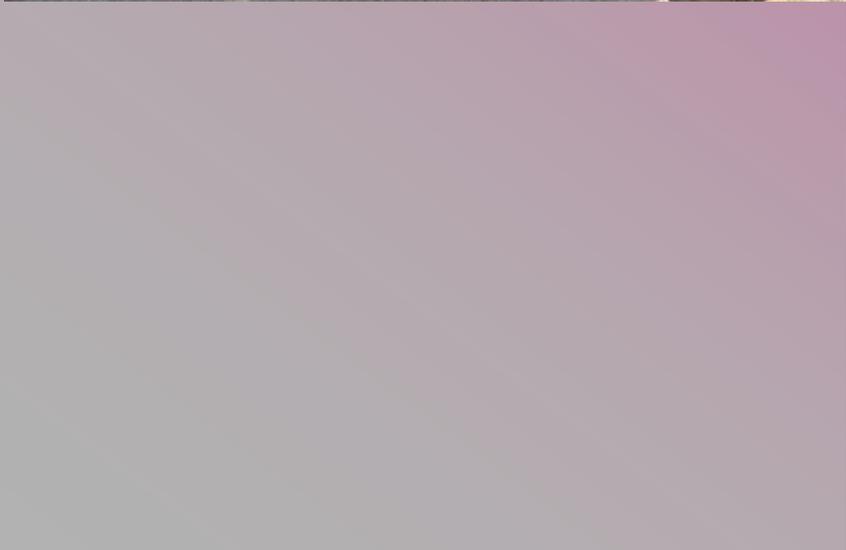


Clase Paleontología
Curso Geología y Geomorfología
CURE

Ángeles Beri y Richard Fariña
beri@fcien.edu.uy
dogor@netgate.com.uy
Facultad de Ciencias



motivo
Deberían
tierra ^{territorio} seria
atención
información
futuras ^{generaciones} algo
encontrado
paleontólogos
comercializados
ciencia
mucho
control
deberían
llamaria
investigación
histórica
fuente
riqueza
brindan
preservando
incalculable
inapropiado
importante
común
pistas
manejados
personal
pasado
curistas
absoluta
individuo
sino

Fósil:
Todo resto de organismo o de su actividad que tenga una antigüedad mayor a los 10 mil años





¿Cómo se forma un fósil?

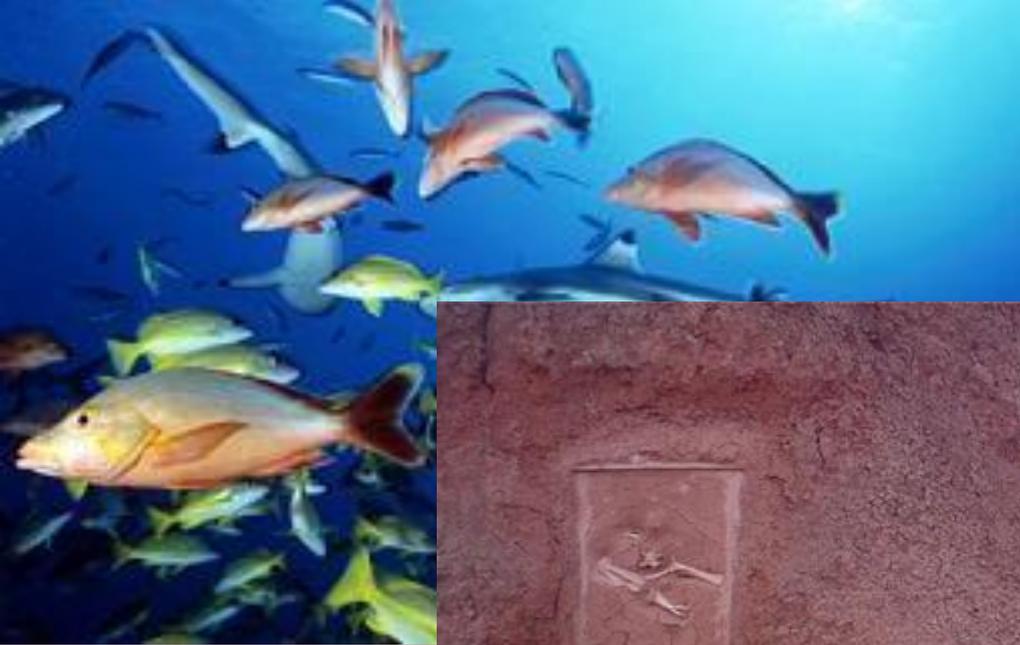
Tafonomía



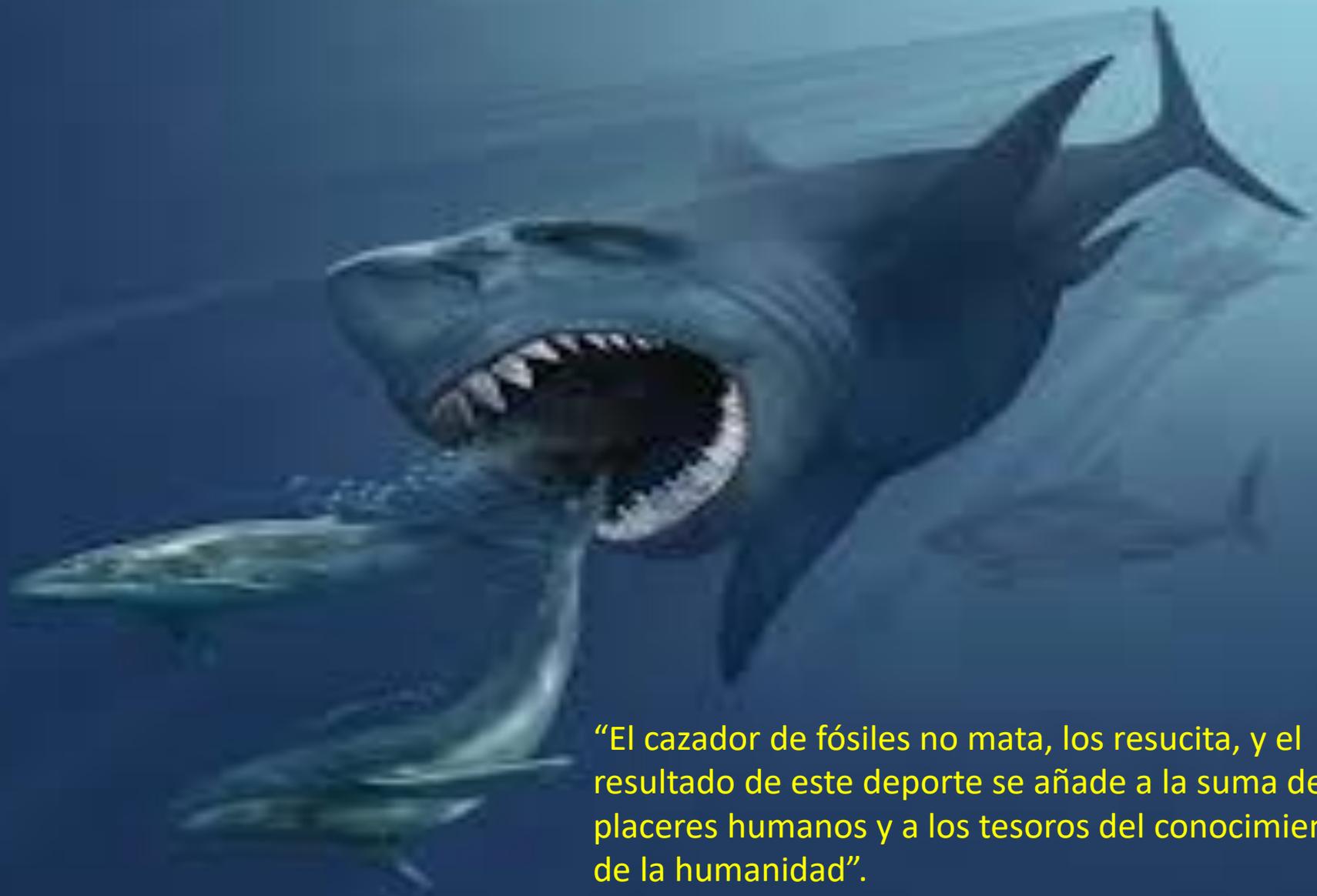


LITÓSFERA









“El cazador de fósiles no mata, los resucita, y el resultado de este deporte se añade a la suma de los placeres humanos y a los tesoros del conocimiento de la humanidad”.

George Gaylord Simpson (1902-1984)

Paleontólogo estadounidense

Diferentes tipos de fósiles o formas de preservación

1. Material original

Moluscos



Diferentes tipos de fósiles o formas de preservación

1. Material original

Vertebrados



Diferentes tipos de fósiles o formas de preservación

1. Material original

Microfósiles

Granos de polen

Diatomeas



Diferentes tipos de fósiles o formas de preservación

1. Material original

Araña en ámbar



Mamut en hielo



Diferentes tipos de fósiles o formas de preservación

2. Permineralización

Tronco



Placa de Glyptodonte



Cono



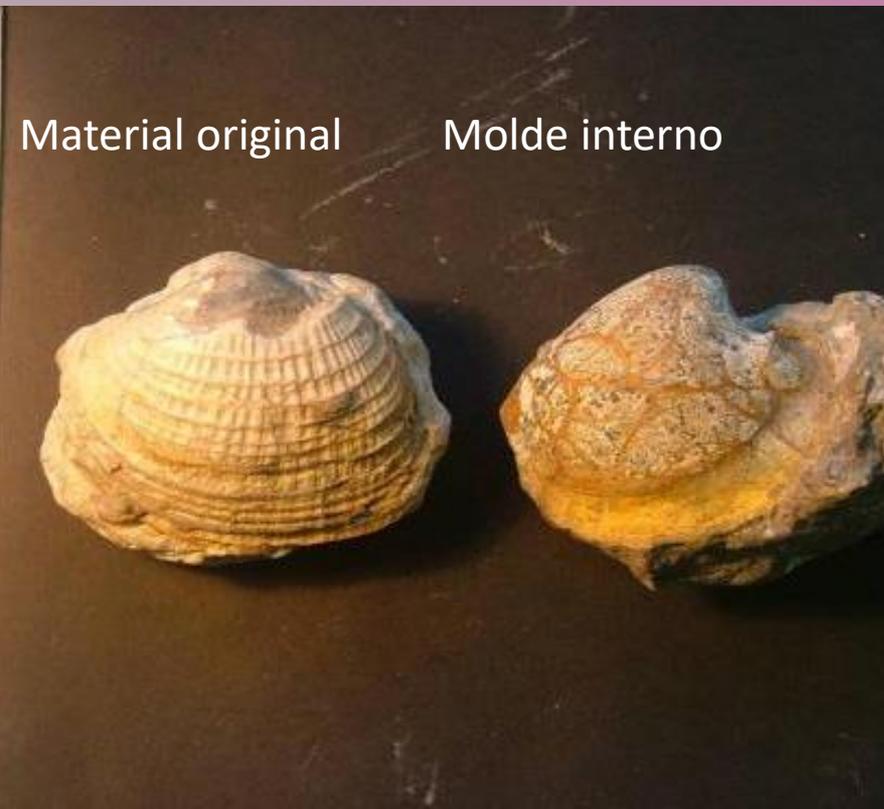
Diferentes tipos de fósiles o formas de preservación



Impresión

3. Moldes

Bivalvo, molde interno



Material original

Molde interno

Molde interno

Material original



Gasterópodo , molde interno

Diferentes tipos de fósiles o formas de preservación

4. Icnofósiles



Huevos



1. Algunos conceptos:

¿Qué es un fósil?

¿Cómo se forma?

Tipos de preservación.

2. Historia de la vida:

Cuando la Tierra era otro planeta.

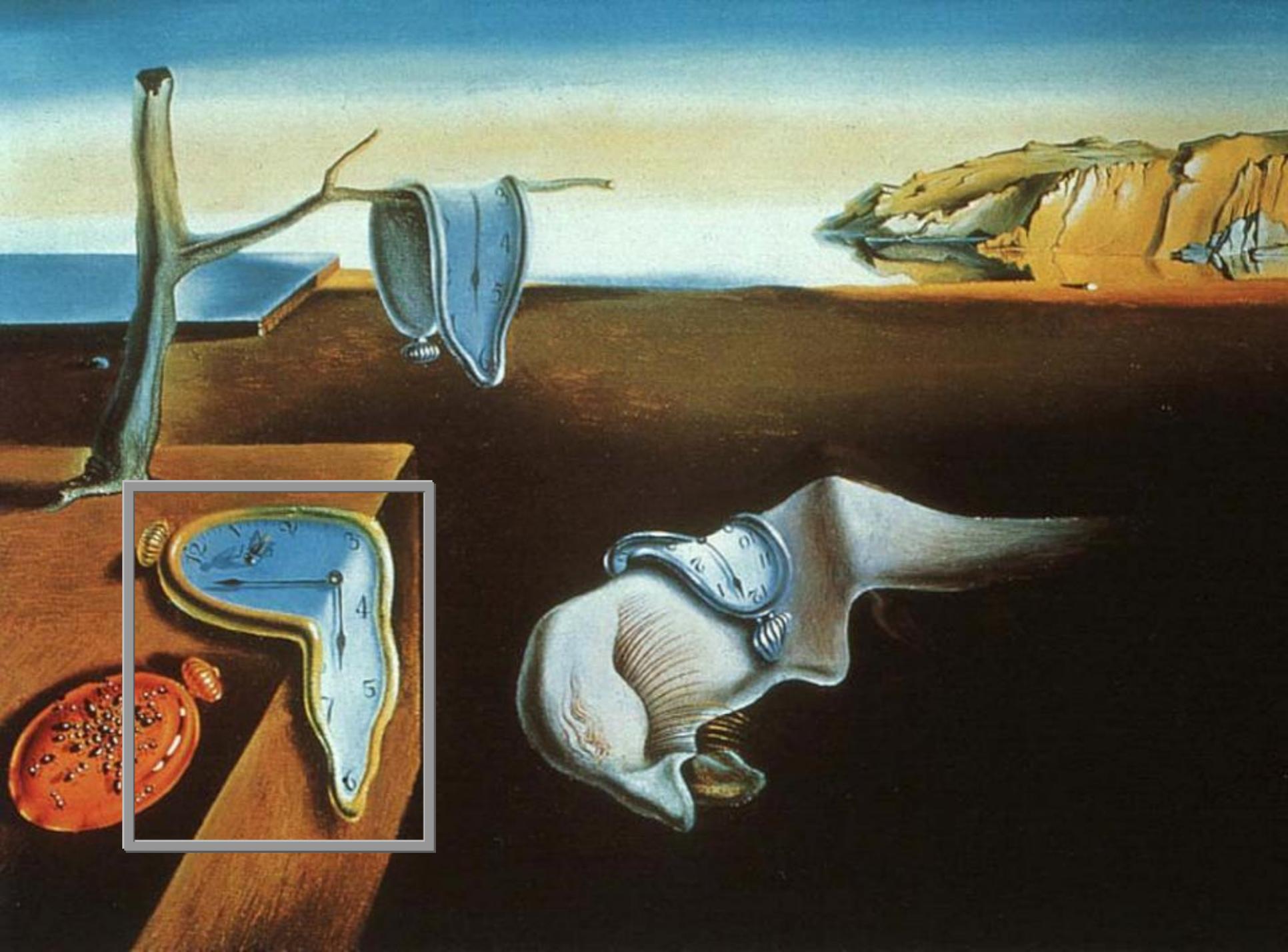
La explosión cámbrica.

Sigmoides de las diversidades.

Extinciones.

3. Estudio de caso:

El yacimiento Arroyo del Vizcaíno.





GEOLOGIC TIME SCALE

PHANEROZOIC

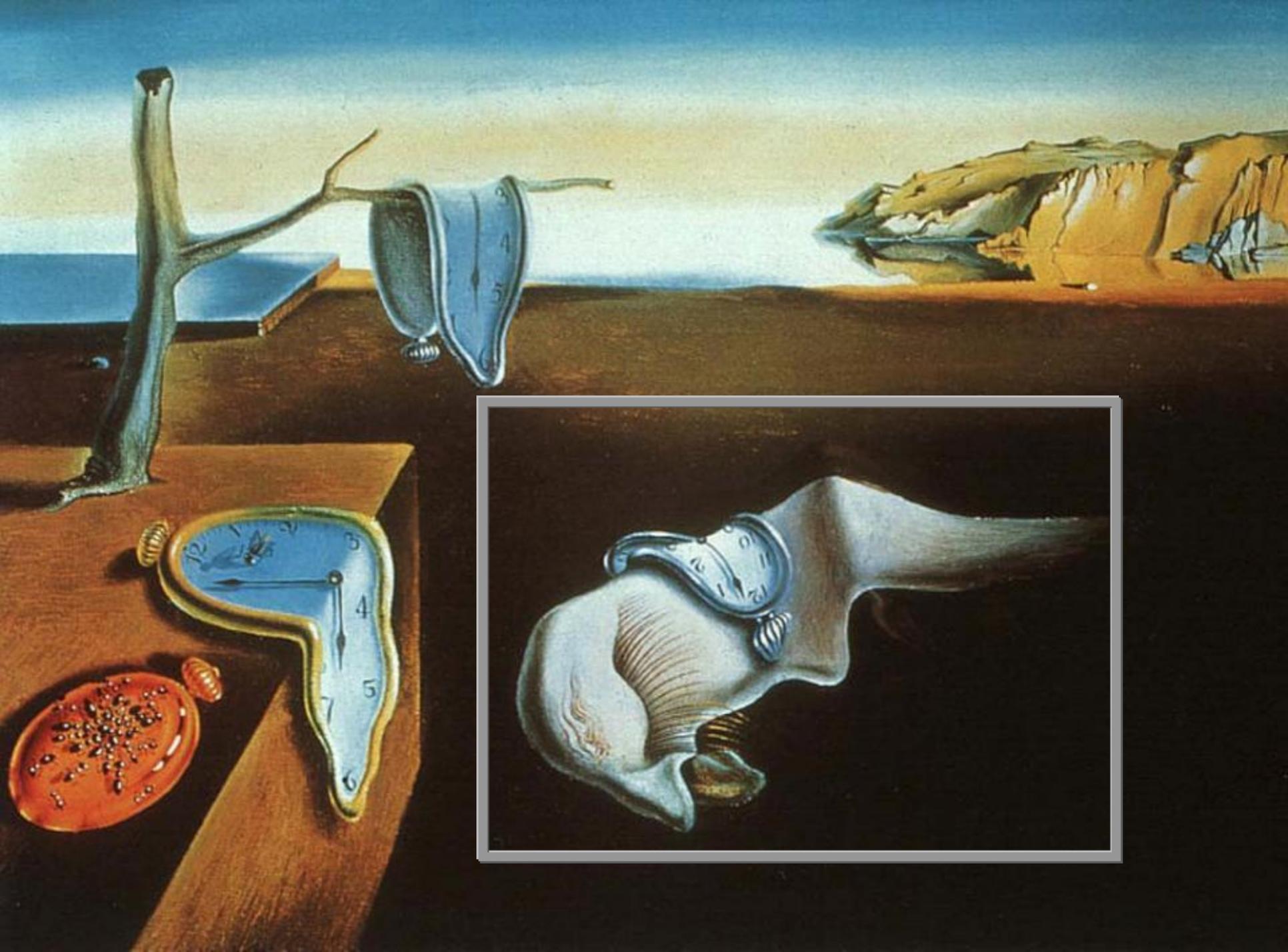


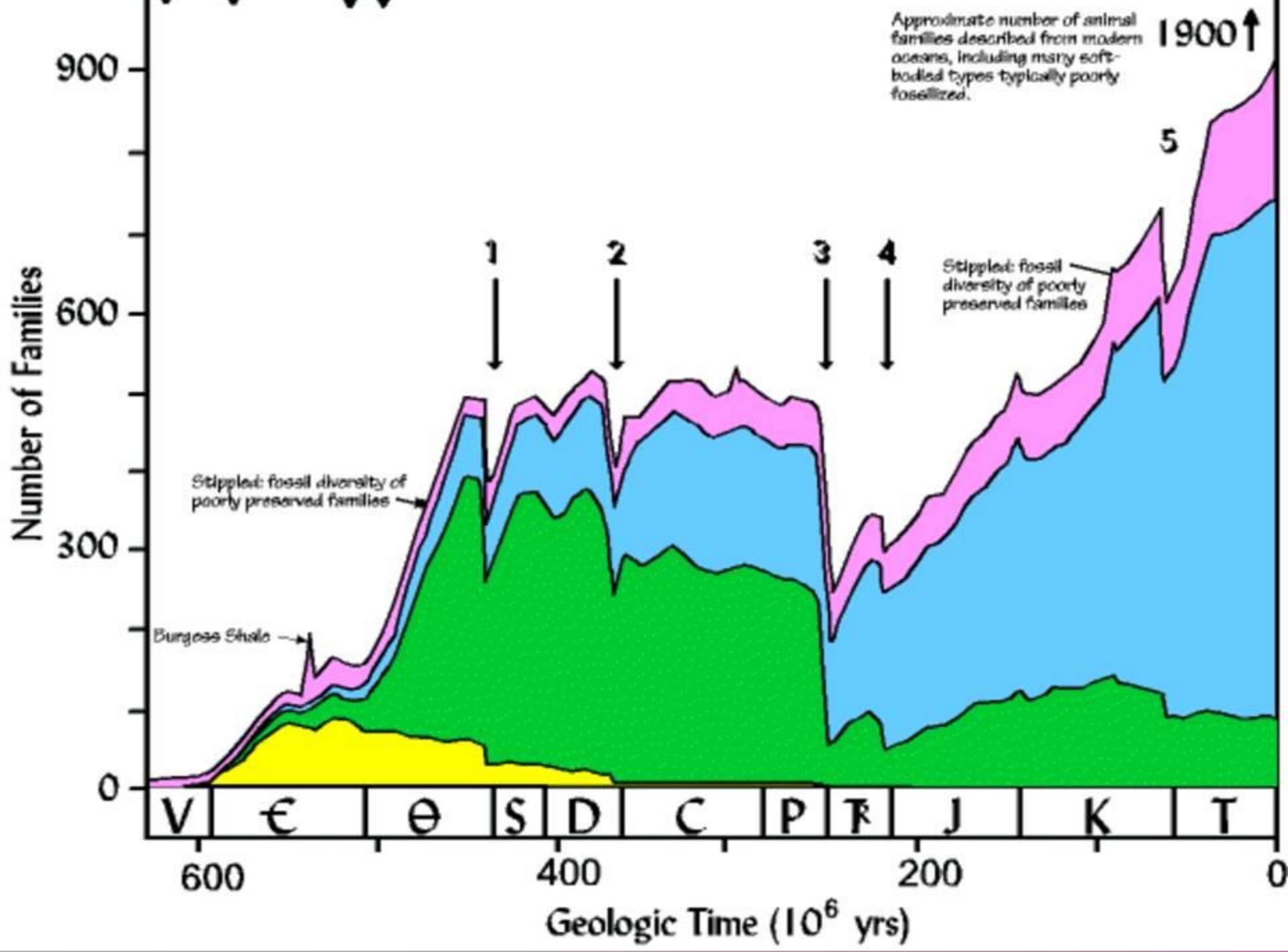
CENOZOIC				AGE (Ma)	Duration (my)		
Period	Epoch	Stage	Polarity Chron				
Neogene	Pliocene	CetAsian	C1	1.81	1.81		
		Gelasian	C2	2.59	0.78		
		Piacenzian	C2	3.60	1.01		
	Pleistocene	Zanclean	C3	5.33	1.73		
		Messinian	C3	7.25	1.92		
		Tortonian	C4	11.61	4.35		
	Miocene	L	Serravallian	C5	13.65	2.05	
			Langhian	C5	15.97	2.32	
		E	Burdigalian	C6	20.43	4.45	
			Aquitanian	C6	23.03	2.60	
Chattian			C7	25.37	5.37		
Oligocene	L	Chattian	C8	28.4	3.8		
		Valanginian	C9	33.9	5.5		
	E	Rupelian	C10	33.9	5.5		
		Rupelian	C11	33.9	5.5		
		Rupelian	C12	33.9	5.5		
Eocene	L	Priabonian	C13/C16	37.2	3.3		
		Bartonian	C17	40.4	3.2		
	M	Lutetian	Lutetian	C18	40.4	3.2	
			Lutetian	C19	48.6	8.2	
		Ypresian	Ypresian	C20	48.6	7.2	
			Ypresian	C21	55.8	7.2	
		Paleocene	L	Thanetian	C22	55.8	2.9
				Selandian	C23	58.7	2.9
			E	Selandian	C24	58.7	3.0
		Danian		C25	61.7	3.0	
Paleocene	M	Danian	C26	61.7	3.8		
		Danian	C27	65.5	3.8		
	E	Danian	C28	65.5	3.8		
		Danian	C29	65.5	3.8		

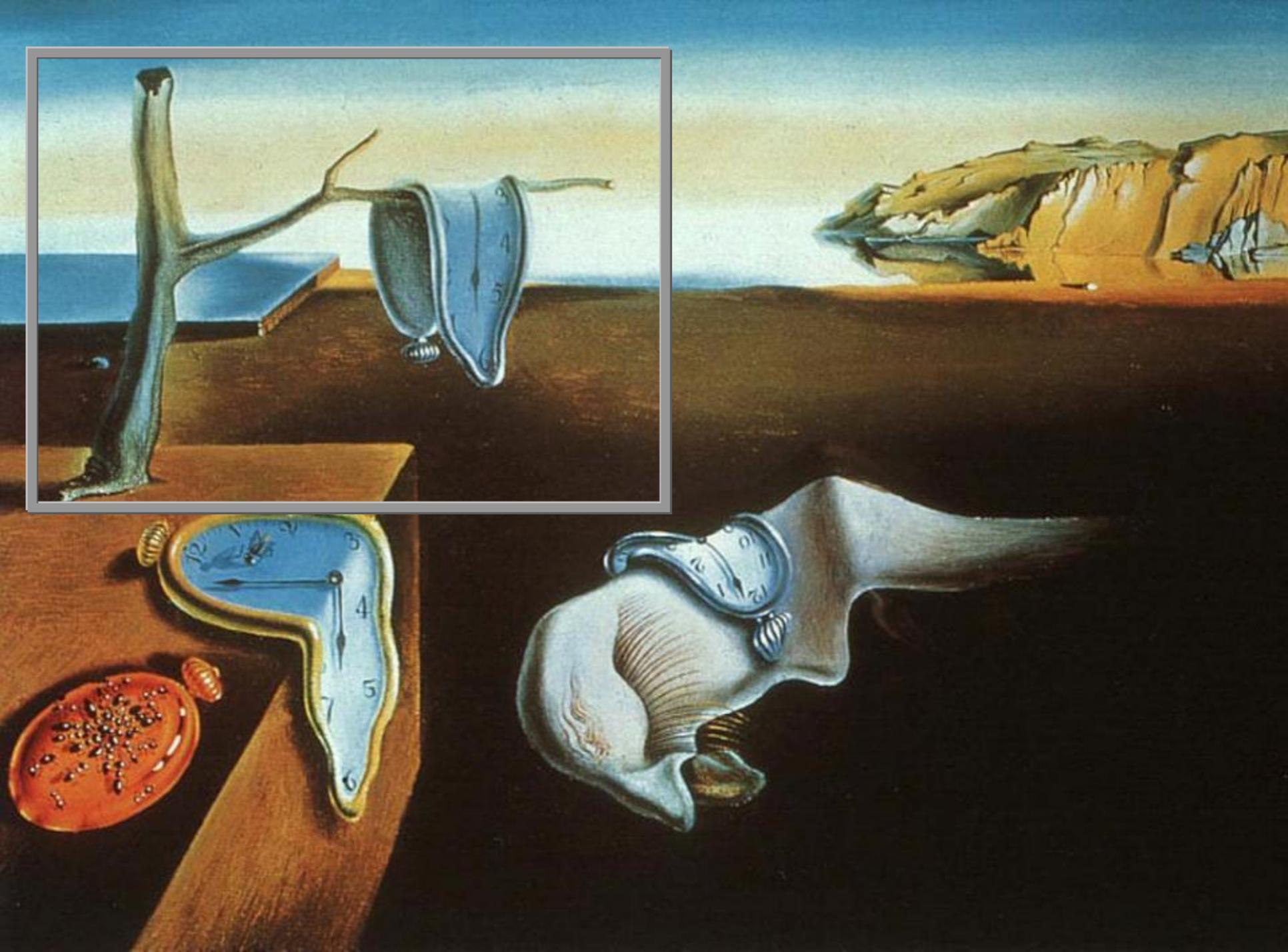
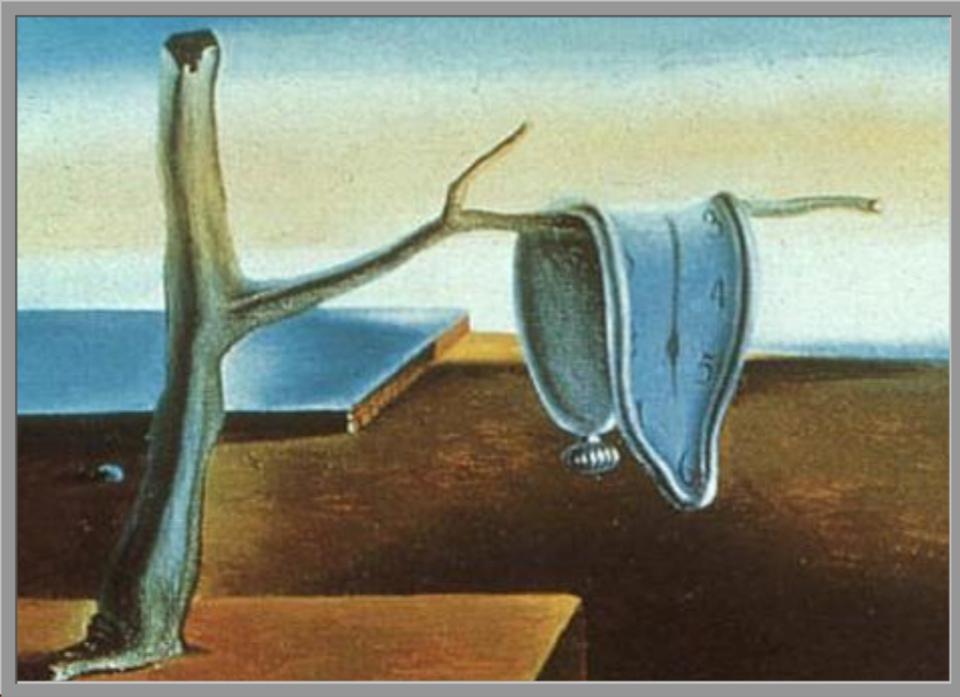
MESOZOIC				AGE (Ma)	Duration (my)
Period	Epoch	Stage	Polarity Chron		
Cretaceous	Late	Maastrichtian	C30	65.5	5.1
		Maastrichtian	C31	70.6	5.1
		Maastrichtian	C32	70.6	5.1
		Campanian	C33	83.5	12.9
		Campanian	C33	85.8	2.3
	Early	Santonian	C34	85.8	3.5
		Coniacian	C34	89.3	4.2
		Turonian	C34	93.5	6.1
		Cenomanian	C34	99.0	12.4
		Cenomanian	C34	112.0	13.0
Jurassic	Late	Albian	M ⁺ -1 ⁿ (M5A)	125.0	5.0
		Albian	M0r	130.0	6.4
		Albian	M3	136.4	3.8
		Albian	M12	140.2	5.3
		Albian	M13	145.5	5.3
	Middle	Berriasian	M19	150.8	4.9
		Tithonian	M22	155.7	5.5
		Kimmeridgian	M23/M25	161.2	3.5
		Oxfordian	M32	164.7	3.0
		Oxfordian	M33	167.7	3.9
Early	Callovian	M34	171.6	4.0	
	Bathonian	M35	176.6	7.4	
	Bajocian	M36	183.0	6.6	
	Aalenian	M37	189.0	6.9	
	Aalenian	M37	196.5	3.1	
Triassic	Late	Rhaetian	E24/E18	203.6	4.0
		Norian	E17	209.6	12.9
		Norian	E16	214.5	12.9
		Norian	E15	218.5	11.5
		Norian	E14	218.5	11.5
	Middle	Carian	E13	228.0	9.0
		Carian	E12	237.0	9.0
		Carian	E11	245.0	8.0
		Ladinian	E10	245.0	4.7
		Ladinian	E9	249.7	4.7
Early	Ladinian	E8	251.2	1.1	
	Ladinian	E7	251.2	1.1	
	Ladinian	E6/E2	251.2	1.1	
	Anisian	E6/E2	251.2	1.1	
	Olenekian	E6/E2	251.2	1.1	

PALEOZOIC				AGE (Ma)	Duration (my)
Period	Epoch	Stage	Polarity Chron		
Permian	Lopingian	Lopingian	Ilamira	252.3	2.8
		Lopingian	Ilamira	260.4	6.6
		Lopingian	Ilamira	260.4	6.6
		Lopingian	Ilamira	260.4	6.6
		Lopingian	Ilamira	260.4	6.6
	Wuchiapingian	Wuchiapingian	Ilamira	260.4	5.4
		Wuchiapingian	Ilamira	260.4	5.4
		Wuchiapingian	Ilamira	260.4	5.4
		Wuchiapingian	Ilamira	260.4	5.4
		Wuchiapingian	Ilamira	260.4	5.4
Carboniferous	Pennsylvanian	Artinskian	Kamsan	275.6	5
		Artinskian	Kamsan	275.6	8.8
		Artinskian	Kamsan	275.6	8.8
		Artinskian	Kamsan	275.6	8.8
		Artinskian	Kamsan	275.6	8.8
	Mississippian	Asselien	Kamsan	284.4	10.2
		Asselien	Kamsan	294.6	4.4
		Asselien	Kamsan	299.0	4.9
		Asselien	Kamsan	303.9	2.8
		Asselien	Kamsan	306.5	2.6
Devonian	Famennian	Moscovian	"Dovgani"	311.7	6.4
		Moscovian	"Dovgani"	318.1	8.3
		Moscovian	"Dovgani"	326.4	18.9
		Moscovian	"Dovgani"	345.3	13.9
		Moscovian	"Dovgani"	359.2	15.3
	Emsian	Frasnian	"Sayan (Roi)"	374.5	10.8
		Frasnian	"Sayan (Roi)"	385.3	6.5
		Frasnian	"Sayan (Roi)"	391.8	5.7
		Frasnian	"Sayan (Roi)"	397.5	9.5
		Frasnian	"Sayan (Roi)"	407.0	4.2
Silurian	Llandovery	Lochkovian	"Sayan (Roi)"	411.2	4.8
		Lochkovian	"Sayan (Roi)"	411.2	4.8
		Lochkovian	"Sayan (Roi)"	411.2	4.8
		Lochkovian	"Sayan (Roi)"	411.2	4.8
		Lochkovian	"Sayan (Roi)"	411.2	4.8
	Wenlock	Telychian	"Sayan (Roi)"	436.0	3
		Telychian	"Sayan (Roi)"	436.0	4.7
		Telychian	"Sayan (Roi)"	443.7	4.7
		Telychian	"Sayan (Roi)"	445.6	10.2
		Telychian	"Sayan (Roi)"	455.6	5.1
Ordovician	Darriwilian	Darriwilian	"Sayan (Roi)"	460.9	7.2
		Darriwilian	"Sayan (Roi)"	468.1	3.7
		Darriwilian	"Sayan (Roi)"	471.8	6.8
		Darriwilian	"Sayan (Roi)"	478.6	9.7
		Darriwilian	"Sayan (Roi)"	488.3	14.7
	Furongian	Pabian	"Sayan (Roi)"	501	10
		Pabian	"Sayan (Roi)"	513	29
		Pabian	"Sayan (Roi)"	513	29
		Pabian	"Sayan (Roi)"	513	29
		Pabian	"Sayan (Roi)"	513	29

For details see "A Geologic Time Scale 2004" by F. M. Gradstein, J. G. Ogg, A. G. Smith, et al. (2004) with Cambridge University Press, and the official website of the International Commission on Stratigraphy (ICS) under www.stratigraphy.org.
 This chart is copyright protected, no reproduction of any parts may take place without written permission by the ICS.

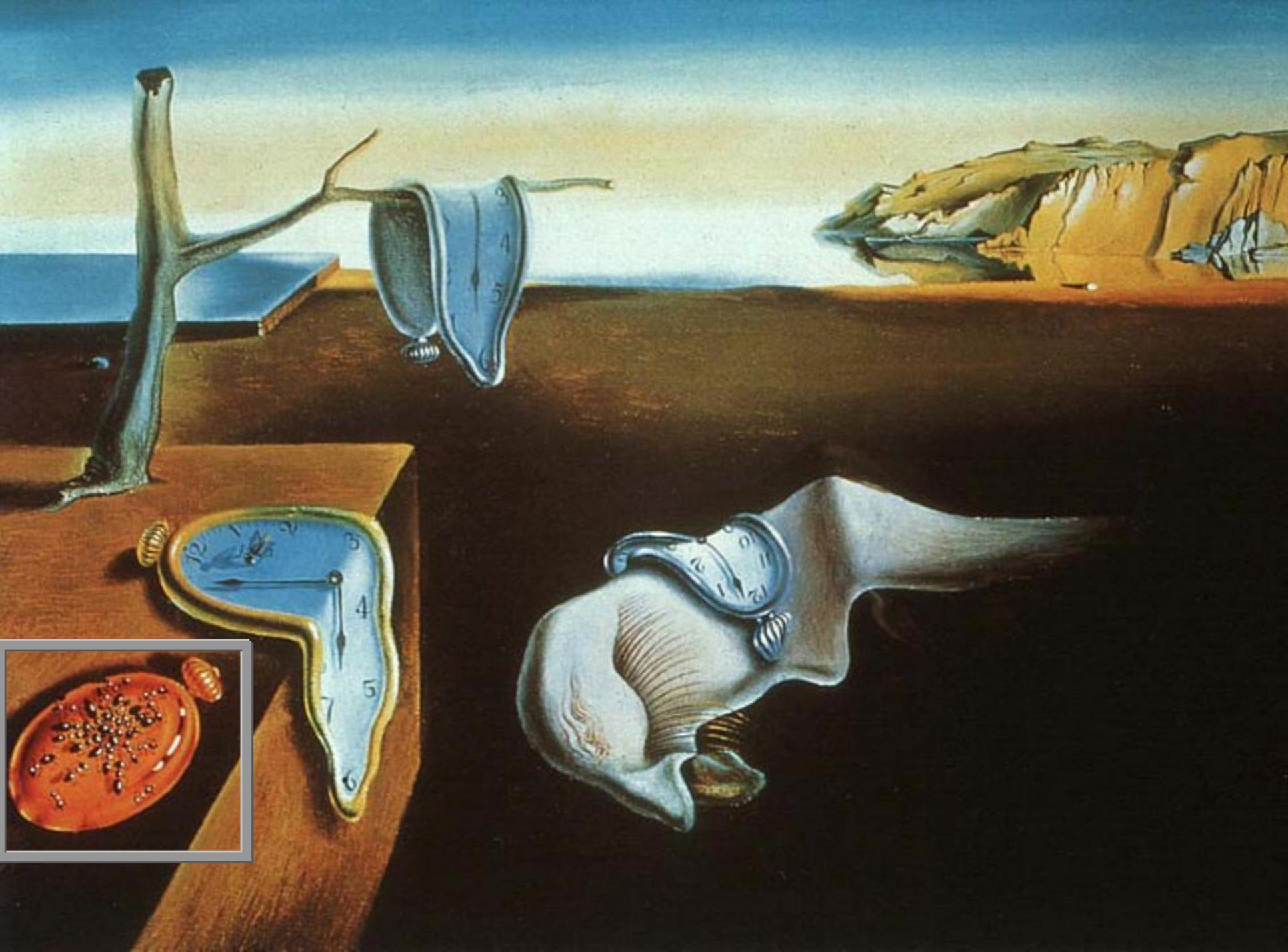


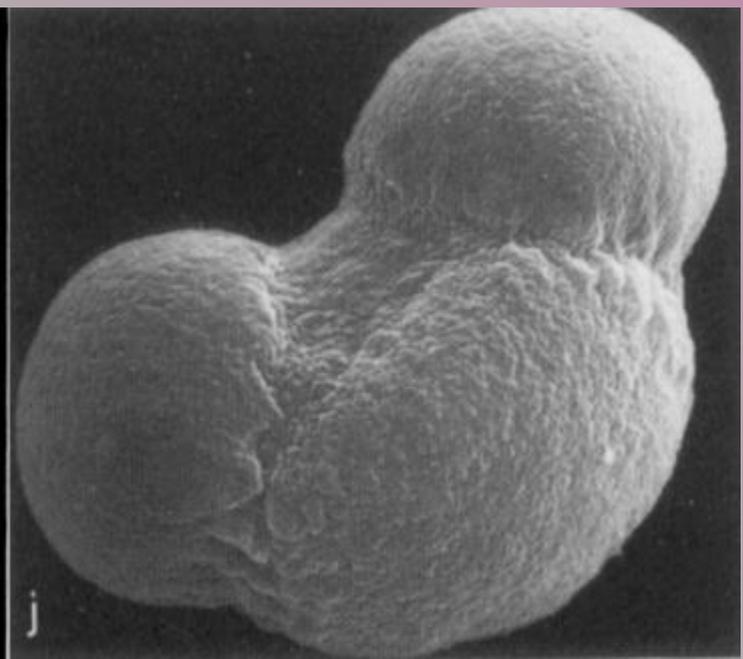
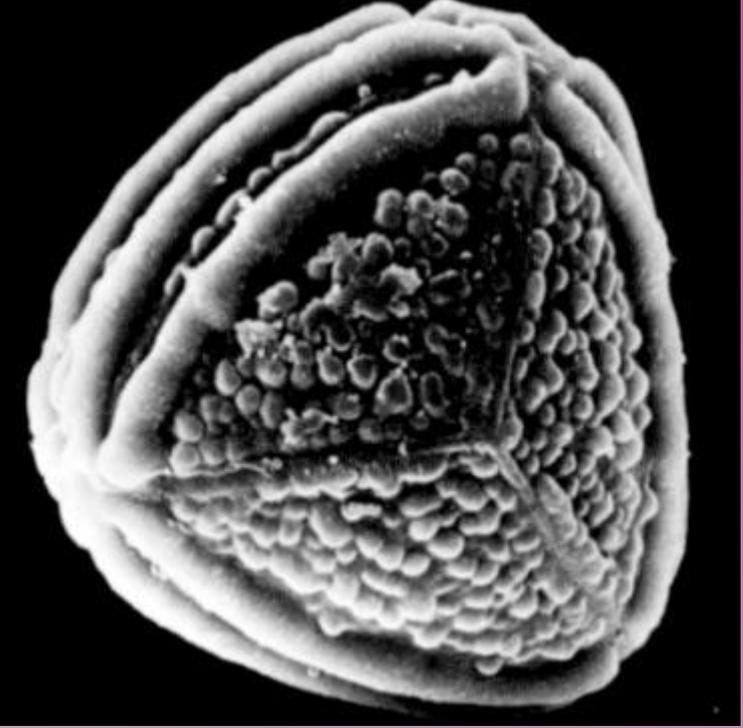






*Descendencia de un
ancestro común*

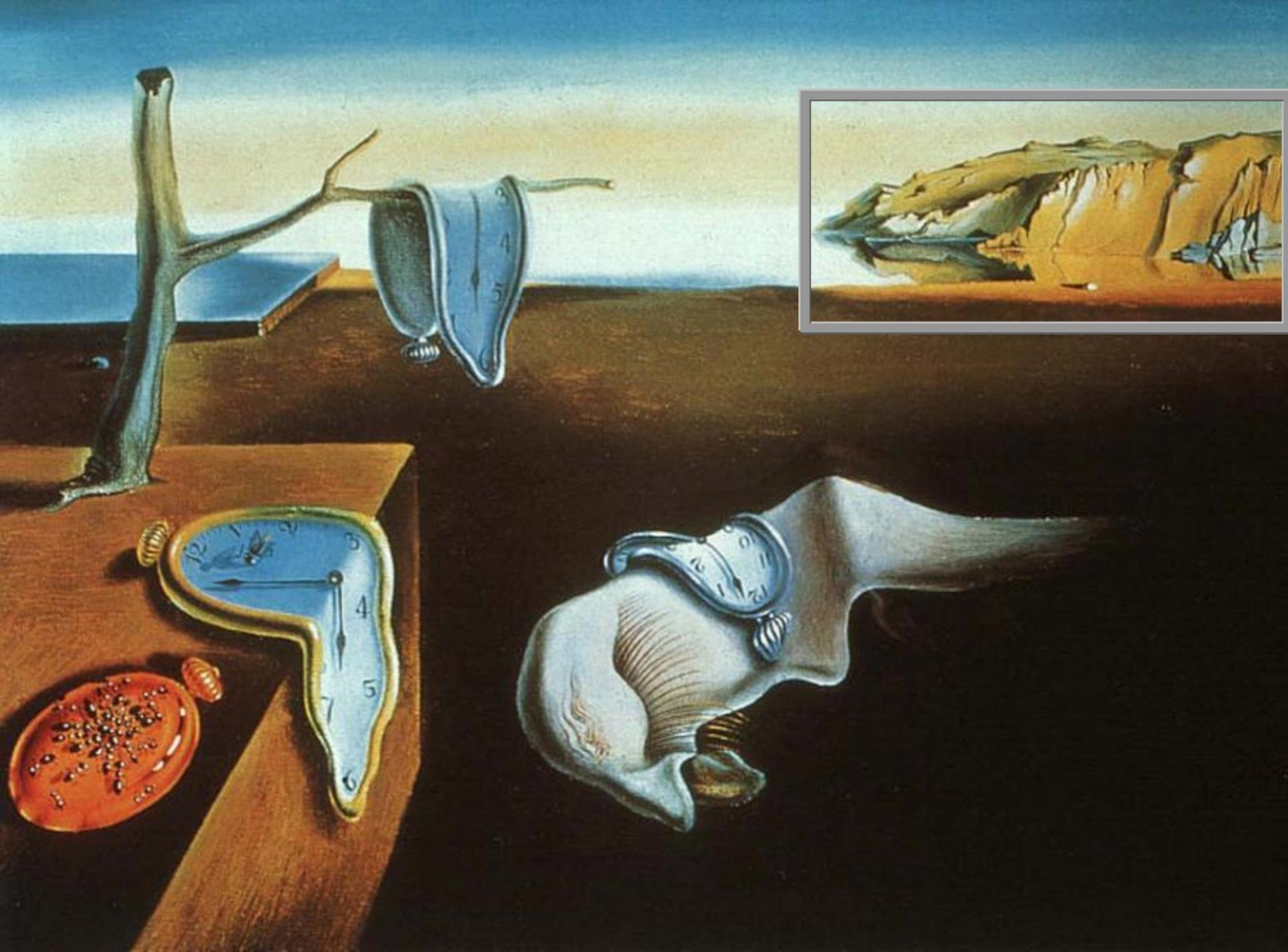






Large fossilized dinosaur skull
of a dinosaur
of the Cretaceous period

SIZE DOES MATTER



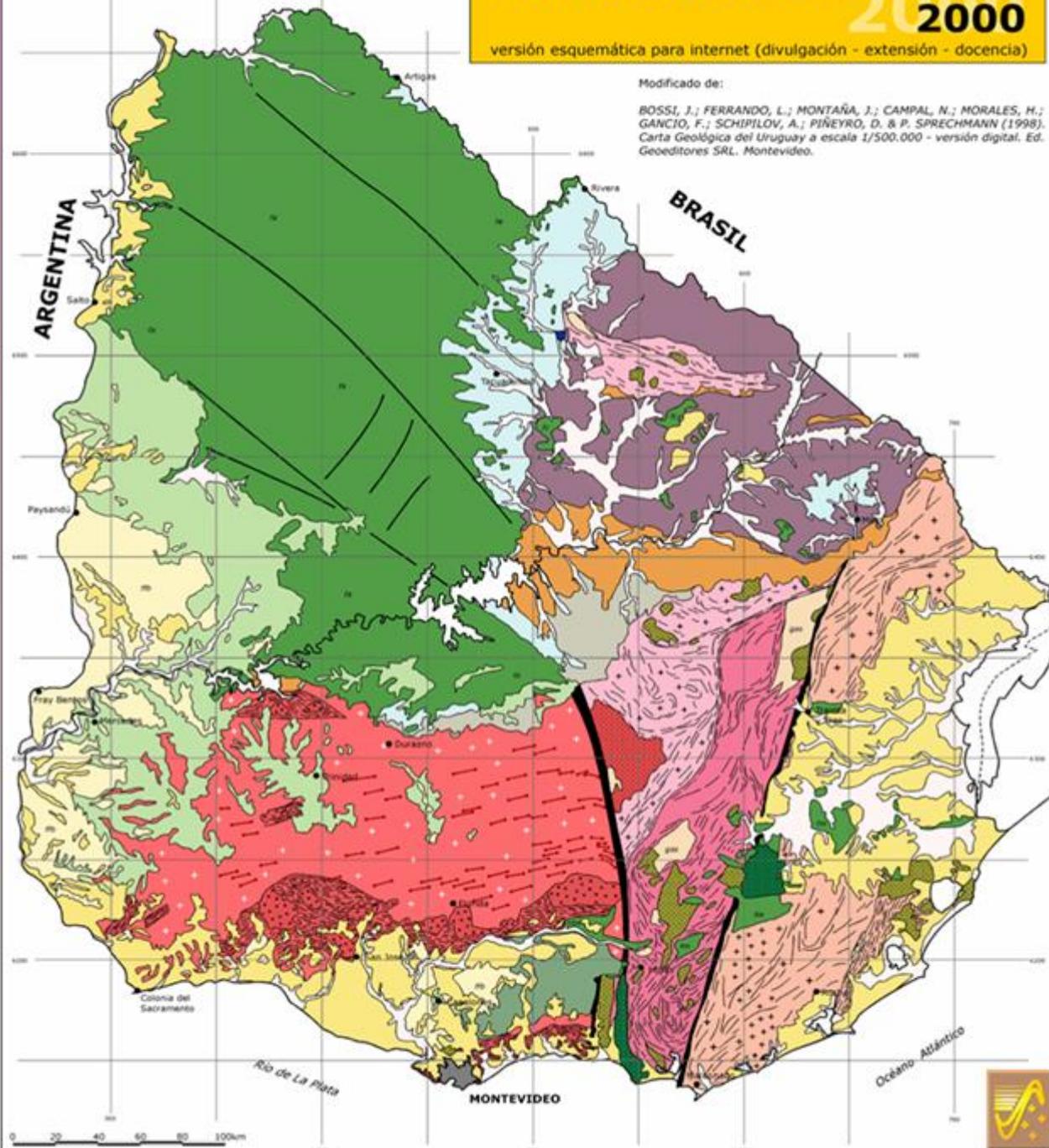
CARTA GEOLOGICA DEL URUGUAY

2000

versión esquemática para internet (divulgación - extensión - docencia)

Modificado de:

BOSSI, J.; FERRANDO, L.; MONTAÑA, J.; CAMPAL, N.; MORALES, H.;
GANCIO, F.; SCHIPILOV, A.; PIÑEYRO, D. & P. SPRECHMANN (1998).
Carta Geológica del Uruguay a escala 1/500.000 - versión digital. Ed.
Geoditores SRL. Montevideo.



Un concepto clave:

EL ACTUALISMO

¡Qué contradicción!

LA

INTERDISCIPLINARIEDAD

unas más, otras menos

Geología

El organismo



La roca

Biósfera



Litósfera

biológicas



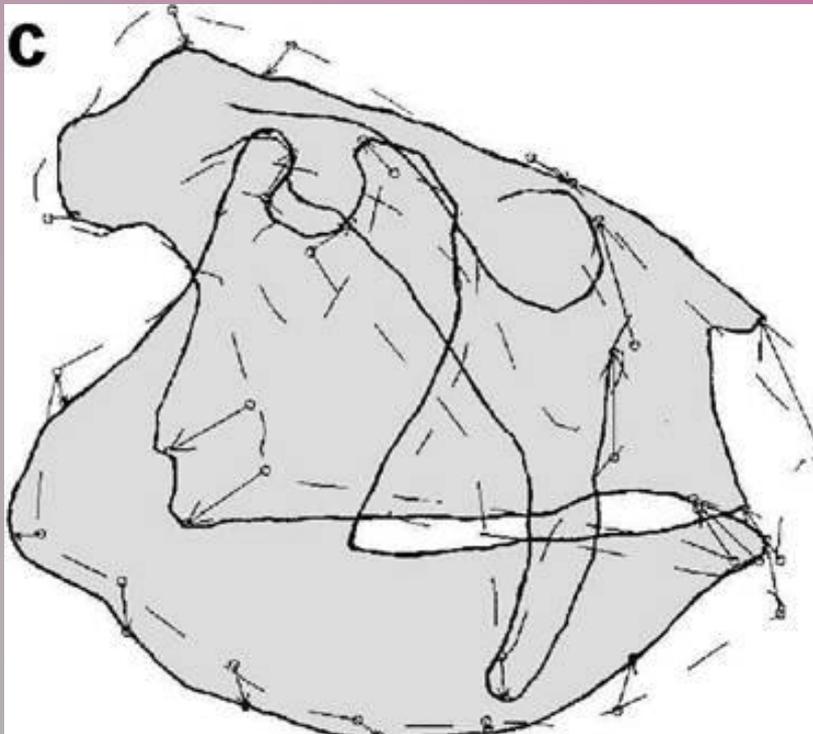
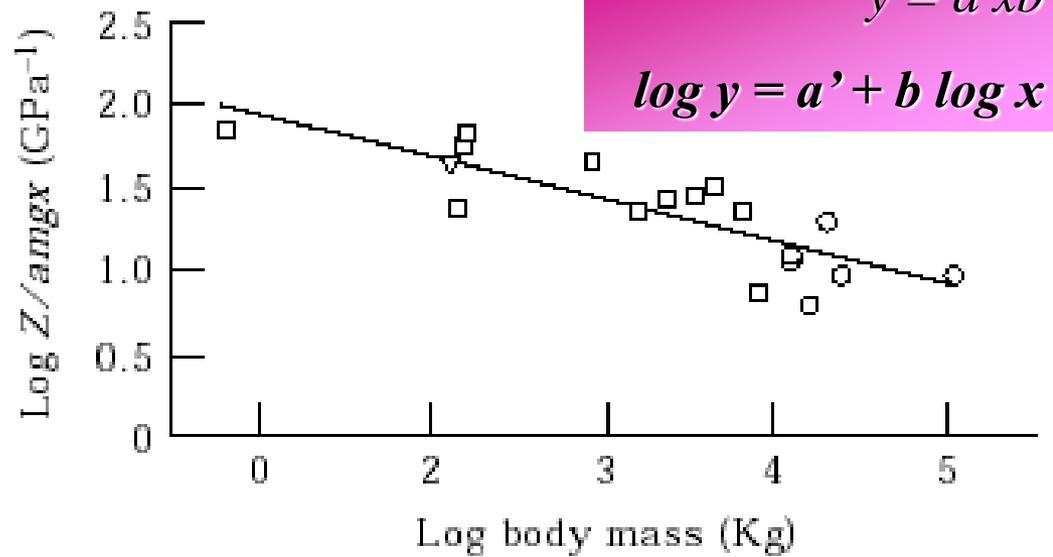
geológicas

En Biología



En Geología

Matemáticas



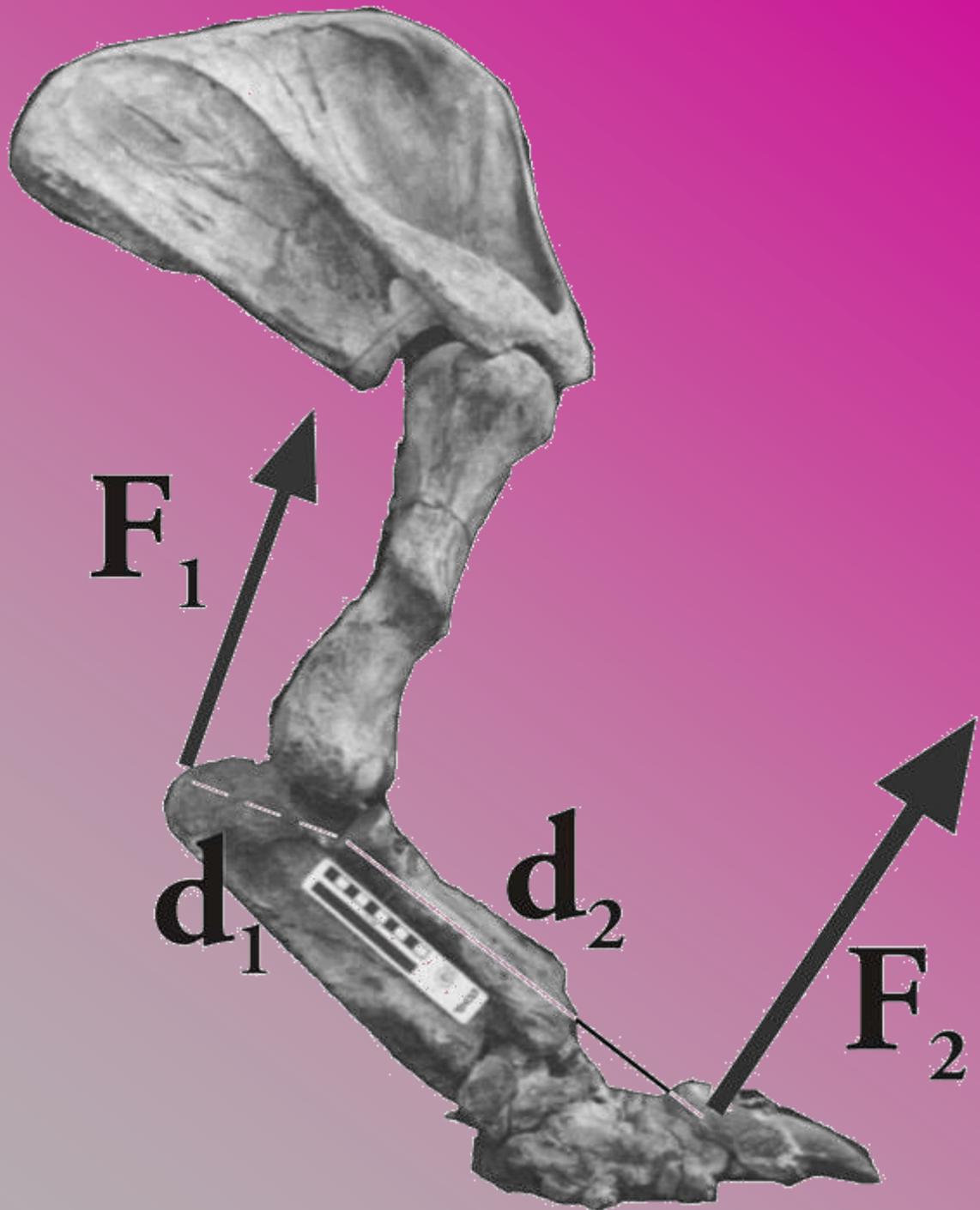
$$E = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1/2 \\ 0 & 0 & 3/2 \\ 1 & 0 & 1/2 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Phi_2(E) = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1/2 \\ 1 & 0 & 1/2 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix} \cdot (-1)^2 = -1 \begin{vmatrix} 0 & 1/2 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = 1/2,$$

$$\Phi_1(E) = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 3/2 \\ 1 & 0 & 1/2 \\ 0 & 1 & 1 \end{vmatrix}.$$

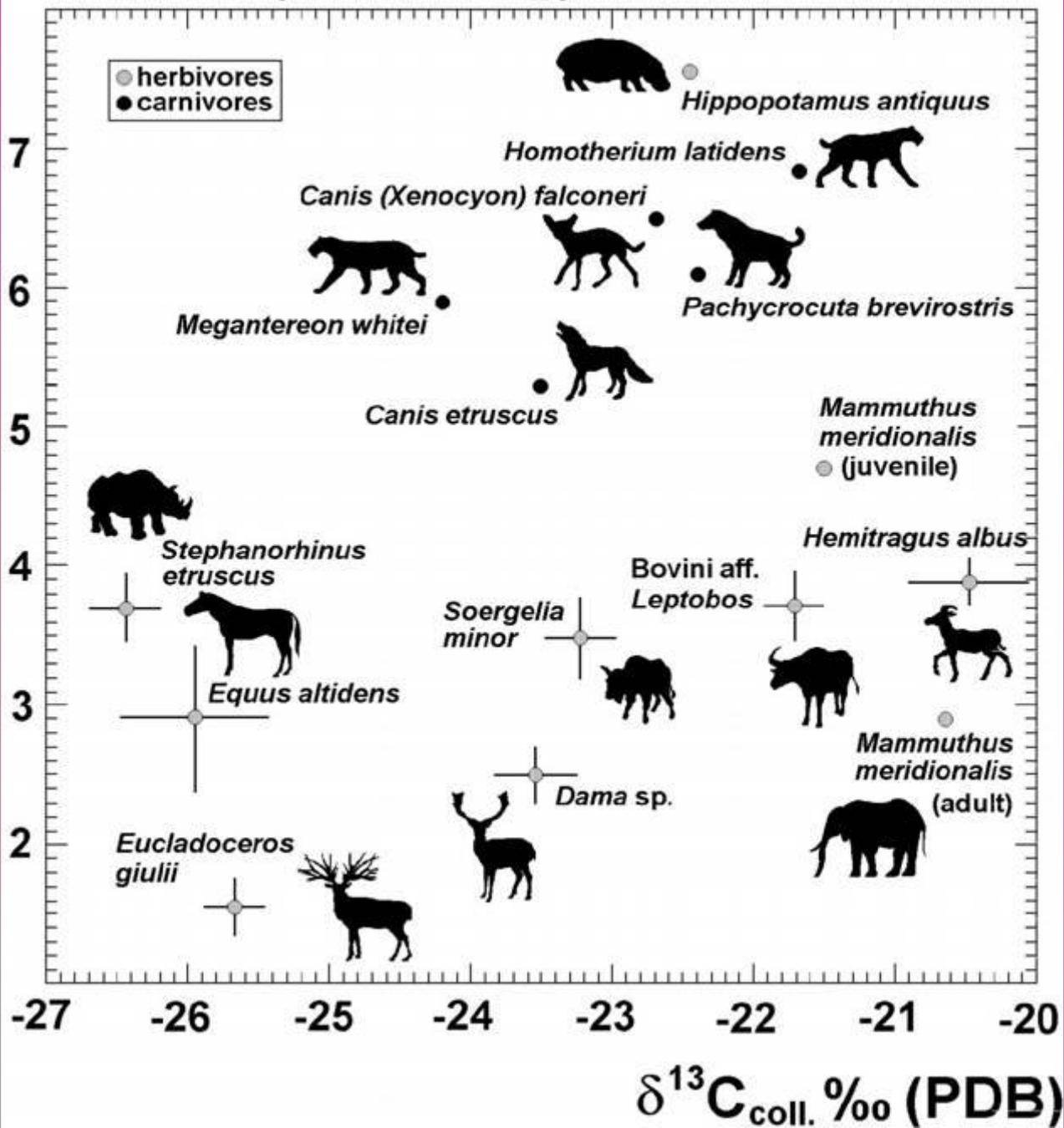
$$(-1)^1 = -1 \begin{vmatrix} 0 & 3/2 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = -3/2,$$

Física



Química

$\delta^{15}\text{N}_{\text{coll.}} \text{‰ (atmos. N}_2\text{)}$



Nycteropus volando

Arte



John Conway



Arte

Mauro Muyano

Los
planetoides
formaron el
planeta.



¿Cómo se divide el tiempo?

Eones

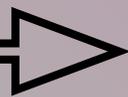
Eras

Períodos

Épocas

	Eonotema Eón	Eratema Era	Sistema Período	Edad Ma	
Precámbrico	Proterozoico	Neo-proterozoico	Ediacárico	542	
			Criogénico	~635	
			Tónico	850	
		Meso-proterozoico	Esténico	1000	
			Ectásico	1200	
			Calímico	1400	
		Paleo-proterozoico	Estatérico	1600	
			Orosírico	1800	
	Riásico		2050		
	Sidérico		2300		
	Arcaico	Neoarcaico	2500		
		Mesoarcaico	2800		
		Paleoarcaico	3200		
		Eoarcaico	3600		
		Hádico (informal)			4000
					~4600

13%



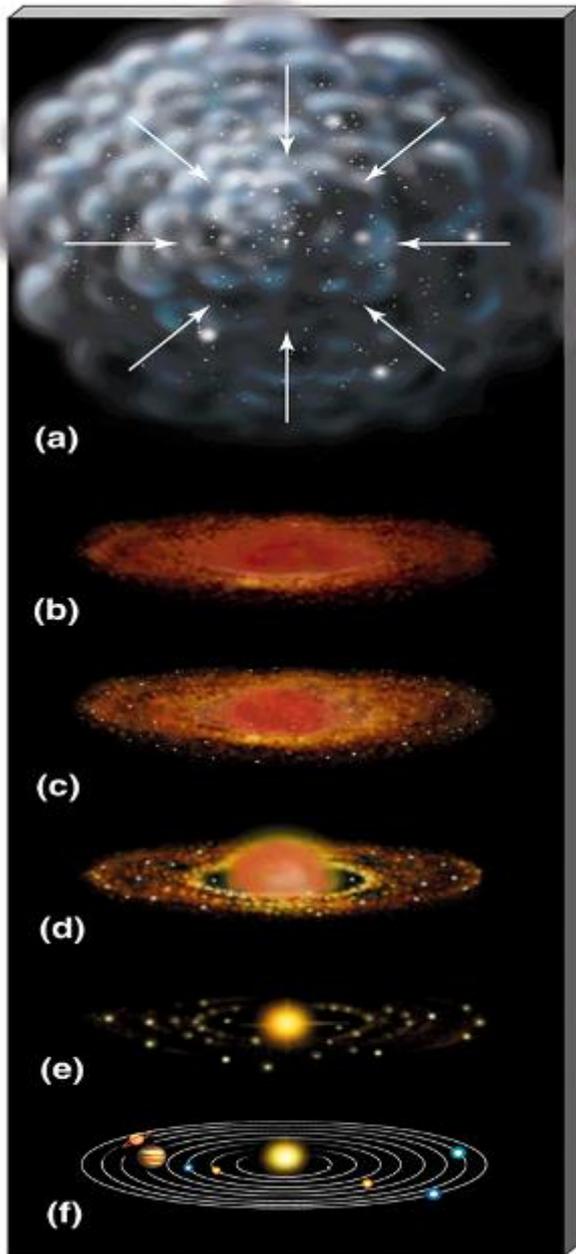
TECTÓNICA DE IMPACTO

Intenso bombardeo meteorítico

Vaporización oceánica

Fusión de la corteza

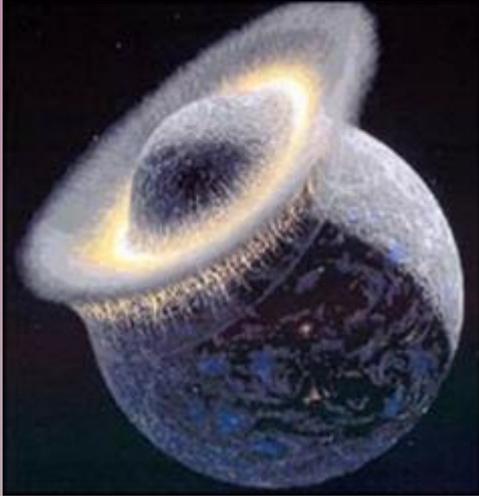
Modelo sobre nuestro Sistema Solar



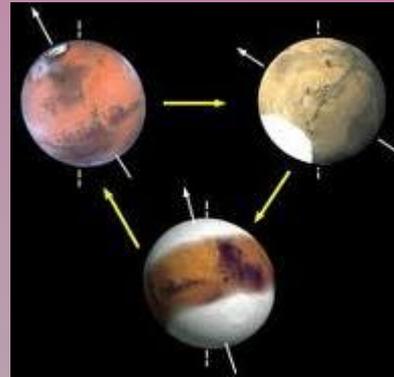
OBSERVACIONES: HST en Orión

LA HIPÓTESIS DEL *SUCESO ÚNICO*

Clima en la tierra gracias a la luna



En otros lados se complicó



Bombardeo Tardío:

Late Heavy Bombardment y cataclismo lunar



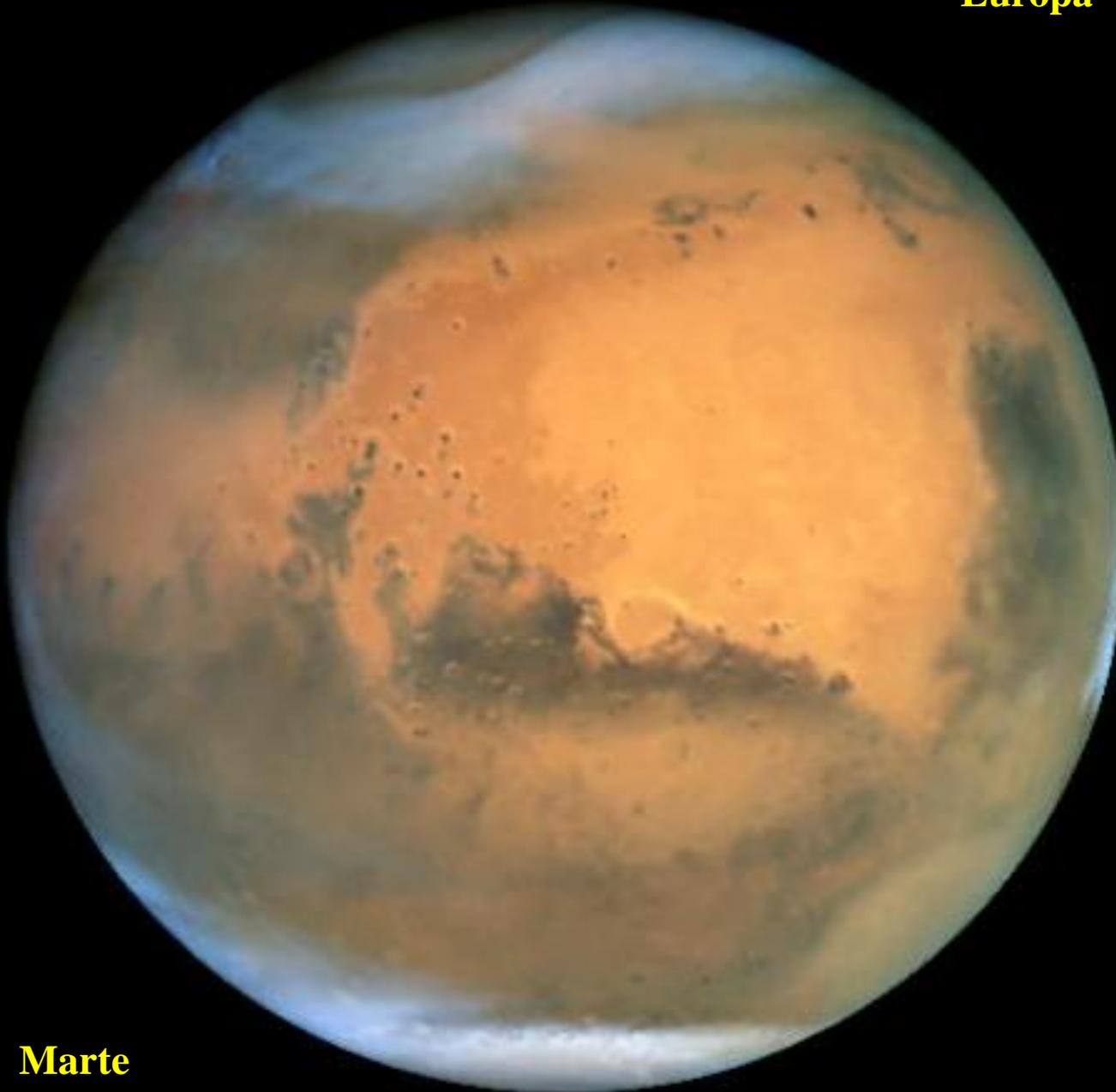
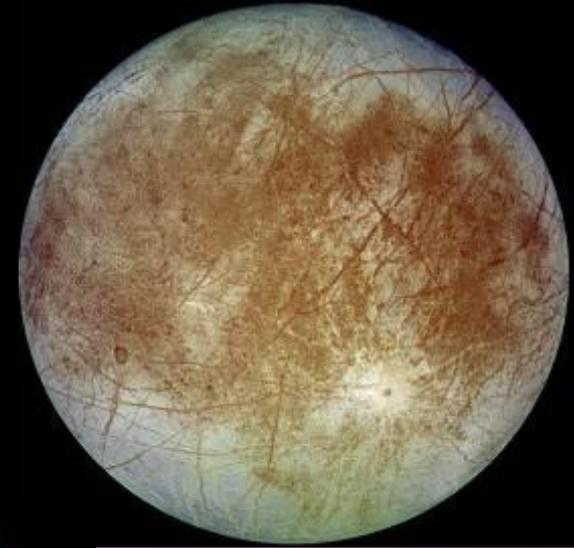
Muestras de rocas de impacto de las misiones *Apollo*:
de 4,1 a 3,8 Ga.

	Eonotema Eón	Eratema Era	Sistema Período	Edad Ma	
Precámbrico	Proterozoico	Neo-proterozoico	Ediacárico	542	
			Criogénico	~635	
			Tónico	850	
		Meso-proterozoico	Esténico	1000	
			Ectásico	1200	
			Calímico	1400	
		Paleo-proterozoico	Estatérico	1600	
			Orosírico	1800	
			Riásico	2050	
			Sidérico	2300	
		Arcaico	Neoarcaico	2500	
			Mesoarcaico	2800	
	Paleoarcaico		3200		
	Eoarcaico		3600		
	<i>Hádico (informal)</i>		4000		
					~4600

13%

Establecimiento de las condiciones para la vida

Europa



Marte

**Búsqueda
de vida
extra-
terrestre**



**Búsqueda
de vida
extra-
terrestre**

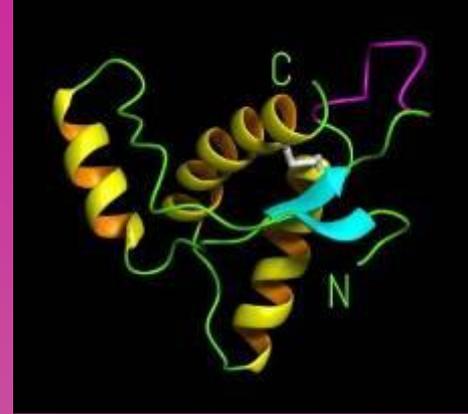
Origen de la vida

Darwin (1837) “the intimate relation of Life with laws of chemical combination, & the universality of latter render spontaneous generation not improbable”.

¿Tiene sentido la expresión
“*evolución prebiótica*”?

¿Es probable la
aparición de la vida?

Stuart Alan Kauffman



Vida implica metabolismo
(Ciclos autocatalíticos,
ACCs)

La probabilidad de obtener
ACCs $> \frac{1}{2}$

Por el teorema de Borel-
Cantelli, la vida podría ser
la regla y no la excepción

$$P \left(\lim_{n \rightarrow \infty} \bar{X}_n = \mu \right) = 1,$$

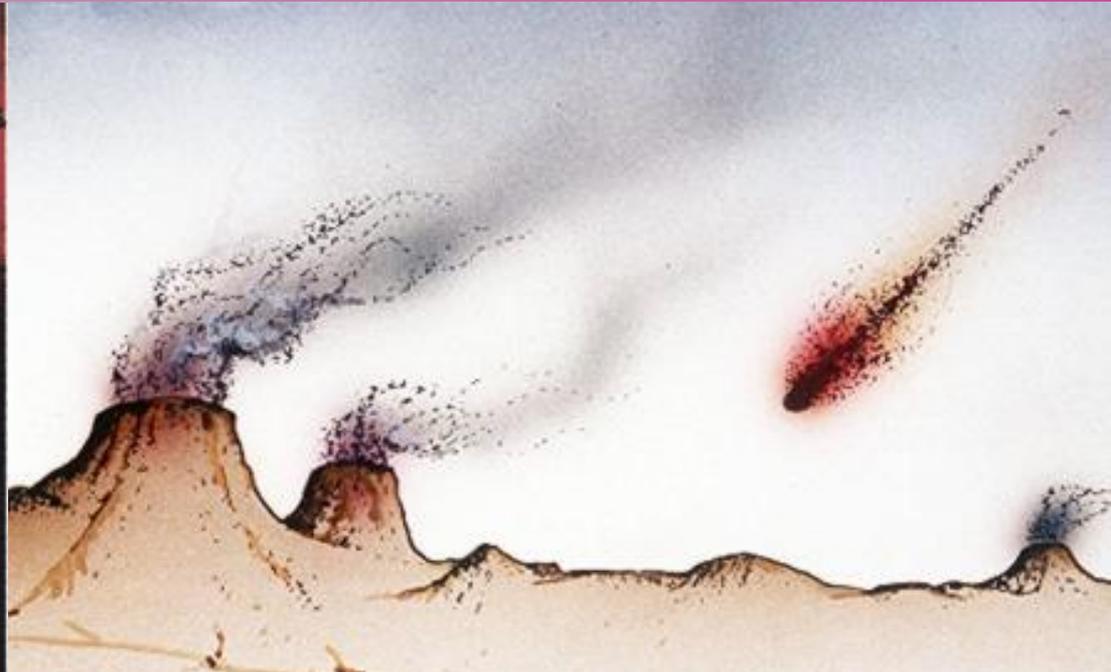
A large, cratered moon is shown in the upper half of the image, set against a dark, starry background. The moon's surface is covered in numerous craters of various sizes. The lower half of the image shows the moon's reflection on a body of water, with ripples creating a distorted, shimmering effect. The text "¿Qué se necesita para que haya vida?" is overlaid on the moon's surface.

¿Qué se necesita para que haya vida?

ATMÓSFERA

La atmósfera primaria fue barrida por el viento solar.

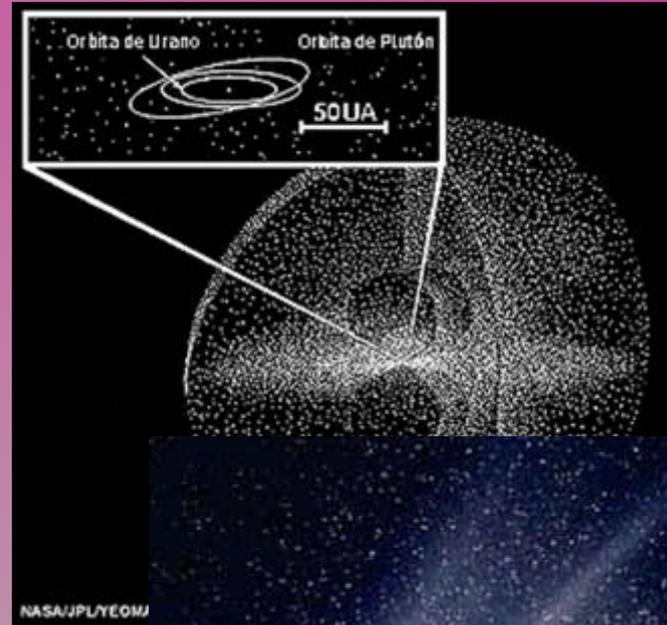
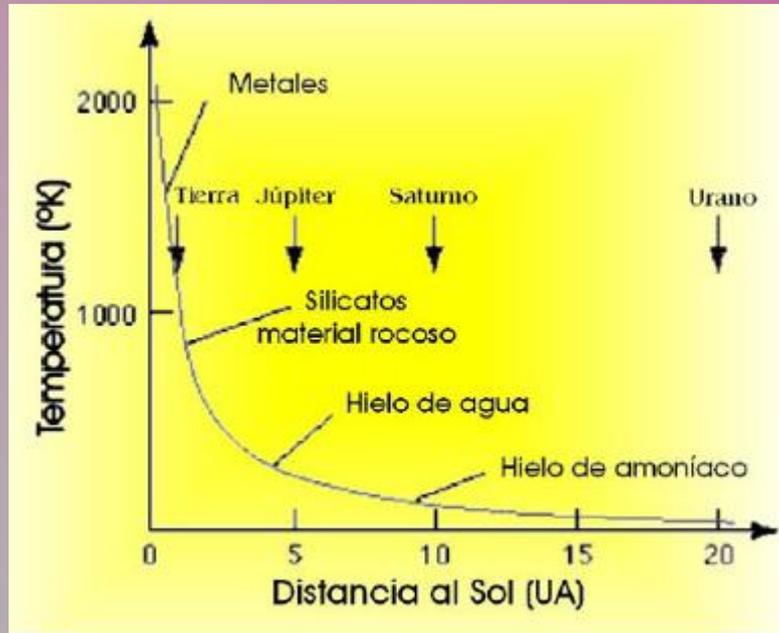
Los gases de los volcanes y el Bombardeo Tardío formaron la atmósfera secundaria.



AGUA



EL ORIGEN DEL AGUA EN LA TIERRA



AGUA

¿De dónde proviene el agua?

Agua en
océanos:
 $1,24 \times 10^{24}$ g

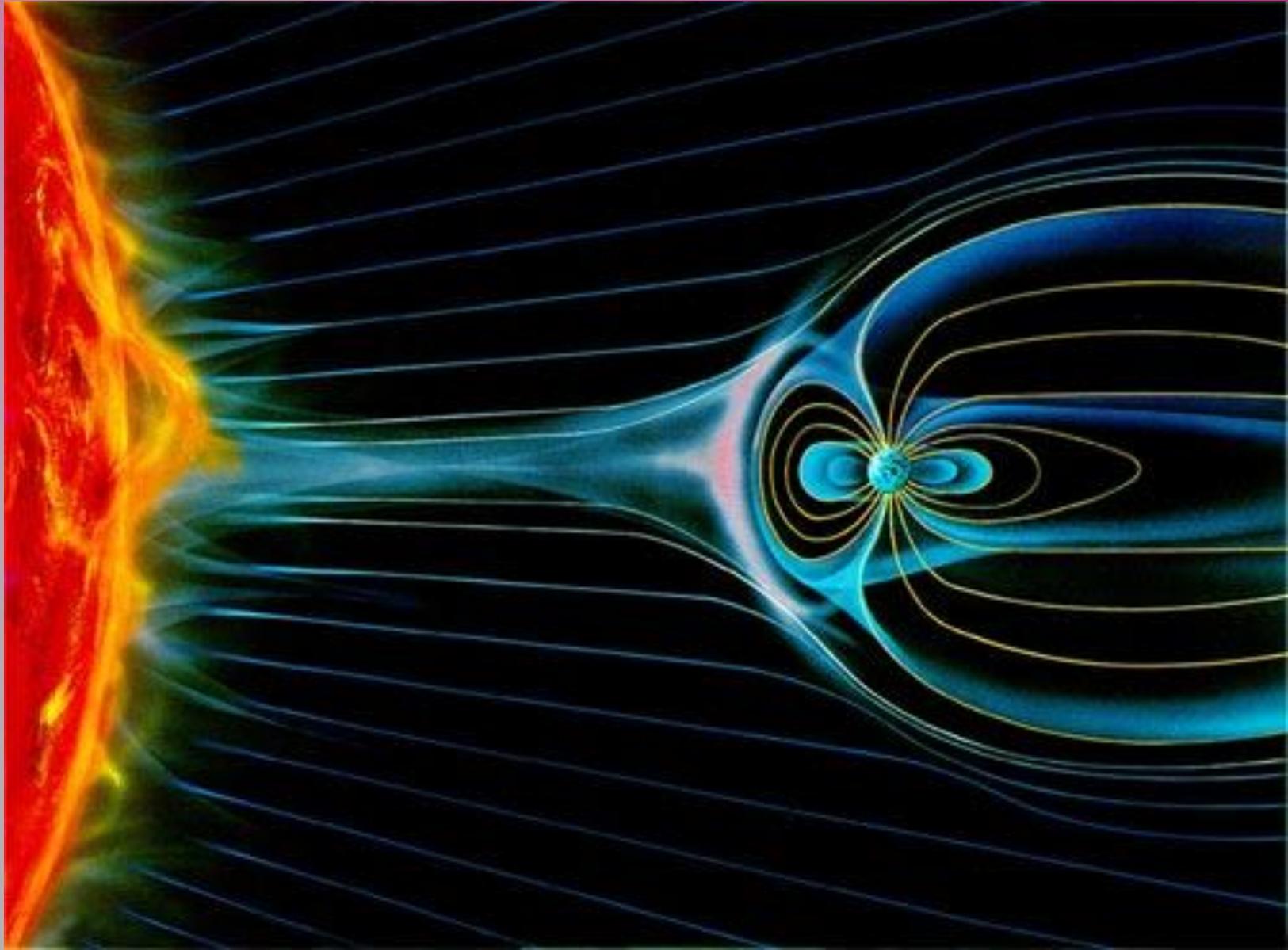
Table III. Cometary matter trapped by solar system bodies.

	Cometary matter (g)	Time-span	Reference
Venus	4.0×10^{20}	2×10^9 years	Lewis, 1974
Moon	2.0×10^{20}	Late-accretion	Wetherill, 1975
Earth	$2.0 \times 10^{14-18}$	2×10^9 years	Orò, 1961
	$1.0 \times 10^{25-26}$	Late-accretion	Whipple, 1976
	3.5×10^{21}	Late-accretion	Sill and Wilkening, 1978
	7.0×10^{23}	4.5×10^9 years	Chang, 1979
	2.0×10^{22}	4.5×10^9 years	Pollack and Yung, 1980
	1.0×10^{23}	2.0×10^9 years	Orò <i>et al.</i> , 1980
	$1.0 \times 10^{24-25}$	1.0×10^9 years	Delsemme, 1984, 1991
$6.0 \times 10^{24-25}$	1.0×10^9 years	Ip and Fernandez, 1988	
$1.0 \times 10^{23-26}$	4.5×10^9 years	Chyba <i>et al.</i> , 1990	

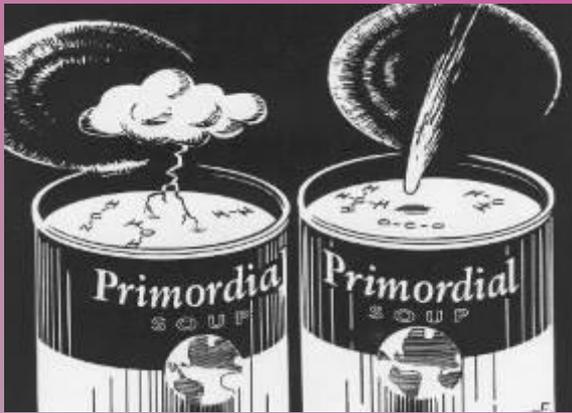
Los océanos se formaron con agua que llegó después de 100 a 150 millones de años desde la formación del Sistema Solar.

La relación D/H en tres cometas (*Halley*, *Hyakutake*, *Hale Bopp*) es casi 2 veces la del agua terrestre, aunque la muestra es pequeña

CAMPO MAGNÉTICO



MOLÉCULAS



Ingredientes en los experimentos de Miller



Gas hidrógeno



Gas nitrógeno



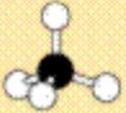
Anhídrido carbónico



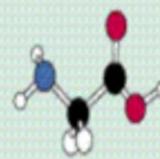
Agua



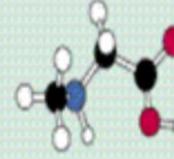
Amoníaco



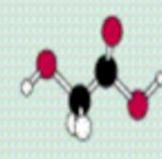
Metano



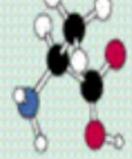
Glicina



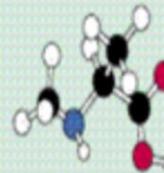
Sarcosina



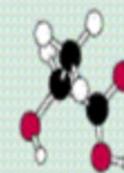
Ácido glicólico



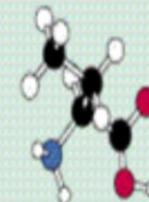
Alanina



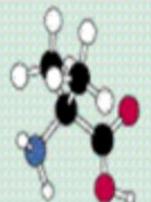
N-metilalanina



Ácido láctico



Ácido α -aminobutírico



Ácido α -isoaminobutírico

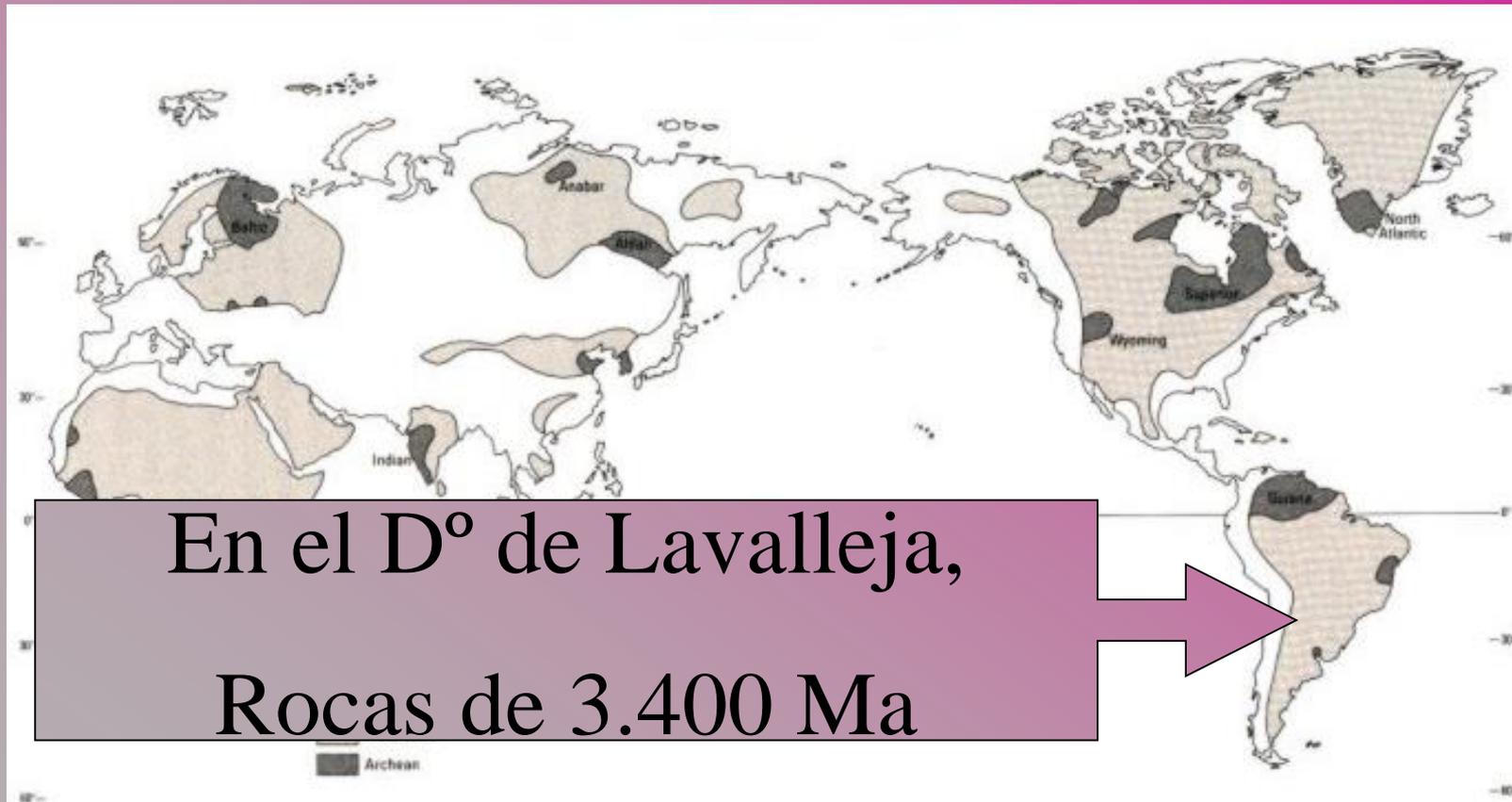
	Eonotema Eón	Eratema Era	Sistema Período	Edad Ma
Precámbrico	Proterozoico	Neo-proterozoico	Ediacárico	542
			Criogénico	~635
			Tónico	850
		Meso-proterozoico	Esténico	1000
			Ectásico	1200
			Calímico	1400
		Paleo-proterozoico	Estatérico	1600
			Orosírico	1800
			Riásico	2050
			Sidérico	2300
		Arcaico	Neoarcaico	2500
			Mesoarcaico	2800
	Paleoarcaico		3600	
	Eoarcaico		4000	
		Hádico (informal)		~4600

33%



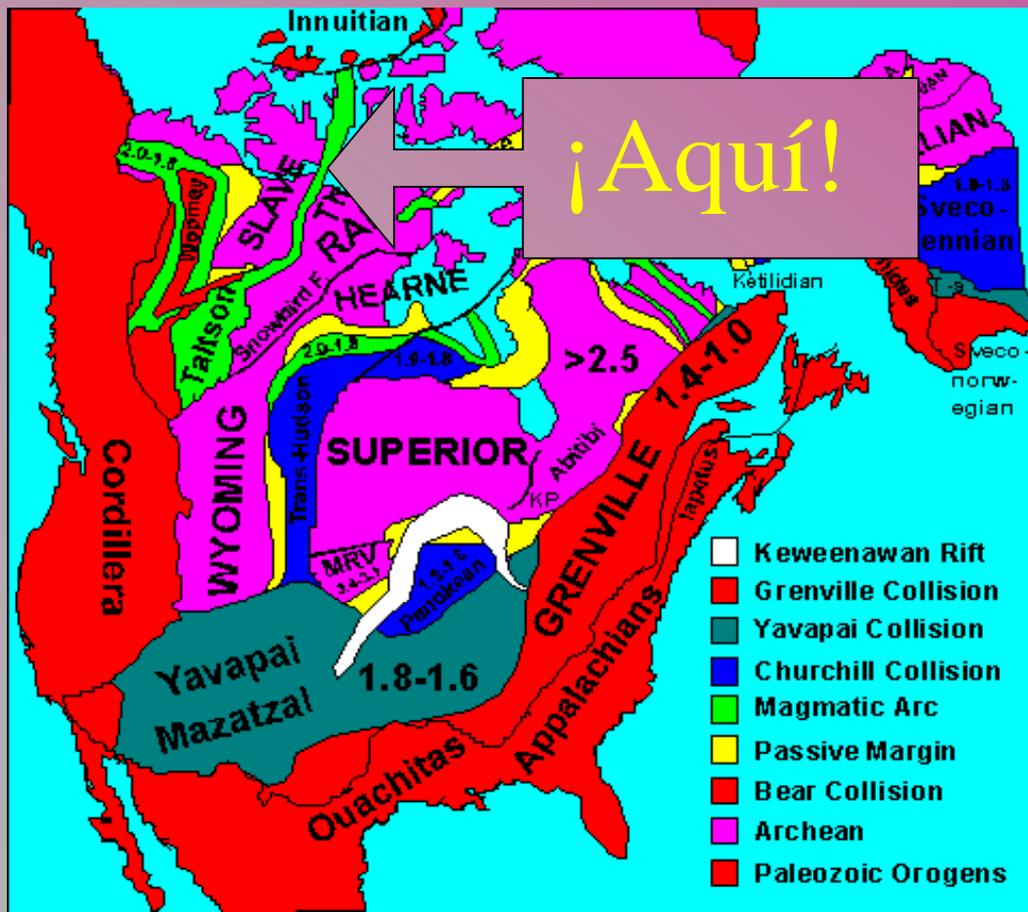
Fósiles y rocas más antiguos

Rocas más antiguas (en Uruguay)



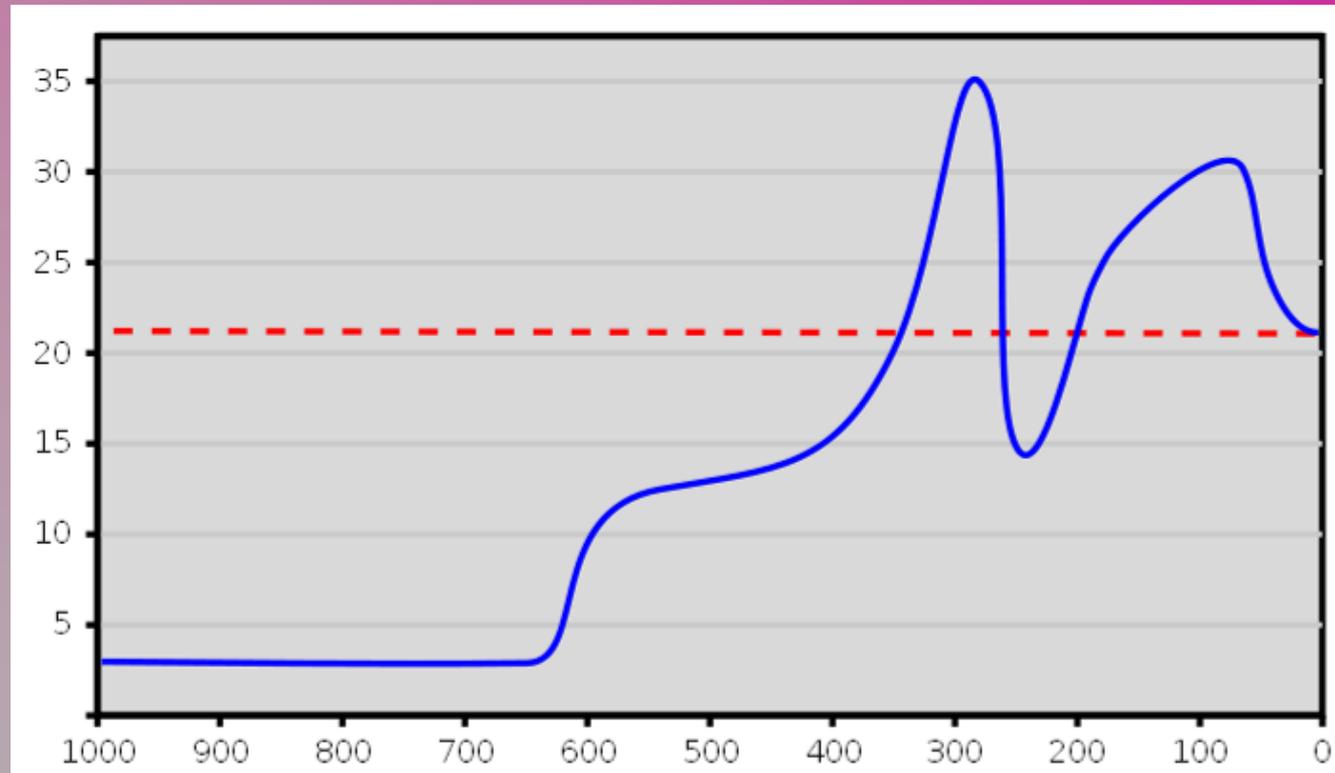
Las rocas más antiguas (en el mundo)

Un gneiss de
Acasta (provincia
Slave) tiene unos
4.000 millones de
años
(4.031 ± 3 Ma)



Evolución de la atmósfera

Concentración de O₂



Millones de años atrás
La cuestión del oxígeno

Hierro bandeado vs. Rocas rojas



BIFs

(formaciones de hierro bandeado)



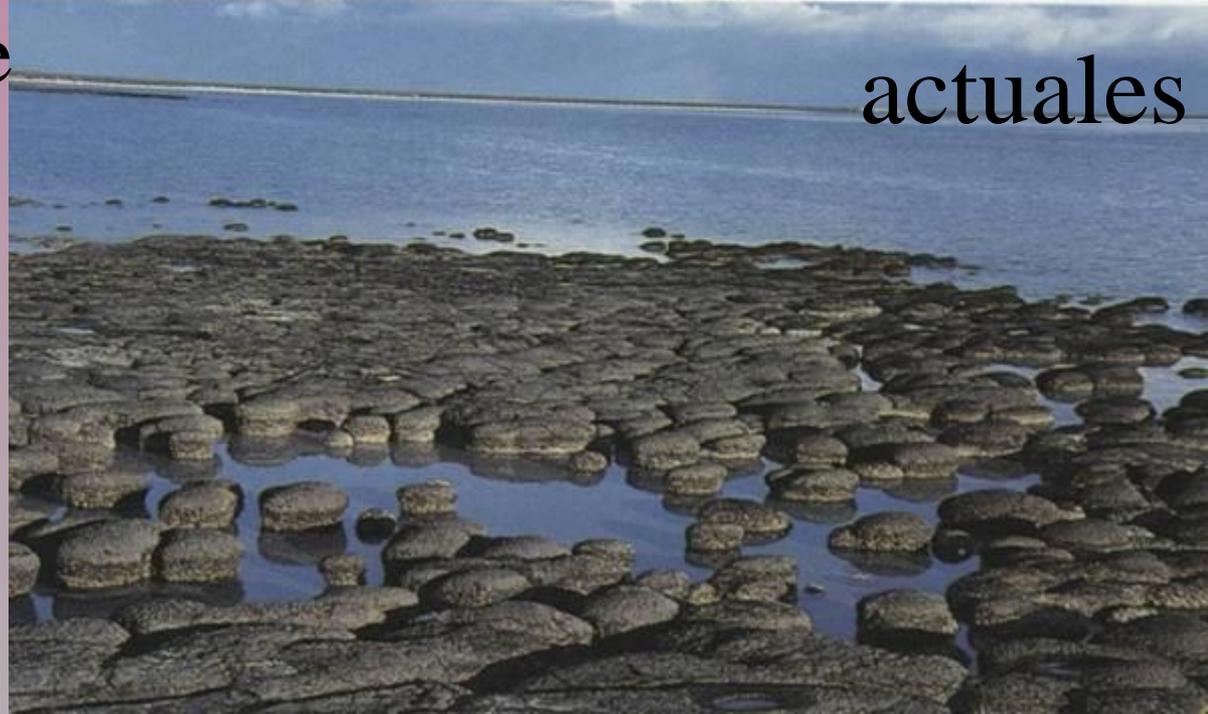
Hasta hace 1.850 Ma eran comunes

Estromatolitos:

Primer registro hace
3.600 Ma



fósiles



actuales

	Eonotema Eón	Eratema Era	Sistema Período	Edad Ma
Precámbrico	Proterozoico	Neo-proterozoico	Ediacárico	542
			Criogénico	~635
			Tónico	850
		Meso-proterozoico	Esténico	1000
			Ectásico	1200
			Calímico	1400
		Paleo-proterozoico	Estatérico	1600
			Orosírico	1800
			Riásico	2050
			Sidérico	2300
		Arcaico	Neoarcaico	2500
			Mesoarcaico	2800
			Paleoarcaico	3200
			Eoarcaico	3600
	Hádico (informal)	4000		
		~4600		

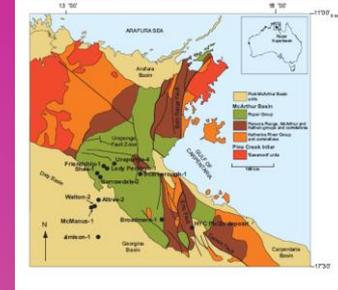


Formación Cerro Villalba (2.700 Ma)
Estromatolitos más antiguos de América del Sur.

Blanco G, Gaucher C. 2005. Estratigrafía, paleontología y edad de la Formación las Ventanas, Neoproterozoico, Uruguay). *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 12: 109-124.

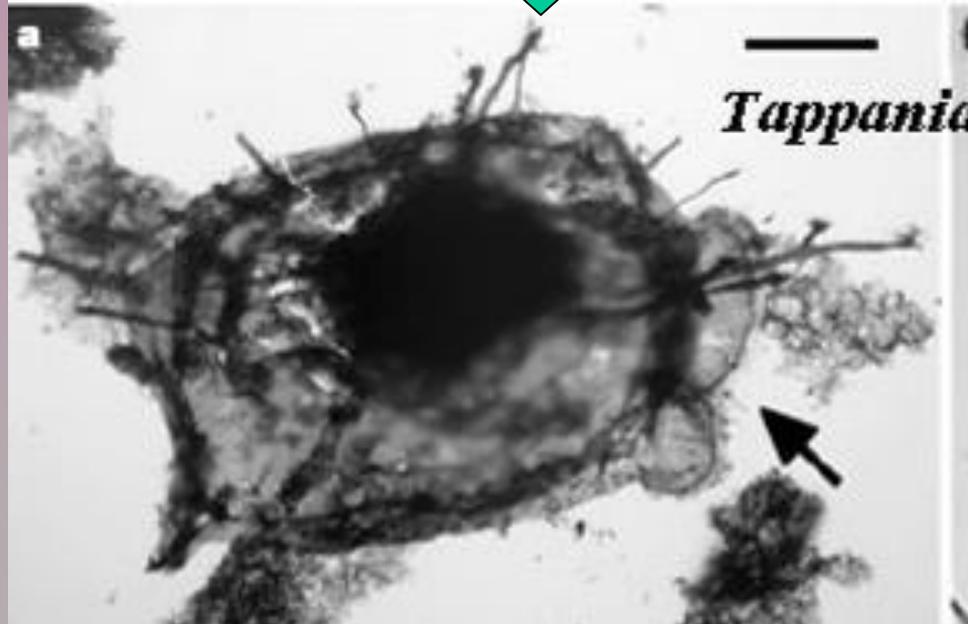
¿Hongos?

Procesos filamentosos, septados y bifurcados, capaces de fusión secundaria, una sinapomorfía de los hongos.



Roper Group,
Australia

1,5-1,3 Ga



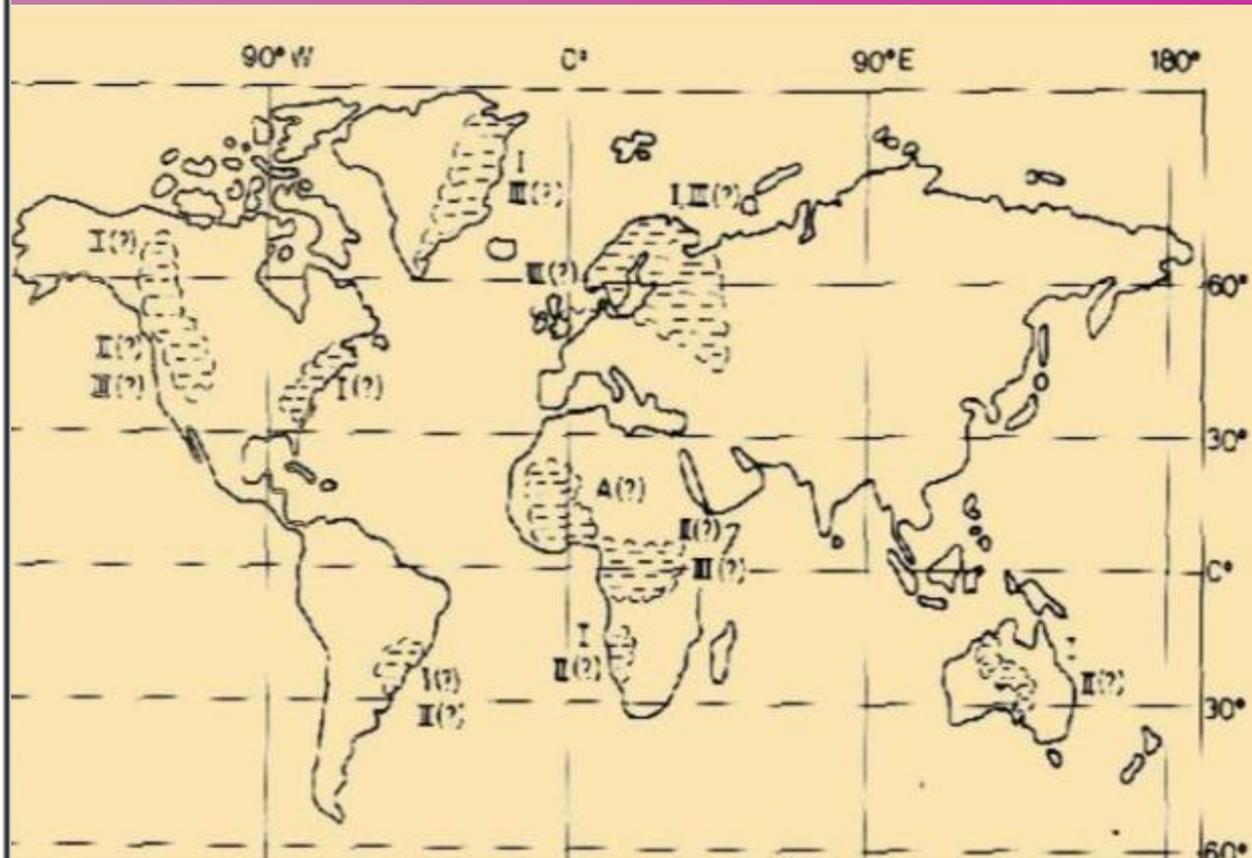
Butterfield NJ.
2005. Probable
Proterozoic
fungi.
Paleobiology
31: 165-182.

Pautas paleoclimáticas

en el Proterozoico

Del Infierno original a la bola de nieve

Eonotema Eón	Erátamo Era	Sistema Período	Edad Ma
Proterozoico	Neo-proterozoico	Ediacárico	542
		Criogénico	~635
	Meso-proterozoico	Tónico	850
		Esténico	1000
		Ectásico	1200
		Calímico	1400
	Paleo-proterozoico	Estatérico	1600
		Orosírico	1800
		Riásico	2050
		Sidérico	2300
Arcaico	Neoarcaico		2500
	Mesoarcaico		2800
	Paleoarcaico		3200
	Eoarcaico		3600
	<i>Hádico (informal)</i>		
			~4600

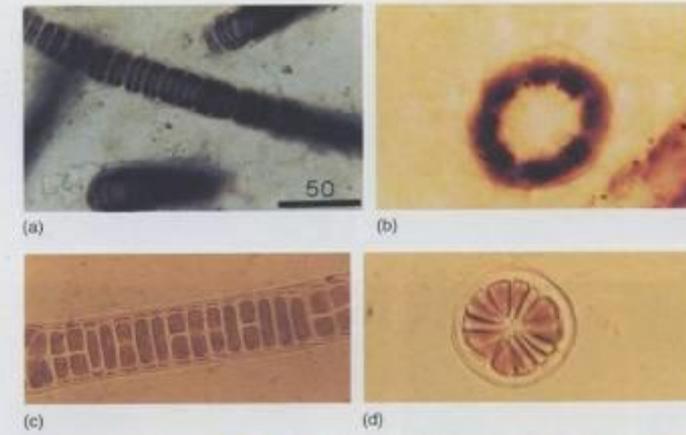


La tectónica salvó a la vida

	Eonotema Eón	Eratema Era	Sistema Período	Edad Ma	
Precámbrico	Proterozoico	Neo-proterozoico	Ediacárico	542	
			Criogénico	~635	
			Tónico	850	
			Esténico	1000	
		Meso-proterozoico	Ectásico	1200	
			Calímico	1400	
		Paleo-proterozoico	Estatérico	1600	
			Orosírico	1800	
			Riásico	2050	
			Sidérico	2300	
	Arcaico	Neoarcaico	2500		
		Mesoarcaico	2800		
		Paleoarcaico	3200		
		Eoarcaico	3600		
		Hádico (informal)	4000		
					~4600

Bangiomorpha

Ártico
canadiense,
1,2 Ga



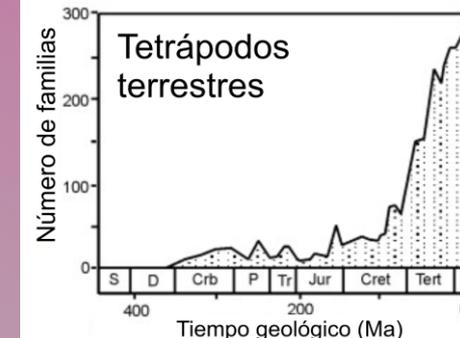
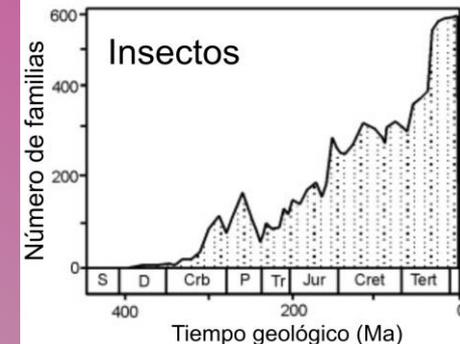
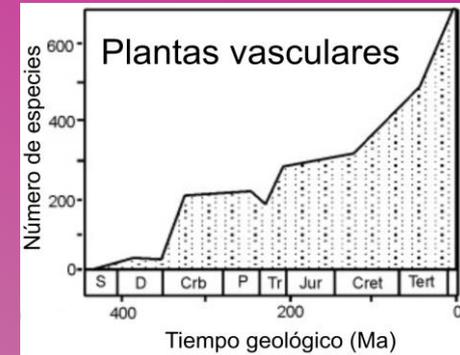
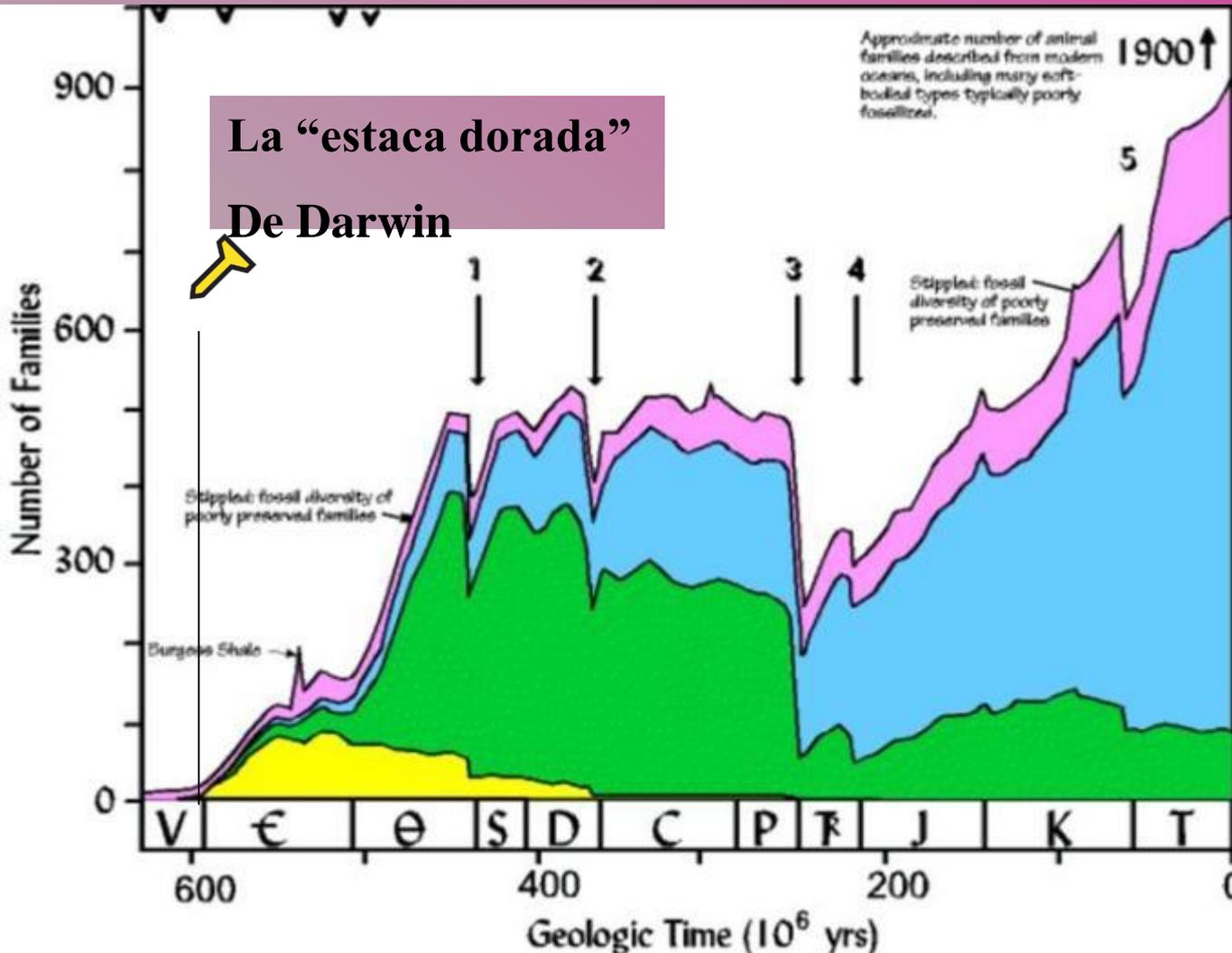
Bangia

Reproducción Sexuada



Butterfield NJ. 2000. *Bangiomorpha pubescens* n. gen., n. sp.: implications for the evolution of sex, multicellularity, and the Mesoproterozoic/Neoproterozoic radiation of eukaryotes. *Paleobiology* **26**: 386–404.

La explosión cámbrica y la elegante sigmoide



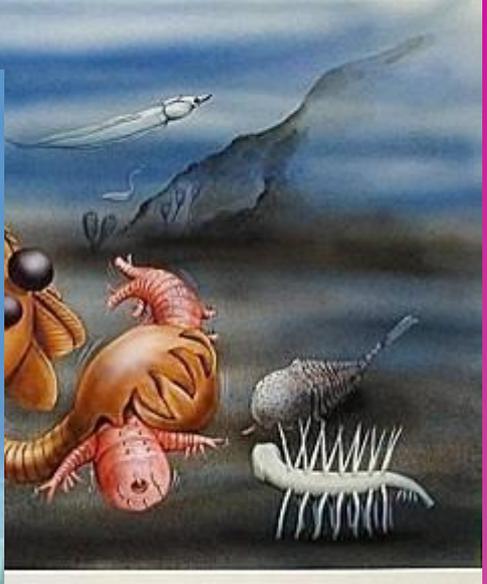
Lecciones del tiempo profundo



Otras vidas

Simbiosis

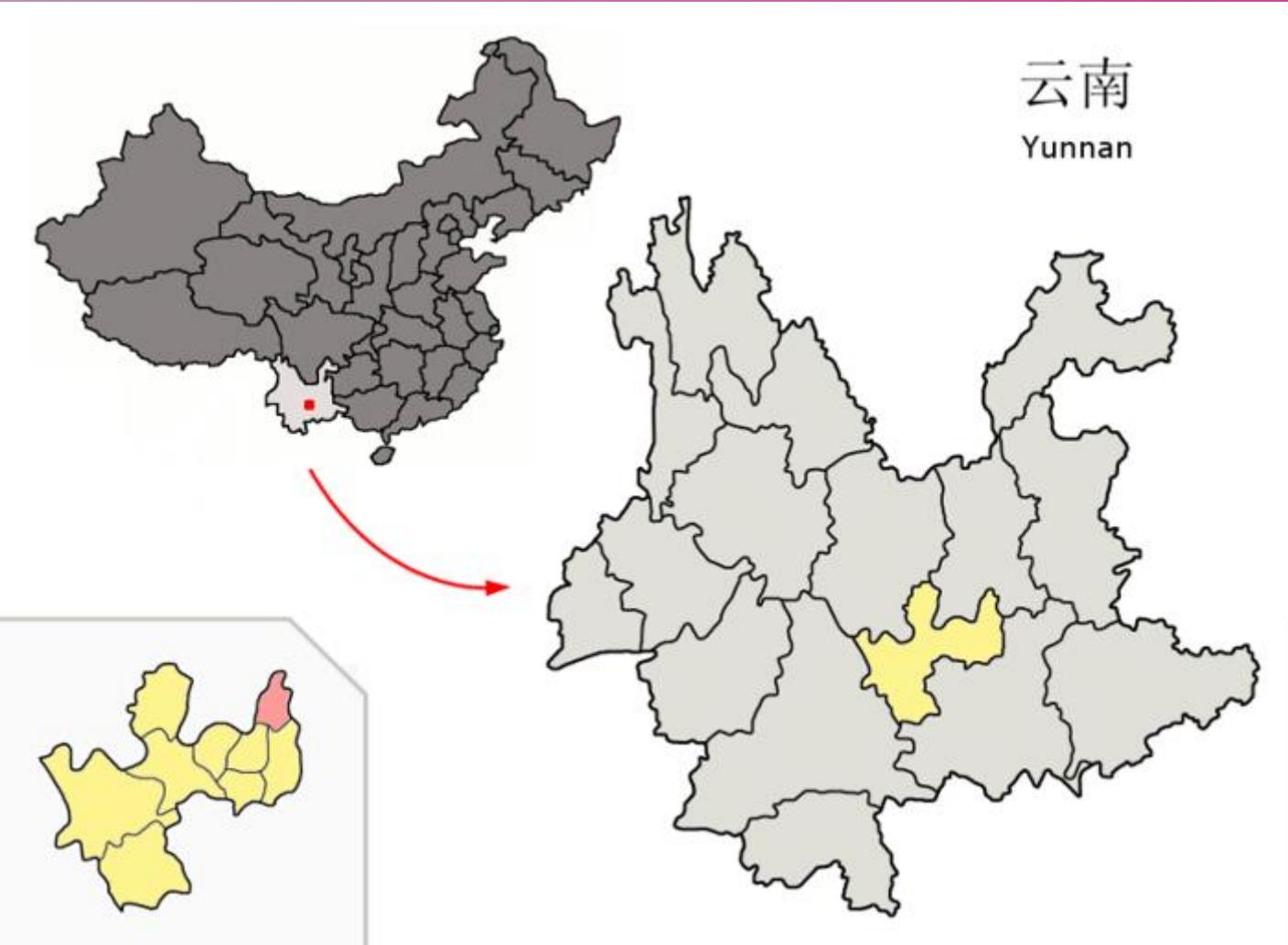
Extinción



Novedad ecológica: Fauna con depredadores (*Anomalocaris*).



Chengjiang: otra ventana



云南

Yunnan

Provincia de
Yunnan

(雲南)

Municipio de
Chengjiang

(澄江县)

colina de
Maotianshan

(帽天山).

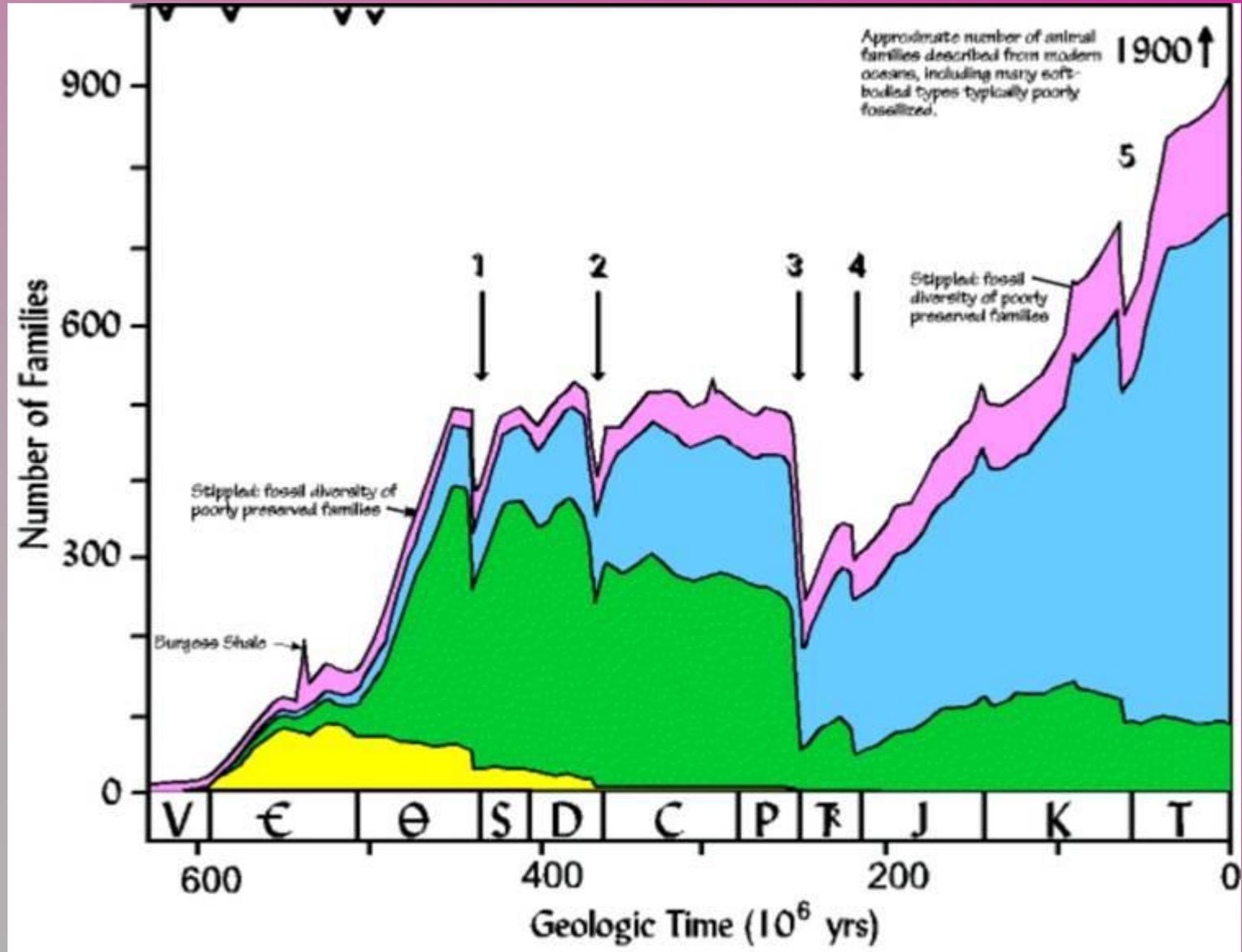
Antigüedad: entre 525 y 520 Ma.

云南省澄江县帽天山

5亿多年前，这里曾经是一片浅海区域，正是在这座山上发现的大量古生物化石，给生命的起源和演化带来了更多的惊奇和疑问。



Las faunas evolutivas marinas



Fauna cámbrica



Trilobita



Inarticulata



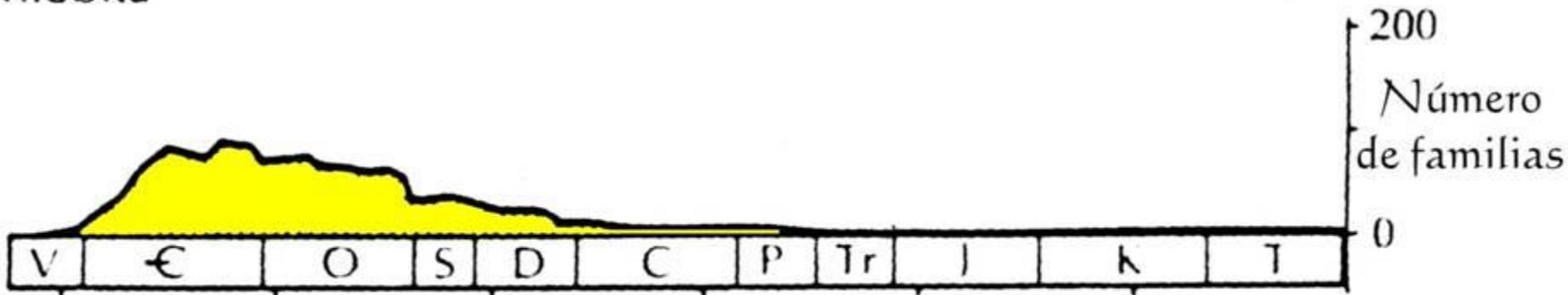
Hyolitha



Monoplacophora



Eocrinoidea



Fauna paleozoica



Articulata



Anthozoa



Cephalopoda



Stenolaemata



Stelleroida



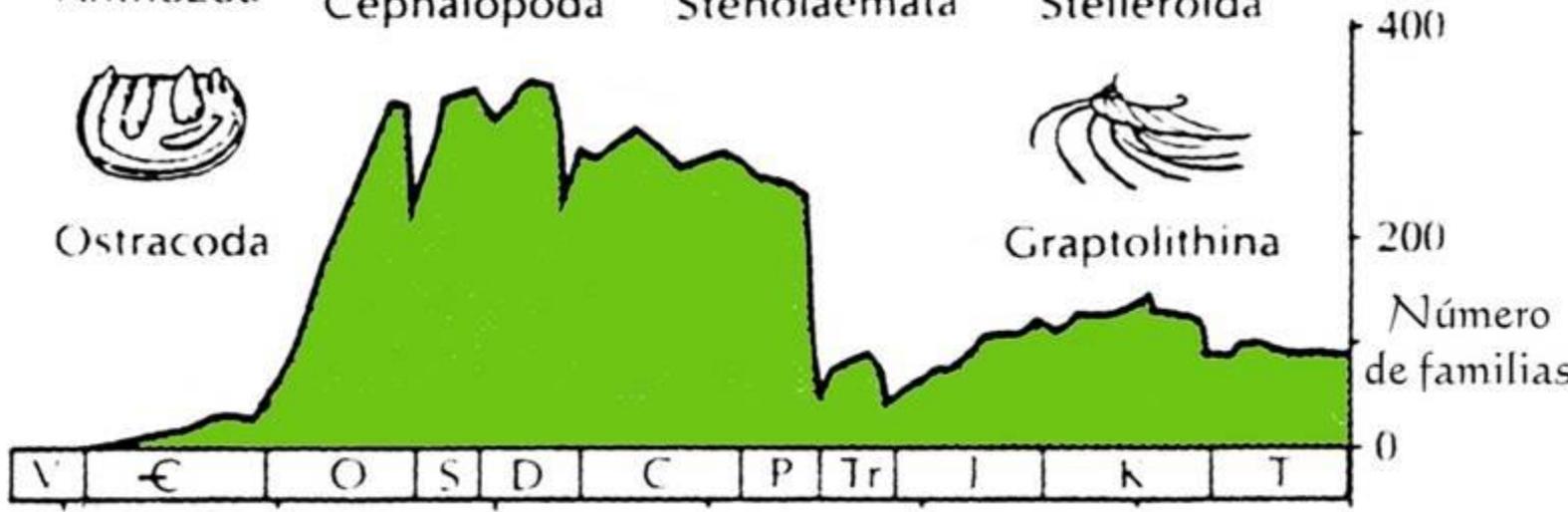
Crinoidea



Ostracoda



Graptolithina



Fauna moderna



Bivalvia



Malacostraca



Osteichthyes



Reptilia



Chondrichthyes



Mammalia



Gastropoda



Demospongia



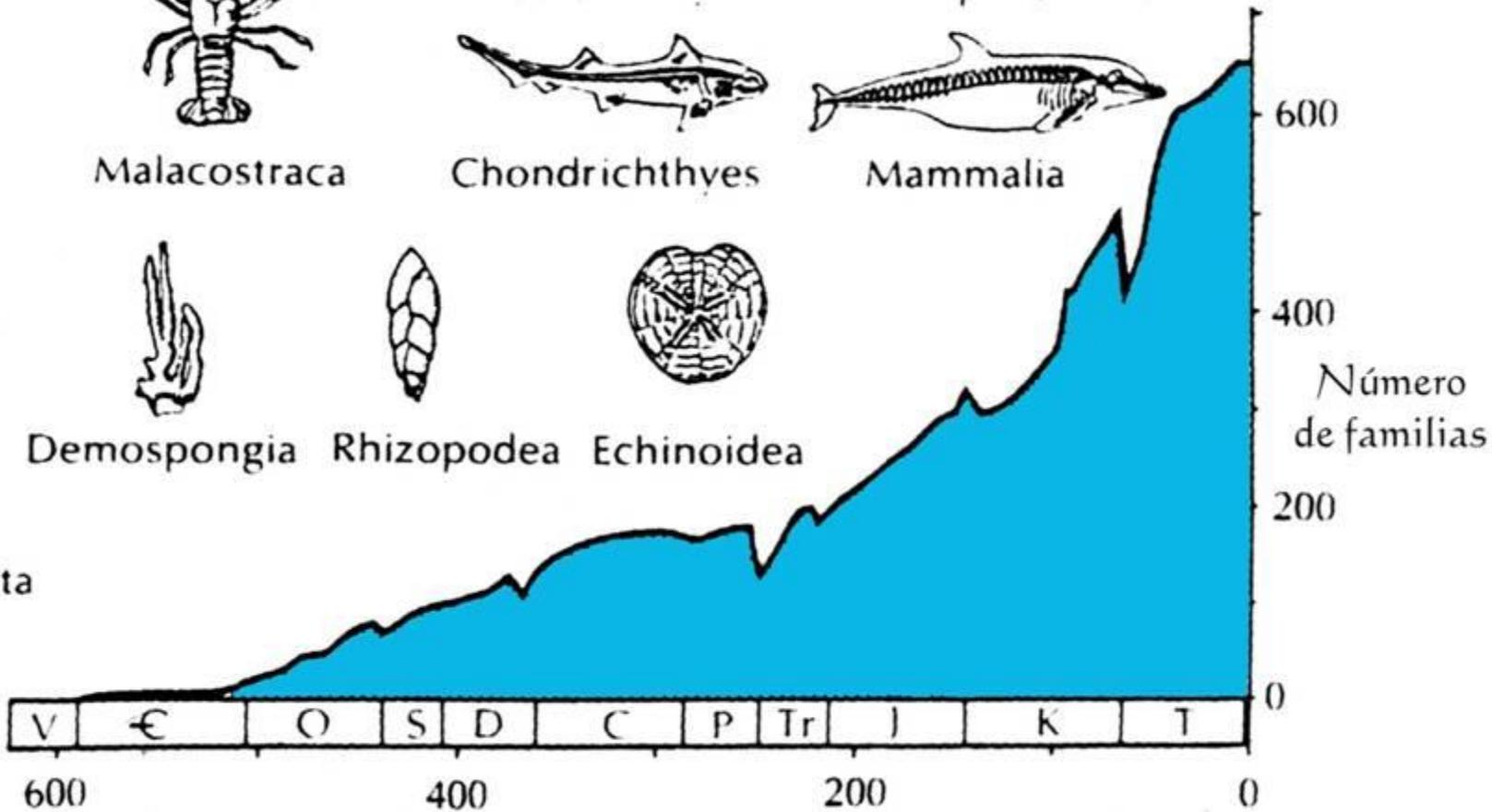
Rhizopodea

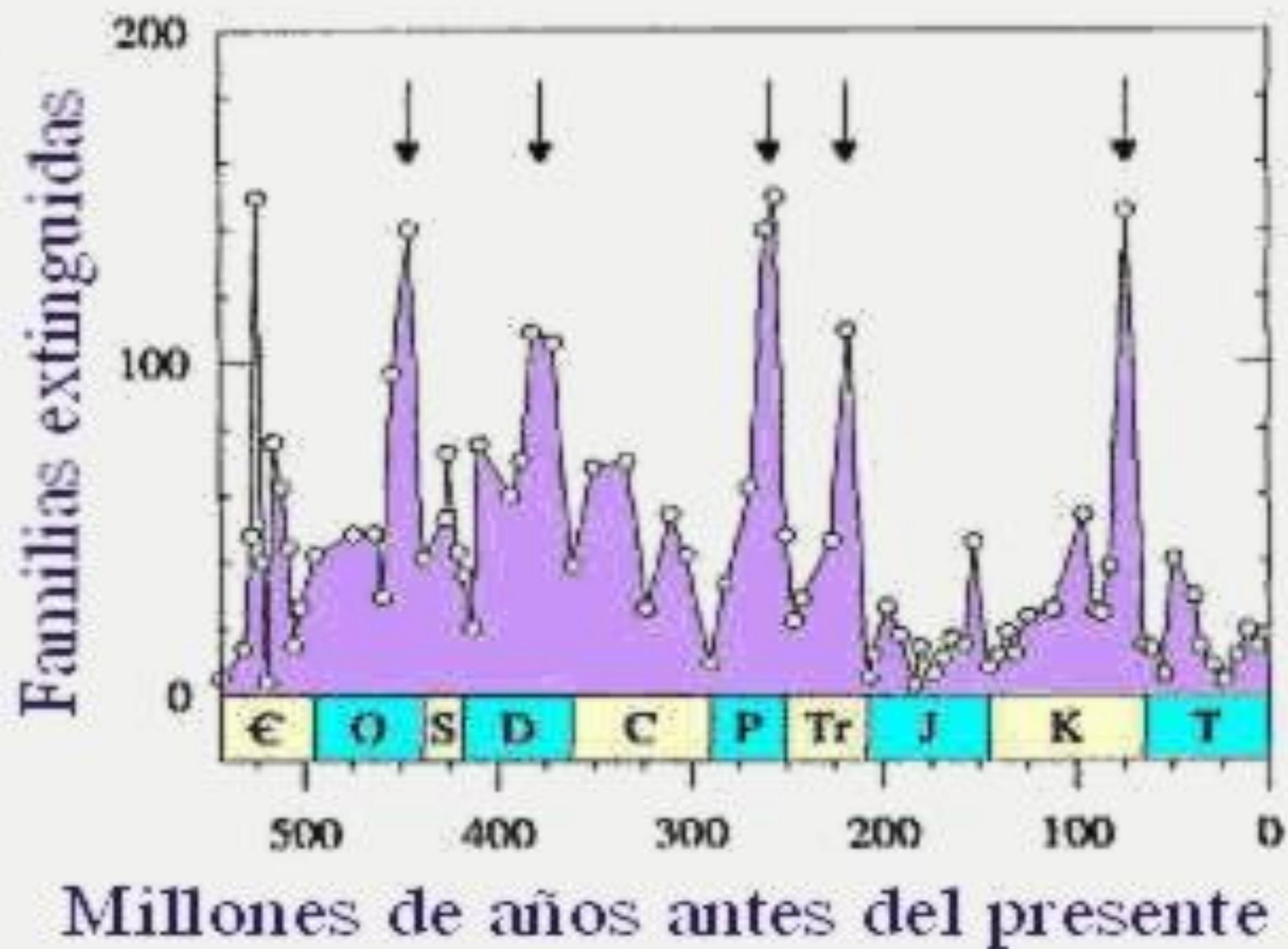


Echinoidea



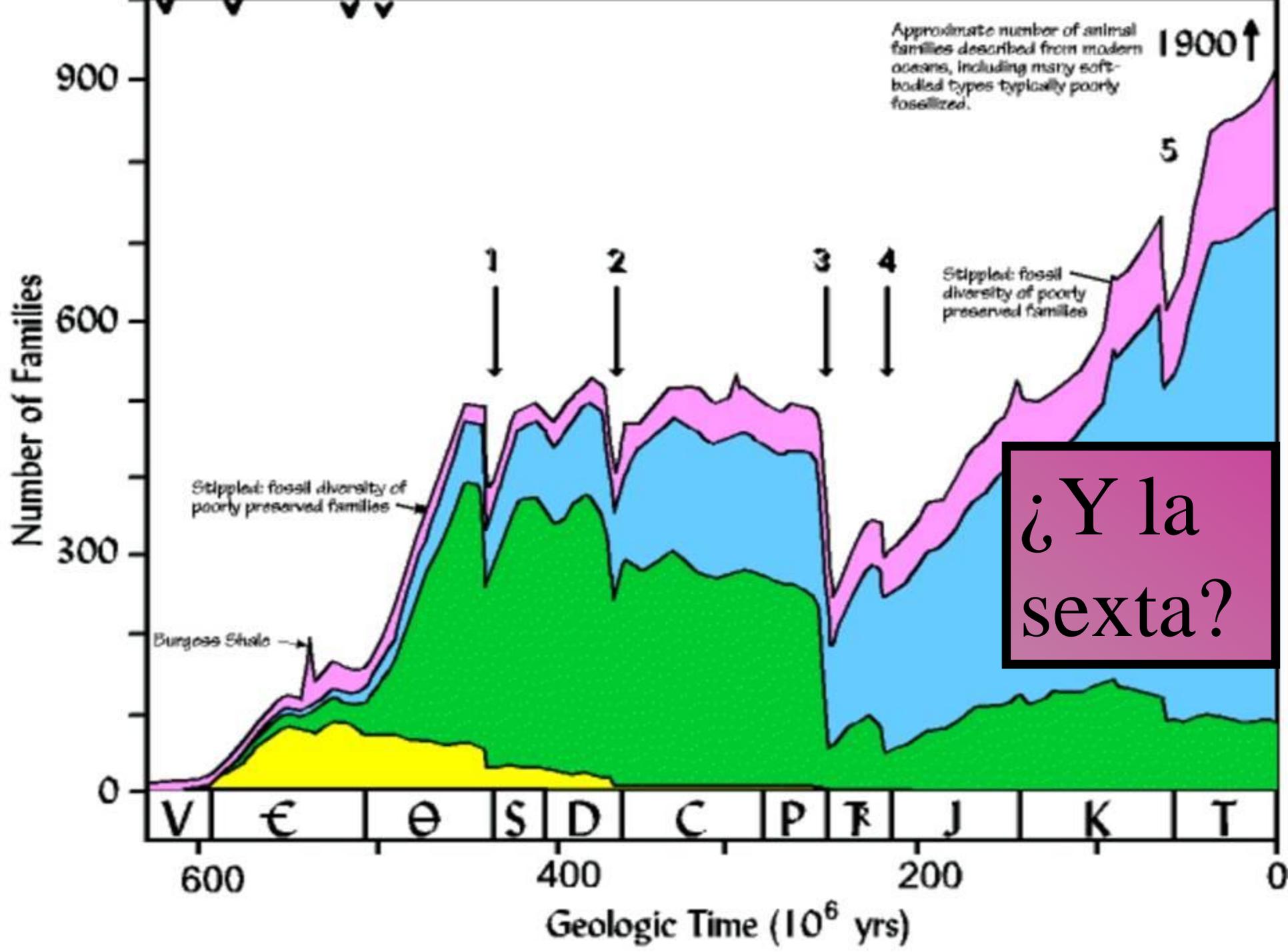
Gymnolaemata





Evento de extinción	Edad (10 ⁶ años)	Familias	Géneros	Especies
Eoceno tardío	35,4	—	15	35±8
Fin del Cretácico	65,0	16	47	76±5
Cretácico temprano	90,4	—	26	53±7
Fin del Jurásico	145,6	—	21	45±7,5
Jurásico temprano	187,0	—	26	53±7
Fin del Triásico	208,0	22	53	80±4
Fin del Pérmico	245,0	51	82	95±2
Devónico tardío	367,0	22	57	83±4
Fin del Ordovícico	439,0	26	60	85±3

Evento de extinción	Edad (10 ⁶ años)	Familias	Géneros	Especies
Eoceno tardío	35,4	—	15	35±8
Fin del Cretácico	65,0	16	47	76±5
Cretácico temprano	90,4	—	26	53±7
Fin del Jurásico	145,6	—	21	45±7,5
Jurásico temprano	187,0	—	26	53±7
Fin del Triásico	208,0	22	53	80±4
Fin del Pérmico	245,0	51	82	95±2
Devónico tardío	367,0	22	57	83±4
Fin del Ordovícico	439,0	26	60	85±3



La gran crisis finipérmica

Límite P-TR presente en China, Japón, Pakistán, Irán, Groenlandia, Austria, Sicilia, Sudáfrica y la Antártida.

¡Y en Uruguay! 

La mitad de las familias (267 de 526) y más del 90% de las especies desaparecieron.

Las faunas y floras se recuperaron muy lentamente (5 millones de años).

No hubo carbón ni arrecifes en el Triásico temprano.

El Pérmico tardío era muy diverso y con faunas y floras endémicas.

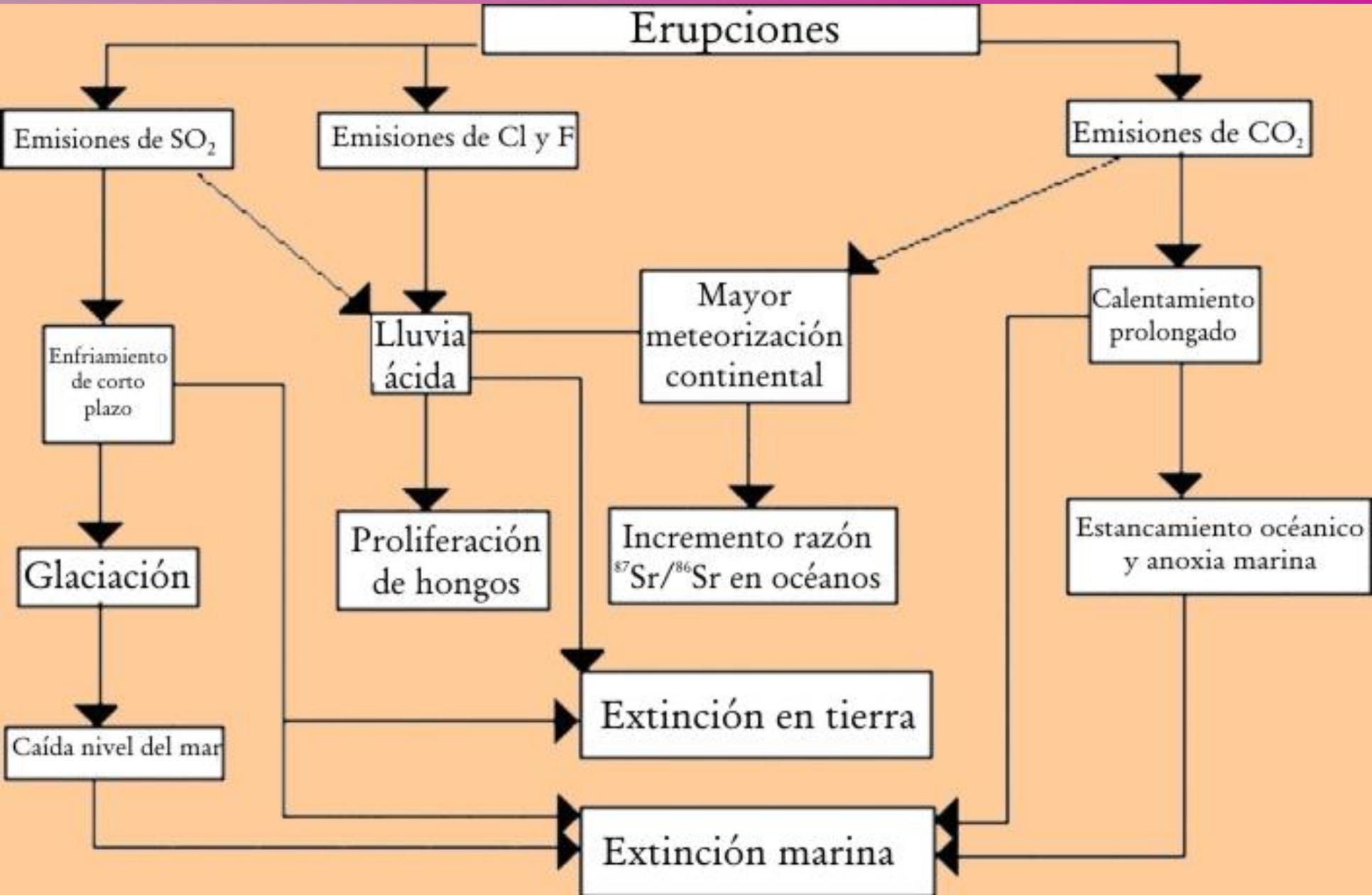
¿Por qué?

Vulcanismo



¿Por qué?

Vulcanismo



Apocalipsis

8: 10-11



El tercer ángel tocó la trompeta, y cayó del cielo un gran estrella, ardiendo como una antorcha y cayó sobre la tercera parte de los ríos, y sobre las fuentes de las aguas. Y el nombre de la estrella es Axenxo. Y la tercera parte de las aguas se convirtió en axenxo; y muchos murieron a causa de esas aguas, porque se hicieron amargas.

3) La glamorosa extinción K-T

En el límite Cretácico Terciario de Gubbio (Italia) se encuentra la anomalía de Iridio;

Se registra una concentración de hasta 9 partes por mil millones de este metal, raro en la corteza y más abundante en meteoritos y capas más profundas de la Tierra;

Para cubrir la tierra con una capa continua con esa concentración haría falta un meteorito de 10 km de diámetro;

El impacto debe de haber sido equivalente a 108 megatones de TNT, y provocado que la iluminación diurna cayese al 4 % de la actual;

Otros efectos pueden haber sido lluvia ácida, efecto invernadero, vulcanismo, incendios globales, etc.;

En Yucatán, México, hay un cráter de tamaño y edad apropiados. Otros cráteres también son evidencia accesoria de este impacto.

Gubbio è un
comune di
32.674 abitanti
della provincia
di Perugia, in
Umbria

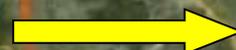
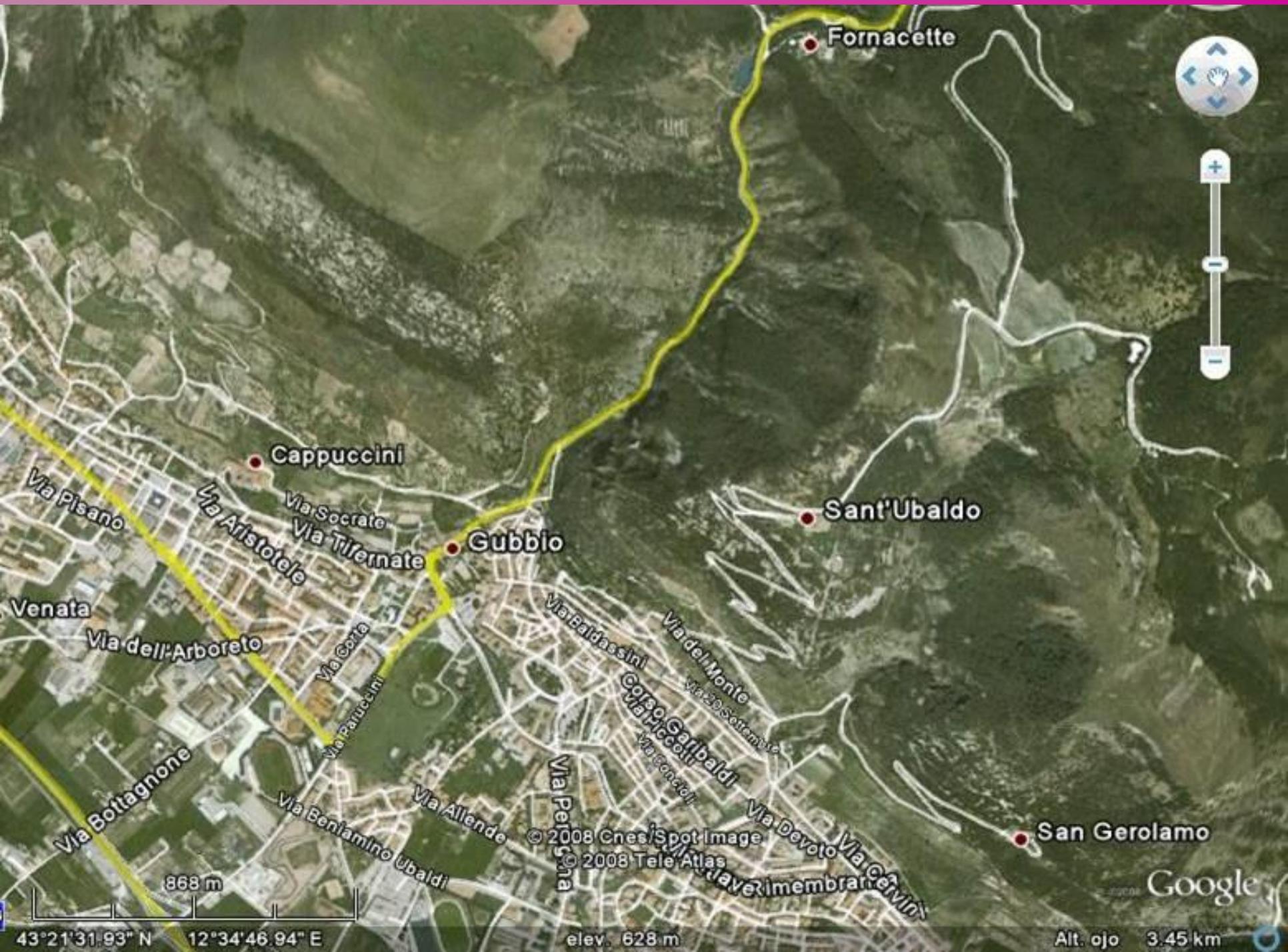


Image © 2008 DigitalGlobe
© 2008 Tele Atlas
© 2008 Europa Technologies
Image NASA
Isola di Ponza
elev. 263 m
Isola Ventotene

119 km
42°37'34.41" N 12°40'32.35" E

Google
Napoli
A56
E841
Alt. ojo 401.70 km



Fornacette



Cappuccini

Via Pisano

Via Aristotele

Via Socrate
Via Tifernate

Gubbio

Sant'Ubaldo

Venata

Via dell'Arboreto

Via Costa

Via Parrocchini

Via Bottagnone

Via Beniamino Ubaldi

Via Allende

Via Baldassini

Via del Monte

Corso Garibaldi
Via Ficcotti

Via per S. Maria

Via Devoto

Via Cervini
Via delle Membrane

San Gerolamo

© 2008 Cnes/Spot Image
© 2008 Tele Atlas

Google

868 m

43°21'31.93" N 12°34'46.94" E

elev. 628 m

Alt. ojo 3.45 km





La gola del Bottaccione



*Gola del Bottaccione.
Gola dell'iridio.
Sito scientifico di
rilevanza mondiale*



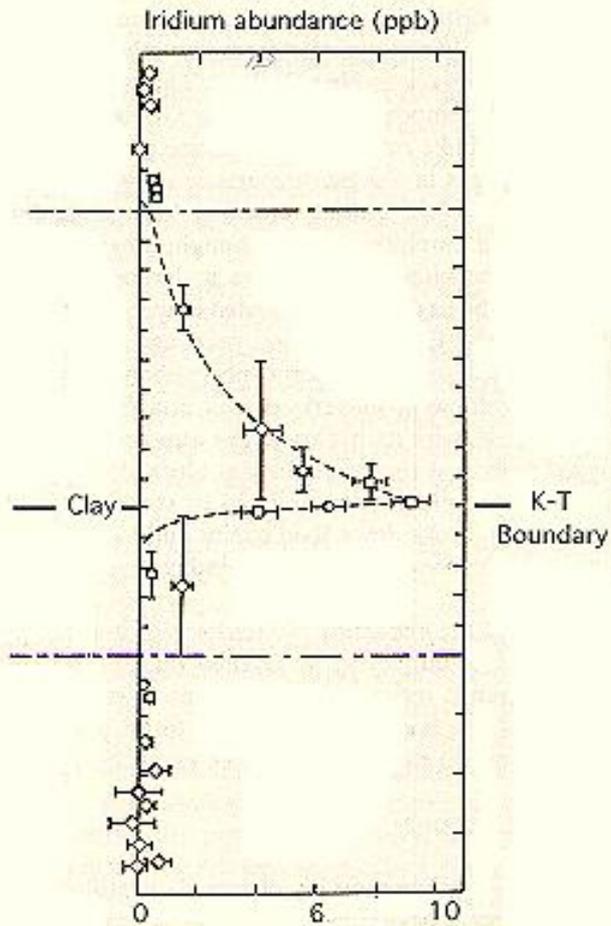
Helen V. Michel

Walter Alvarez

Frank Asaro

**Luis W.
Alvarez**

L. Álvarez y la anomalía de Iridio





**El límite
K-T
en la Gola del
Bottaccione**



Guido Bonarelli

1871 - 1951



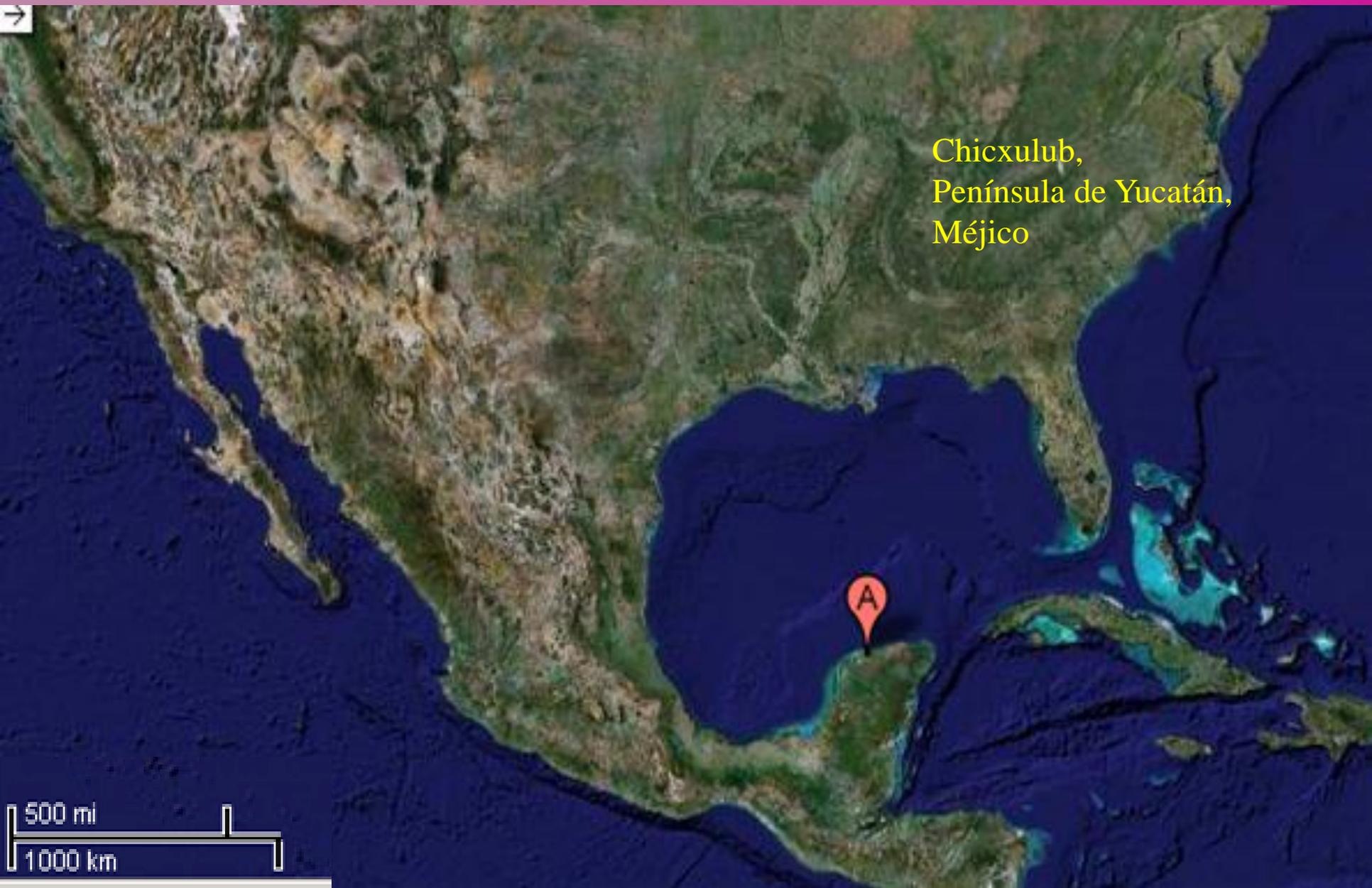
**El límite K-T en la
*Gola del Bottaccione***

Iglesia de
Chicxulub





Chicxulub,
Península de Yucatán,
Méjico

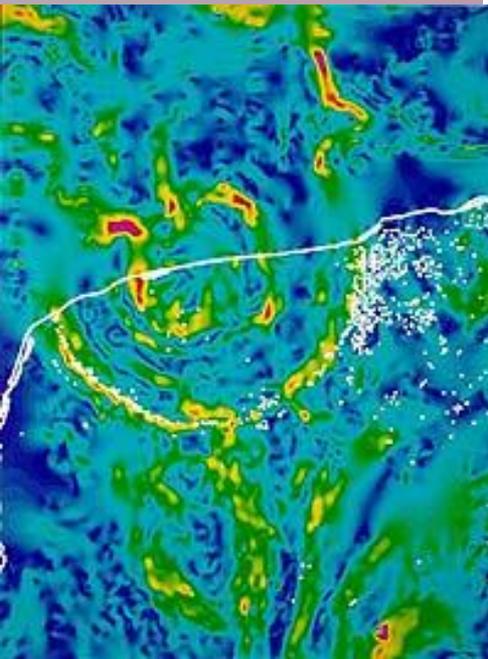
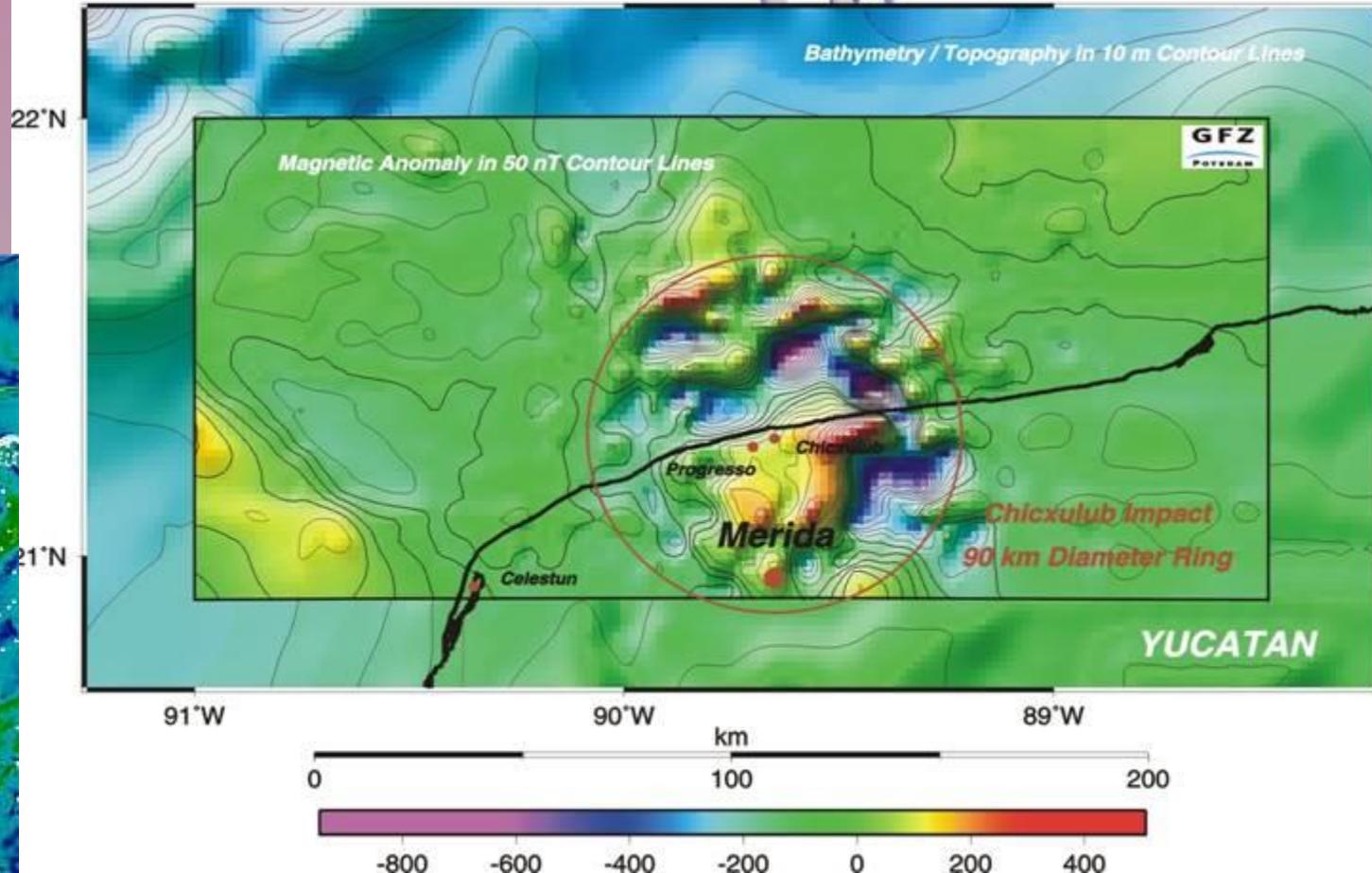
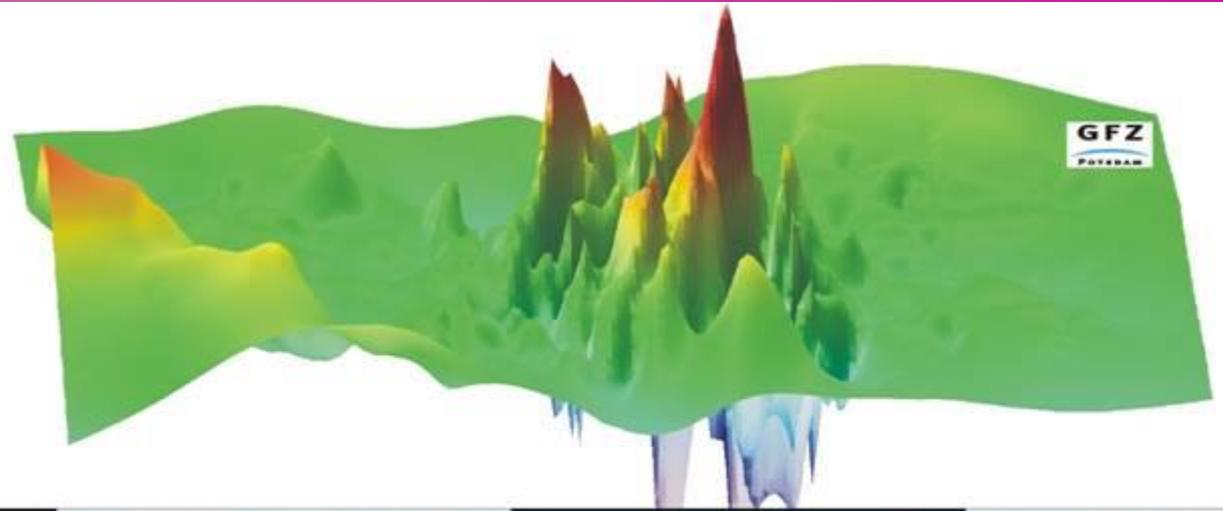


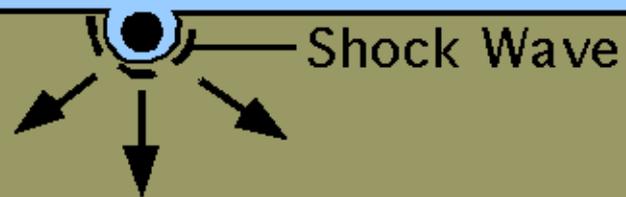


Chicxulub,
Península de Yucatán,
Méjico

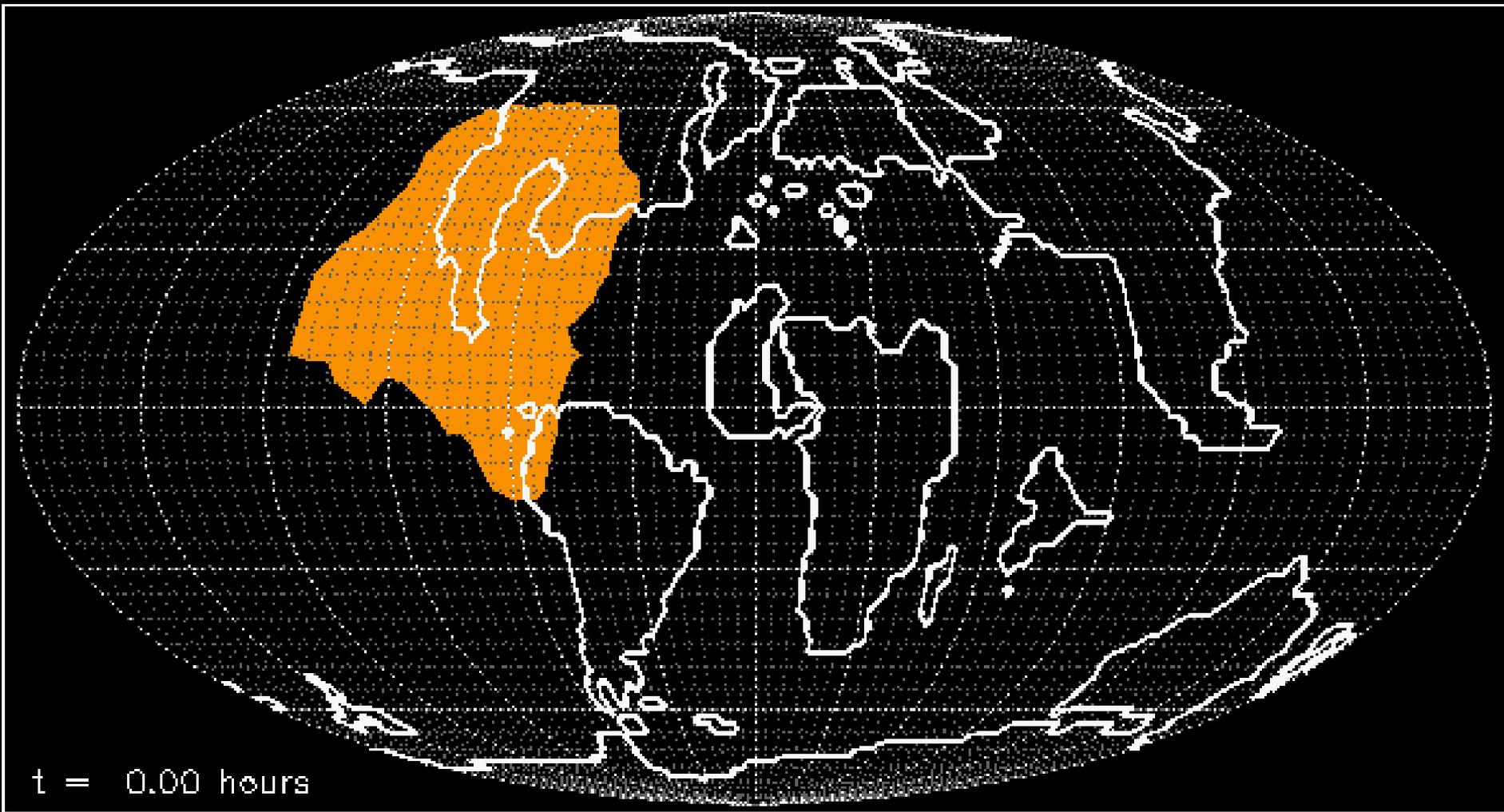


El cráter se ve por anomalías magnéticas





Shock Wave



¿Qué se extinguió?

- 1) Reptiles dominantes;
- 2) Microfósiles plantónicos;
- 3) Ammonites;
- 4) Belemnites.





**La contra:
Gerta Keller
en el Brazos
River, Texas**



El límite K-T se identifica por el cambio negativo en el $\delta^{13}\text{C}$, la primera ocurrencia de foraminíferos planctónicos y palinomorfos del Daniense (primer piso del Paleógeno).

Los 80 cm por debajo denotan un ambiente marino bajo con poco oxígeno durante el Maastrichtiense más tardío, como lo indican microfósiles de alto estrés.

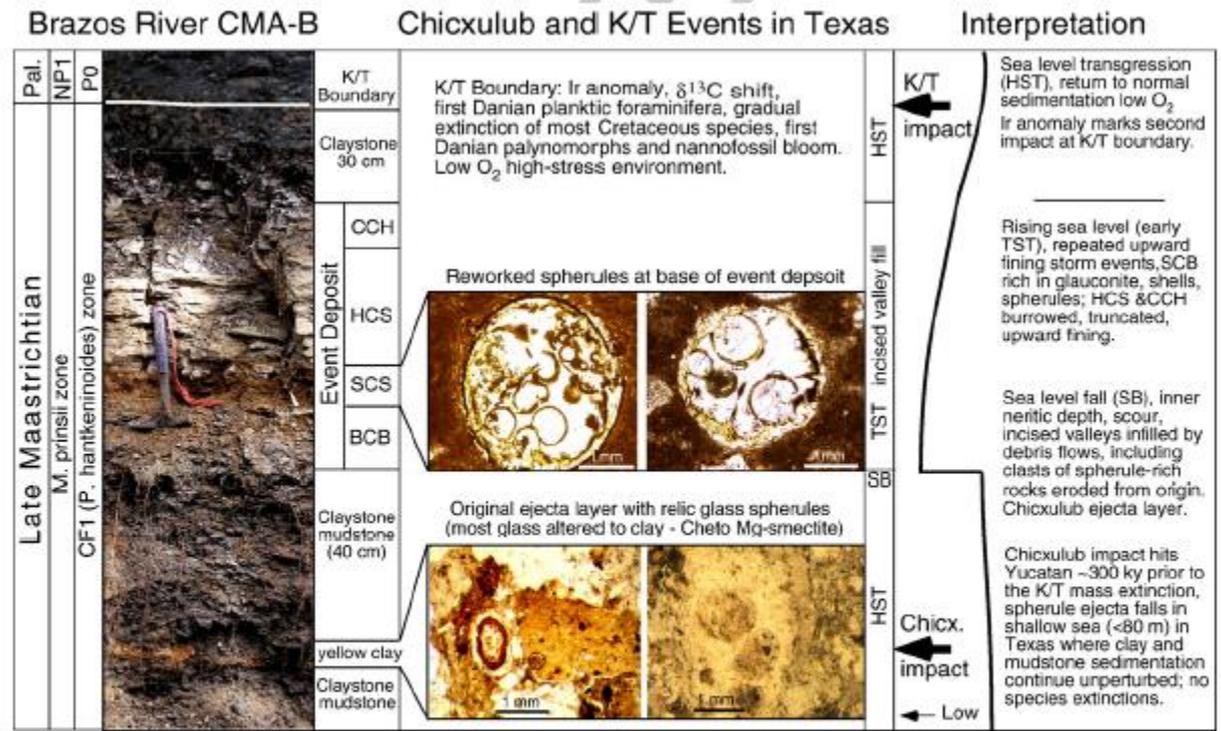


Fig. 9. Sequence of three events identified at the CMA-B outcrops: 1. The yellow clay marks the Chicxulub spherule ejecta layer now altered to cheto smectite with relic glass; this impact occurred near the base of zone CF1, about 300 kyr before the K-T boundary. 2. The event deposit marks the latest Maastrichtian sea level fall, channel scour and subsequently infilling by storms during the early transgression. 3. The K-T boundary occurs during the subsequent sea level high and is marked by the global $\delta^{13}\text{C}$ shift and first appearance of Danian species.

¡El impacto está
ABAJO!

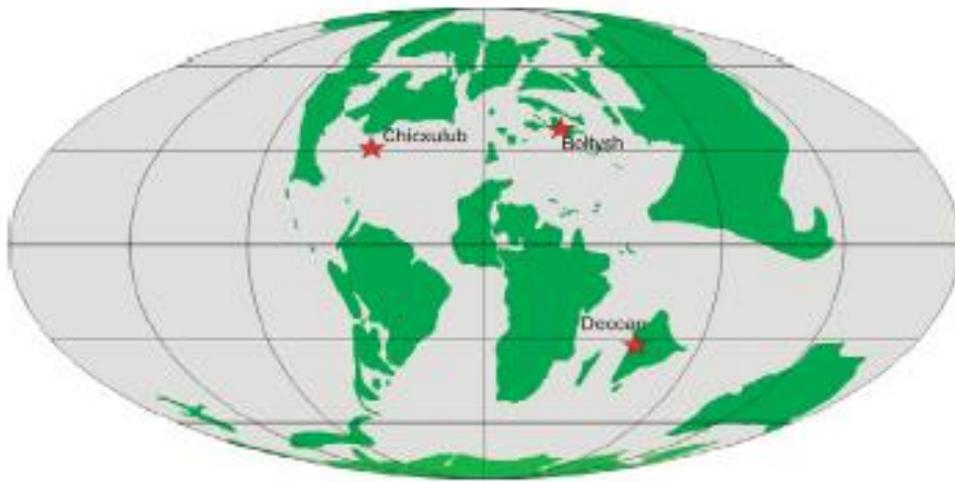


Figure 1. Location map showing impact sites of Chicxulub and Boltysh, and Deccan Traps large igneous province at time of Cretaceous-Paleogene (K-Pg) events.

David Jolley

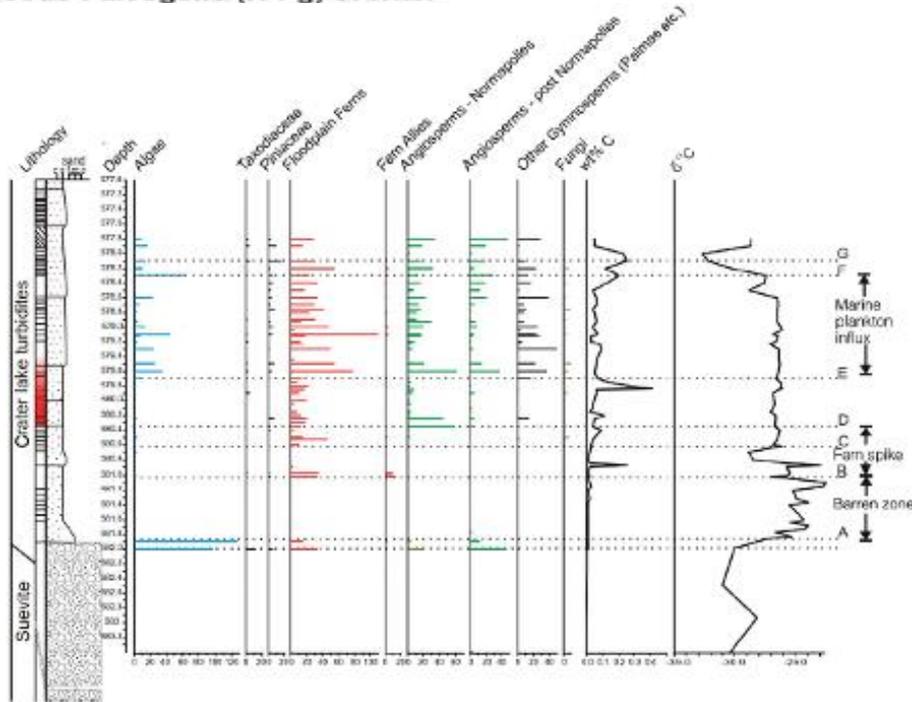


Figure 3. Lithological, palynological, and geochemical data from borehole 42/11, Boltysh impact crater. A—base of barren zone; B—base of fern spike; C—floodplain ferns; D—mid-succession angiosperms; E—influx of marine dinocysts; F—return to freshwater lake; G—oldest pine dominance. Lithological column: all depths are in meters, grain size indicated by horizontal scale (clay, silt, sand). Red shading indicates the extent of the oxidized zone.



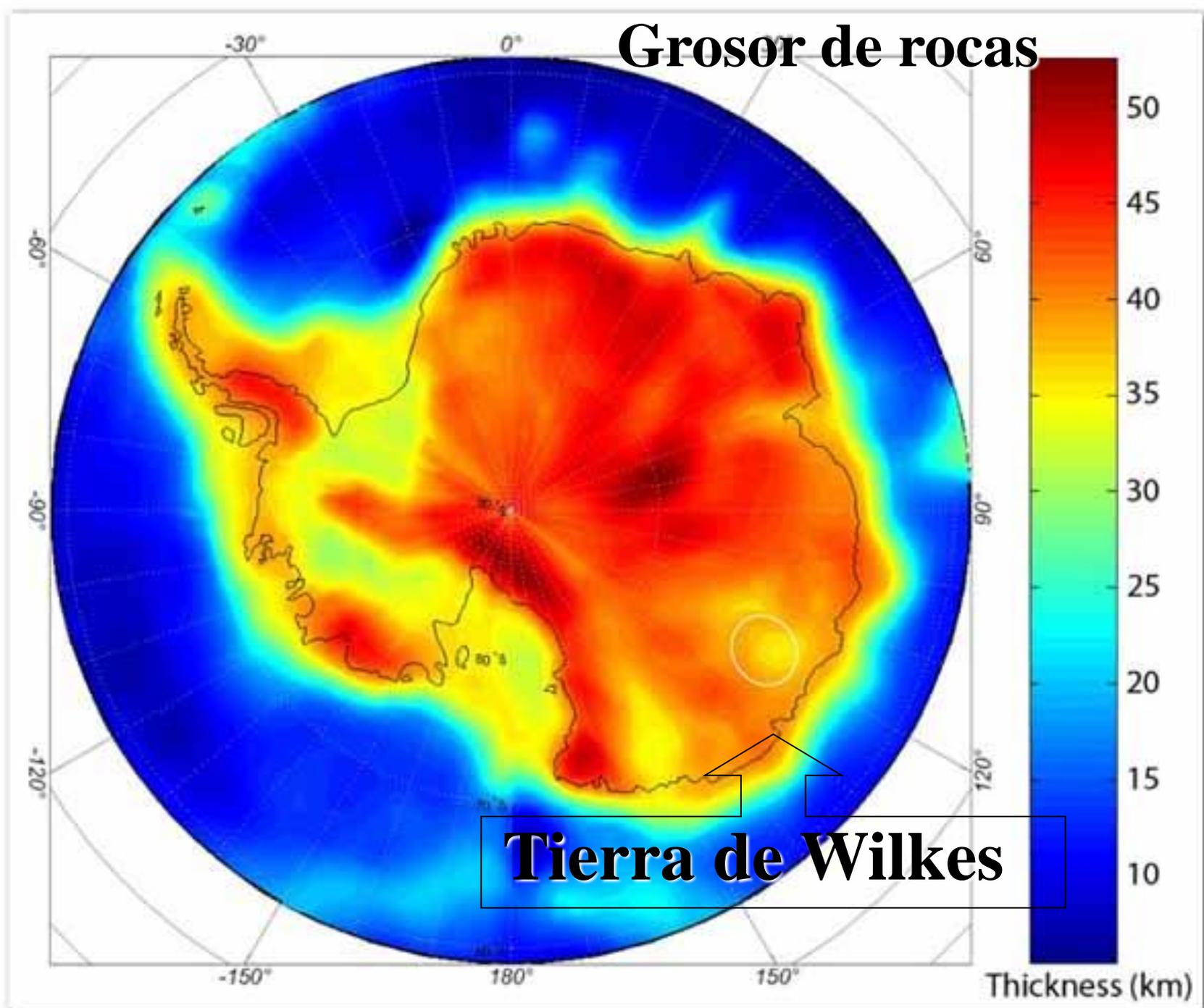
Figure 2. Map showing location of Boltysh impact crater, impact effect zone, and area of ejecta blanket. Gray shaded circle represents ejecta thicker than 1 m; dark ring represents edge of ignition zone.

Cráter de Boltysh: 24 km de diámetro

Edad Ar-Ar: $65,17 \pm 0,64$ Ma

Volvemos al P-TR

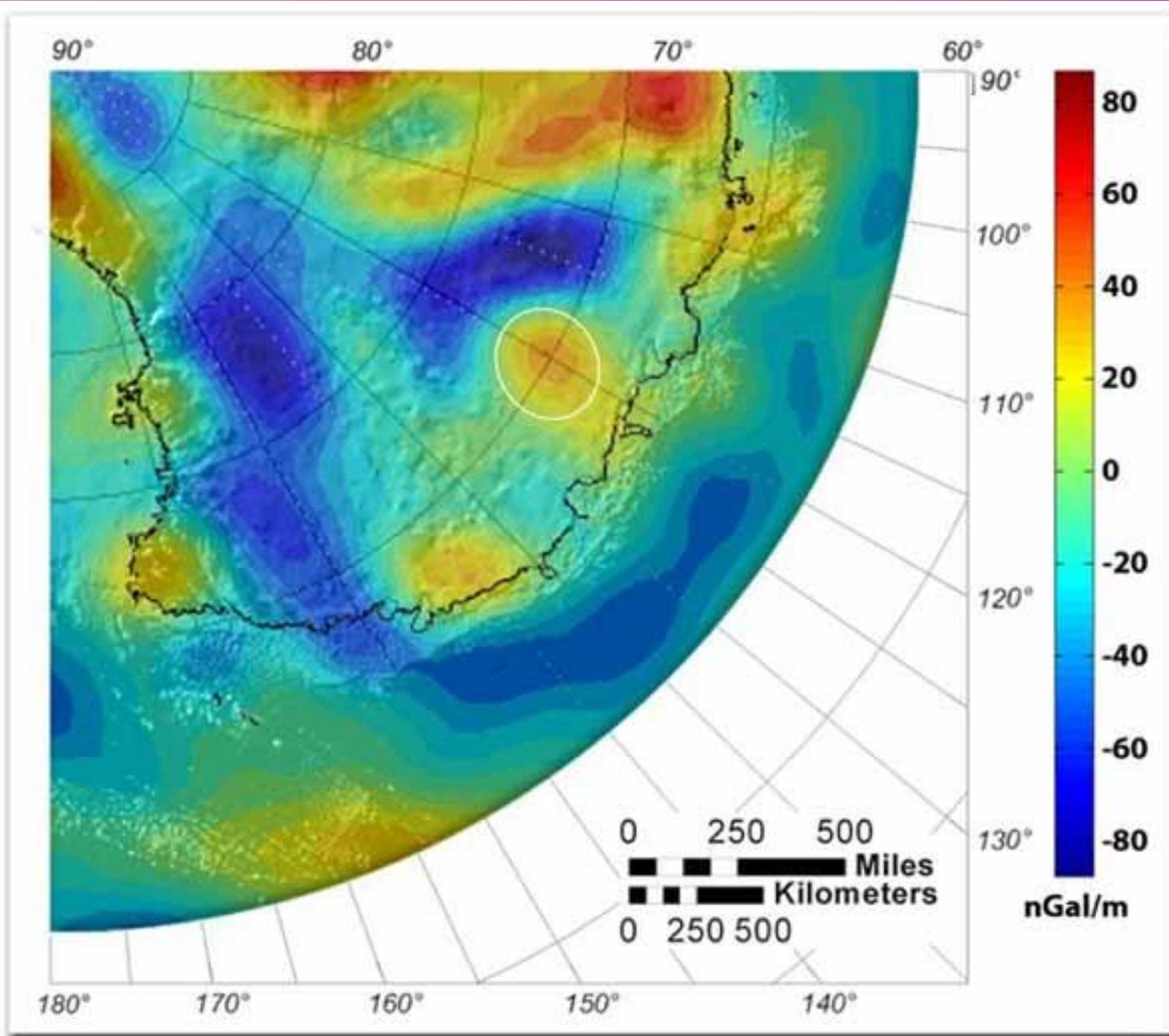
Grosor de rocas



Tierra de Wilkes

Thickness (km)

Fluctuaciones gravitacionales



Topografía

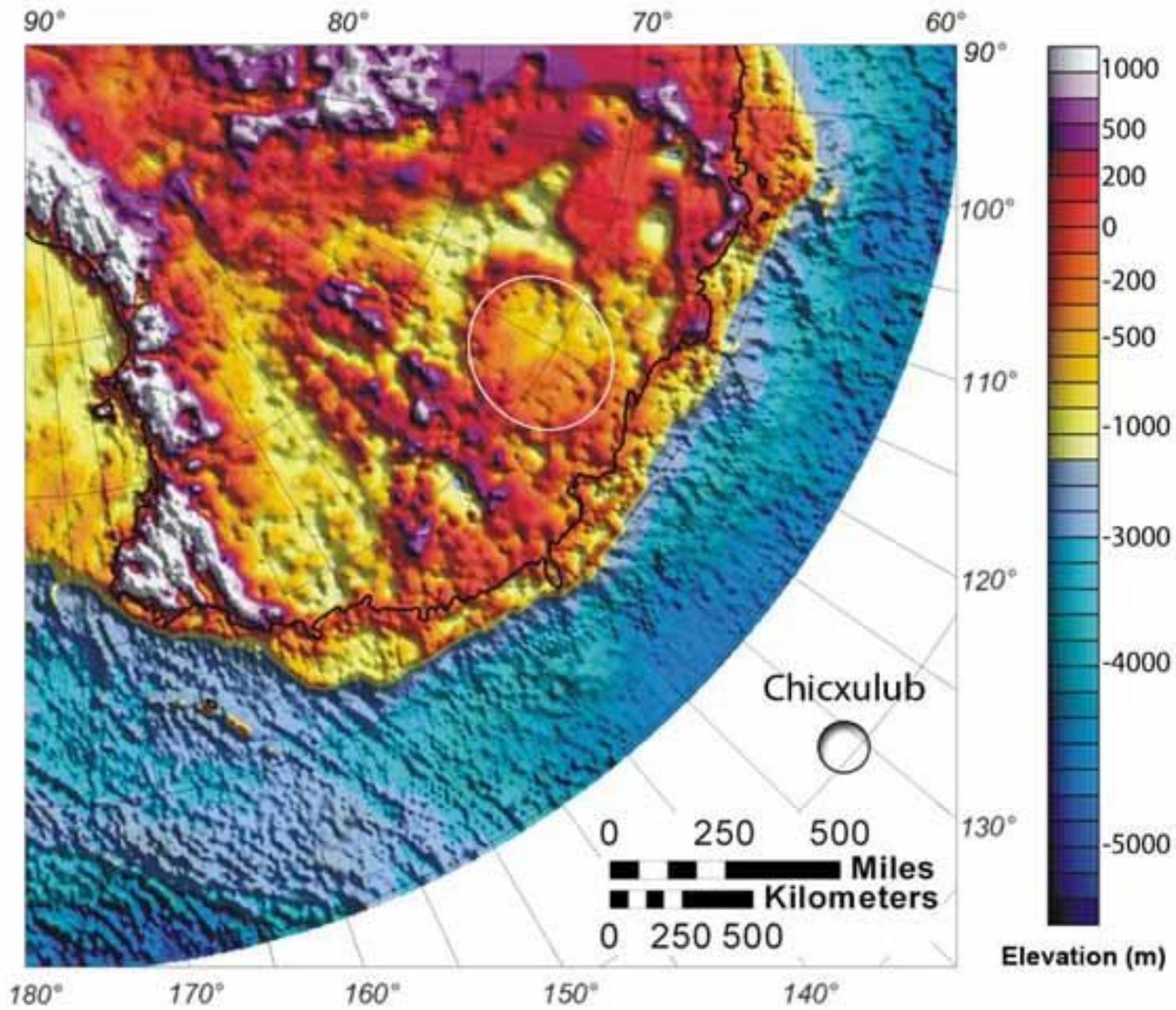
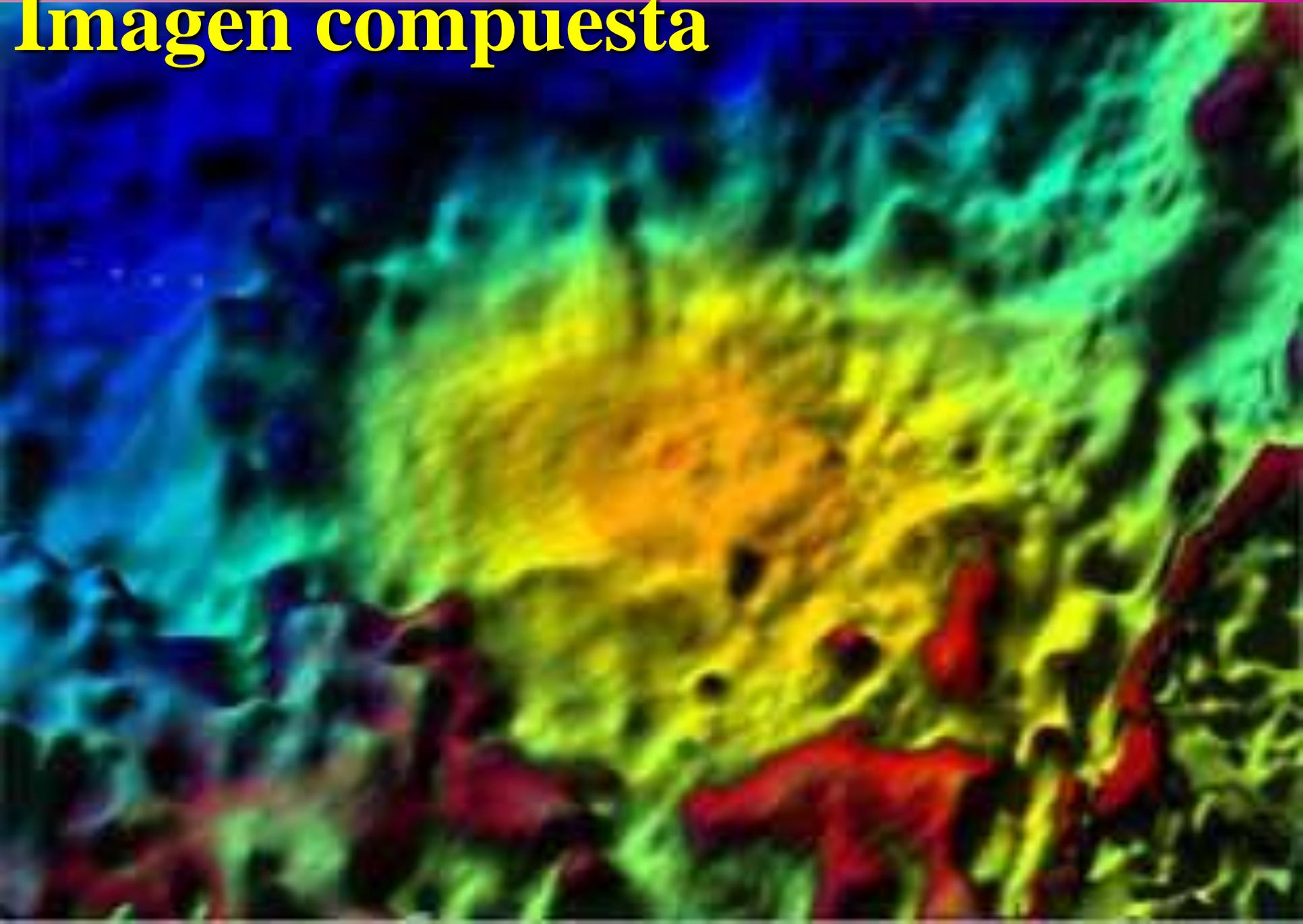
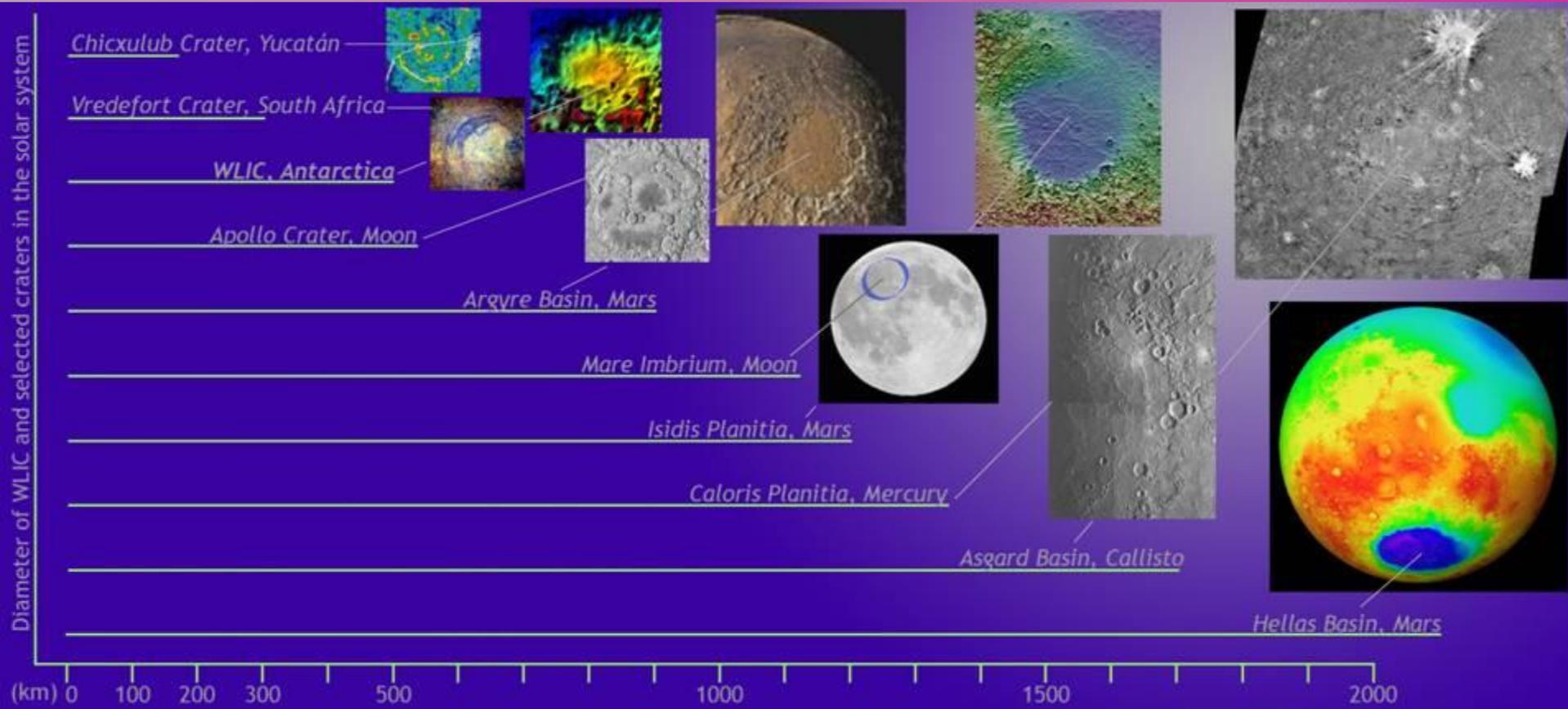


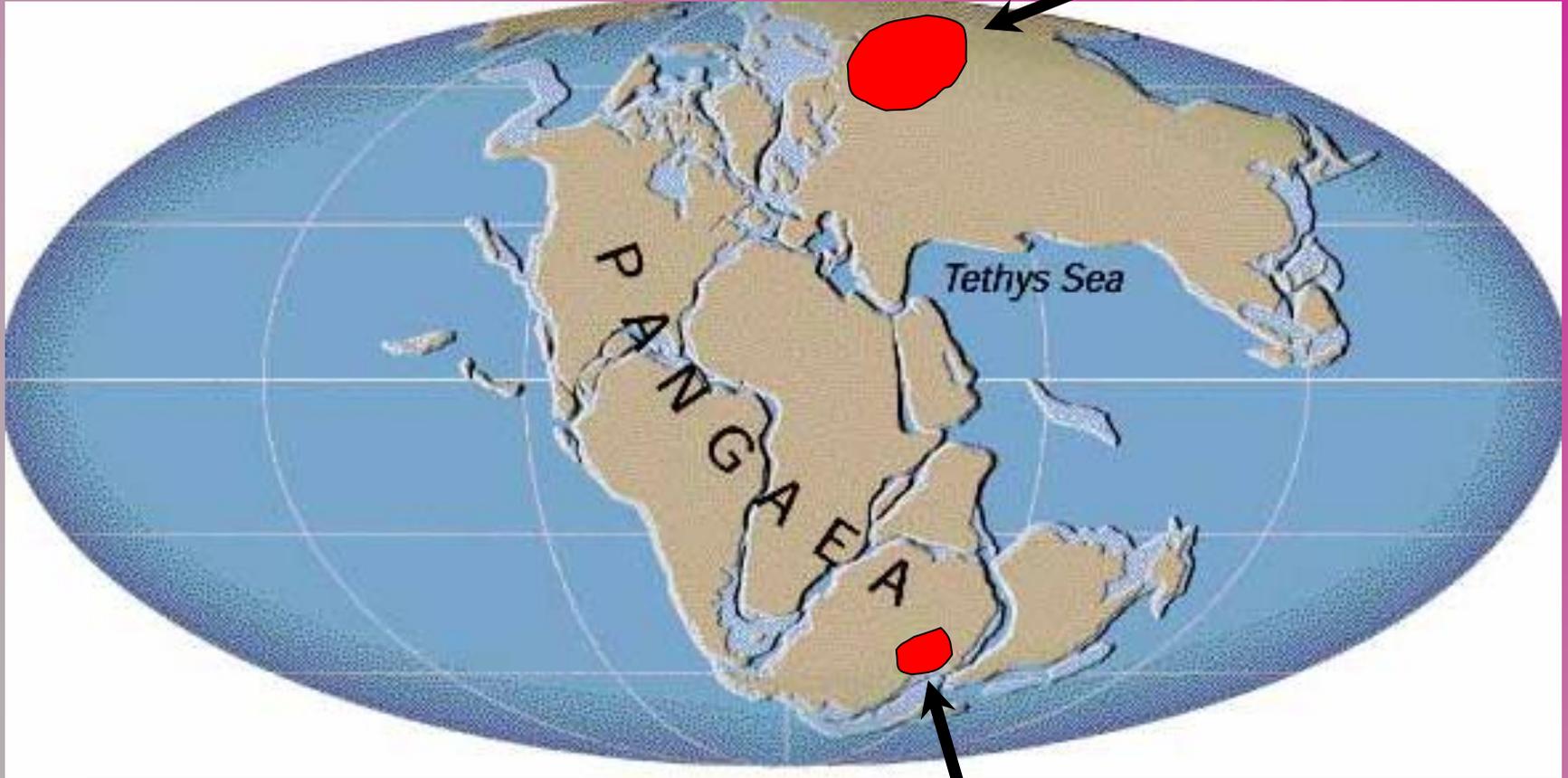
Imagen compuesta



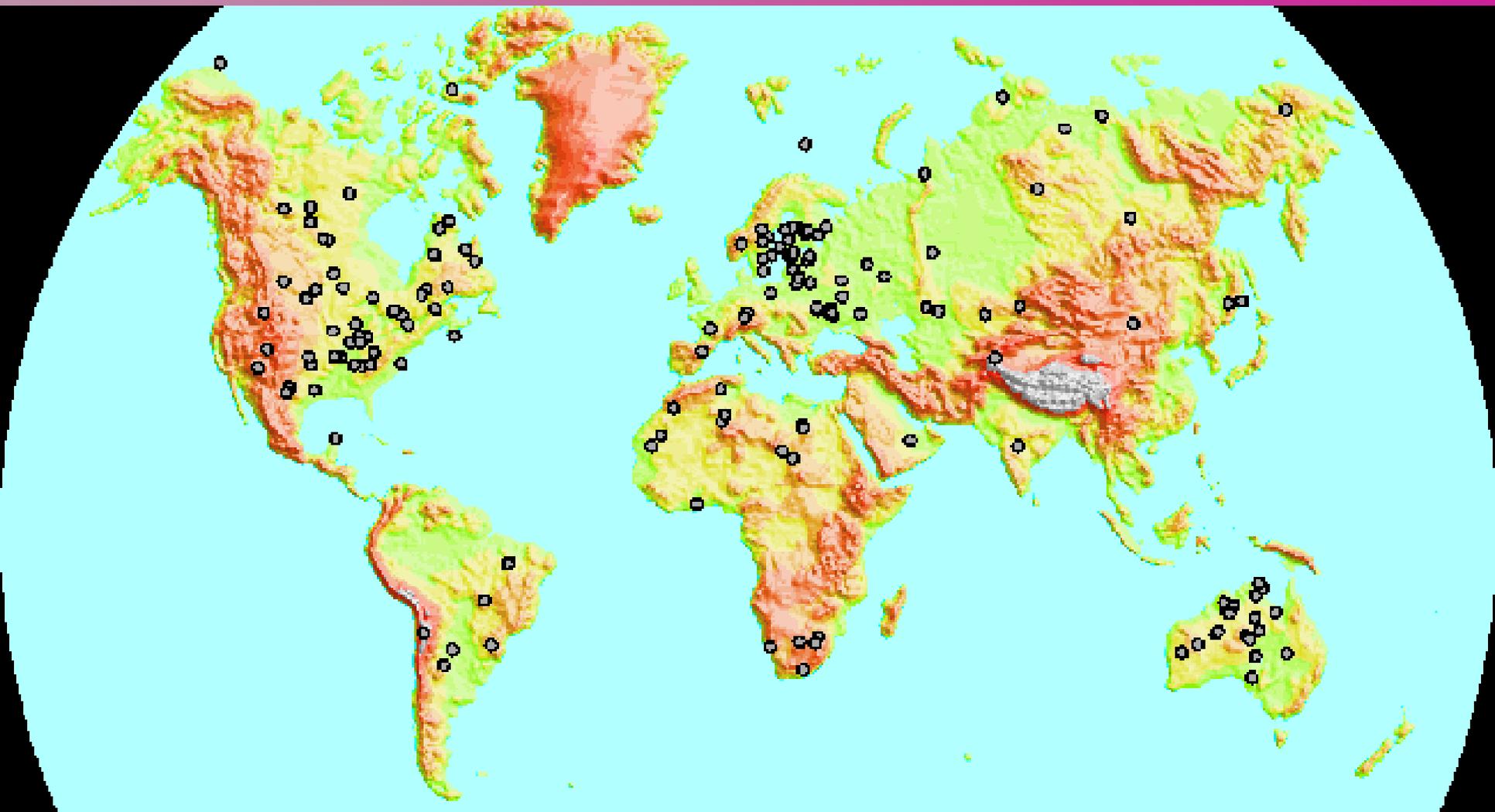
Comparación de cráteres



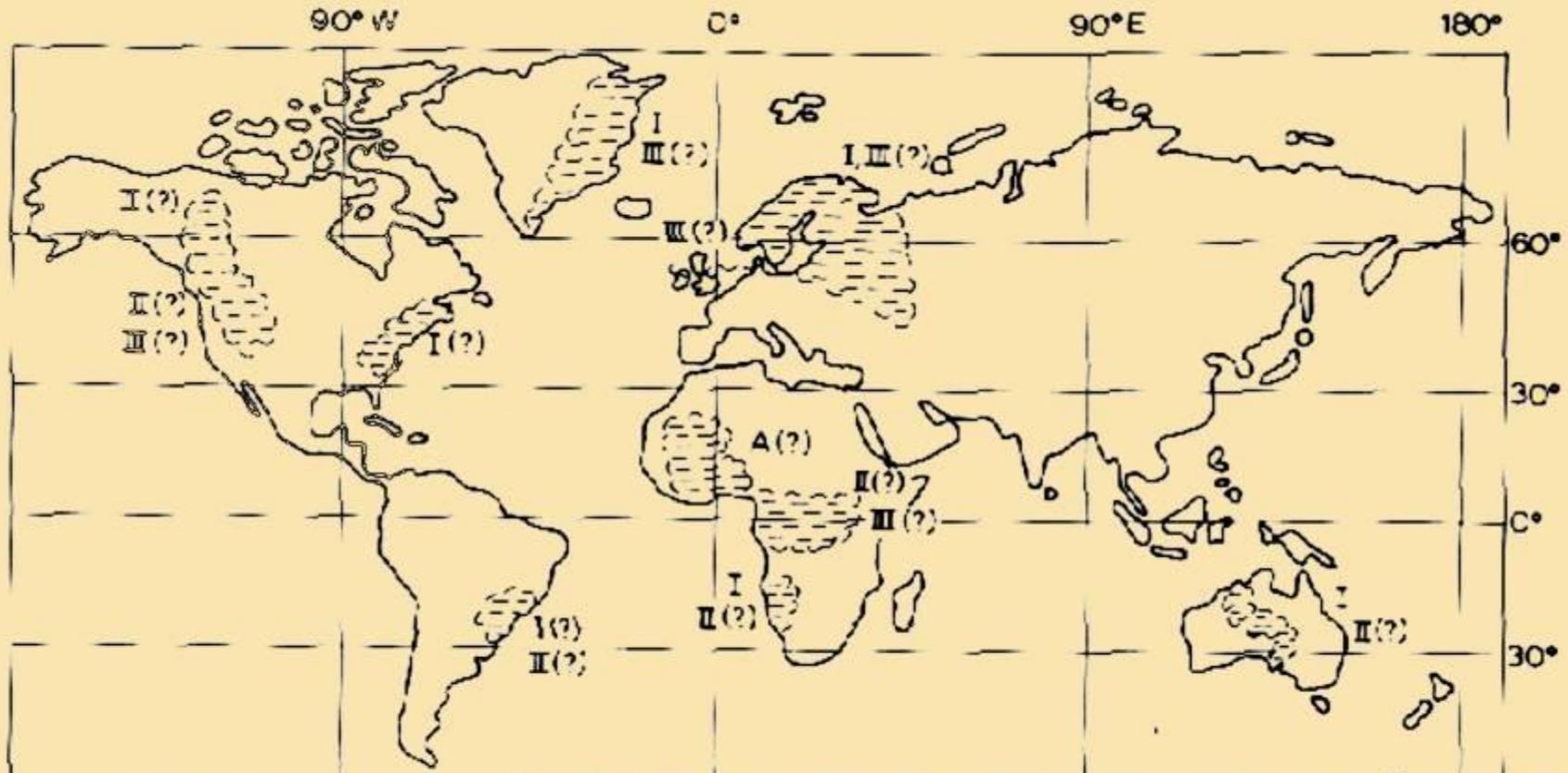
Combinación de causas Trampas siberianas



Cráter de Wilkes



Pautas paleoclimáticas en el Proterozoico



Y la tectónica salvó a la vida.

Pautas paleoclimáticas en el Fanerozoico

Paleozoico

Europa y Norteamérica tuvieron climas moderados (latitudes bajas).

Gondwana con varios episodios de glaciación y aumento de humedad, debido a su migración.

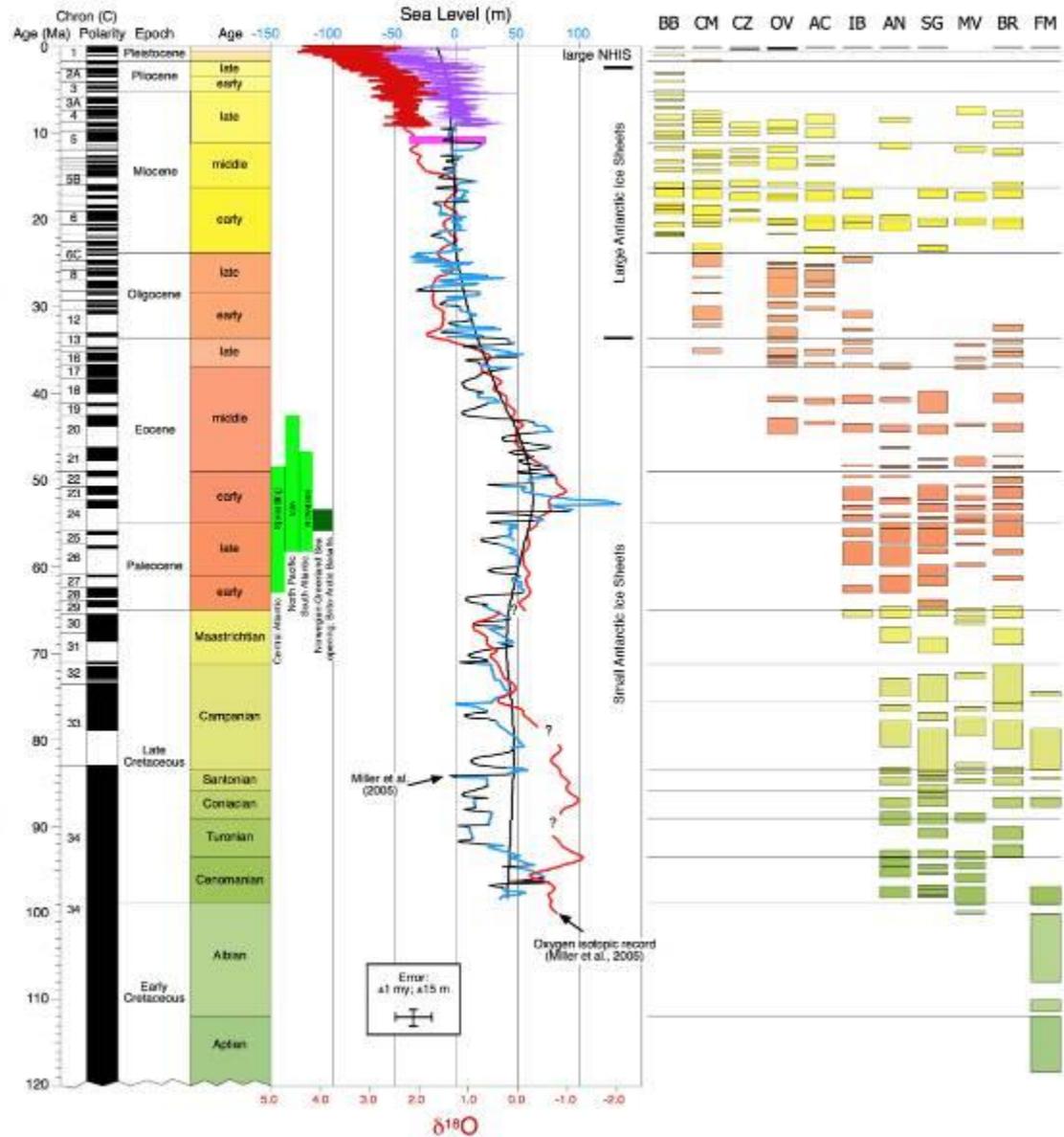
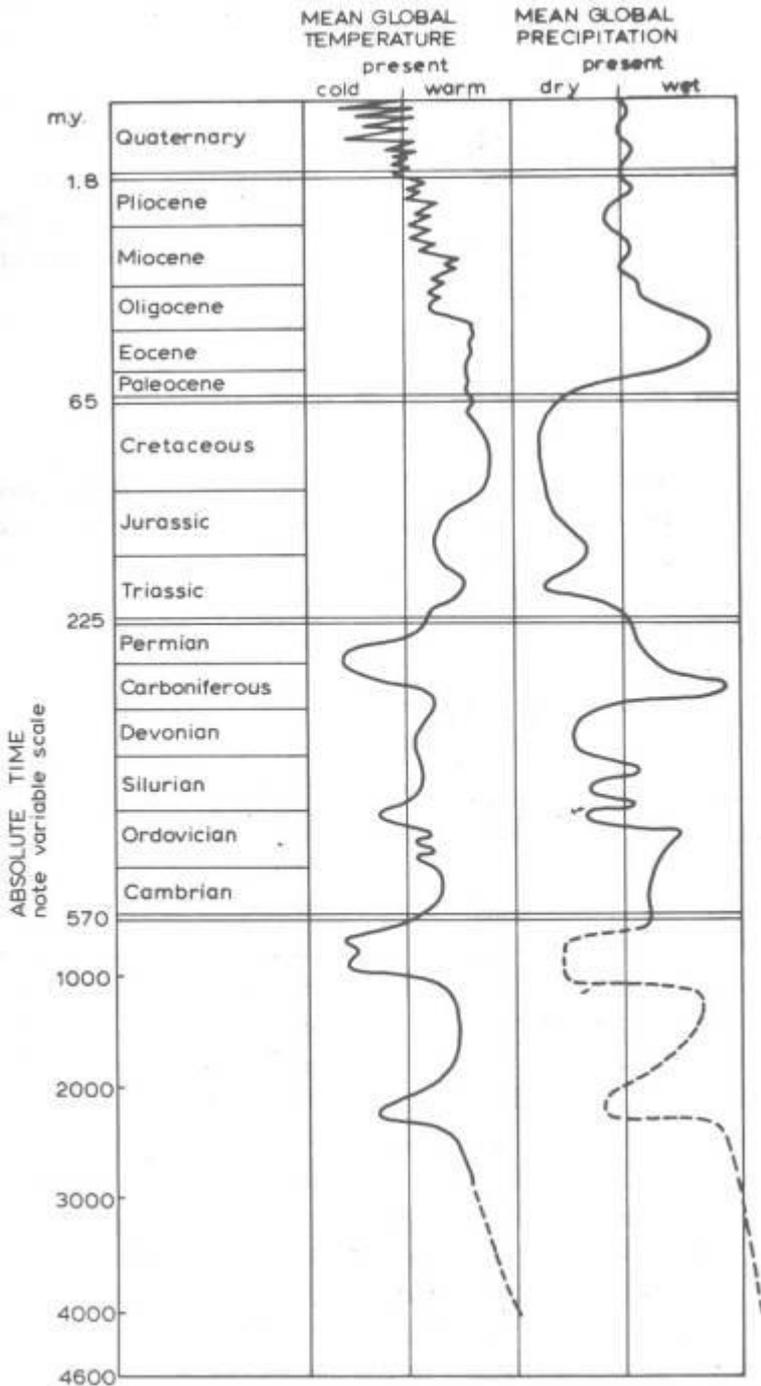
Cámbrico más cálido que el presente;

Ordovícico variable;

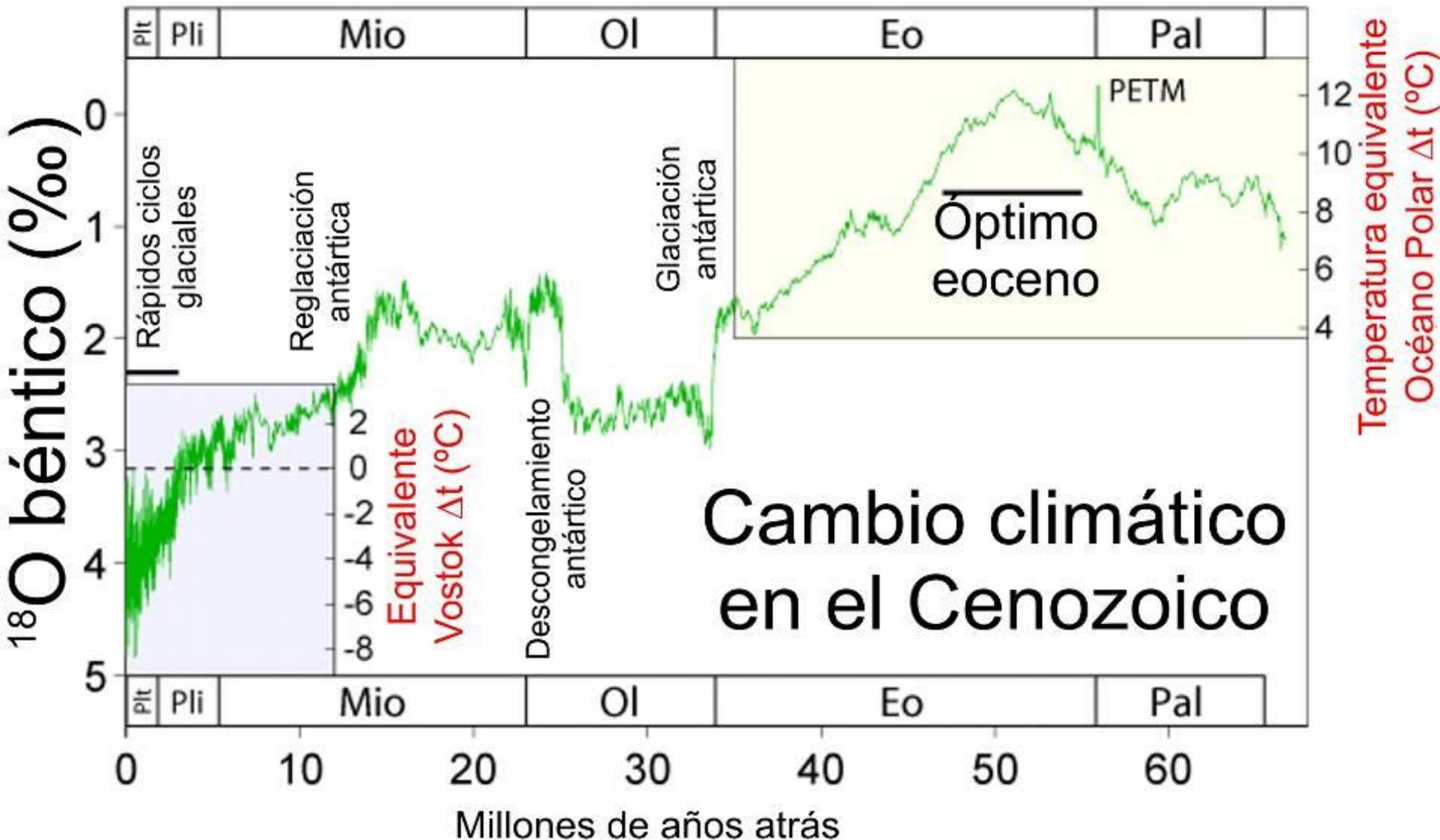
Silúrico y Devónico con condiciones cálidas y áridas;

Carbonífero con incremento de humedad primero y glaciación después, que llegó hasta el **Pérmico**.

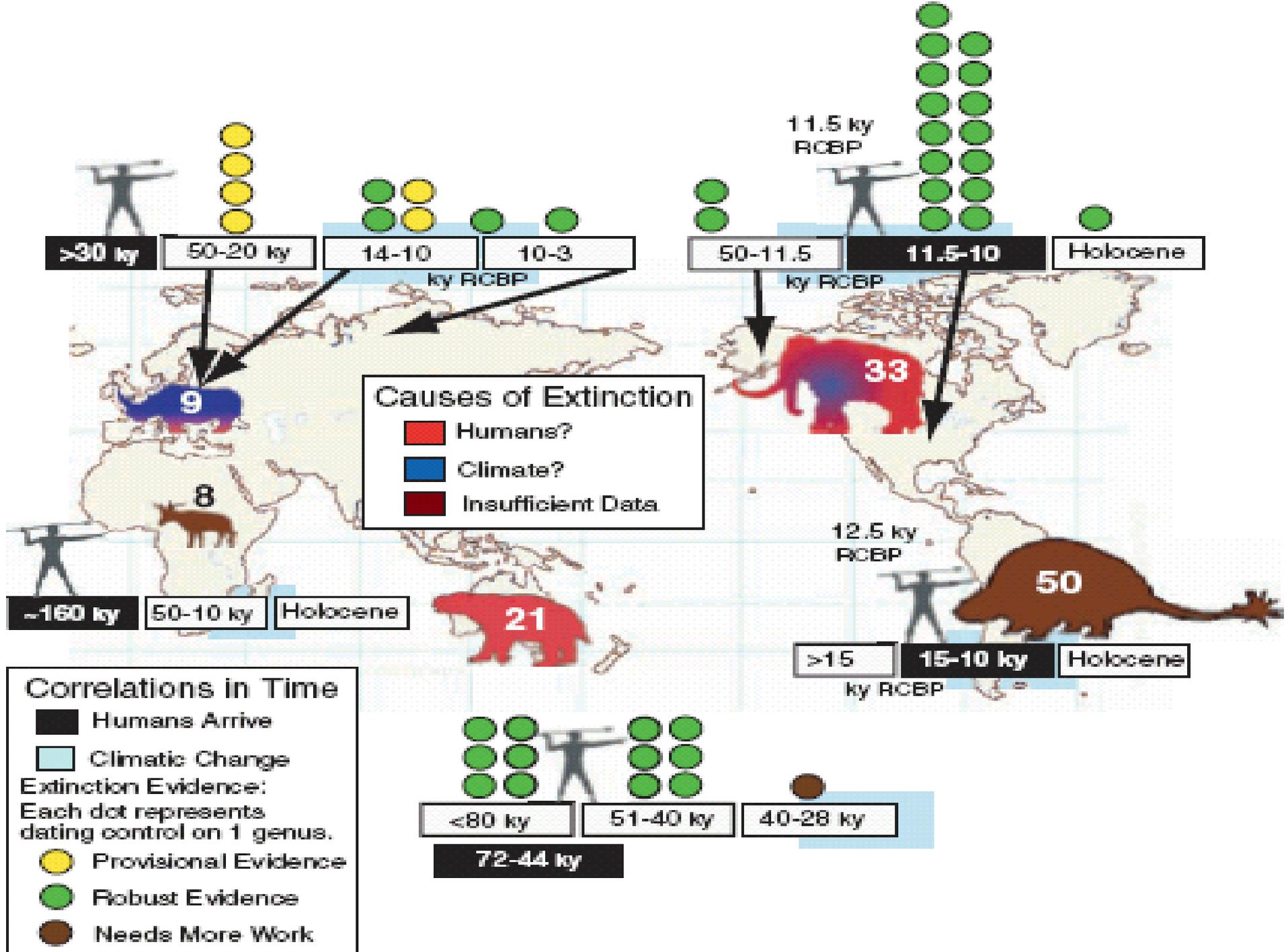
en el Fanerozoico (II)



Pautas paleoclimáticas en el Fanerozoico

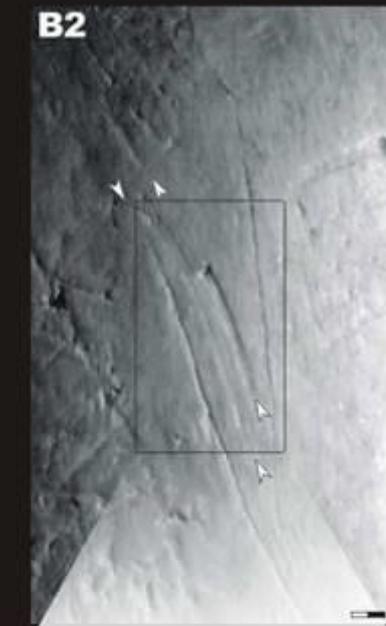
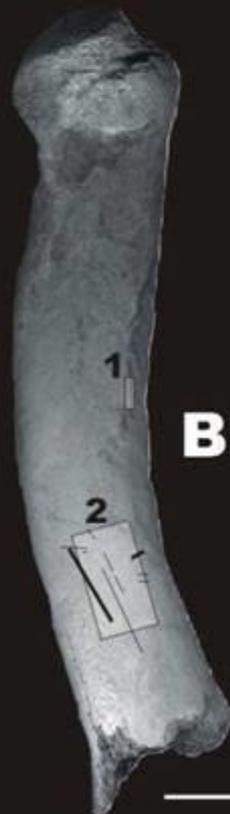
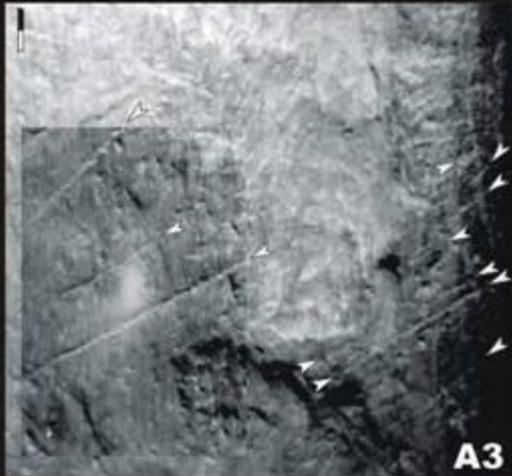


Extinciones del Cuaternario:
para terminar...



Una de las clavículas del perezoso gigante
Lestodon hallada en el A° del Vizcaíno,
Sauce, Departamento de Canelones





BE

Mr. R

Facult

Beta - 2

SAMPI
ANAL
MATE

Conventional Radiocarbon Age(*)

BE

Mr. R

Facult

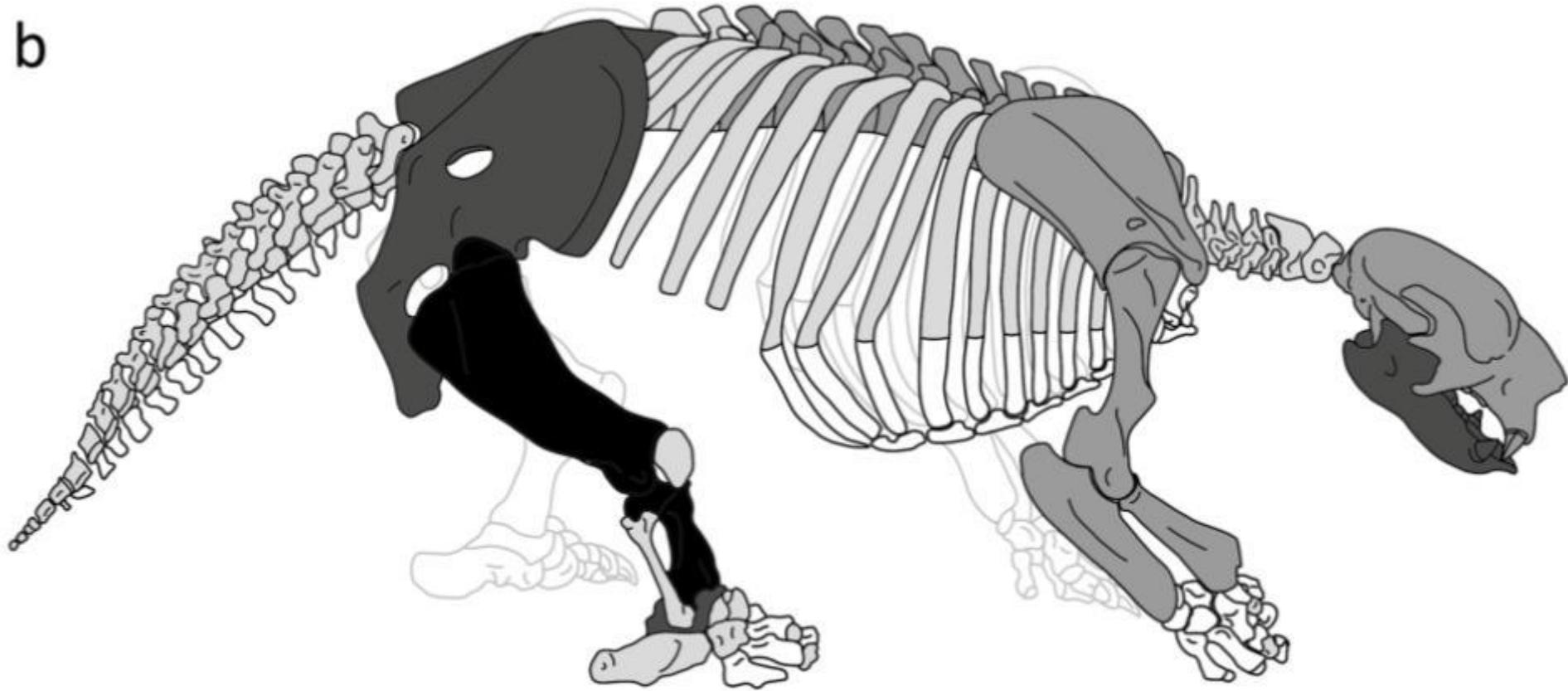
Beta - 2

SAMPI
ANAL
MATE

29150 +/- 290 BP

Regiones anatómicas representadas

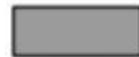
b



0 - 15



15 - 30



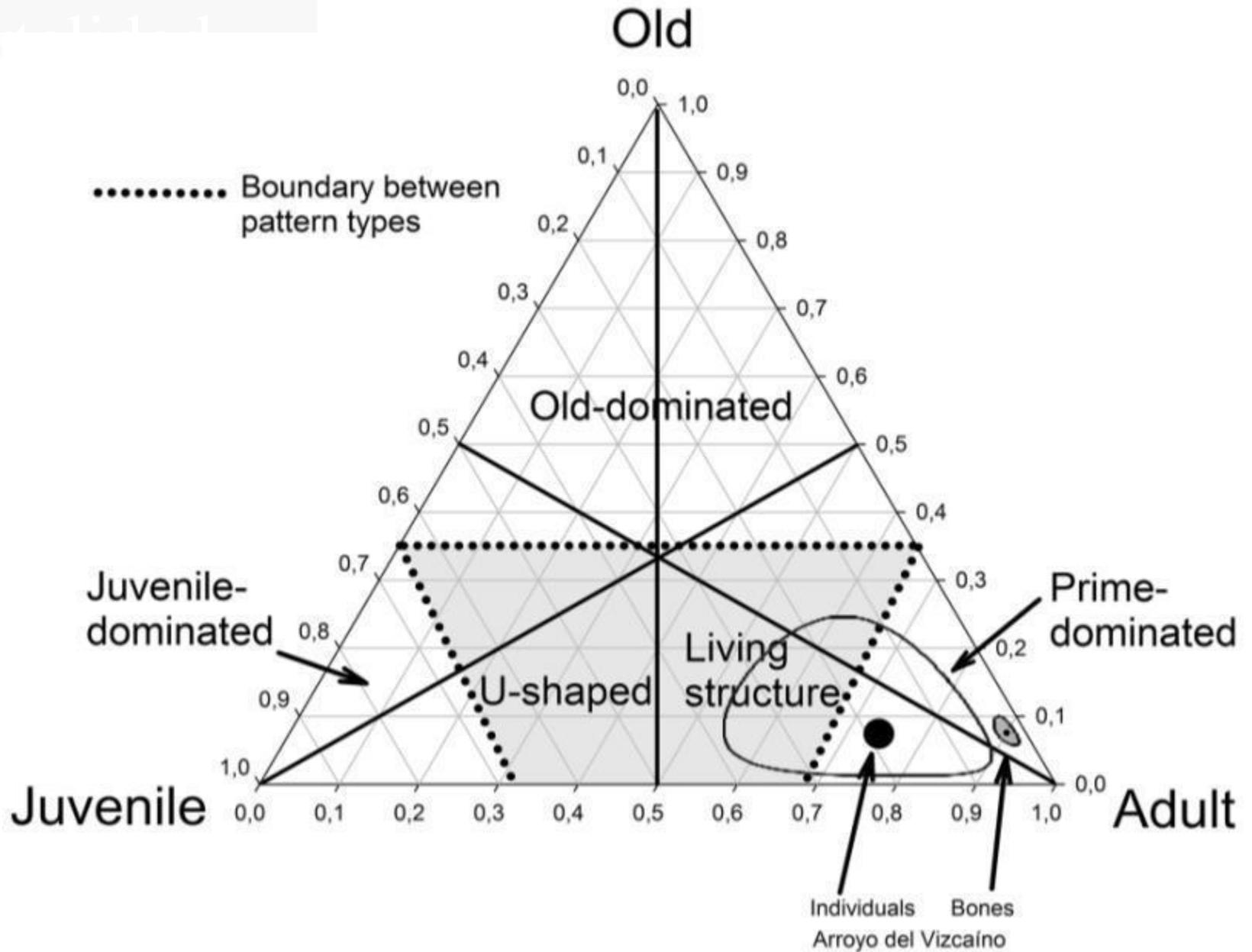
30 - 50

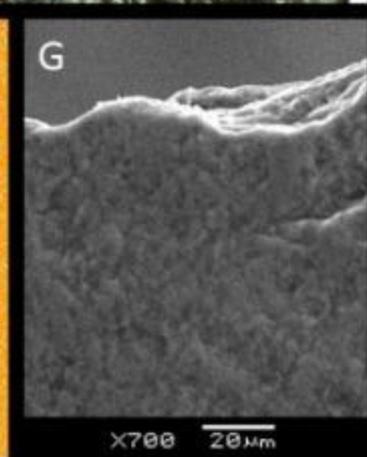
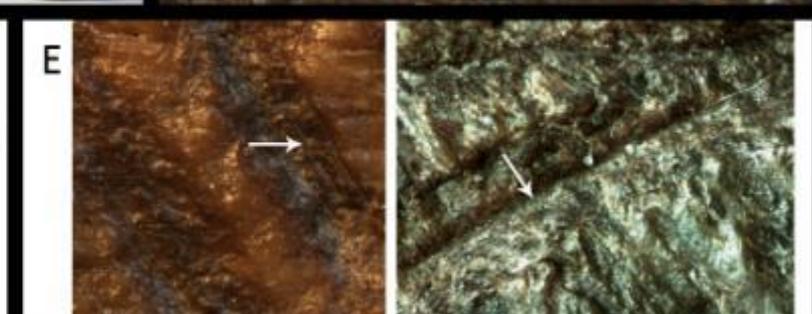
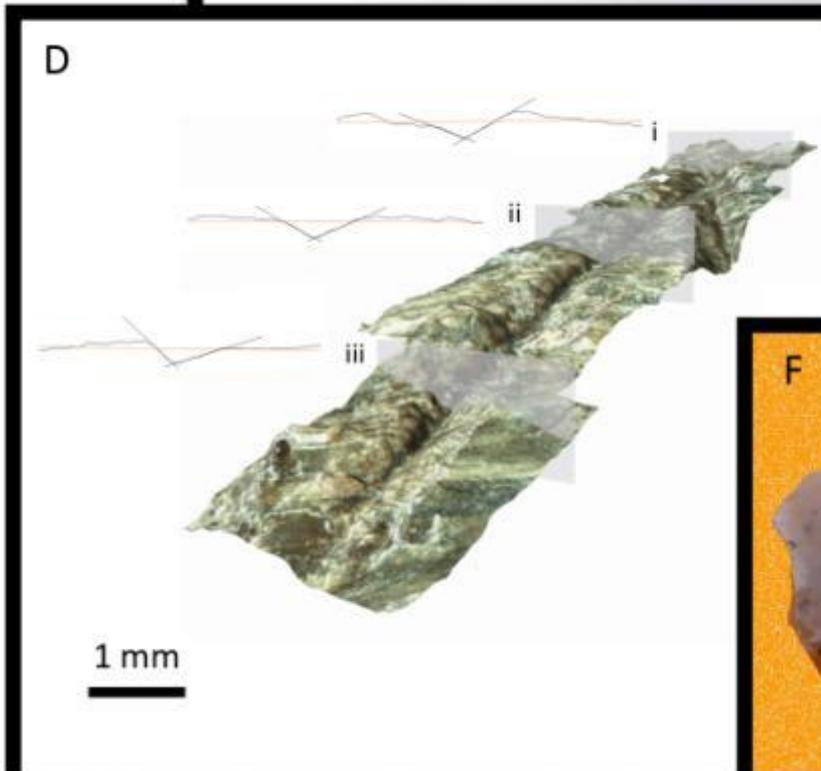
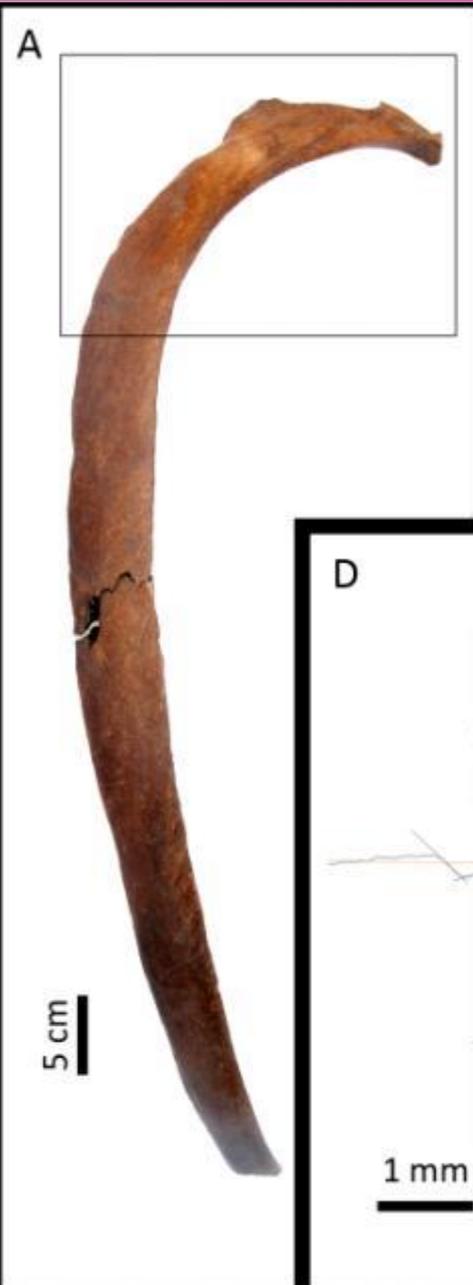


50 - 90

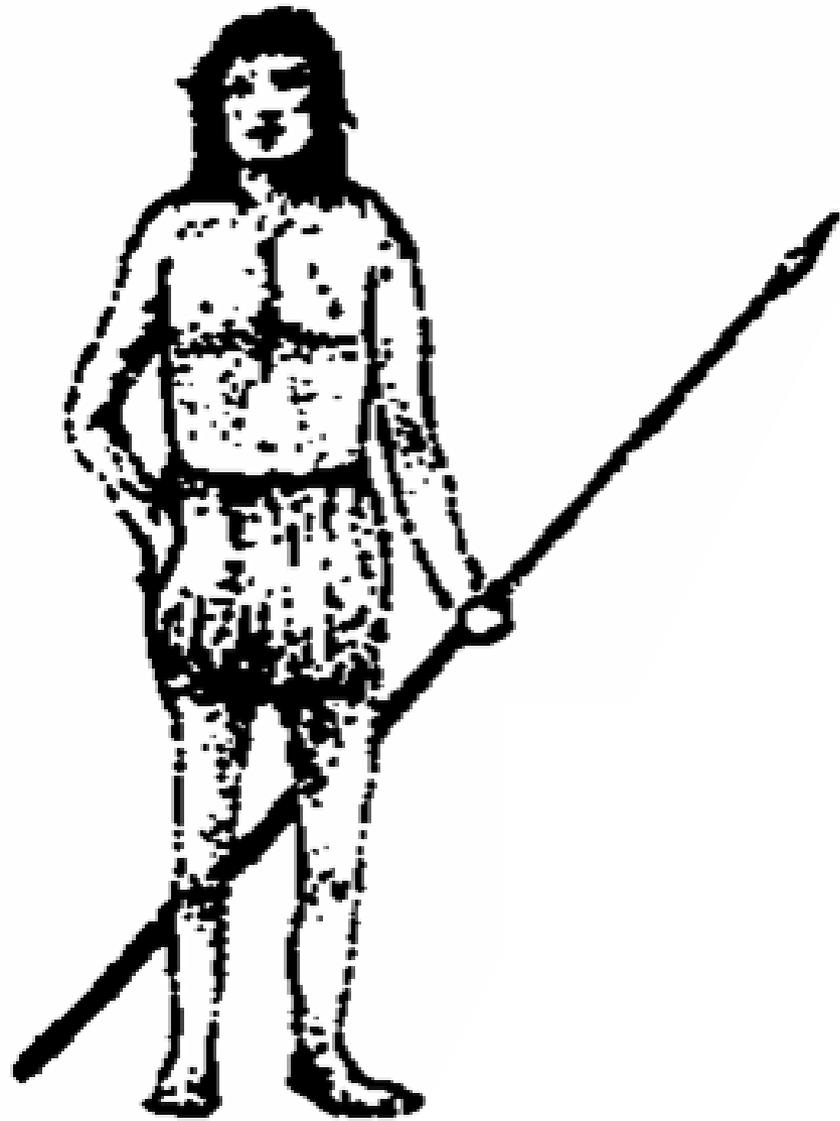


90 - 100





¿Y por
qué ya
no
están?



Evaluación teórica

1. ¿Qué importancia tiene el estudio de los fósiles?