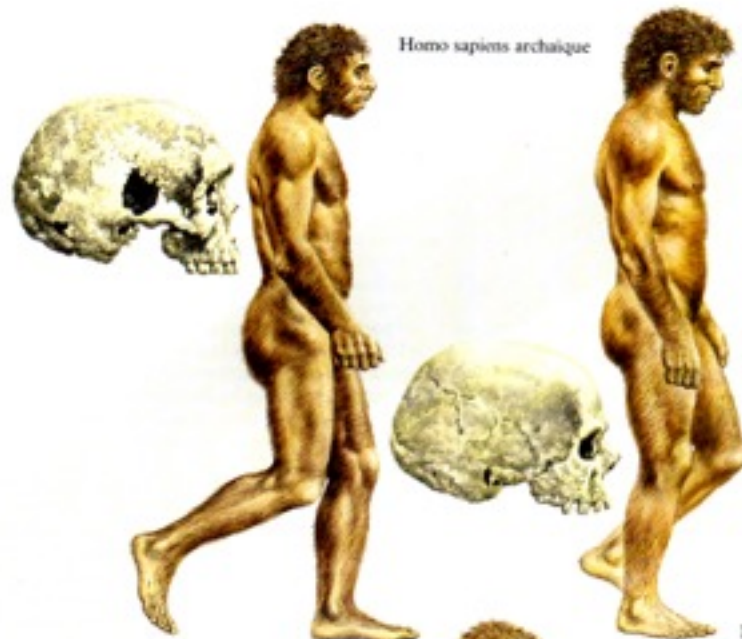


Homo erectus

0.350 My

0.080 My

0.035 My



Homo sapiens archaïque



Homo sapiens sapiens

Homo sapiens

A. Delmas



Universidad Nacional
Autónoma de México

Facultad de
Ciencias



3. Los Australopithecinos

6 millones de años



Australopithecus y *Homo spp.*



A. africanus



A. afarensis



A. boisei



A. robustus



H. erectus



H. heidelbergensis



H. neandertalensis



H. sapiens



Universidad Nacional
Autónoma de México

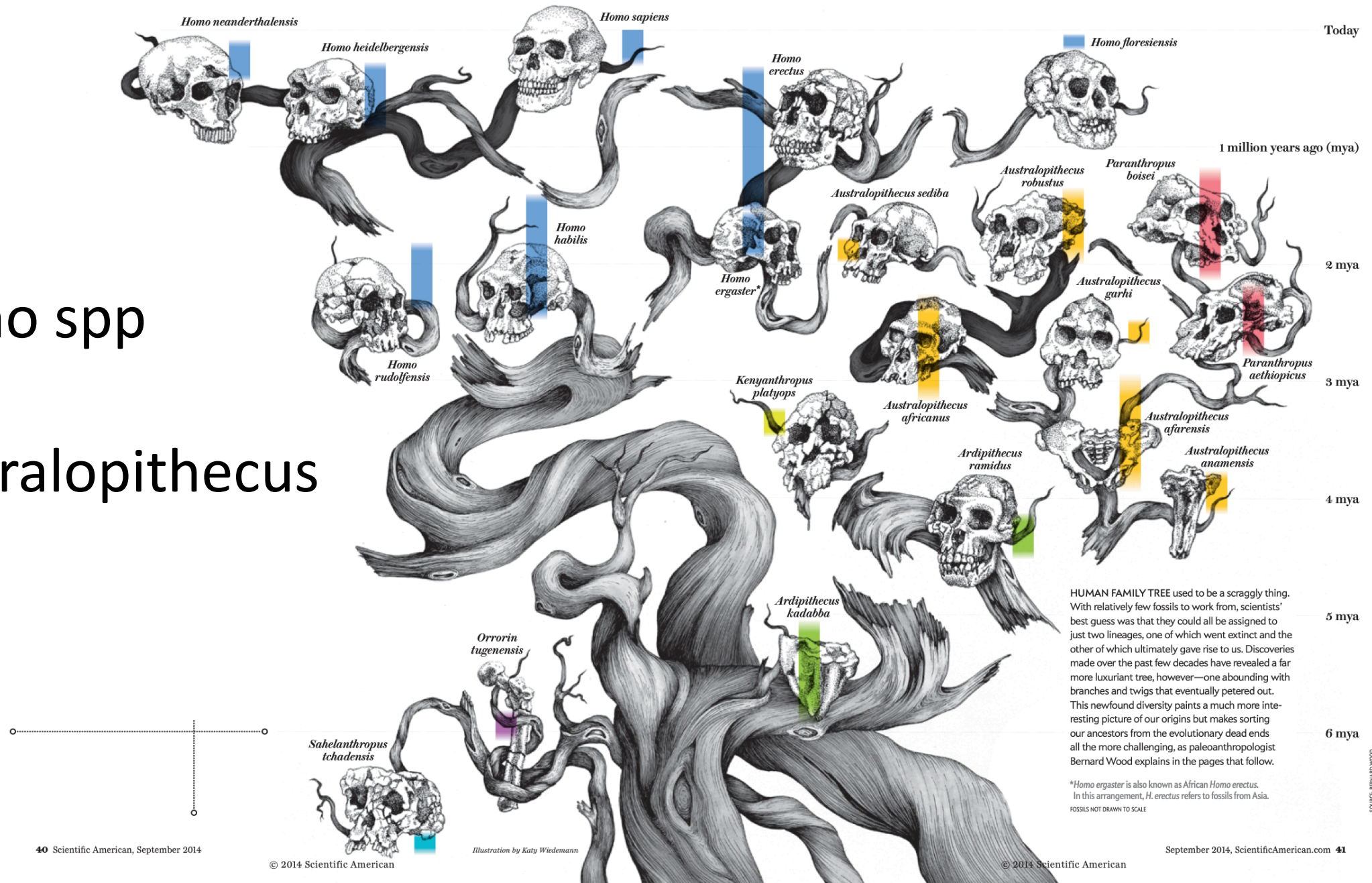
Facultad de
Ciencias



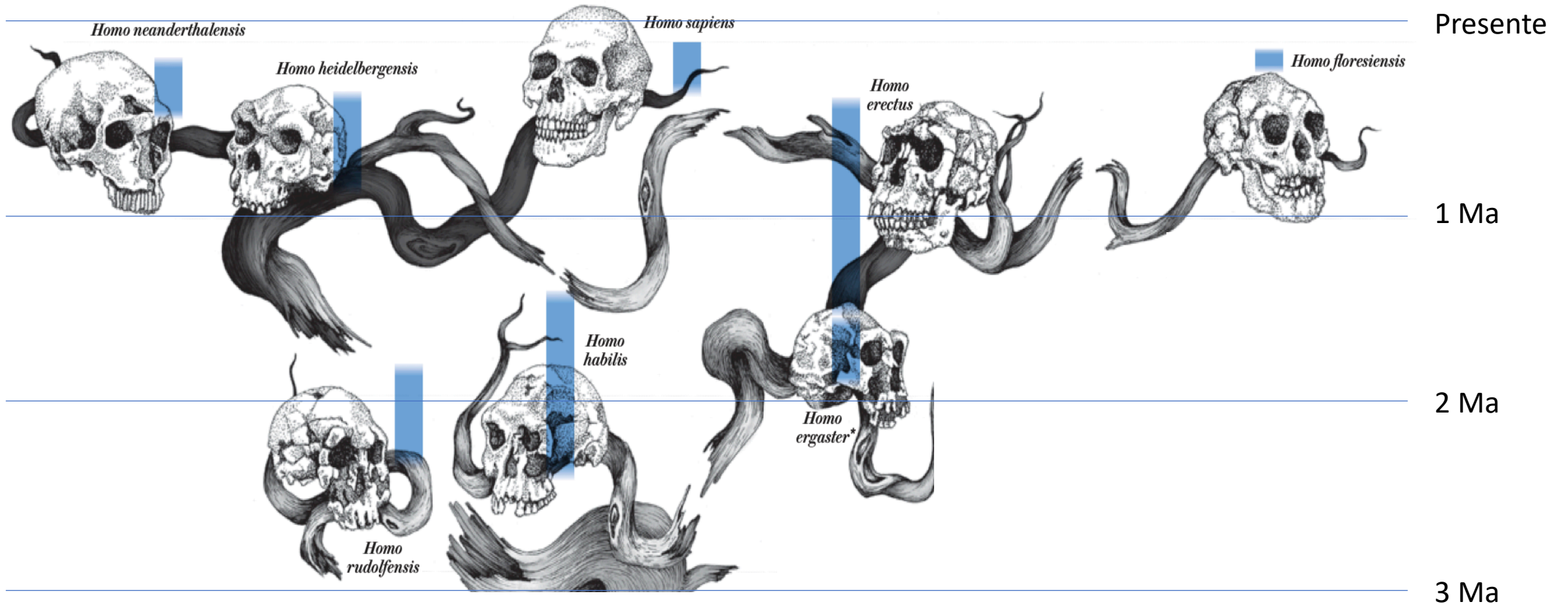
4. Principales linajes del género *Homo*

Últimos 2.5 millones de años

Homo spp & Australopithecus



H. habilis, rudolfensis, ergaster, erectus, denisova, floresiensis, heidelbergensis, neandertalensis, sapiens



Linaje de *Homo sapiens*

Especie	Región	Ma AP	cm ³ cerebro	Estatura m
<i>Homo habilis</i>	África S & Or.	2.5 a 1.6	600 a 800	1.2 a 1.5
<i>Homo rudolfensis</i>	África Or.	2.4 a 1.9	750	
<i>Homo ergaster</i>	1er emigrante	1.8 a 1.4	850	
<i>Homo georgicus</i>	Georgia	1.6	650	
<i>Homo erectus</i>	Asia	1.8 a 0.3	900 a 1100	
<i>Homo antecesor</i>	Europa (África)	0.8	1000	
<i>Homo heidelbergensis</i>	Europa	0.5 a 0.15	1350	1.8
<i>Homo neanderthaliensis</i>	Europa & CO	0.11 a 0.03	1500	1.7
<i>Homo floresiensis</i>	Indonesia	Hasta 0.015	380 a 400	1.0
<i>Homo rhodesiensis</i>	África	0.5 a 0.2	1200 a 1400	
<i>Homo sapiens</i>	África	Desde 0.3	1300	1.5 a 1.8



Universidad Nacional
Autónoma de México

Facultad de
Ciencias



5. Posición ecológica

Forrajeros, recolectores, carroñeros, cazadores..., un animal insignificante

... de animales a dioses (Yuval Noha Harari)

Desde la zona intermedia de la pirámide trófica...

- Presas de grandes predadores
- Recolectores de plantas y semillas, forrajeros
 - Contribución a dispersar diversas especies de plantas en sabanas y bosques abiertos
- Consumidores de insectos y pequeños animales
 - Contribución al flujo de algunas redes tróficas
- Carroñeros
 - Uno de los usos más comunes de los primeros útiles de piedra consistía a abrir huesos para extraer el tuétano
- Uso de herramientas de piedra
 - Paleolítico, inicia hace 2.8 Ma, recolectores, carroñeros, cazadores
 - Paleolítico, uso ocasional del **fuego** 1.4 Ma; domesticación del **fuego** 0.4 Ma
 - Neolítico, inicia hace 12 mil años, recolectores, cazadores, agricultores
 - Edad de los metales, hace 8 mil a 4,500 años

https://es.wikipedia.org/wiki/Edad_de_Piedra

Roberts, P & B. Stewart (2018). Defining the “generalist specialist” niche for Pleistocene Homo sapiens. *Nature Human Behaviour*. August 2018, V2, pp: 542-550.
Thompson JC *et al.* (2021). The emergence and intensification of early hunter-gatherer niche construction. *Evolutionary Anthropology*, 30:17-27. Wiley Periodicals LLC.
Iovita, R *et al.* (2021). Operationalizing niche construction theory with stone tools. *Evolutionary Anthropology*, 30:28-39. Wiley Periodicals LLC.

... hasta la cúspide de la pirámide trófica

- Depredadores clímax
- Oportunistas
- Evolución exosomática (el genio humano y sus tecnologías le permiten «*adaptaciones*» eco-funcionales sin necesidad de evolución biológica)

atrapados entre las fantasías de nuestros sueños de grandeza y el caos que hemos generado en el mundo real, con una civilización que nos permite vivir mejor que nunca antes, pero atrapados entre emociones de la Edad de Piedra, instituciones medievales y tecnologías más allá de todas las magias y mitos. Profundamente confundidos en este s. XXI, porque ahora sabemos que nuestra existencia amenaza los pilares de nuestra vida en la Tierra...



Universidad Nacional
Autónoma de México

Facultad de
Ciencias



6. Posición evolutiva exosomática

De animales a dioses...

6.1 Domesticación del fuego

- Evidencias de robo de fuego desde hace 1.4 Ma
- Evidencias de uso ocasional de fuego hace alrededor de 800 mil años
- Evidencias de uso generalizado, es decir, producción de fuego, desde hace alrededor de 400 mil años; uso persistente desde hace 300 mil años
 - Fuente de calor
 - Fuente de iluminación nocturna
 - Arma defensiva contra predadores e instrumento para la fabricación de armas más poderosas
 - Uso de incendios como estrategia para captura de animales y facilitar recolección de nueces, tubérculos...
 - Invención de la cocina: modificación definitiva de nuestra posición ecológica
 - Diversificación de fuentes alimentarias y facilitación de la digestión
 - Disminución de tiempo de masticación, de la masividad del aparato masticador y de la longitud intestinal
 - Reforzamiento de trayectorias evolutivas que permitieron un uso creciente de energía metabólica para el cerebro



6.2 Cooperación y migración

- Intensa socialización por el uso del fuego
- Revolución cognitiva hace poco más de 70 mil años: desarrollo de lenguaje simbólico, leyendas, mitos, dioses, religiones (y hoy día instituciones, dinero, naciones...)
- «Generalista – especialista», capacidad para ocupar gran diversidad de hábitats y regiones biogeográficas
- Invención de la aguja de coser hace poco más de 40 mil años
- Gran caminante, en alrededor de 70 mil años logra llegar a todos los rincones del planeta
- Estructura clavicular de «beisbolista»
- Rol de la evolución exosomática

<https://es.wikipedia.org/wiki/Aguja>

https://es.wikipedia.org/wiki/Teor%C3%ADa_de_la_cat%C3%A1strofe_de_Toba

<https://www.nationalgeographic.es/ciencia/2020/02/sobrevivieron-humanos-erupcion-volcan-toba-india>



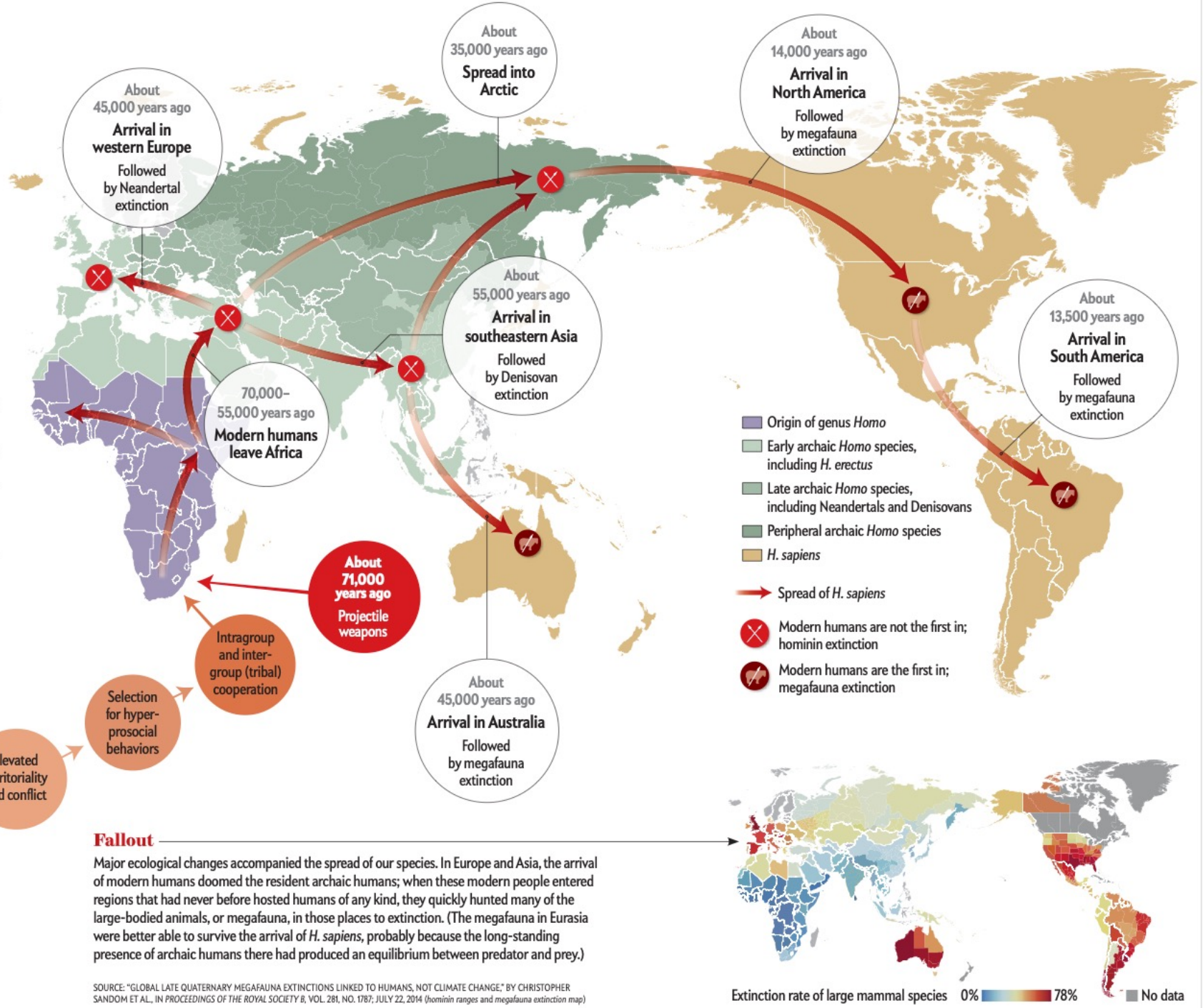
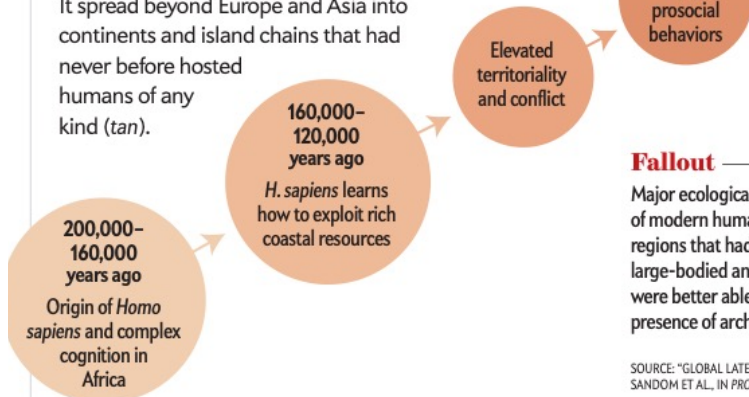
Ultimate Invader

Homo sapiens did not merely follow in the footsteps of its predecessors. It blazed trails into entirely new lands—and transformed ecosystems wherever it went.

After the debut of our genus, *Homo*, in Africa (purple), some early human ancestors began to disperse from the motherland starting around two million years ago. They pushed into various regions of Eurasia and eventually evolved into *Homo erectus*, Neandertals and Denisovans (green).

By 200,000 years ago, anatomically modern *H. sapiens* had evolved. When climate conditions deteriorated around 160,000 years ago, leaving much of inland Africa uninhabitable, some members of this species sought refuge on the southern coast and learned how to exploit the rich shellfish beds there for food. The author proposes that this lifestyle shift led to the evolution of a genetically encoded proclivity for cooperation with unrelated individuals—the better to defend the shellfish beds against interlopers. Singularly collaborative and socially connected, our ancestors became ever more inventive. Their development of projectile weaponry was a breakthrough innovation.

With the emergence of these two traits—extreme cooperation and advanced projectiles—*H. sapiens* was ready to set out from Africa and conquer the world (red arrows). It spread beyond Europe and Asia into continents and island chains that had never before hosted humans of any kind (tan).



SOURCE: "GLOBAL LATE QUATERNARY MEGAFaUNA EXTINCTIONS LINKED TO HUMANS, NOT CLIMATE CHANGE," BY CHRISTOPHER SANDOM ET AL., IN PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY B, VOL. 281, NO. 1787, JULY 22, 2014 (hominin ranges and megafauna extinction map)

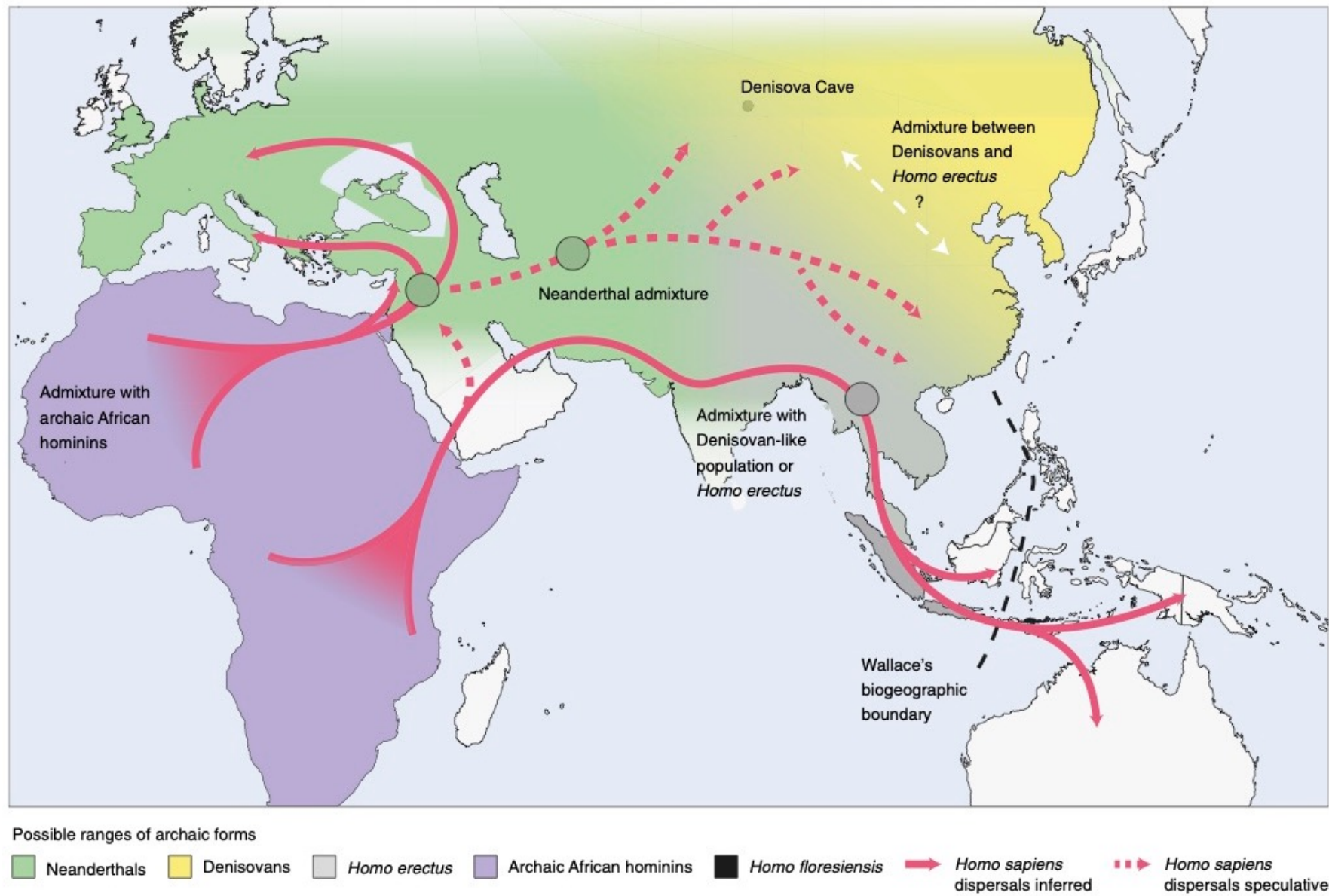


Fig. 1 | Map showing the potential distribution of archaic hominins, including *H. erectus*, *H. floresiensis*, *H. neanderthalensis*, Denisovans and archaic African hominins, in the Old World at the time of the evolution and dispersal of *H. sapiens* between ca. 300 and 60 ka (refs ^{144,145}).

6.3 Domesticación de animales y plantas

La revolución del Neolítico

- Descubrimiento de que germinaban algunas de las semillas de los frutos que consumían
- Invención de la agricultura y desarrollo durante 10 mil años
 - Viña silvestre desde hace más de 10 mil años
 - centeno hace 9,500...
- Invención de la domesticación de animales
 - *Canis familiaris*, primer animal domesticado, *circa* 30 mil años
 - Cabras desde hace 10 mil años, caballo desde hace 9 mil...
- Piedra pulida (hachas con mango de madera, etc.)
- Invención de la cerámica y primeros molinos
- Asiria y Mesopotamia
- Metales...

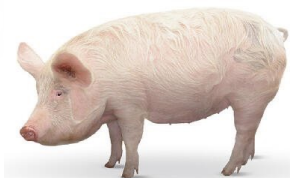
https://es.wikipedia.org/wiki/Canis_familiaris

https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/estudios-sobre-origen-evolucion-comportamiento-los-perros_11752

30,000



Arabia



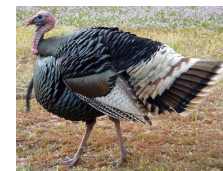
China



Asia S.E.



China



México

Años AP 10,000 9,000 8,000 7,000 6,000 5,000 4,000 3,000 2,000 1,000 0



Irán



Mesopotamia



Irak



Egipto



Siria



Pakistán

Domesticación de plantas



Centeno
Siria



Trigo
Irak



Cebada
Egipto



Maíz & chiles
Mesoamérica



Arroz
China



Te
China



Café
Etiopía

Años AP 10,000 9,000 8,000 7,000 6,000 5,000 4,000 3,000 2,000 1,000 0



Lenteja
Siria



Frijol
Mesoamérica



Papa
Perú



Ajo
Asia Central



Cebolla
Egipto

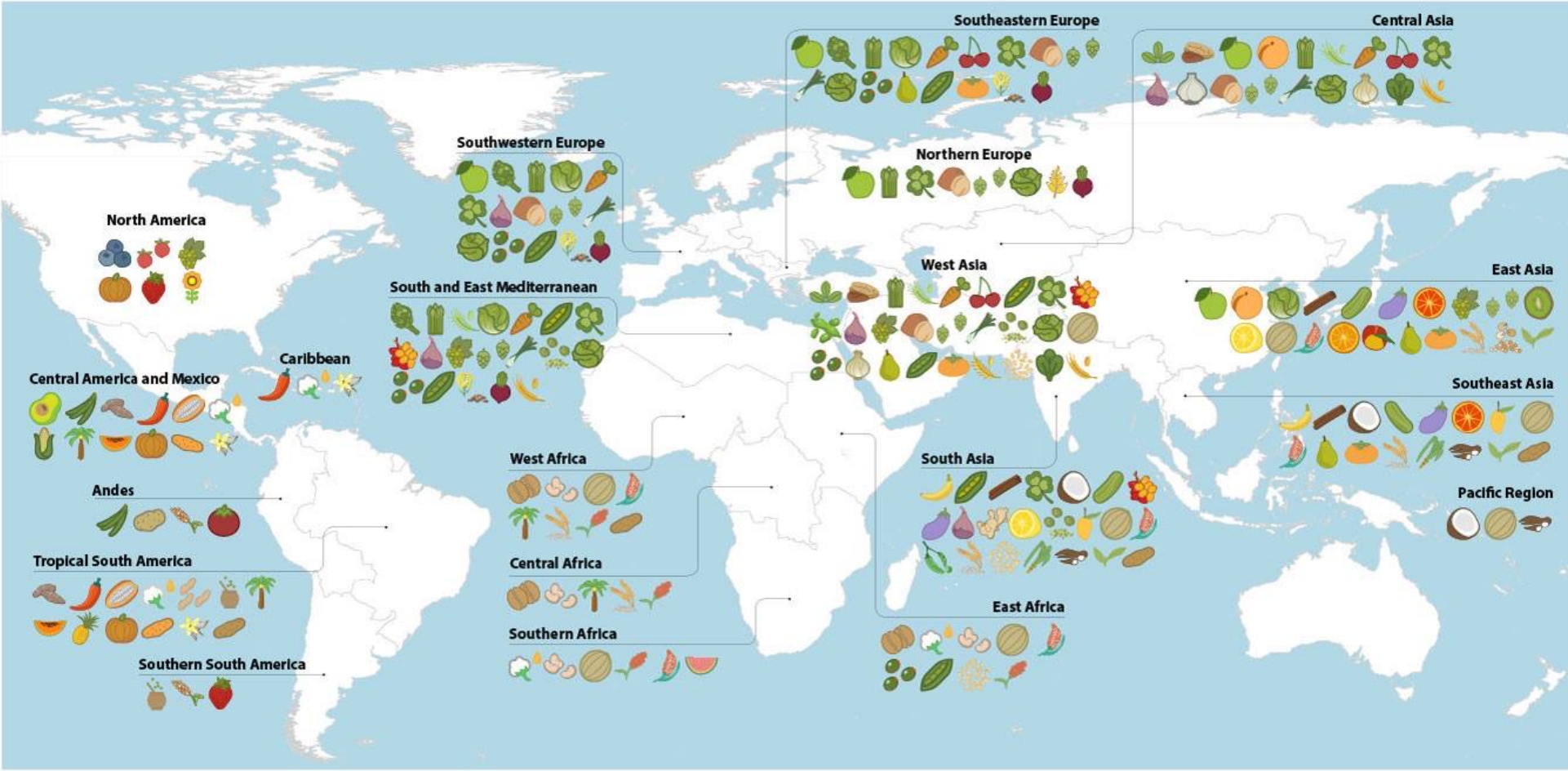


Aguacate
Mesoamérica



Tomate
México

WHERE OUR FOOD CROPS COME FROM *Global interdependence on plant genetic resources*



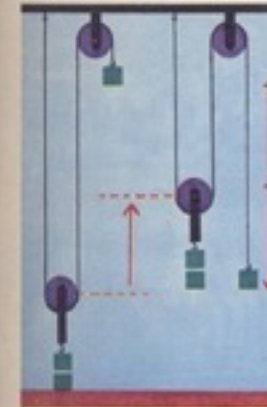
- | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------|----------------|------------|----------------|----------------------|---------------------|--------------|----------------|
| Alfalfa | Beans | Clover | Eggplants | Hops | Melons | Pears | Rice | Sunflower |
| Almonds | Blueberries | Cocoa beans | Faba beans | Kiwi | Millet | Peas | Rye | Sweet potatoes |
| Apples | Cabbages | Coconuts | Figs | Leeks | Oats | Pigeonpeas | Sesame | Taro |
| Apricots | Carrots | Coffee | Garlic | Lemons & limes | Olives | Pineapples | Sorghum | Tea |
| Artichokes | Cassava | Cottonseed oil | Ginger | Lentils | Onions | Plums | Soybean | Tomatoes |
| Asparagus | Cherries | Cowpeas | Grapefruit | Lettuce | Oranges | Potatoes | Spinach | Vanilla |
| Avocados | Chickpeas | Cranberries | Grapes | Maize | Papayas | Pumpkins | Strawberries | Watermelons |
| Bananas & plantains | Chillies & peppers | Cucumbers | Groundnut | Mangoes | Papayas | Quinoa | Sugar beet | Wheat |
| Barley | Cinnamon | Dates | Hazelnuts | Mate | Peaches & nectarines | Rape & mustard seed | Sugarcane | Yams |

6.4 Aparición de ciudades

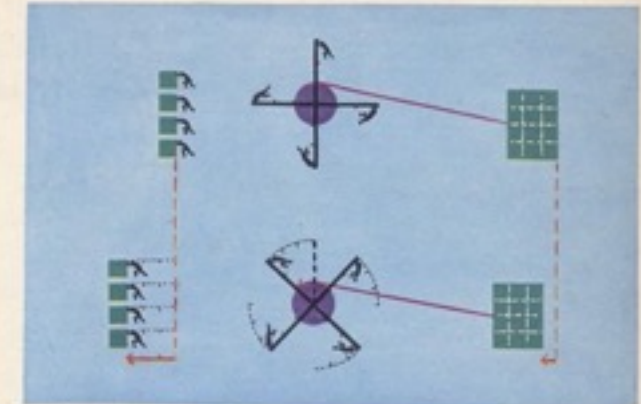
- Sedentarización como resultado de la agricultura
- Primeros asentamientos en la región entre ríos (Mesopotamia)
- Desarrollo de nuevos arreglos sociales para la convivencia en grandes grupos
- Primeras ciudades en la zona del “Creciente Fértil”
 - Zatal Jukuc, hace 8 mil años, 1000 viviendas, 6000 habitantes
 - Uruk, *circa* 5 mil años, 50 mil habitantes
 - Ur, 5 mil años
- Ciudades amuralladas
- Hace 4.500 años, las ciudades sumerias de Lagash y Umma se enfrentaron en una guerra que duró más de un siglo, la primera de la que tenemos testimonios escritos

https://historia.nationalgeographic.com.es/a/sumer-primer-guerra-historia_6285

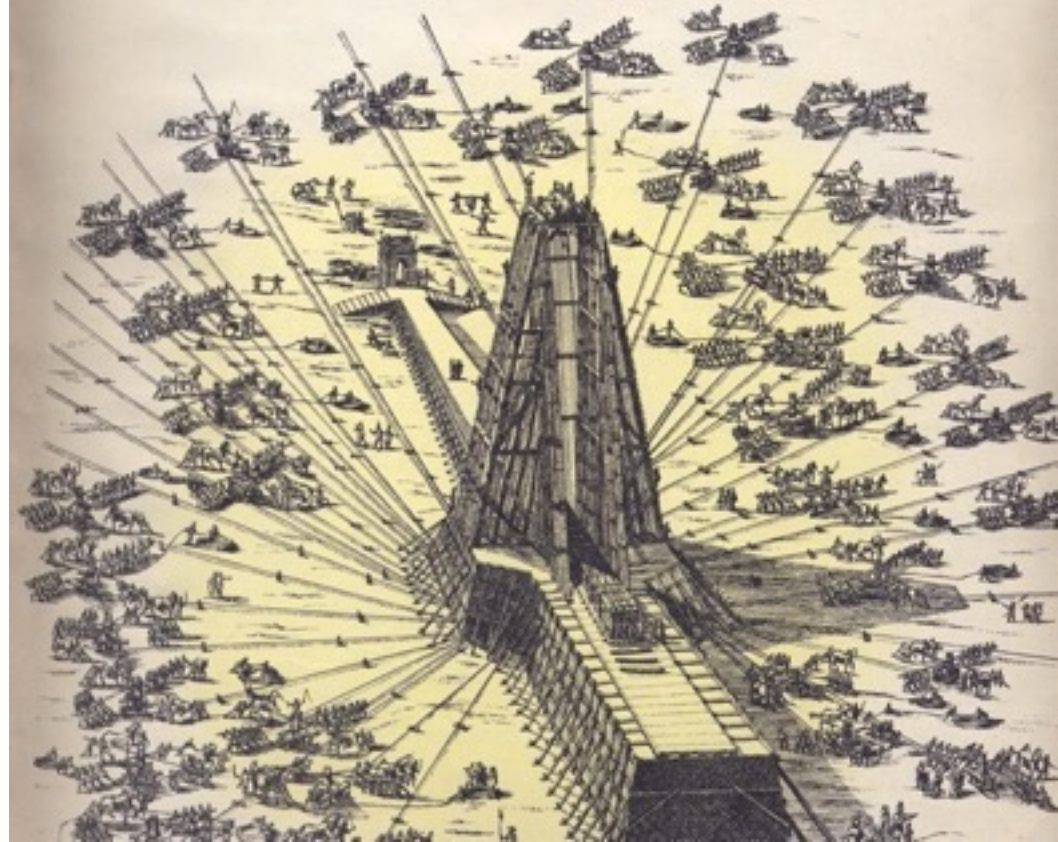
<https://academic.uprm.edu/~mvpizzini/MVP/id26.htm>



Un peso de una tonelada sobre el extremo libre de la polea equilibra otro peso de dos toneladas.



El cabrestante hace posible que cuatro hombres capaces de arrastrar un peso de 400 kg a tres metros de distancia, arrastren 1200 kg a un metro, con idéntico esfuerzo.



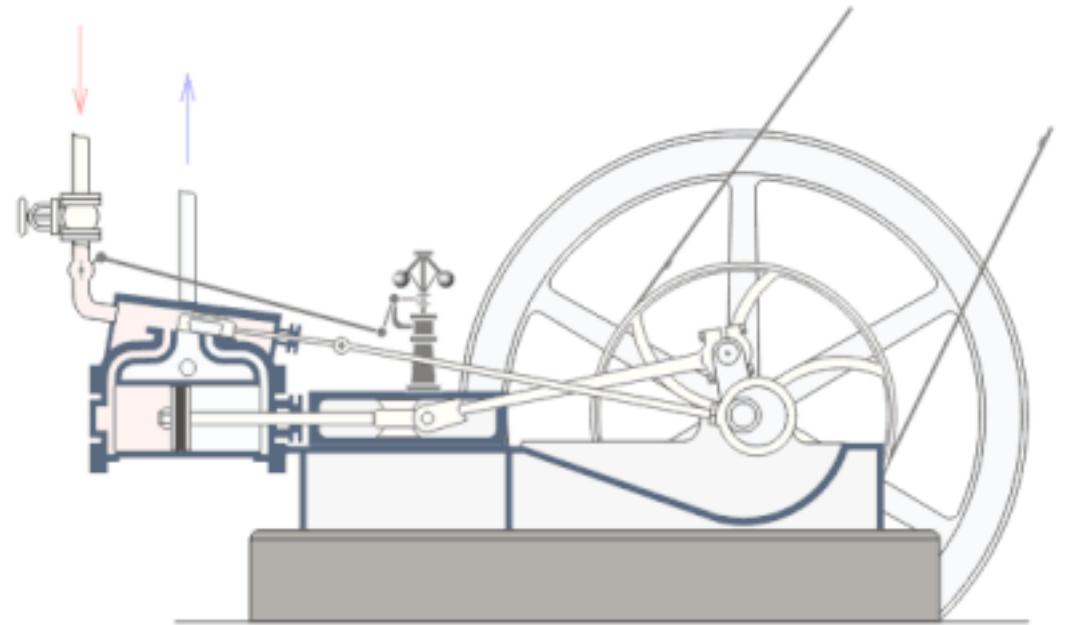
Fuentes de energía de flujo

- Energía solar
- Fotosíntesis
- Alimentos (biodiversidad y agrobiodiversidad)
- Fuerza de tracción animal
- Aprovechamiento de energías cinéticas
 - Viento
 - Corrientes de agua
- Con base en estas fuentes de energía y mecánica *Homo sapiens* construye las grandes ciudades históricas hasta el siglo XVIII



6.5 Revolución científica

- La Edad Media, época de oscurantismo, sucede cuando los recursos forestales han sido agotados (cuenca entrópica)
- El uso del carbón (nueva cuenca energética) sustituye a la leña como fuente de energía y crea las condiciones para la época del Renacimiento
- Inicia el descubrimiento de las Leyes de la Naturaleza
- Calor y energía: la máquina de vapor



De cuenca entrópica a nueva cuenca energética

- En el siglo XVII, Inglaterra empieza a quemar carbón, combustible producido por fotosíntesis de hace decenas o cientos de millones de años
 - En 1650 contribuye ya con $1/3$ del calor generado; en 1700 equivale a $3/4$ y algunas minas empiezan a utilizar máquinas de vapor (primeras máquinas movidas por fósiles)
 - Sin embargo, en el siglo XVIII, el 98% de todo el calor y luminarias utilizadas en el mundo proviene de biomasa; la energía de músculos humanos y animales provee el 90% de toda la energía mecánica necesaria para agricultura, construcción y manufacturas
 - Para principios del siglo XX, casi la mitad de la energía mecánica proviene de máquinas alimentadas con combustibles fósiles, seguidas de energía hidráulica y máquinas de vapor mejoradas
 - Para 1950, 75% de la energía primaria proviene de fuentes fósiles; actualmente es el 85%
 - El incremento en energía utilizable per cápita es colosal: 0.05 GJ en 1800, 2.7 en 1900, alrededor de 28 en 2000 y hasta 34 en 2020 (a pesar de haberse multiplicado por 8 la población global)
 - En términos de fuerza física de trabajo, disponemos de 60 personas trabajando día y noche, sin parar, promedio per cápita global; y en los países más desarrollados, la cifra se sitúa entre 200 y 240 personas/trabajo/ininterrumpido per cápita
- Vaclav Smil, 2022. How the World Really Works

6.6 Revolución industrial

- Inicia en la segunda mitad del siglo XVIII en Gran Bretaña y se extiende a Europa en las siguientes décadas
- La economía que se sustentaba en la agricultura y el comercio se transforma en una economía industrializada, urbana y mecanizada
- Se establece con base en una nueva cuenca de energía proveniente de combustibles fósiles
- **El uso intensivo de los combustibles fósiles ha constituido un subsidio ecológico que permitió incrementar la producción de alimentos**
- El desarrollo científico y tecnológico apoyó un crecimiento desmedido de la población global de Homo sapiens
- El flujo de energía y materiales creció exponencialmente durante los últimos 200 años, incrementando la presión humana sobre los recursos naturales del planeta
- Una «*Gran Aceleración*» tiene lugar después de la Segunda Guerra Mundial

Subsidio ecológico fósil

RENDIMIENTOS ANUALES DE ALIMENTOS COMESTIBLES Y PRODUCCIÓN PRIMARIA NETA CALCULADA DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE ALIMENTOS EN TRES NIVELES: 1) AGRICULTURA SUBSIDIADA CON COMBUSTIBLE (EE.UU., CANADÁ, EUROPA O JAPÓN); 2) SUBSIDIO DE COMBUSTIBLE ESCASO O NULO (INDIA, BRASIL, INDONESIA O CUBA), Y 3) PROMEDIO MUNDIAL

	PORCIONES COMESTIBLES		PRODUCCIÓN PRIMARIA CALCULADA	
	<i>Peso de la recolección (Kg/ha)*</i>	<i>Contenido calórico (Kcal/m²/día)†</i>	<i>Producción de materia seca (Kcal/m²/día)‡</i>	<i>Intensidad de cultivo durante la estación de desarrollo (Kcal/m²/día)§</i>
Trigo—Países Bajos	4 400	1 450	4 400	24.4
India	900	50	900	300
Promedio mundial	1 300	430	1 300	7.2
Maíz—EE.UU.	4 300	1 510	4 500	25.0
India	1 000	350	1 100	6.1
Promedio mundial	2 300	810	2 400	13.3
Arroz—Japón	5 100	1 840	5 500	30.6
Brasil	1 600	580	1 700	9.4
Promedio mundial	2 100	760	2 300	12.8
Patata blanca—EE.UU.	22 700	2 040	4 100	22.8
India	7 700	700	1 400	7.8
Promedio mundial	12 100	1 090	2 200	12.2
Patata dulce y batata—Japón	20 000	1 800	3 600	20.0
Indonesia	6 300	570	1 100	6.1
Promedio mundial	8 300	750	1 500	8.3
Soya—Canadá	2 000	800	2 400	13.3
Indonesia	640	260	780	4.3
Promedio mundial	1 200	480	1 400	7.8
Azúcar—Hawai (de caña)	11 000	4 070	12 200	67.8
Países Bajos (de remolacha)	6 600	2 440	7 300	40.6
Cuba (de caña)	3 300	1 220	3 700	20.6
Promedio mundial (todo el azúcar: caña y remolacha)	3 300	1 220	—	—

Odum, 1972. Ecología

Fuentes de energía para uso humano

- Fuentes renovables, energías de flujo
 - solar
 - solar más fotosíntesis (biomasa, fuerza animal de tracción, fuerza humana de trabajo)
 - solar + gravedad (hidráulica, eólica, mareomotriz)
 - geotérmica
- Fuentes no renovables, energías de stock
 - petróleo
 - carbón
 - atómica

} Fósiles

———— Por historia del sistema solar

THE GREAT ACCELERATION

SOCIO-ECONOMIC TRENDS



EARTH SYSTEM TRENDS

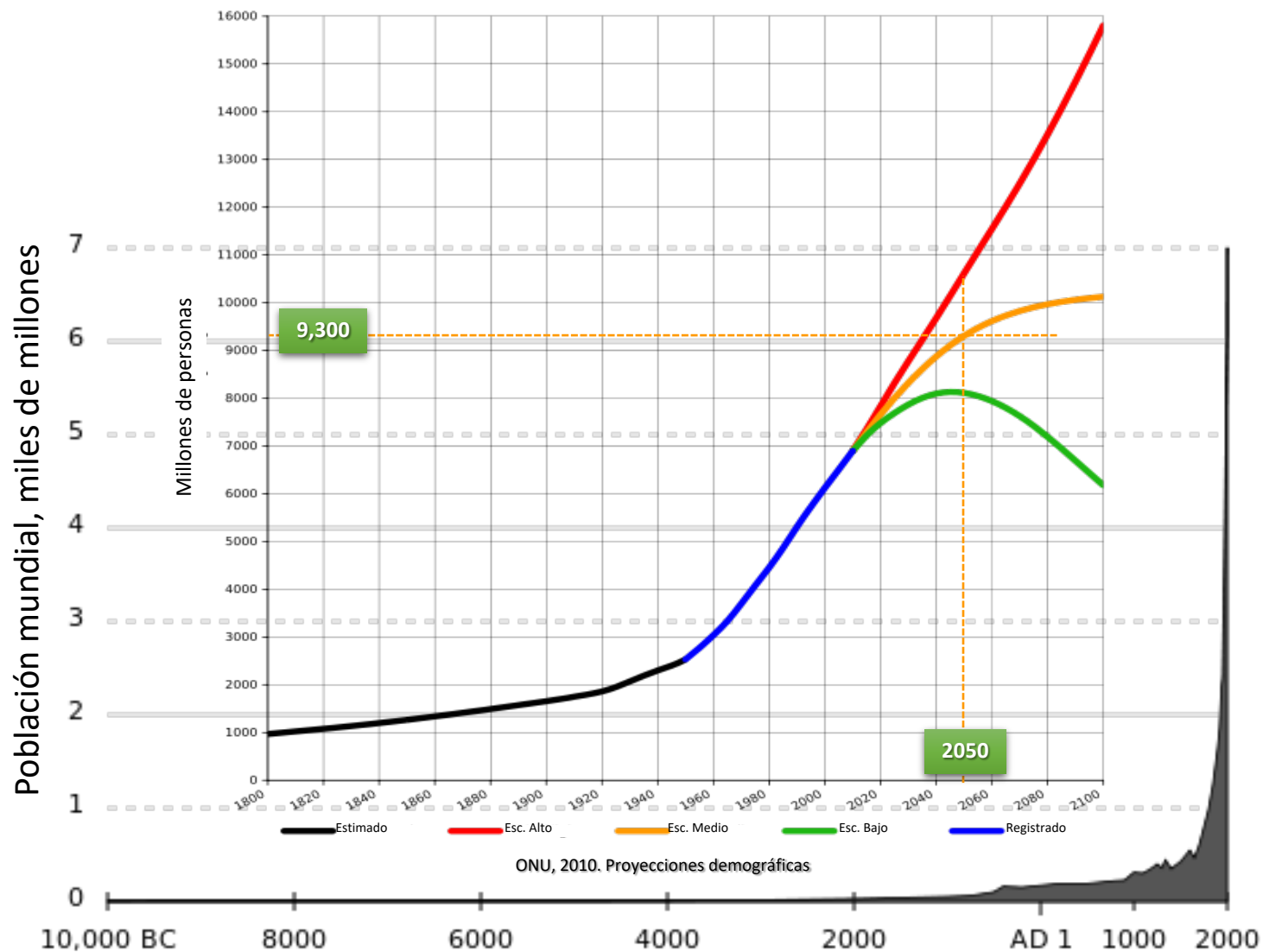


REFERENCE: Steffen, W., W. Broadgate, L. Deutsch, O. Gaffney and C. Ludwig (2015), The Trajectory of the Anthropocene: the Great Acceleration, Submitted to *The Anthropocene Review*.
 MAP & DESIGN: Félix Pharand-Deschênes / Globaïa

<https://www.slideshare.net/IGBPSecretariat/great-acceleration-2015>

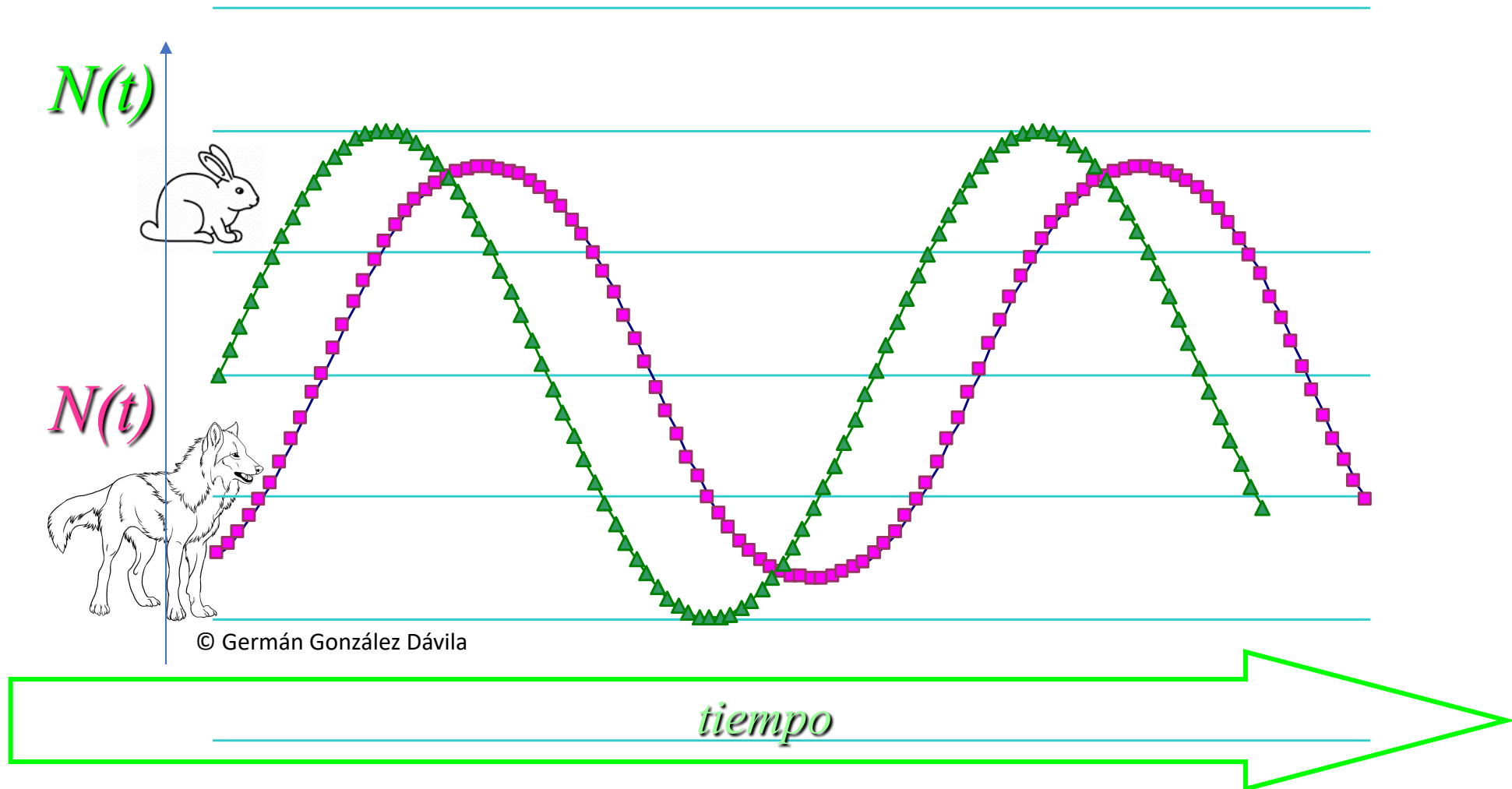


Población humana

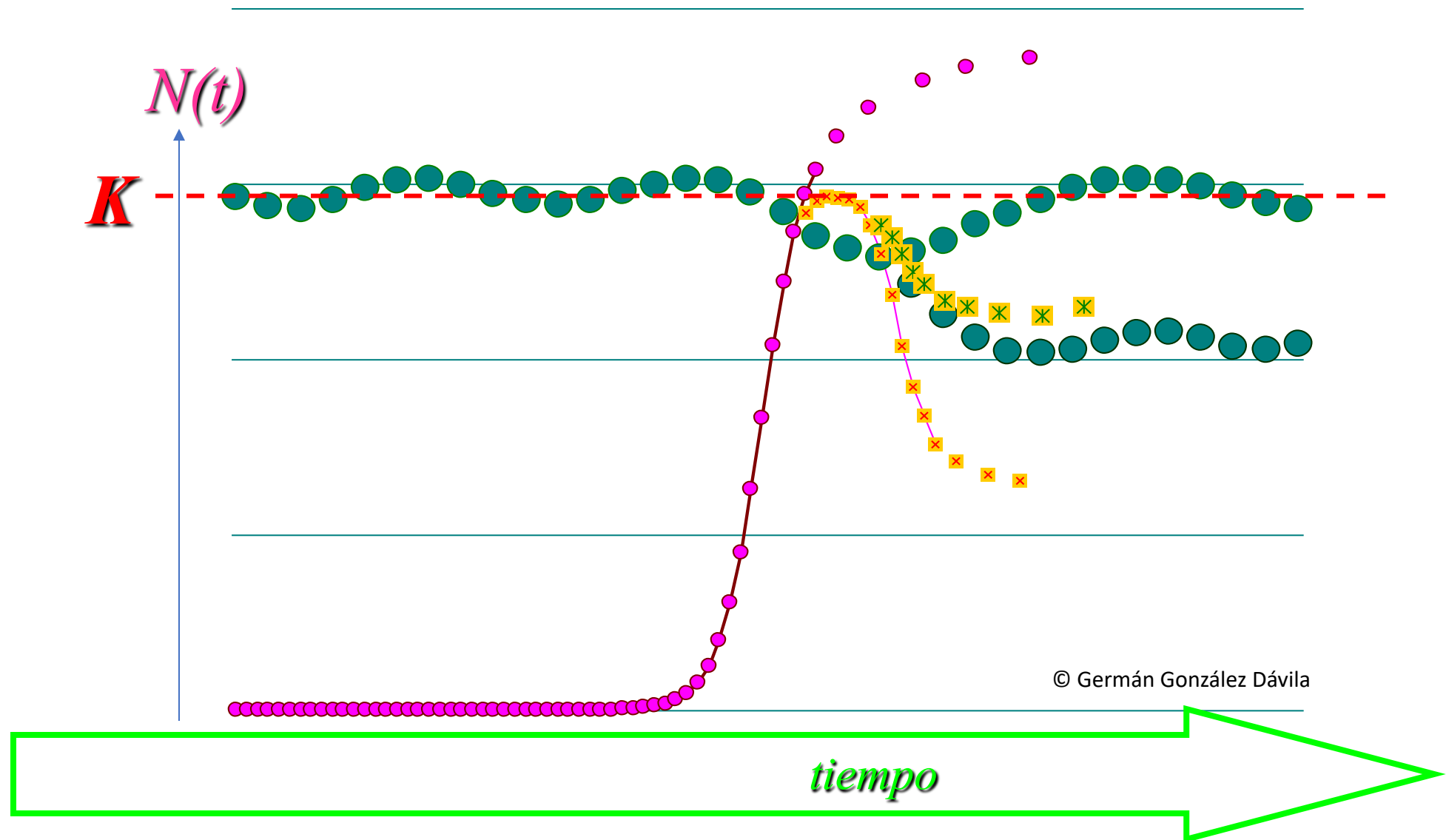


Año	Población millones
-70000	0.015
-10000	1
-9000	3
-8000	5
-7000	7
-6000	10
-5000	15
-4000	20
-3000	25
-2000	35
-1000	50
-500	100
1	200
1,000	310
1750	791
1800	978
1850	1,262
1900	1,650
1950	2,519
1960	2,982
1970	3,692
1980	4,435
1990	5,263
2000	6,070
2010	6,972

Teorema fundamental de la ecología: predador – presa



Capacidad de carga de la biosfera para *Homo sapiens*



6.7 El Antropoceno



Paul Crutzen



Eugene Stoermer

Eón ^{nota 1 1}	Era	Período	Época	M. años atrás ^{nota 1 2}	Eventos principales
Fanerozoico	Cenozoico	Cuaternario ^{nota 1 3}	Holoceno	70,0117	Final de la Edad de Hielo y surgimiento de la civilización actual
			Pleistoceno	72,58	Ciclos de glaciaciones. Evolución de los humanos. Extinción de la megafauna
		Neógeno	Plioceno	75,333	Formación del Istmo de Panamá. Capa de hielo en el Ártico y Groenlandia. Clima similar al actual. Australopithecus
			Mioceno	723,03	Desecación del Mediterráneo. Reglaciación de la Antártida
		Paleógeno	Oligoceno	733,9	Orogenia Alpina. Formación de la Corriente Circumpolar Antártica y congelación de la Antártida. Familias modernas de animales y plantas
			Eoceno	756,0	India colisiona con Asia. Máximo térmico del Paleoceno-Eoceno. Disminución del dióxido de carbono. Extinción de final del Eoceno
			Paleoceno	766,0	Continentes de aspecto actual. Clima uniforme, cálido y húmedo. Florecimiento animal y vegetal
	Mesozoico	Cretácico		~145,0	Máximo de los dinosaurios. Primitivos mamíferos placentarios. Extinción masiva del Cretácico-Terciario
		Jurásico		7201,3±0,2	Mamíferos marsupiales, primeras aves, primeras plantas con flores
		Triásico		7252,17±0,06	Extinción masiva del Triásico-Jurásico. Primeros dinosaurios, mamíferos ovíparos
	Paleozoico	Pérmico		7298,9±0,15	Formación de Pangea. Extinción masiva del Pérmico-Triásico, 95% de las especies desaparecen
		Carbonífero ^{nota 1 4}	Pensilvánico	7323,02±0,4	Abundantes insectos, primeros reptiles, bosques de helechos
			Missipico	7358,9±0,4	Árboles grandes primitivos
		Devónico		7419,2±3,2	Aparecen los primeros anfibios, Lycopsida y Progymnospermophyta
		Silúrico		7443,8±1,5	Primeras plantas terrestres fósiles
		Ordovícico		7485,4±1,9	Dominan los invertebrados. Extinciones masivas del Ordovícico-Silúrico
		Cámbrico		7541,0±1,0	Explosión cámbrica. Primeros peces. Extinciones masivas del Cámbrico-Ordovícico
Proterozoico	Neoproterozoico ^{nota 1 5}	Ediacárico		7~635	Formación de Pannotia. Fósiles de metazoarios
		Criogénico		~720	Tierra bola de nieve
		Tónico		●1000	Fósiles de acritarcos
	Mesoproterozoico	Esténico		●1200	Formación de Rodinia
		Ectásico		●1400	Posibles fósiles de algas rojas
		Calímico		●1600	Expansión de los depósitos continentales
		Estalérico		●1800	Atmósfera oxigénica
	Paleoproterozoico	Orosirico		●2050	Biota francevillense
		Ríasico		●2300	Glaciación Huroniana. Primeros eucariotas.
		Sidérico		●2500	Gran Oxidación
Arcaico	Neocarcaico			●2800	Fotosíntesis oxigénica. Cratones más antiguos
	Mesoarcaico			●3200	Primera glaciación
	Paleoarcaico			●3600	Comienzo de la fotosíntesis anoxigénica y primeros posibles fósiles y estromatolitos
	Eoarcaico			●4000	Primer supercontinente, Vaalbará.
Hádico ^{nota 1 6}				~4600	Formación de la Tierra

Tiempo
geológico

Cenozoico

Mesozoico

Paleozoico

Precámbrico

El Holoceno

“Completamente recientes”

El Antropoceno

“Era del humano reciente”

Era	Período	Época	Millones de años	Eventos principales
Cenozoico Nueva vida	Cuaternario ^{nota 1 3}	Holoceno	0,0117	Final de la Edad de Hielo y surgimiento de la civilización actual
		Pleistoceno	2,58	Ciclos de glaciaciones. Evolución de los humanos. Extinción de la megafauna
	Neógeno	Plioceno	5,333	Formación del Istmo de Panamá. Capa de hielo en el Ártico y Groenlandia. Clima Australopitecos
		Mioceno	23,03	Desecación del Mediterráneo. Reglaciación de la Antártida
	Paleógeno	Oligoceno	33,9	Orogenia Alpina. Formación de la Corriente Circumpolar Antártica y congelación modernas de animales y plantas
		Eoceno	56,0	India colisiona con Asia. Máximo térmico del Paleoceno-Eoceno. Disminución de Extinción de final del Eoceno
		Paleoceno	66,0	Continentes de aspecto actual. Clima uniforme, cálido y húmedo. Florecimiento

https://es.wikipedia.org/wiki/Geolog%C3%ADa_hist%C3%B3rica

6.8 Senderos evolutivos

- Certeza fundamental: todas las especies se extinguen, tarde o temprano
- *Homo erectus* sobrevivió poco más de 1.5 Ma; *Homo sapiens* apenas cuenta con 0.3 Ma (y nada indica que lograremos mayor longevidad)
- *Homo sapiens* contribuyó a la extinción de la megafauna del Pleistoceno
- Se ha adaptado a diversos regímenes alimentarios conforme con los recursos de las diversas regiones biogeográficas del planeta
- Sus mecanismos de reparación biológica (medicina especializada) habilitan permanencia y posibilidad reproductiva a individuos que la selección natural eliminaría; es decir, se mantienen, crecientemente, genes deletéreos en las poblaciones humanas
- La ingeniería genética y las nanotecnologías abren caminos inéditos (probablemente peligrosos)
- Actualmente, *Homo sapiens* influye desestabilizando grandes procesos de la biosfera a escala planetaria, con lo cual lesiona la integridad funcional y evolutiva de los seres vivos

