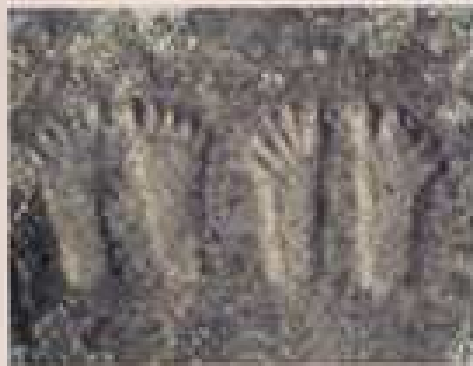


Umani da sei milioni di anni

Gianfranco Biondi
Olga Rickards

L'evoluzione della nostra specie



Carocci

Corso interdisciplinare

“Il Tempo”

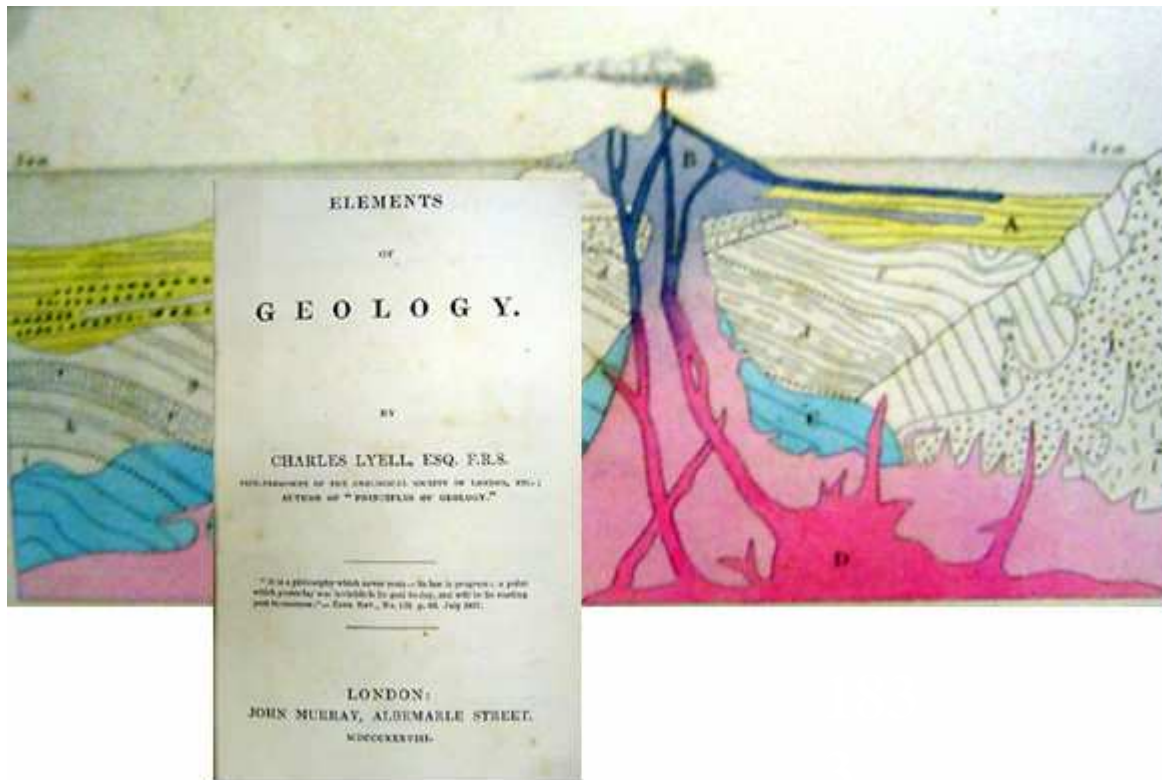
*Tempo biblico e tempo profondo
I tempi dell'evoluzione umana*

Olga Rickards

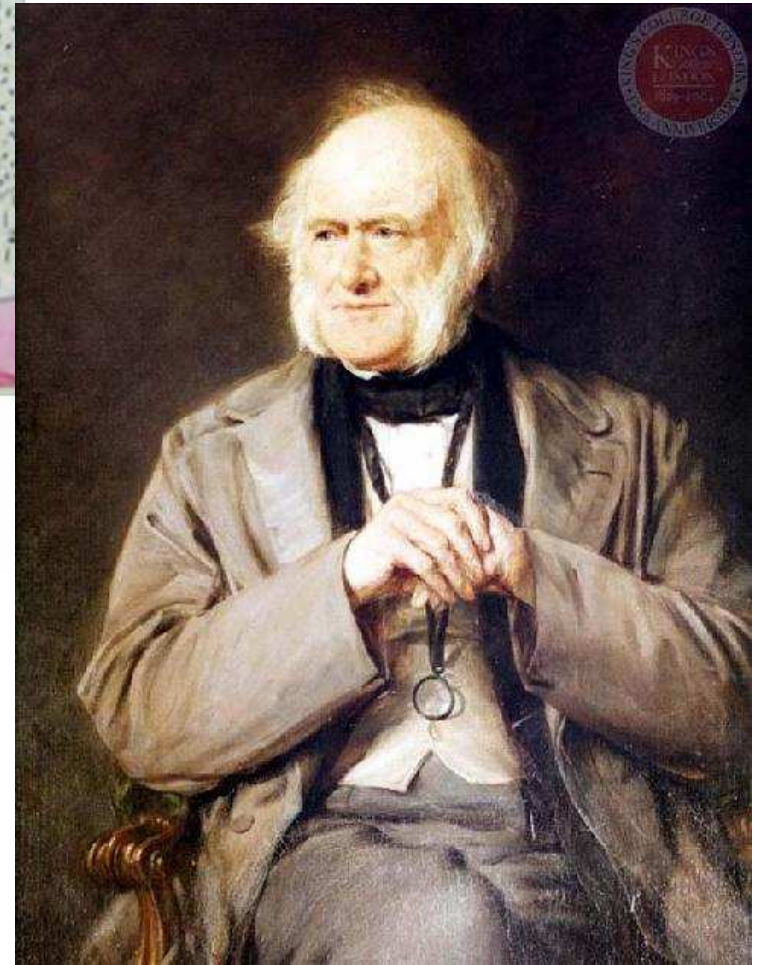
Dipartimento di Biologia
Università di Roma “Tor Vergata”

rickards@uniroma2.it

<http://rickardsbiondi.nova100.ilsole24ore.com/>



Charles Lyell



L'età della Terra



Barnaba, I sec. d.C.
6.000 anni



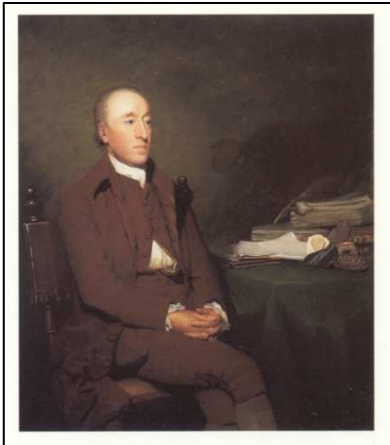
John Lightfoot, (1602-1675)
1647, diluvio 1.656 anni dopo
la creazione cioè nel 2.348
Comparsa uomo 9:00 a.m.



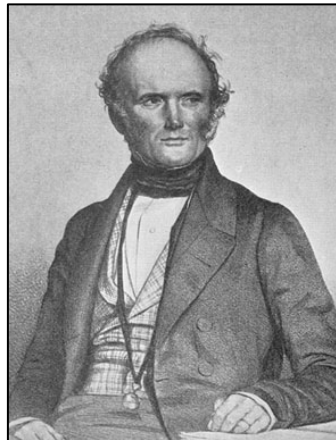
James Ussher, (1581-1656)
1650, 23 ottobre 4004 a.C.
Comparsa uomo 28 ottobre



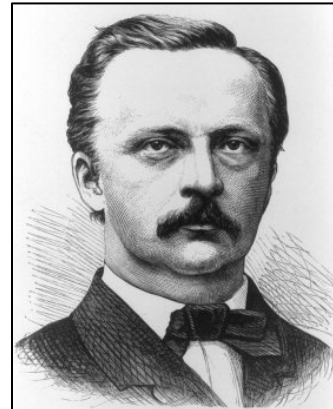
George-Louis Leclerc,
Conte di Buffon (1707-1788)
1778, 75.000 anni



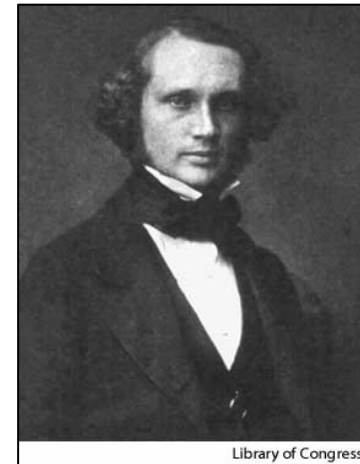
James Hutton, (1726-1797)
1785
Il tempo geologico ha un'estensione che
supera la nostra immaginazione



Charles Lyell,
(1797-1875)
1830
concorda con Hutton



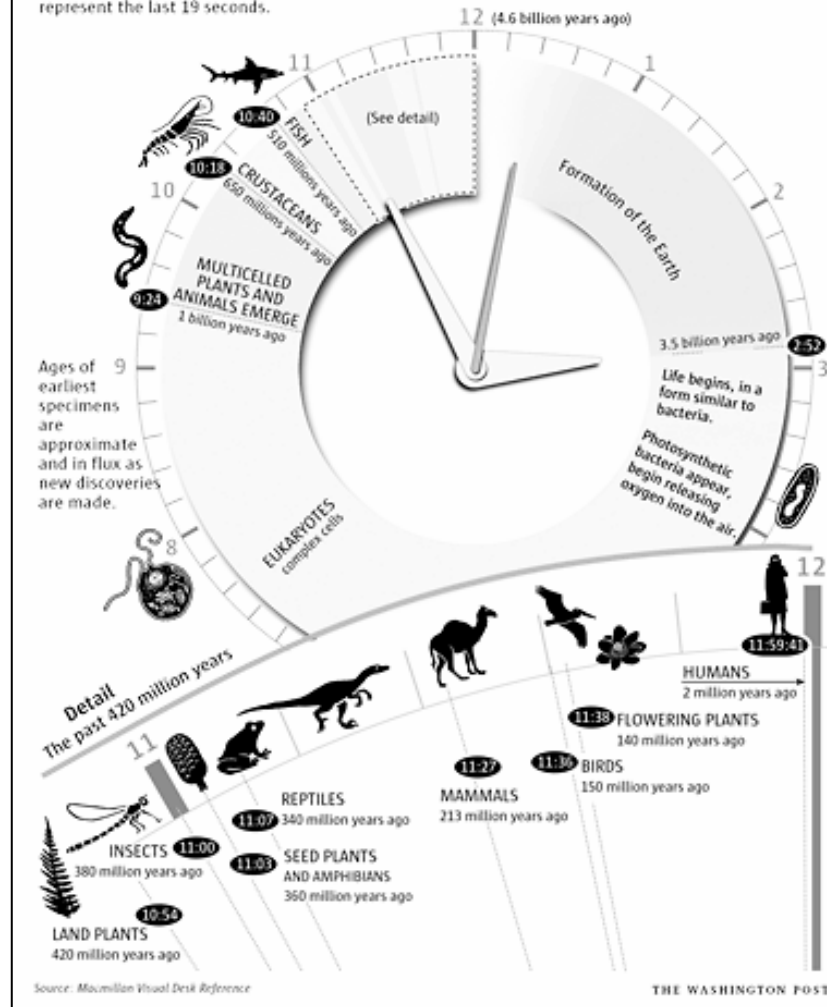
Hermann von Helmholtz
(1821-1894)
1854, 20-40 M.A.



William Thomson,
Lord Kelvin
(1824-1907)
1863, 20-400 M.A.

The hand of time

If the history of the planet were represented as one revolution of a clock, human evolution would represent the last 19 seconds.



CRONOLOGIA GEOLOGICA

METODI DI DATAZIONE RELATIVA

- *Datazione relativa in base al contenuto chimico:
metodo del fluoro*
- *Datazione biostratigrafica*

METODI DI DATAZIONE ASSOLUTA

** Datazione radiometriche: caratteristiche generali*

- *Datazione con il potassio-argo (radiopotassio)*
- *Datazione mediante tracce di fissione*
- *Datazione con la serie dell'uranio (S-U)*
- *Datazione con il radiocarbonio (o carbonio-14)*
- *Termoluminescenza (TL)*

** Metodi di datazione assoluta non radiometrici*

- *Dendrocronologia*
- *Paleomagnetismo e stratigrafia paleomagnetica*
- *Orologio molecolare*

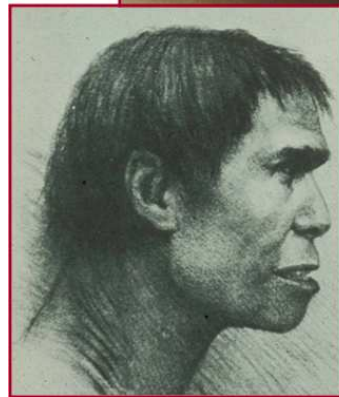
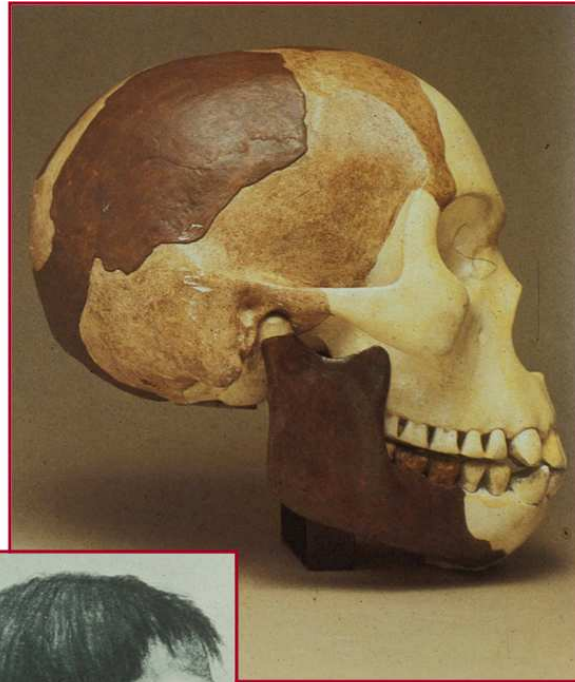
Metodi di datazione relativa



Metodo del fluoro



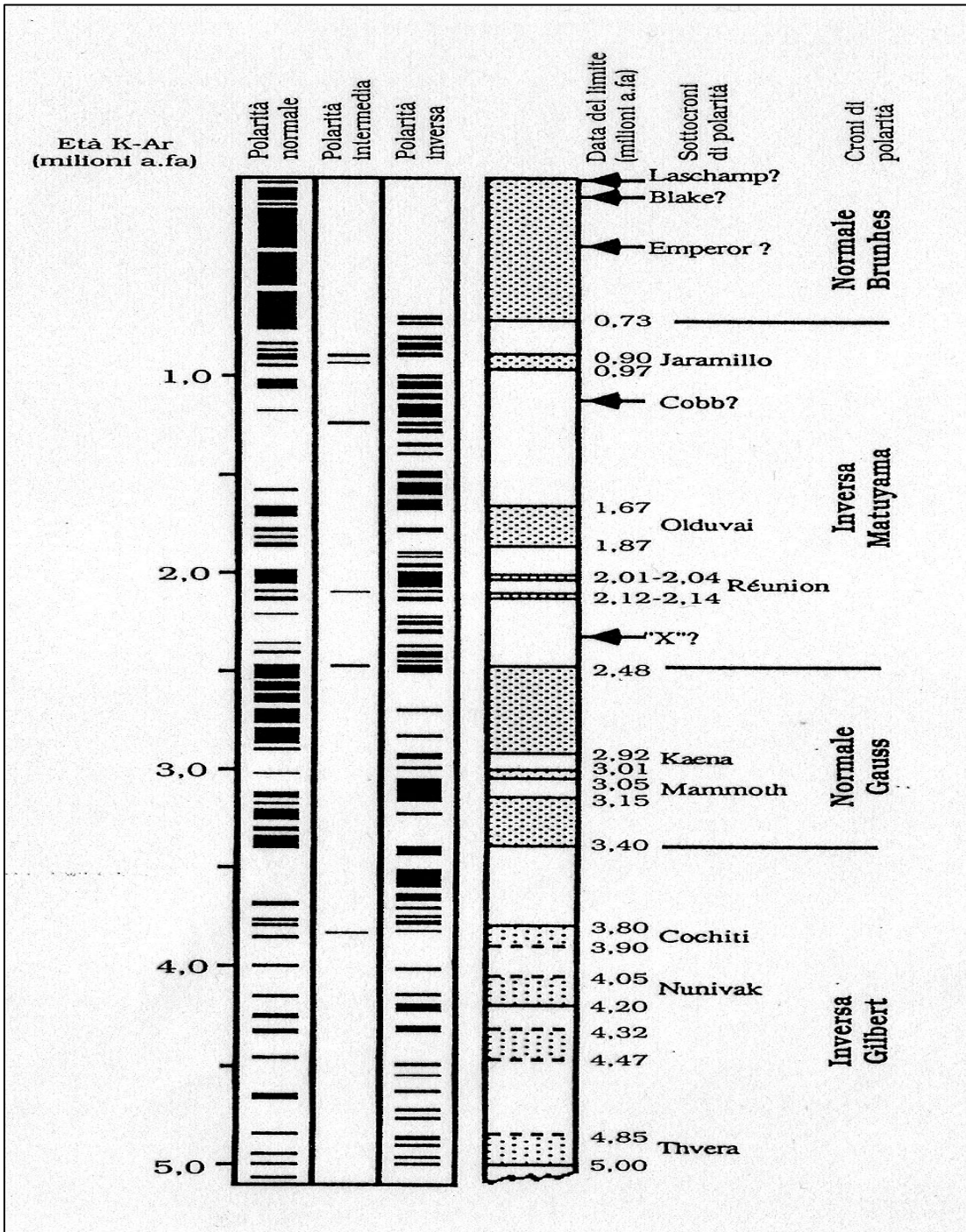
Kenneth Oakley





Eoanthropus dawsonii

Pittdown





I vari metodi di datazione assoluta e i relativi periodi di emivita o dimezzamento

Metodo	$T_{0.5}$ in anni	Minerali o rocce utilizzati
$^{87}\text{Rb} / ^{87}\text{Sr}$	47 miliardi	Feldspati potassici, Miche, Rocce metamorfiche
$^{232}\text{Th} / ^{208}\text{Pb}$	13.9 miliardi	Zircone, Pechblenda
$^{238}\text{U} / ^{208}\text{Pb}$	4.51 miliardi	Zircone, Pechblenda
 $^{40}\text{K} / ^{40}\text{Ar}$	1.3 miliardi	Muscovite, Orneblenda, Feldspati, Rocce vulcaniche
$^{235}\text{U} / ^{207}\text{Pb}$	723 milioni	Zircone, Pechblenda
 $^{14}\text{C} / ^{14}\text{N}$	5730	Rocce sedimentarie, materiale organico

CRONOLOGIA GEOLOGICA

ERA	PERIODO	EPOCA	MILIONI DI ANNI	
Cenozoico	Quaternario	Olocene	0,01	0
		Pleistocene	1,8	0,01
	Terziario	Pliocene	5,2	1,8
		Miocene	25,2	5,2
		Oligocene	36	25,2
		Eocene	54	36
		Paleocene	66,5	54
Mesozoico	Cretaceo		144	66,5
	Giurese		213	144
	Trias		248	213
Paleozoico	Permiano		286	248
	Pennsylvaniano		320	286
	Mississippiano		345	320
	Devoniano		408	345
	Siluriano		438	408
	Ordoviciano		505	438
Precambriano	Cambriano		590	505
			4.600	590

CRONOLOGIA CULTURALE

			MIGLIAIA DI ANNI	
Neolitico			6	4
Mesolitico			10	6
		recente	20	10
Paleolitico	superiore	medio	28	20
		antico	35	28
	inferiore	medio	200	35
			inferiore	2500

Galleria di (sotto) Famiglia



Orrorin



Ard



A. bahrelghazali



A. garhi



Sahelanthropus tchadensis



P. robustus



Homo habilis



H. floresiensis



H. heidelbergensis



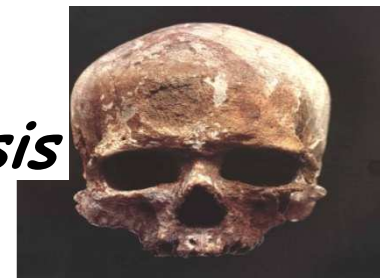
H. antecessor



H. cepranensis

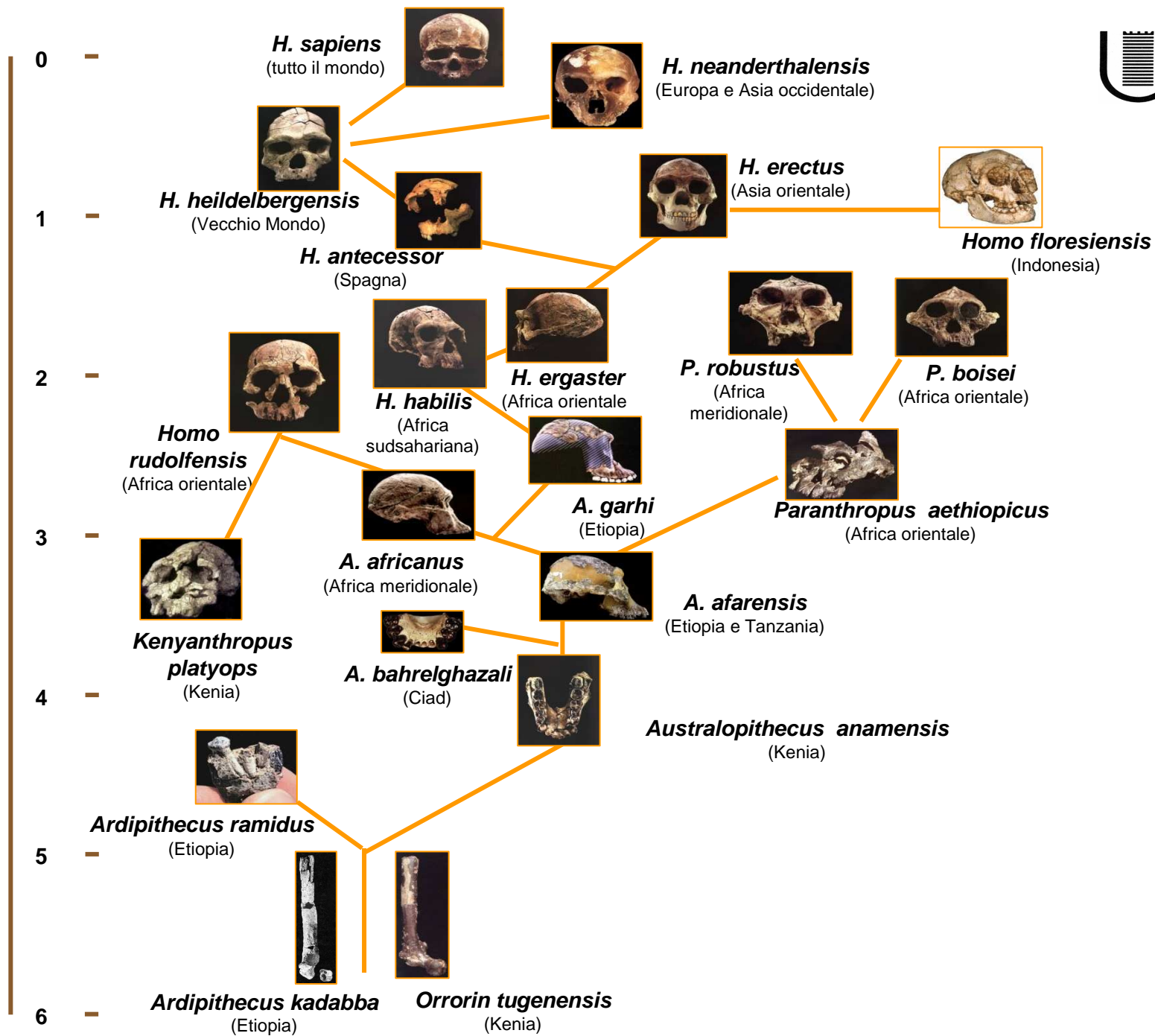


H. neanderthalensis



H. sapiens

Milioni di anni fa

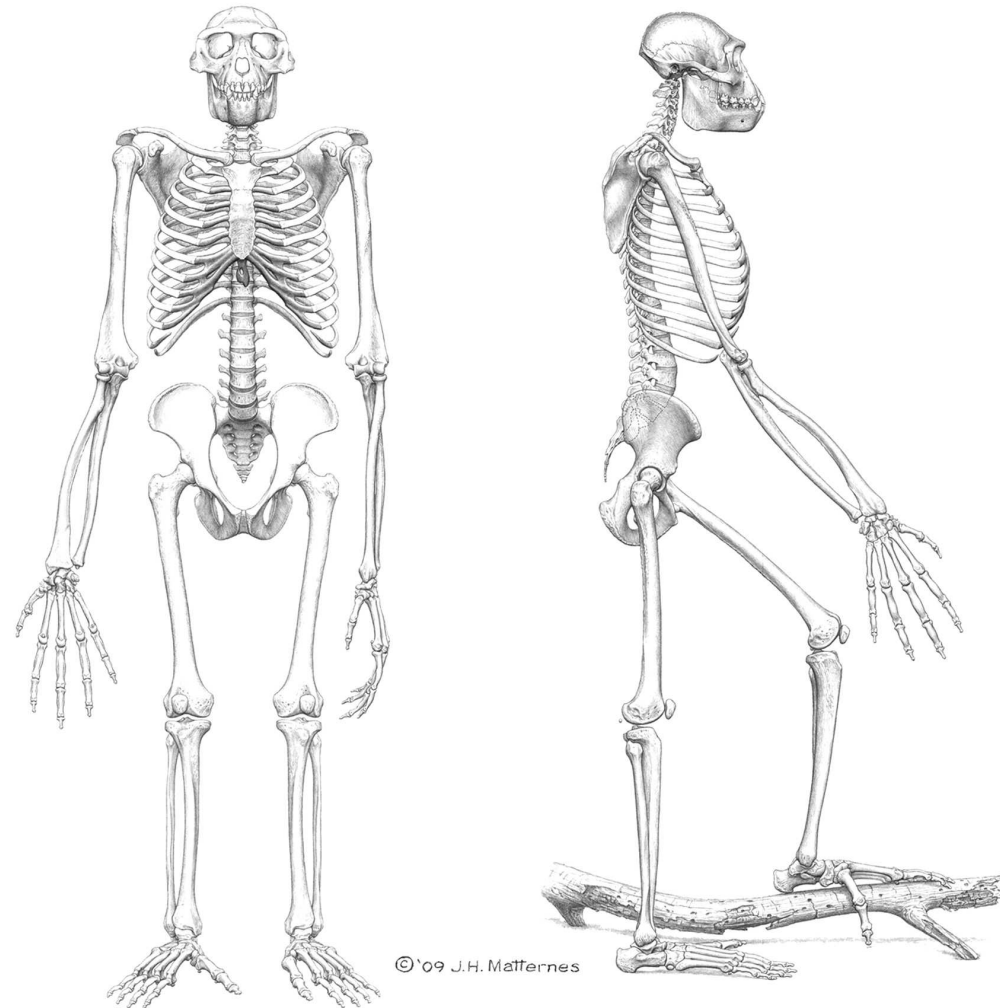


“Science” 2 ottobre 2009

Ardipithecus ramidus



Fig. 1 Reconstructed frontal and lateral views of the skeleton of ARA-VP-6/500



Alla fine degli anni Cinquanta **Morris Goodman**, analizzò con tecniche immunologiche le proteine del siero nell'uomo, nello scimpanzé, nel gorilla e nell'orango e mise in evidenza la forte somiglianza genetica esistente fra le prime tre specie

Accettò l'antichità della separazione e per renderla compatibile con i dati genetici assunse che l'evoluzione molecolare nella superfamiglia degli ominoidi avesse proceduto molto lentamente

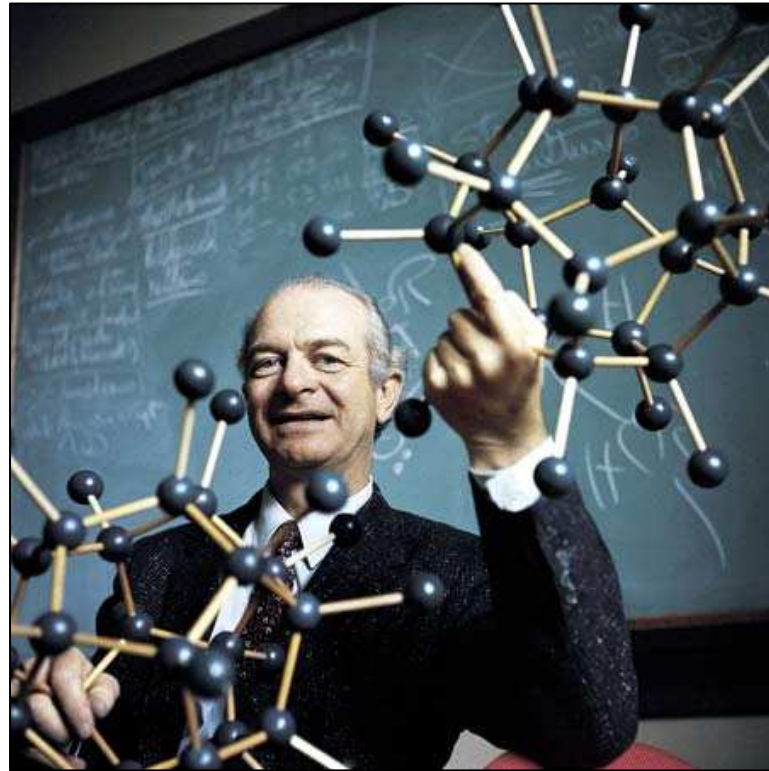
Washburn era convinto invece che i caratteri più importanti della linea umana si fossero evoluti molto recentemente e così convinse **Vincent Sarich** e **Allan Wilson** ad approfondire il problema.

I due ricercatori mutuarono l'idea di trasformare le differenze genetiche in tempi evolutivi da **Linus Pauling** ed **Emile Zuckerkandl**.

Orologio molecolare

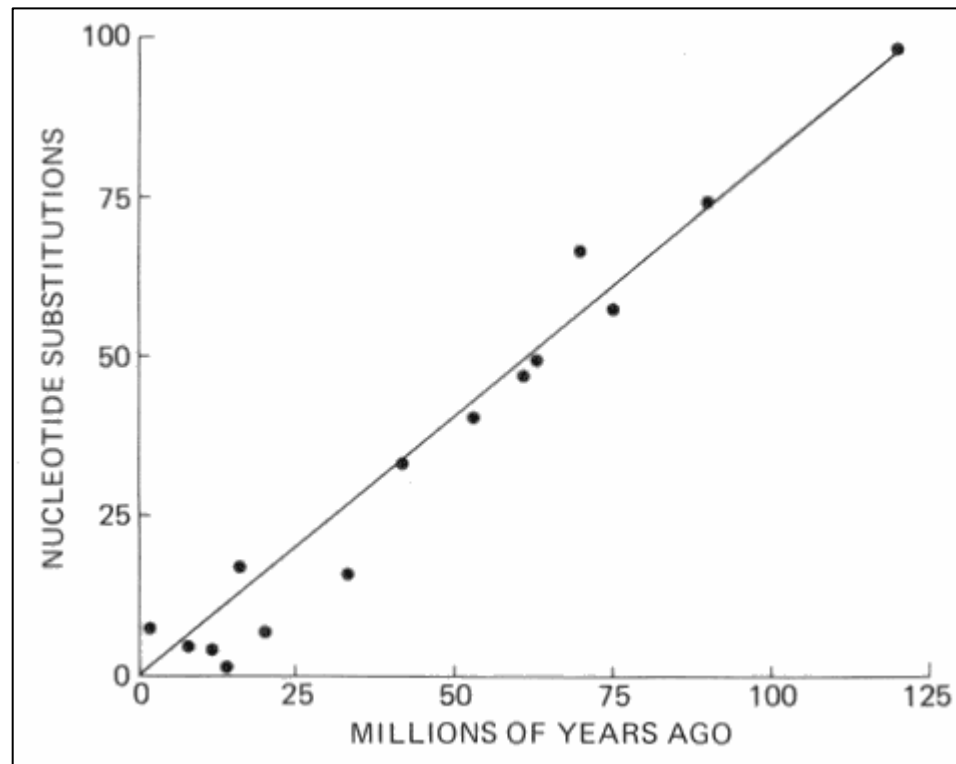


Emile Zuckerkandl



Linus Pauling

Orologio molecolare



Per l'emoglobina
l'orologio molecolare
risultò battere con
una velocità di circa
una sostituzione
amminoacidica su 100
ogni 5 milioni di anni.

Emmanuel Margoliash attraverso i suoi studi sul citocromo c sostenne:

“se il tempo trascorso è la variabile principale che determina il numero delle sostituzioni accumulate, dovrebbe essere possibile stimare approssimativamente in quale periodo due linee evolutive, che hanno portato a due specie qualsiasi, cominciarono a divergere”

Per ogni proteina l'evoluzione molecolare è costante nel tempo in tutte le linee evolutive

Si deve ammettere però che le mutazioni siano essenzialmente neutrali

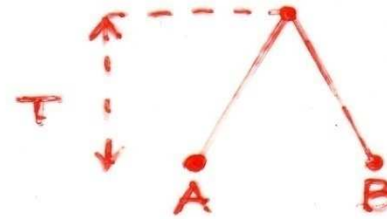
Critiche:

Costanza dei tassi evolutivi in disaccordo con la teoria degli equilibri punteggiati

Neutralità delle mutazioni

Il tasso di evoluzione può variare

$$r = K / 2T$$



r = tasso di diversificazione

K = numero di sostituzioni tra sequenze

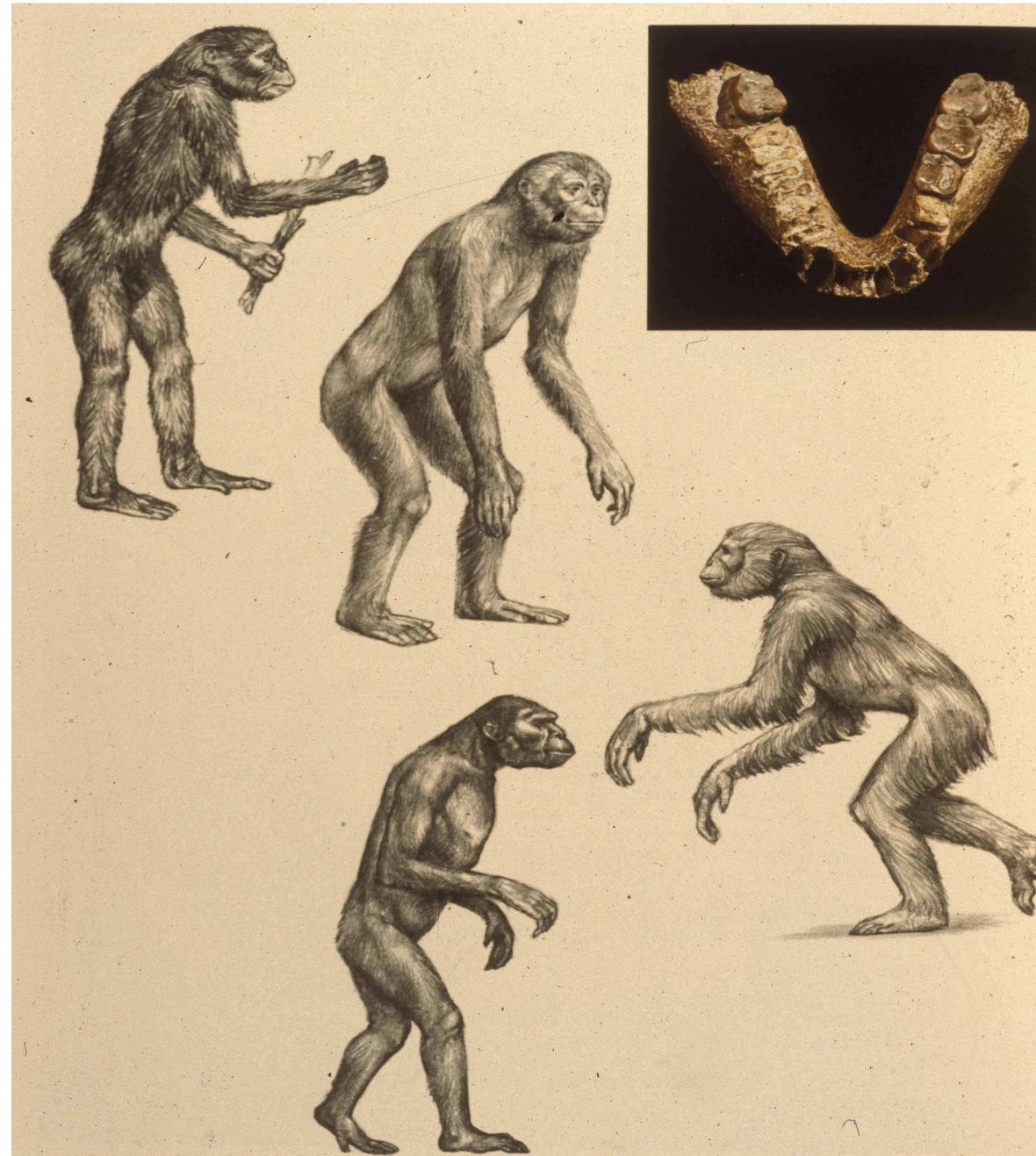
T = tempo di evoluzione

$$T = K / 2r$$

Ramapithecus



V. Sarich
A. Wilson
1967





Divergenza dallo scimpanzé su base paleontologica più antica di 25 milioni di anni fa



Pan paniscus



Pan troglodites

**Divergenza molecolare
tra 5 e 7 milioni di anni fa**



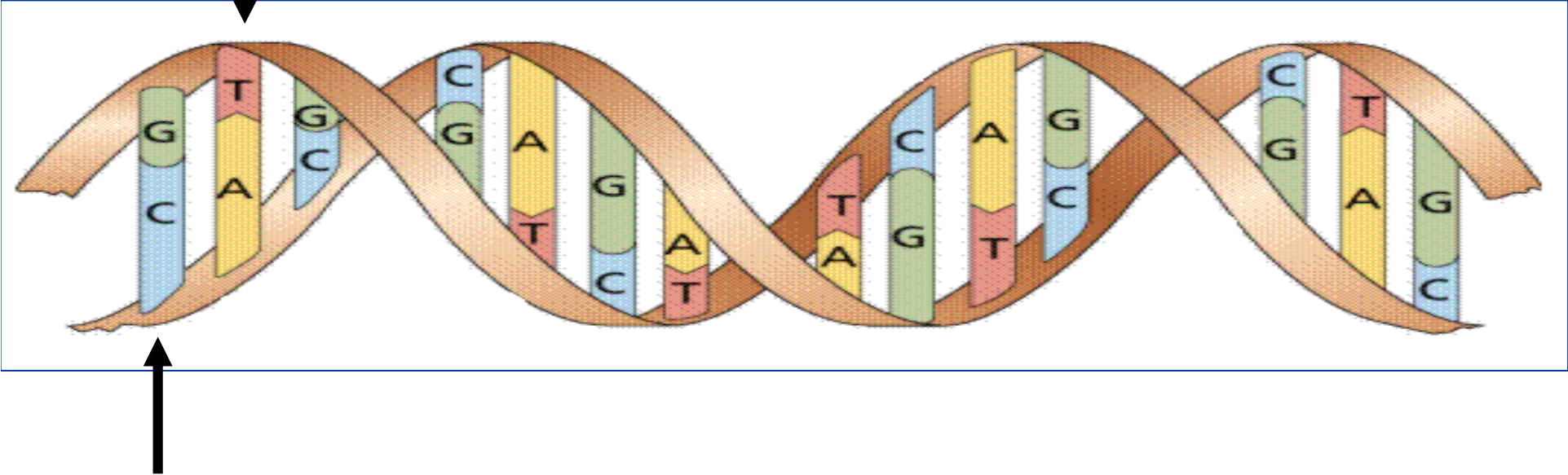
scimpanzé

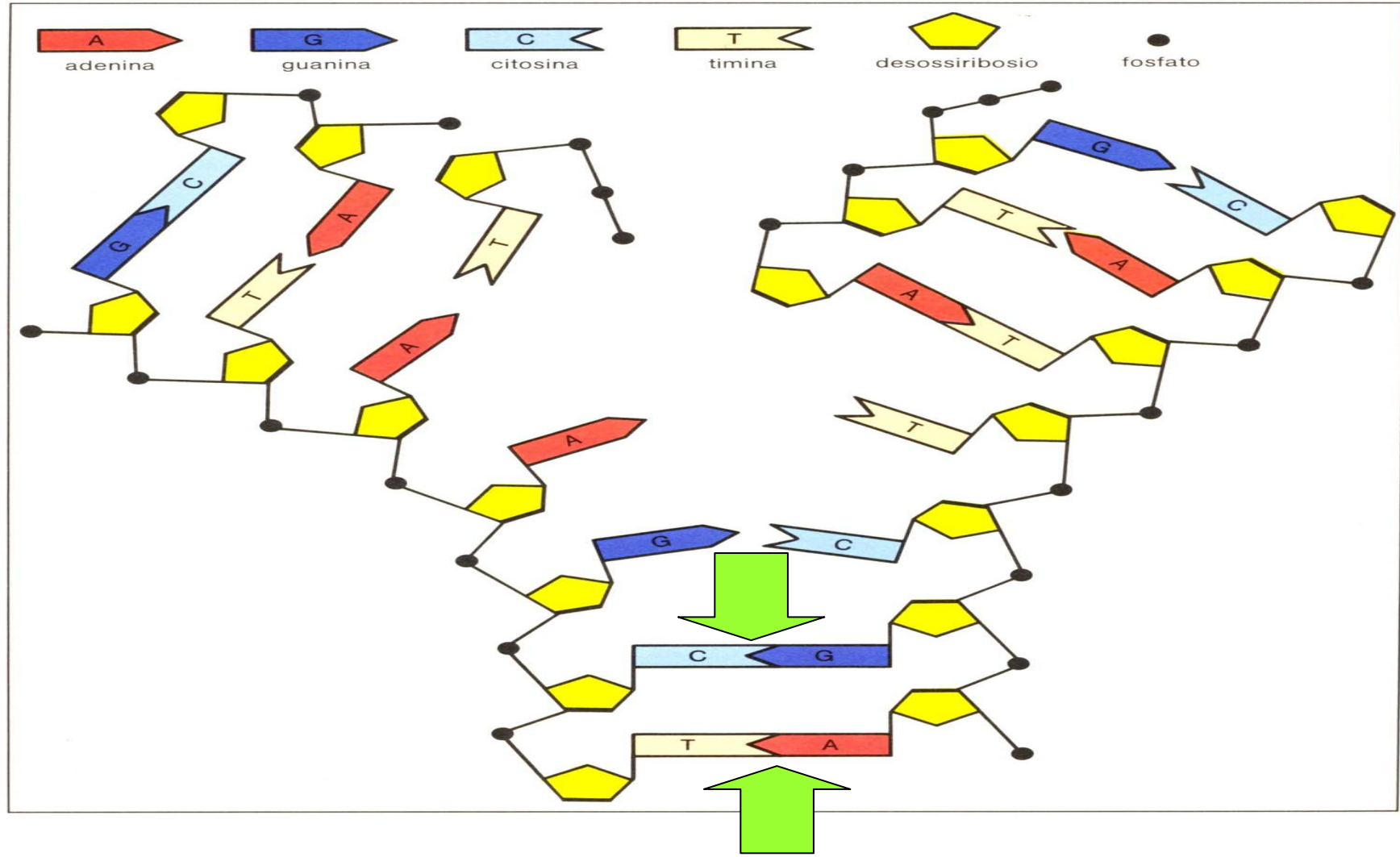
Ramapithecus

orango

Ramapithecus = Sivapithecus

DNA

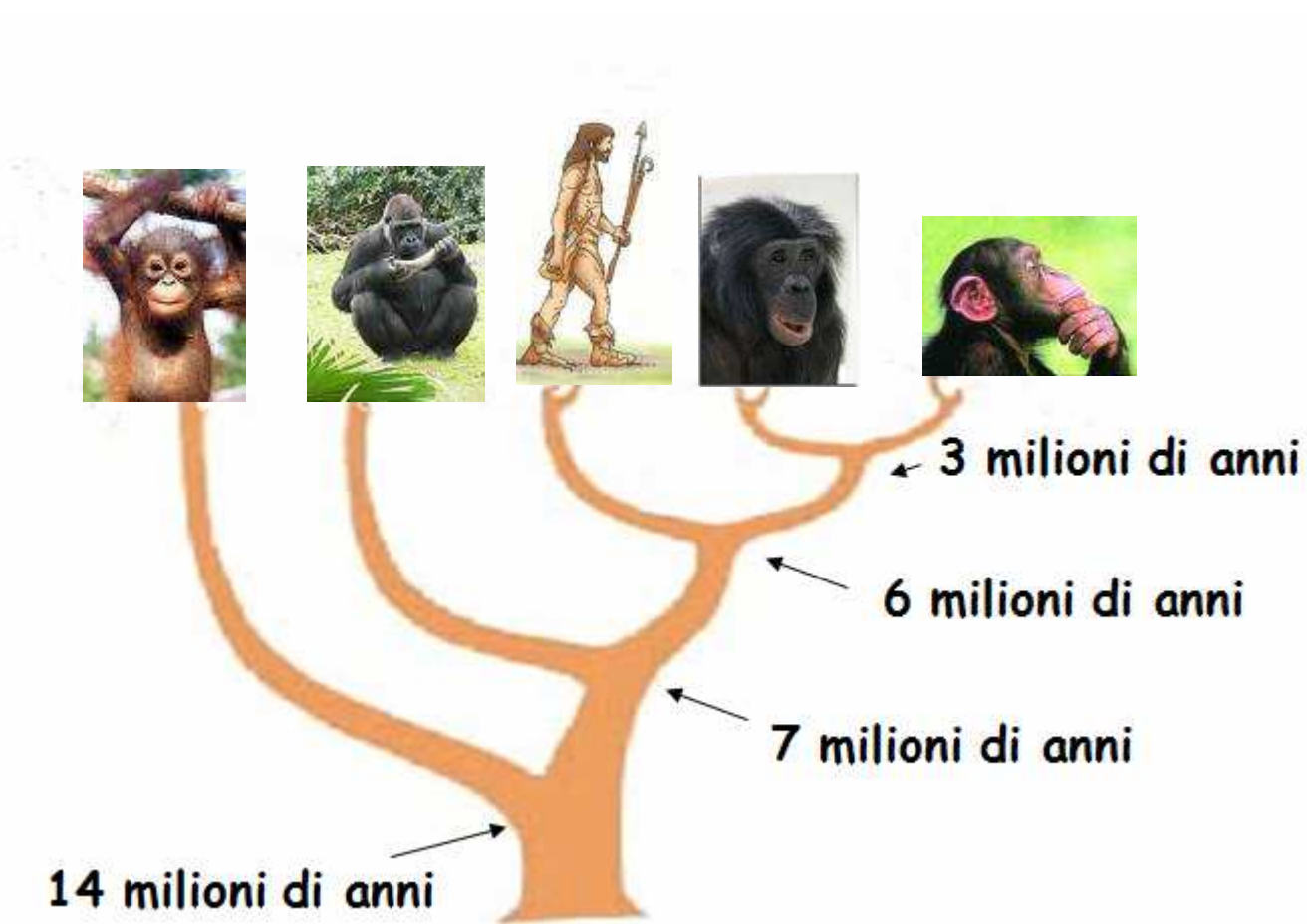


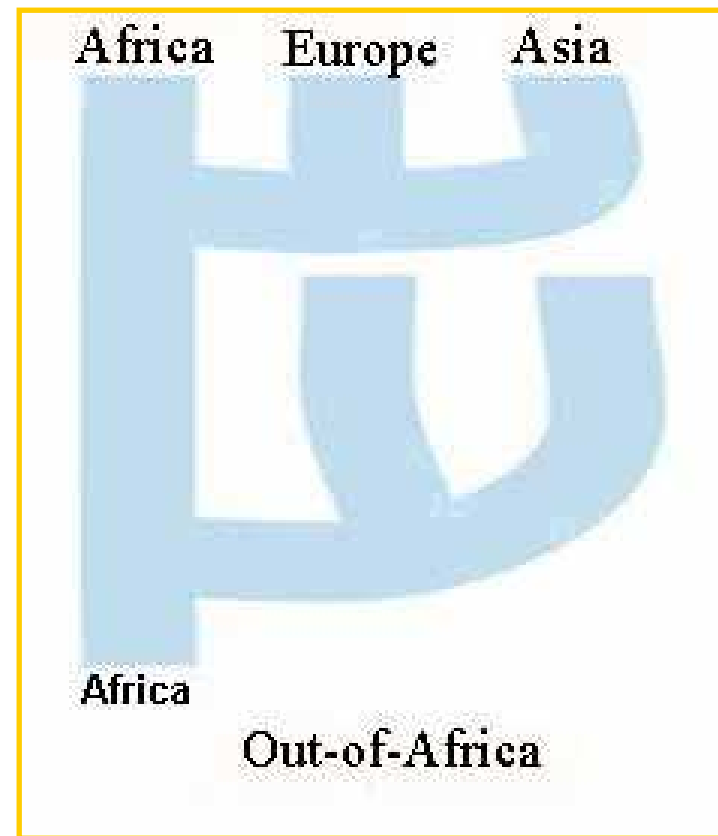
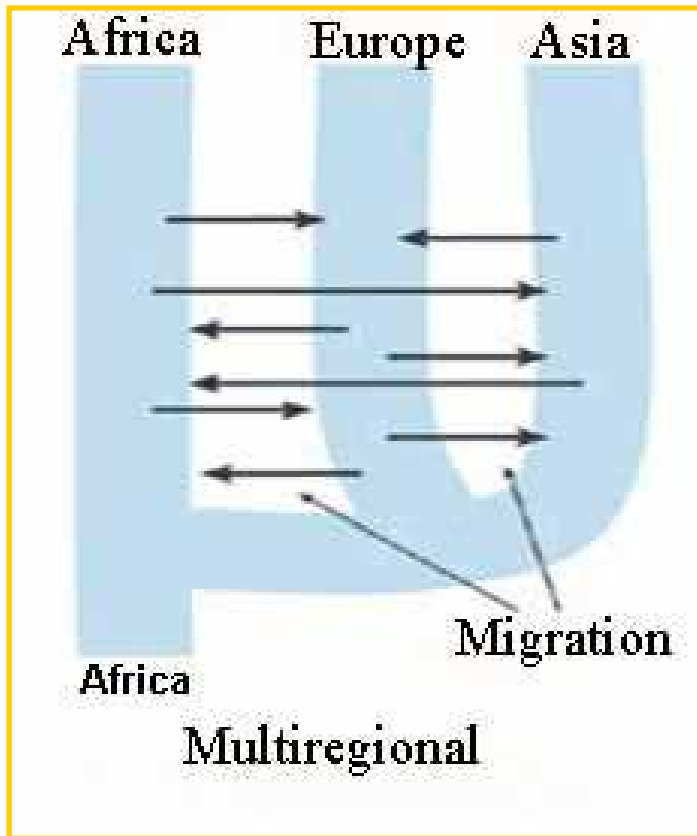




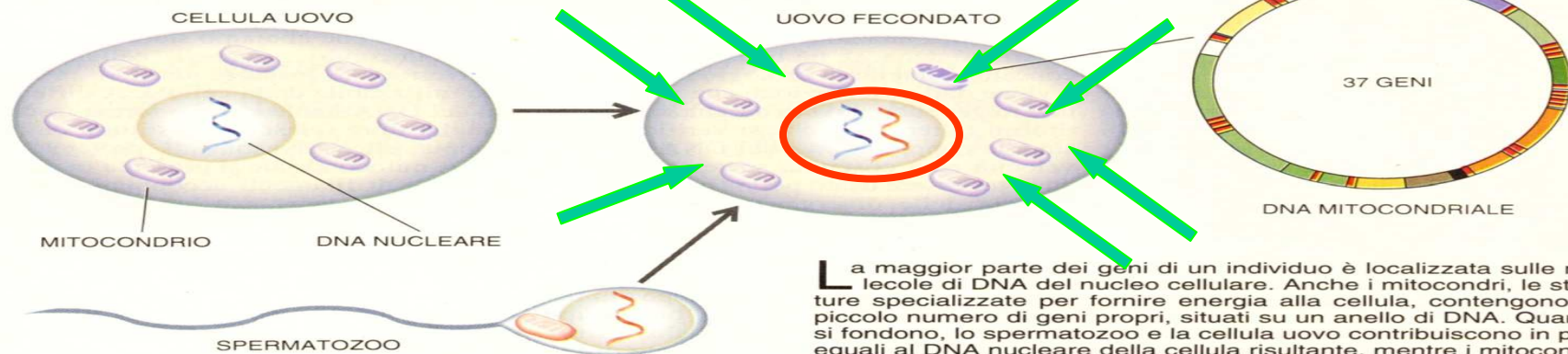
Relazioni molecolari (sinistra)
e morfologiche (destra)
tra le scimmie antropomorfe e l'uomo

Tempi di divergenza tra uomo e grandi antropomorfe





Come viene ereditato il DNA mitocondriale



La maggior parte dei geni di un individuo è localizzata sulle molecole di DNA del nucleo cellulare. Anche i mitocondri, le strutture specializzate per fornire energia alla cellula, contengono un piccolo numero di geni propri, situati su un anello di DNA. Quando si fondono, lo spermatozoo e la cellula uovo contribuiscono in parti eguali al DNA nucleare della cellula risultante, mentre i mitocondri, con il relativo DNA, derivano esclusivamente dalla cellula uovo. Lo studio del DNA mitocondriale può quindi consentire di risalire all'ascendenza materna di un individuo.

$$E = M \times F$$

E = tasso di evoluzione

M = tasso di mutazione

F = frazione di mutazioni fissate

M aumenta perchè:

-il turn over dell'mtDNA è maggiore di quello del DNA nucleare;

-c'è un inefficiente sistema di riparazione [*lo spettro mutazionale è caratterizzato da un più alto rapporto di transizioni rispetto alle trasversioni e da mutazioni di lunghezza di poche coppie di basi (stesso tipo di spettro mutazionale di batteri a cui è stato cancellato il sistema di riparazione)*];

- continua esposizione agli effetti mutageni dei radicali superossido.
- mancano le proteine istoniche;

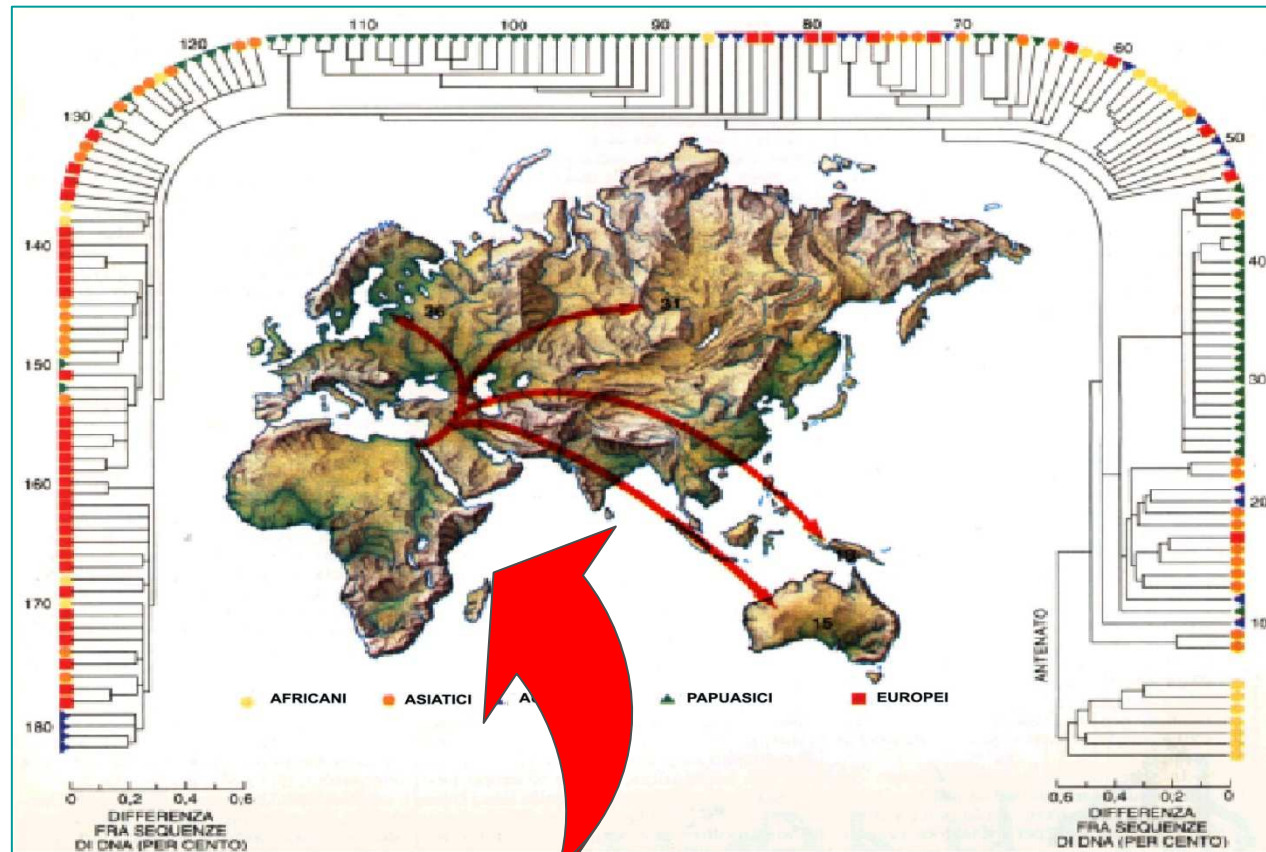
F aumenta perchè:

- a livello molecolare c'è un'efficiente segregazione replicativa meiotica;
- a livello organismico c'è un rapido *genetic drift* (la dimensione effettiva della popolazione è $\frac{1}{4}$ di quella dei geni nucleari).

TASSO MEDIO DI EVOLUZIONE = 1-2% /MILIONE DI ANNI

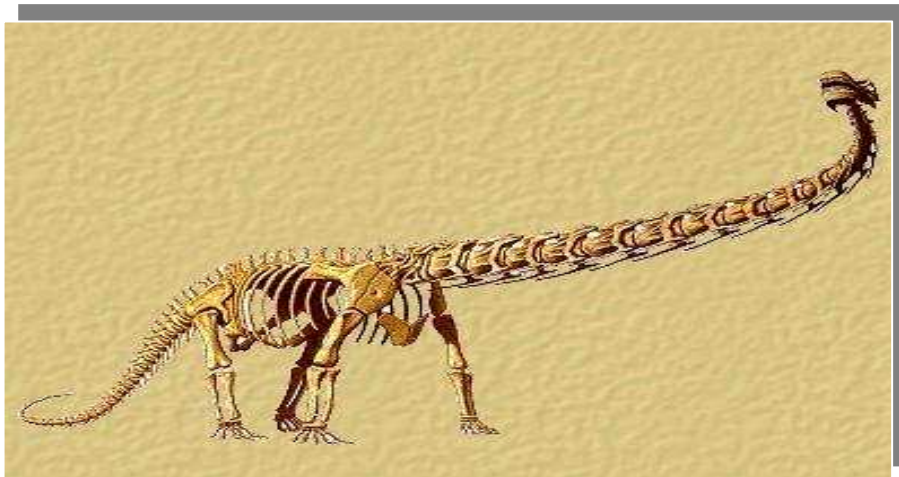
TASSO MEDIO DI DIVERGENZA = 2-4% /MILIONE DI ANNI

Origine della nostra specie

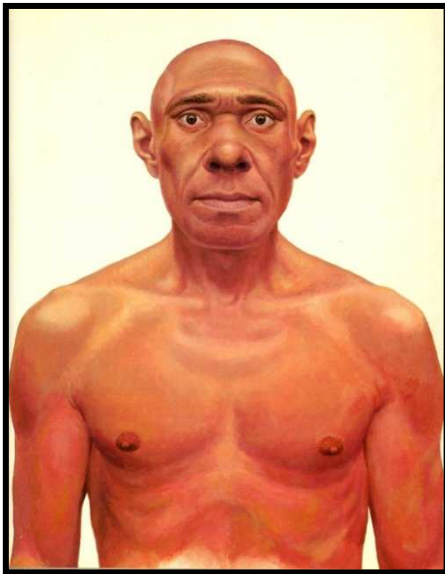


Homo sapiens nasce in Africa
circa 200.000 anni fa

Il DNA antico: Scienza o Fantascienza?



Divergenza tra Neandertal e *sapiens* circa 350.000 anni fa



Homo neanderthalensis



Homo sapiens

