ESCALA CRONOESTRATIGRÁFICA

Tiempo

ACTIVIDAD OROGÉNICA

ESCALA BIOCRONOLÓGICA

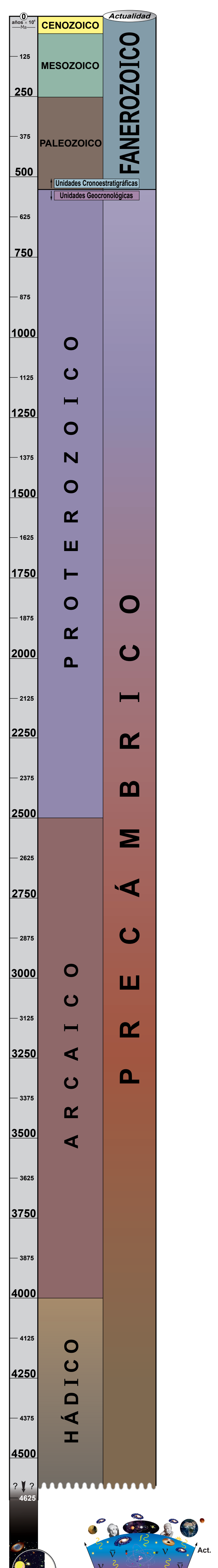
PALEOCLIMATOLOGÍA

PALEOGEOGRAFÍA

PALEOMAGNETISMO

ANEXOS

Columna base con escala vertical



UNIDADES CRONOESTRATIGRÁFICAS

EON	ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	I.C.S. Edad Ma	Duración Ma
FANEROZOICO	CENOZOICO	Q CUATERNARIO *Homo habilis*	HOLOCENO (Act. 0.0117)	VERSILIENSE -MEDITERRÁNEO- / POSTGLACIAR -EUROPA CENTRAL-	0.0117	0.0117
			PLEISTOCENO SUP	TARANTIENSE (TIRRENIENSE)	0.1260	2.5763
			PLEISTOCENO MED	IONIENSE	0.7810	
			PLEISTOCENO INF	CALABRIENSE	1.8060	
				GELASIENSE	2.5880	
		T TERCIARIO – NEÓGENO	PLIOCENO SUP	PIACENZIENSE (ASTIENSE)	3.600	2.742
			PLIOCENO INF	ZANCLIENSE (ANDALUCIENSE)	5.333	
			MIOCENO SUP	MESSINIENSE (PONTIENSE)	7.246	17.70
				TORTONIENSE	11.620	
			MIOCENO MED	SERRAVALIENSE (HELVETIENSE)	13.820	
				LANGHIENSE	15.970	
			MIOCENO INF	BURDIGALIENSE	20.440	
				AQUITANIENSE	23.030	
		PALEÓGENO	OLIGOCENO SUP	CHATTIENSE	28.10	10.87
			OLIGOCENO INF	RUPELIENSE (LATDORFIENSE)	33.90	
			EOCENO SUP	PRIABONIENSE	38.00	21.9
			EOCENO MED	BARTONIENSE	41.30	
				LUTECIENSE (BIARRITZIENSE)	47.80	
			EOCENO INF	YPRESIENSE	56.00	
			PALEOCENO SUP	THANETIENSE (LANDENIENSE)	59.20	9.70
				SELANDIENSE	61.60	
			PALEOCENO INF	DANIENSE (MONTIENSE - UNMMEDIENSE)	66.00 (66.0)	
	MESOZOICO	K CRETÁCICO	SUPERIOR	MAASTRICHTIENSE, CAMPANIENSE, SANTONIENSE, CONIACIENSE (SENONIENSE)	89.8	79.0
				TURONIENSE, CENOMANIENSE	100.5	
			INFERIOR	ALBIENSE, APTIENSE	125.0	
				BARREMIENSE, HAUTERIVIENSE, VALANGINIENSE, BERRIASIENSE (NEOCOMIENSE)	145.0 (~145.0)	
		J JURÁSICO	MALM – JURÁSICO SUPERIOR -Js-	TITONIENSE, KIMMERIDGIENSE, OXFORDIENSE (Late/Upper J.)	163.5	56.3
			DOGGER – JURÁSICO MEDIO -Jm-	CALLOVIENSE, BATHONIENSE, BAJOCIENSE, AALENIENSE (Middle J.)	174.1	
			LIAS – JURÁSICO INFERIOR -Ji-	TOARCIENSE, PLIENSBACHIENSE, SINEMURIENSE, HETTANGIENSE (INFRALIAS) (Lower/Early J.)	201.3 (~201.3)	
		TR TRIÁSICO	SUPERIOR	RHAETIENSE, NORIENSE, CARNIENSE	237.0	50.9
			MEDIO	LADINIENSE, ANISIENSE	247.2	
			INFERIOR	OLENEKIENSE, INDUENSE (SCYTIENSE)	252.1 (~252.1)	
	PALEOZOICO	P PÉRMICO (PERMOTRÍAS)	LOPINGIENSE	CHANGHSINGIENSE, WUCHIAPINGIENSE	259.8	46.7
			GUADALUPIENSE	CAPITANIENSE, WORDIENSE, ROADIENSE	272.3	
			CISURALIENSE	KUNGURIENSE, ARTINSKIENSE, SAKMARIENSE, ASSELIENSE	298.9 (~298.9)	
		C CARBONÍFERO	PENSILVÁNICO -SILÉSICO- SUPERIOR	GZHELIENSE	307.0	60.0
			MEDIO	KASIMOVIENSE, MOSCOVIENSE	315.2	
			INFERIOR	BASHKIRIENSE	323.2	
			MISISÍPICO -DINANTIENSE- SUPERIOR	SERPUKHOVIENSE	330.9	
			MEDIO	VISEENSE	346.7	
			INFERIOR	TOURNAISIENSE	358.9 (~358.9)	
		D DEVÓNICO	SUPERIOR	FAMENNIENSE, FRASNIENSE	382.7	60.3
			MEDIO	GIVETIENSE, EIFELIENSE	393.3	
			INFERIOR	EMSIENSE, PRAGIENSE, LOCHKOVIENSE	419.2 (~419.2)	
		S SILÚRICO	PRIDOLI-ENSE	PRIDOLIENSE	423.0	24.2
			LUDLOW-IENSE	LUDFORDIENSE, GORSTIENSE	427.4	
			WENLOCK-IENSE	HOMERIENSE, SHEINWOODIENSE	433.4	
			LLANDOVERY-ENSE	TELYCHIENSE, AERONIENSE, RHUDDANIENSE	443.4 (~443.4)	
		O ORDOVÍCICO	SUPERIOR (458.4~)	ASHGILLIENSE, CARADOCIENSE (BALA) / HIRNANTIENSE, KATIENSE, SANDBIENSE	458.4	42.0
			MEDIO (470.0~)	LLANDEILOIENSE, LLANVIRNIENSE / DARRIWILIENSE, DAPINGIENSE	470.0	
			INFERIOR	ARENIGIENSE, TREMADOCIENSE / FLOIENSE, TREMADOCIENSE	485.4 (~485.4)	
		Є CÁMBRICO	SUPERIOR (505~) – FURONGIENSE	FRANCONIENSE, POTSDAMIENSE / PISO 10 (stage10), JIANGSHANIENSE, PAIBIENSE	489.5 / 494.0 / 497.0	55.6
			MEDIO (517~) – SERIES 3	ACADIENSE / GUZHANGIENSE, DRUMIENSE, PISO 5	500.5 / 504.5 / 509.0	
			INFERIOR – SERIES 2 / TERRENEUVIENSE	GEORGIENSE / PISO 4, PISO 3, PISO 2, FORTUNIENSE	514.0 / 521.0 / 529.0 / 541.0 (~541.0)	
SUPER EÓN PRECÁMBRICO (-Criptozoico-) – Pt SUPERIOR	EÓN PROTEROZOICO (LA VIDA SE EXTIENDE Y DESARROLLA) – ALGONQUIANO	VÉNDICO "INFRACÁMBRICO" (~670)	NEOPROTEROZOICO	EDIACÁRICO	~635	1959
		SINIANSIENSE (~830)		CRIOGÉNICO	~850	
		RIFEENSE (~1600)		TÓNICO	~1000	
MEDIO			MESOPROTEROZOICO	ESTÉNICO	~1200	
				ECTÁSICO	~1400	
				CALÍMICO	~1600	
			PALEOPROTEROZOICO	ESTATÉRICO	~1800	
				OROSÍRICO	~2050	
				RIÁCICO	~2300	
				SIDÉRICO	~2500 (~2500)	
INFERIOR – Ar	EÓN ARCAICO (INICIO DE LA VIDA) – ARCAICO -ARQUEANO o ARQUEOZOICO-		Udes.Geocr.: Era	NEOARCAICO	~2800	1500
				MESOARCAICO	~3200	
				PALEOARCAICO	~3600	
				EOARCAICO	~3800 (~4000 (ICS))	
Pє	EÓN Hádico - PRISCOANO (Pt) / AZOICO- (AUSENCIA DE VIDA)			ÍMBRICO	~3850	600
				NECTÁRICO	~3920	
				GRUPOS BASIN	~4150	
				CRÍPTICO	~4600 (~4600 Ma)	

Unidades Geocronológicas: Era

El inicio del universo se ha datado -NASA proyecto WMAP- en 13.700 ± 200 Ma de acuerdo con la teoría del Big Bang : *inflación cósmica*

FACIES / PISOS biofacies litofacies – ESCALA GLOBAL –Europa– –USA-Canadá & al.– "CRONOZONAS"

POSTGLACIAR – TARDIGLACIAR – Würmiense, Rissiense, Mindeliense, Gunziense

WEISCHELIENSE, THURINGIENSE – MUSTERIENSE (*Homo neanderthalensis*) – MILAZZIENSE: playas fósiles y terrazas fluviales – SICILIENSE – EMILIENSE – SANTERNIENSE

Meteorito de Barringer, 50000 a. Arizona, USA. ∅≈50m

VILLAFRANQUIENSE – Molasas post-alpinas –Suiza–

RUSCINIENSE

VENTIENSE – TUROLIENSE – VALLESIENSE – VINDOBONIENSE

RAMBLIENSE – AGENIENSE – ARVERNIENSE – SUEVIENSE

RHENANIENSE – NEUSTRIENSE – Biozona "PERÍODO NUMMULÍTICO" – CUISIENSE – ILERDIENSE

GARUM GARUMNIENSE -FACIES (?) CONT.- "capas rojas" Pre-Pirineo – "en facies flysch" – Límite K-T Coesita & [Ir]↑

Potentes bancos de calizas / dolomías y margas (–)

UTRILLAS: FAC.CONT.(ARENAS-ARCOSAS) – URGONIANA – WEALD – FAC.SUBCONT.(marisma) Calizas/Arc/Ar – FAC.DELTAICAS Arc/Ar/Conglom. – FAC. MARINAS ARRECIFES DE RUDISTAS -CALIZAS-

PÜRBECK -PORTLANDIENSE- – FACIES DETRÍTICAS

-CALIZAS MASIVAS Y RITMITAS-

Facies marinas: calizas, dolomías y margas oscuras

DOMERIENSE : margas – CARIXIENSE : calizas de crinoides – SINEMURIENSE : calizas micríticas – USA facies post-tectónicas Este Newark Sandstone (Molasas)

FORM. GERMÁNICA: KEUPER: FACIES CONT. (MARGAS IRISADAS) – MUSCHELKALK: FACIES MARINAS SOMERAS, CALIZAS – BUNTSANDSTEIN: FACIES CONT. (ARENISCAS)

Pizarras bituminosas (fétidas), calcáreas & arcillosas: Alemania

WERFENIENSE – THURINGIENSE – SAXONIENSE – AUTUNIENSE – Techo de la serie calizas de lucaas ? Fm. Kaibab EL GRAN CAÑÓN – FACIES CONTINENTALES y de aguas someras -intercalaciones de R.Volc.-

ESTEFANIENSE – WESTFALIENSE – NAMURIENSE – DINANTIENSE – CULM: Arenas, Arcillas, Areniscas, Pizarras, Grauvacas, Vulcanitas, Calizas grises – BRIGANTIENSE, HOLKERIENSE, CHADIENSE, HASTARIENSE – ASBENSE, ARUNDIENSE, IVORIENSE

FARLOVIENSE – ORCADIENSE – BRECONIENSE – DITTONIENSE – DOWNTONIENSE – "Arenisca roja antigua" FACIES CONTINENTALES "molasas" – Old Red Sandstone – Euramérica (Laurusia)

Pizarras & Areniscas

KOSOVIENSE – KRALODVORIENSE – BEROUNIENSE – DOBROTIVIENSE – ORETANIENSE – Macizo Armoricano Bretaña (Francia) – "Pizarras negras y lavas de Gales"

Fm de Burgess Shale – Lutitas con [invertebrados]>> Єmedio, W Canadá

Diamictitas y Sedimentos volcánicos (Escudo Canadiense) EDIACARIENSE VARANGIENSE

Cuencas intracratónicas y periféricas (Continente GONDWANA)

Esparagmitas bajo VARANGIENSE (Escudo Báltico)

Grupo BELT y Serie GRENVILLE / HASTING (Esc. Canadiense) <<cinturones metamórficos>>

Sedimentos de *Plataforma Somera* (Continente GONDWANA)

GÓTIDAS bajo DASLANDIENSE (Escudo Báltico)

Grupo COBALTO bajo Grupo ANIMIKIAN (Escudo Canadiense)

Sedimentos Volcánicos (Continente GONDWANA)

Base(muro) del Gran Cañón del C. → Esquistos & Gneis

Complejo ígneo de *Bushveld* en Sudáfrica [Pt-Cr-V] ↑

Aparición de tillitas a nivel global – Rocas sedimentarias de origen glaciar –

CARÉLIDES bajo SUECOFÉNIDES (Escudo Báltico)

Complejo de ofiolitas en *Dongwanzi* Norte de China de ~2.505 Ma

PRIMEROS CRATONES ESTABLES *DOMOS GRANÍTICOS*

Impacto gran meteorito (∅~4km) en *Maniitsoq*: W Groenlandia. Cráter de 100km [∃SiO₂ de↑P tipo coesita] ~3000 Ma

METAGRANODIORITAS EN FACIES GRANULITAS Y GNEIS

Primera Corteza Terrestre -solidifican, de inicio, materiales ultrabásicos tipo peridotitas-

PRIMERAS MASAS GRANITOIDES: GRANITOS/PEGMATITAS

Rocas más antiguas datadas

Gneis de *Amitsoq-Uivak* (Pen.del Labrador, Canadá) ~3700 Ma

Isua (SW de Groenlandia) e *Is. Akilia* : R. Sed. (Fe₂O₃) ~3850 Ma

Ortogneis de Acasta (NW de Canadá, cratón Slave) ~4030 Ma – Se formó en base a una tonalita (protolito): roca ígnea intrusiva

Ofiolitas (metabasitas/anfibolitas) de lavas submarinas al N de Quebec, Canadá: cinturón NGB (Nuvvuagittuq) ~4280 Ma

Zircones detríticos (con diamantes) en R.Met. de Australia Occ. de 4374 Ma – Jack Hills – U²³⁸ → Pb²⁰⁶ (estable) PSDR(U²³⁸): ~4468 Ma

Min.Condriticos (T<950°C): Ab/An-Feds-Micas-Px-Anf-Coesita(SiO₂), etc.

Acondritas y Planetesimales (>950°C): Qz-Fto-K-Zircón-Titanita, etc.

minerales prenebulares: diamante, grafito, olivino, corindón, rutilo, espinela, carburos, nitruros, etc

FACIES / PISOS – País : ESPAÑA -Spain- – Litologías Predominantes

Aluviales & Coluviales – Gravas, arenas y limos – morrenas glaciares – Loess y turba – Terrazas fluviales y marinas – Playas levantadas

Depósitos fluviales. Rañas: gravas cuarcíticas empastadas en matriz arcillosa

Calizas de los páramos – Margas & yesos – ARAGONIENSE (Quirópteros en Teruel) – Arcillas – Margas – Areniscas

Conglomerados calcáreos, areniscas & yesos

Areniscas & yesos – Calizas & margas – base LUTEC. – ~13 km erosión diferencial

Flysch: alternancia rítmica de calizas-margas <asociaciones sintectónicas> – base SELAND. – Areniscas – Rocas carbonatadas con foraminíferos

Conglomerados – Brechas calcáreas – Margas – Calizas – Calizas & dolomías masivas – Calcarenitas – Arcosas & arenas silíceas – Calizas

Conglomerados, arenas silíceas, areniscas & arcillas

Calizas, areniscas & arcillas – Calizas masivas & ritmitas – Margas – Calizas & margas – Calizas masivas – base AALEN. – Calizas & margas – Calizas & dolomías *tableadas* – Calizas oquerosas & dolomías *brechoides* – Carniolas

Arcillas abigarradas & yesos

Calizas con dolomías, margas & arcillas – Arcillas rojas & areniscas(cuarcitas & rodenos) – Conglomerados de base – Areniscas

Series detríticas con intercalación de rocas volcánicas

Fm Barruelo: Fac.Cont. BARRUELIENSE – CANTABRIENSE – Csup – estratotipo Fm Brañosera (fós.marinos) gran transgresión -Palencia- – (mineralizaciones) >> – Molasas (r.sed.clásticas) – Granitoides – *Calizas de montaña* – Pizarras & areniscas en áreas periféricas del M.Ib.

Intercalación de volcanitas: FeS en Riotinto – Pizarras & Cuarcitas – Areniscas rojas – Calizas y dolomías nodulosas – Granitos (–) – (+) en áreas periféricas del M.Ib.

Pizarras con graptolites & Areniscas ⇒ *Cinabrio de Almadén & Fe del NW*

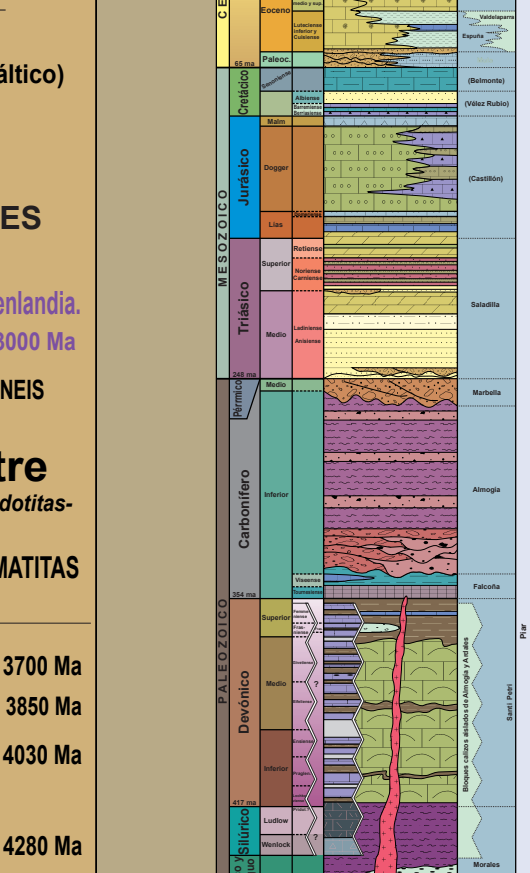
Pizarras, Areniscas, Cuarcitas & Calizas (–) – Granitos (–) – Cuarcita *Armoricana* –cuarcitas & cuarzoarenitas– – Grauvacas & Gneis. Fm. Porfiroides: *Ollo de Sapo*

TREMPEALEAUIENSE, FRANCONIENSE, DRESBACHIENSE, MAYAIENSE, AMGANIENSE, TOYONIENSE, BOTOMIENSE, ATDABANIENSE, TOMMOTIENSE – Conglom. Pizarras Areniscas Calizas mármoles Dolomías Volcatitas – LANGUEDOCIENSE, CAESARAUGUSTIENSE, LEONIENSE, BILBILIENSE, MARIANIENSE, OVETIENSE, CORDUBIENSE, PUSIENSE

ALCUDIENSE superior / inferior – Vendiense – Rifeense – "Complejo esquisto grauváquico" – gneis-esquistos-pizarras areniscas-cuarcitas-volcanitas – Zona Cantábrica (W) – Zona Astur(W)-Leonesa – Zona Ossa-Morena – BETURIENSE – Materiales polimetamórficos

Roca más antigua datada: Anfibolitas: Complejo Polimetamórfico en *Cabo Ortegal* (A Coruña) ~1160 Ma

Secuencia Estratigráfica "tipo"



Ref: Rodríguez F..J. et al. – Ref:(13),(34) et al

Fases Tectónicas – extensión regional – -Unidades Geomorfológicas-

Gran Cañón del Colorado ? – Teneguía - 1971 (10)

Cuencas Sed. N/Q – Pasadánica – Iberomanchega (P.I.) – Waláquica – Rodánica – Ática – Estaírica – Bética-Rifeña (P.I. & N África) – Neocastellana (P.I.) – Is.Canarias: Teide 1909 (11) – Sávica

Act. Alpes, Balcanes, Cárpatos, Atlas. *Alpinas W*

Act. Himalaya. *Alpinas E*

Mioceno – Pirineos s.s. – Pirenaica (P.I.)

Gran actividad volcánica – Laráminas

600 m – Gran Cañón del Colorado – Termocronología: 70Ma (?) -datación radiométrica-

Act. M.Rocosas – C. de los Andes – C.Circum-Pacíficas

Subhercínica – Aústricas (1ª fase) – *Cobertera de:* C.Pirenaica *Prepirenaica* – C.Costero-Catalana – C.Cantábrica – C.Ibérica

Neokiméricas

Paleoceno – Gran actividad volcánica en las dorsales oceánicas

Paleokimérica

Período con fuerte nivel erosivo en la P.Ibérica

Palatina (Pfálcica) – Gran actividad volcánica

Urálica: Urales – Apalaches centro y S – Saálica – Alleghánica – Astúrica (P.I.) – Érzica – Sudética – Bretónica – Zócalo Costero-catalán – Zona axial pirenaica

Macizo Ibérico (M.Ib.) (M.Hespérico o Hercínico) Antepaís – ACÁDICA

Apalaches Norte – Gran actividad volcánica – Is.Británicas – Ardémica – P.Escandinavia (NW) – P.Groeslandia (SE) – Tacónica – *Erica hibernica* – Mongolia (N de China) – Australia (SE) – Ibérica-Toledánica (P.I.) – Sárdica – Salárica – Innuitiense – Apalaches Norte

Or. ASSÍNTICA - Cadomiense- – Or. PANAFRICANA – Fragmentación del *supercontinente* "Rodinia"

Or. RIFEENSE – Or. GRENVILLE – Or. ALGÓMICA

EPISODIO *ELSONIANO* – Or. HUDSONIANA Y KARÉLIDA – Or. TRANSAMAZÓNICA Y HURONIANA

Impacto de dos meteoritos – Cráter de Sudbury (Ontario,Canadá): 1850 Ma – Cráter de Vredefort (Sudáfrica NE): 2020 Ma

Formación de Cratones: *Escudos*

"Grandes zonas estables y emergidas antes del Cámbrico" – E.Canadiense, E.Báltico, E.Brasileño, E.Antártico, E.Arábigo, E.Siberiano, E.Australiano, E.Africano, E. de Groenlandia.... (≃ 2600 Ma)

Orogenia KENÓSICA 2540 Ma – 2750 Ma – Orogenia LAURÉNTICA

Primera Corteza Terrestre estable y permanente : 2800 - 3800 Ma – fases post-magmáticas *pegmatítica / neumatolítica* – entre 400°C y 650°C

Los cratones *Pilbara* (NW Australia) y *Kaapvaal* (Sudáfrica) (protocontinentes) forman parte del supercontinente *Vaalbará* – Masas *gratidoides* de 3400 - 3600 Ma

Régimen tectónico horizontal *permóvil* – Régimen exotérmico

Escasa cratonización y sedimentos inmaduros

Orogenia SAÁMICA: Primeros protocontinentes *estables ?*

Gran bombardeo de meteoritos sobre 3920 Ma – *aerolitos* (Si) (condritas) - *sideritos* (Fe/Ni) - *litosideritos* (Si/Fe/Ni)

Formación de la Luna: ~4527 Ma -Impacto del protoplaneta THEIA-

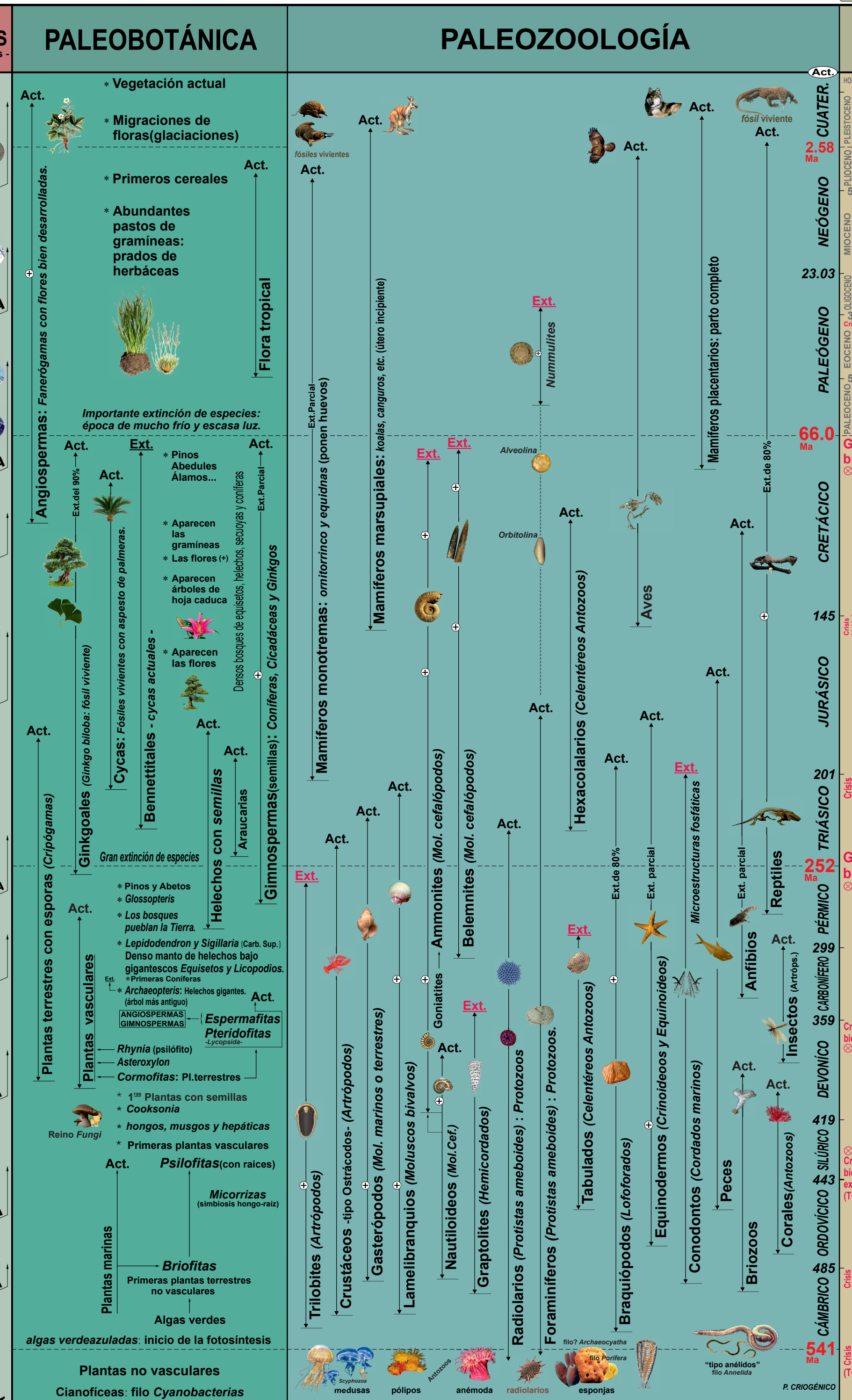
Acreción de *planetesimales*: sobre 4567 Ma

OROGENIAS – Períodos Orogénicos –

Teide
Is.Canarias
S.ª Nevada
HIMALAYA
ANDES

NEOTECTÓNICA – NEOALPINA – MESOALPINA – PALEOALPINA – AÚSTRICA – KIMÉRICA – TARDIHERCÍNICA – HERCÍNICA o VARISCA – NEOCALEDÓNICA – CALEDÓNICA – PALEOCALEDÓNICA

PALEOBOTÁNICA – PALEOZOOLOGÍA



- Vegetación actual
- Migraciones de floras (glaciaciones)
- Primeros cereales
- Abundantes pastos de gramíneas: prados de herbáceas

Importante extinción de especies: época de mucho frío y escasa luz.

- Pinos, Abedules, Álamos...
- Aparecen las gramíneas
- Las flores (+)
- Aparecen árboles de hoja caduca
- Aparecen las flores

Gran extinción de especies

- Pinos y Abetos
- *Glossopteris*
- *Los bosques pueblan la Tierra.*
- *Lepidodendron y Sigillaria* (Carb. Sup.) Denso manto de helechos bajo gigantescos *Equisetos y Licopodios.*
- Primeras Coníferas
- *Archaeopteris*: Helechos gigantes. (árbol más antiguo)

ANGIOSPERMAS / GIMNOSPERMAS – *Espermafitas* – *Pteridofitas* -Lycopsida-

Rhynia (psilófito) – *Asteroxylon* – *Cormofitas*: Pl.terrestres

- 1ªs Plantas con semillas
- *Cooksonia*
- hongos, musgos y hepáticas
- Primeras plantas vasculares

Psilofitas (con raíces) – *Micorrizas* (simbiosis hongo-raíz)

Briofitas – Primeras plantas terrestres no vasculares

Algas verdes

algas verdeazuladas: inicio de la fotosíntesis

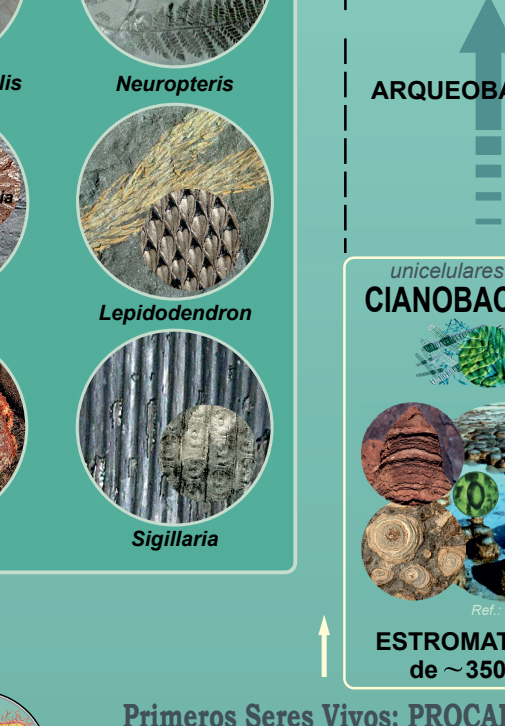
Plantas no vasculares

Cianofíceas: filo *Cyanobacterias*

escaso registro de fósiles

escaso registro de fósiles: animales "blandos" de los Phyla Cnidaria, etc – los fósiles son *huellas o impresiones*

ejemplos de vegetales fósiles



Plantae – Animalia (Metazoa) – *Eukaryota* – ARQUEOBACTERIAS

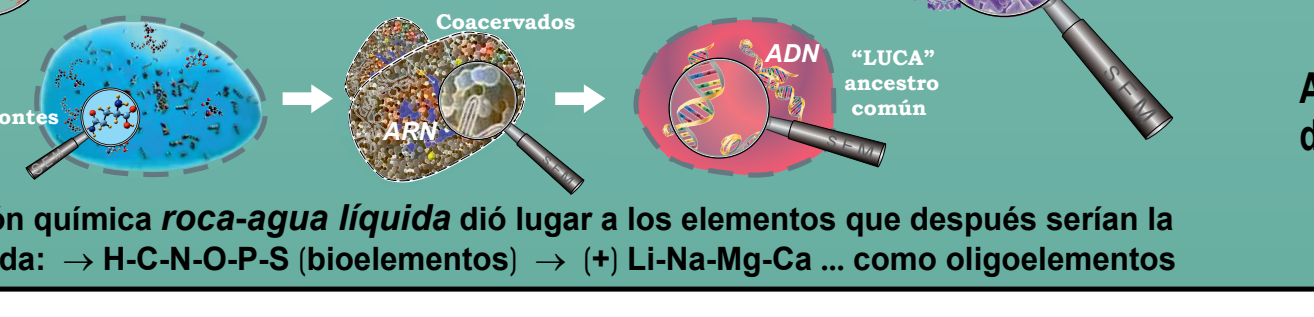
unicelulares autótrofos
CIANOBACTERIAS
Ref.: Moore, et al. 1995

ESTROMATOLITOS de ~3500 Ma

ejemplos de animales fósiles

Cráneo de "Homo"
Dinosaurio
Ammonite
Insecto
Pez
Trilobite

Primeros Seres Vivos: PROCARIOTAS ANCESTRALES – unicelulares heterótrofos



Ausencia de fósiles

La interacción química *roca-agua líquida* dió lugar a los elementos que después serían la base de la vida: → H-C-N-O-P-S (bioelementos) → (+) Li-Na-Mg-Ca ... como oligoelementos

HISTORIA EVOLUTIVA – Eventos geológicos significativos –

≈(–2000 Ma) ⟹ T>400°C (Tierra) "La vida llega a su fin". ≈(+4500 Ma) ∅×30, masa: -30% ⟹ Gigante roja H nuclear agotado ≈(+10000 Ma) ⟹ "flash del helio" ∅×200 ⟹ nebulosa planetaria

Holoceno: Época postglacial 0.0117 Ma – CUATER. 2.58 Ma – NEÓGENO 23.03 – PALEÓGENO 66.0 Ma – CRETÁCICO 145 – JURÁSICO 201 – TRIÁSICO 252 Ma – PÉRMICO 299 – CARBONÍFERO 359 – DEVÓNICO 419 – SILÚRICO 443 – ORDOVÍCICO 485 – CÁMBRICO 541 Ma – P. CRIOGÉNICO – PROTEROZOICO – P. RIÁSICO – P. SIDÉRICO – ~2500 – ARCAICO – ~3800 – HADEICO – ~4600 Ma

Mamíferos (Placentarios) – Aves – Reptiles – Anfibios – Peces – Insectos – Invertebrados marinos

Crisis biológica – Gran crisis biológica ⊗85% – Gran crisis biológica ⊗95% – Crisis biológica ⊗85% – ⊗85% Crisis biológica extensa (T<<) – Crisis biológica (T<<) – Crisis biológica ~1600 Ma

- ***Hombre moderno o actual*** : *Home sapiens/sapiens*
- Último meteorito datado: 50.000 a (∅~ 50m). Arizona (USA)
- *Mamut* "Mamíferos de estepa fría" Ext.
- 1ᵉʳᵒˢ "Homo" – *Smilodon* (tigre dientes de sable)
- Elefante similar al actual. "Ardi"
- *Homínidos* (bípedos).
- Mastodontes, gorilas, chimpancés, rumiantes, conejos, etc. *Pliohippus*
- *Hominoides: Gibones, Póngidos y Homínidos.*
- Delfines y ballenas se desarrollan. Moluscos (+)
- *Primates antropoides* (Simios).
- Osos, jirafas, rinocerontes, perros, focas, aves, etc.
- *Diversificación de los mamíferos*: ungulados, roedores, primeros felinos, ballenas y primates.
- *Nummulites* (+): Foraminíferos de aguas marinas someras (tipo delta).
- *Mesohippus* (precursor del caballo) y camellos.
- Primeros Octópodos: *ocho pies*, mol.cefalópodos (~pulpos actuales)
- *Extinción de los dinosaurios* – extinción del 85% de las especies – Estado caótico en el globo terrestre : *"invierno nuclear"* – Impacto de un gran meteorito ∅≈10km en el Golfo de Méjico.
- Yacimientos (60%) de petróleo y metano. Lignito ocasional
- Predominan los dinosaurios carnívoros: *Terópodos* – *T.rex* – Velociraptor 60kg – Triceratops – Ornitomimidos
- Braquiópodos (+) y Equinodermos (+)
- *Sarcosuchus imperator* : cocodrilo gigante. – *Eumaniraptora* – icnita – icnofósiles
- Primeras Serpientes.
- Varano: Lagarto gigante, *"fósil viviente"* en Australia, Nueva Guinea, en Filipinas similar al *dragón de Komodo*.
- *Archeopteryx*: Primeras aves (?): dinosaurios gráciles y ligeros.
- Predominan los dinosaurios herbívoros: *Saurópodos* – *Brachiosaurus, Diplodocus ....*
- *Los dinosaurios dominan la Tierra.*
- Arrecifes de mares cálidos formados por *hexacoralarios*.
- Sapos y ranas
- *Caracoles* (+) y *Ammonites* (+)
- *Quetzalcoatl* (USA): Pterosaurio gigante. – *Pteranodón*
- Cocodrilos primitivos.
- *Pterosaurios* (reptiles voladores). – Eubrontes: *Pisadas* – Pterodáctilos
- *Aparecen los dinosaurios.* Dominaron la era Mesozoica y hubo dos órdenes: *Saurisquios* y *Ornitisquios* (⊕K) -cadera de reptil- -cadera de ave- – *Eodromaeus murphi* 1ᵉʳ Carnívoro
- Iguanas (lagartos) y tortugas. – **mayor extinción en la historia de la Tierra** – Extinción del 95% de las especies. Confluyen varias causas: vulcanismo extremo, posible impacto meteorito, liberación de hidrato de metano (efecto invernadero: T↑5°C) y H₂S, etc.
- Primer huevo fósil de reptil. -tipo *theriodontia*: reptiles mamiferoides-
- Yacimientos de carbón, petróleo y gas (sed. bituminosos) – Petróleo: Origen orgánico (fósil) o inorgánico (abisal / abiótico)? – *Theriodontia*
- Depósitos de evaporitas (sal/yeso) de hasta 1000m. (en Norteamérica y Europa occidental que eran zonas ecuatoriales)
- *Lepidodendron* y *Sigillaria*.
- Libélulas gigantes (*protodonata*). Anfibios (+) & 1ᵉʳᵒˢ Reptiles. – *Meganeura*
- *Formación del carbón y metano* (gas natural)
- *Calamites* (cormofitas): grandes selvas en ambiente pantanoso. – *Megarachne*
- *Goniatites* en el Devónico y Carb. (*Ammonites* primitivos).
- Los *Placodermos*: *dunkleosteus*. – *Dunkleosteus*
- Primeros tiburones: *cladoselache*.
- Abundantes arrecifes de coral.
- Yacimientos (~10%) de petróleo y metano (430 – 370 Ma)
- *La vida conquista la tierra firme*: Ciempiés y Escorpiones (*palaeophonus*: fósil terrestre más antiguo) – Los artrópodos invaden el medio terrestre, primeros animales con respiración aérea: cangrejos de herradura, arañas, milpiés, langostas, insectos primitivos, etc. – *Palaeophonus*
- *Aparecen los primeros vertebrados*: Serían peces primitivos con espina dorsal (*esqueleto interno*). – corales fósiles agatizados
- *Abundancia de fósiles invertebrados marinos.* "La vida se desarrolla en los océanos"
- *Hidrozoos* (*Celentéreos tipo Cnidarios*) → Act.
- *Artrópodos* (TIENEN EXOESQUELETO): Conchas y caparazones. – Sahara-M
- *Rápida eclosión de la vida en medios marinos: vida aerobia.* [O₂]> – "Los animales se articulan para poder desplazarse"
- Escifozoos *-filo cnidaria-* → Act. "Animales tipo anélidos, nematodos, medusas, etc."
- *Cuerpo fosilizado más antiguo: Namacalathus, esponja fósil en Namibia / Canadá...* (~550 Ma)
- *Multicelulares sin caparazón: Fm. Ediacara* (gusanos, medusas, etc). Sur-Australia (~635 Ma) – Invertebrados marinos tipo *Dickinsonia*
- Organismos pluricelulares *eucariotas: algas, esponjas, etc.* (~750 Ma) ⟹[O₂]↑
- *Animales planctónicos marinos: Protozoos -unicelulares eucariotas-* (~800 Ma)
- *Invertebrados marinos muy primitivos. Coexisten los procariotas y eucariotas.* – R.Protistas
- Desarrollo de los eucariotas: núcleo portador de cromosomas con información genética. *-Grypania spiralis-*
- *Metafitas*: Algas rojas y verdes pluricelulares (~1200 Ma)
- Los estromatolitos alcanzan su máximo apogeo sobre los *1400 Ma.* [O₂]↑
- "Fm. Gunflint" (Canadá): algas y hongos (*eucariotas*) en estratos antracíticos. (~1900Ma)
- 1ᵉʳᵒˢ pluricelulares en Gabón (África): *eucariotas tipo medusas.* [O₂]↑→[O₂]↓ (2100-1900 Ma) – Gabón
- Estromatolitos en depósitos glaciales. 1ᵉʳᵒˢ eucariotas unic. (~2300 Ma) – M.O. por F.Se – tipo medusas
- Formaciones "Banded Iron" *-BIF-* : Depósitos de óxidos de Fe -magnetita y hematita- (2500 a 1800 Ma)
- Organismos unicelulares *procariotas* (sin núcleo): *algas verde-azuladas.* Tipo cianobacterias y proteobacterias. (el "ADN" estaba *libre* en el citoplasma).
- *Metallogenium personatum*: Oxidan el Fe & Mn (Rodesia & Carelia, Rusia) 2800 Ma – Cianobacterias
- Vida anaerobia: Se obtiene energía de la fermentación de glucosa.
- Cianobacterias de "Fig Tree" y "Onverwacht" en África de Sur. (3300-3100 Ma): *Algas procariotas* verde-azuladas que sintetizaban M.O. a partir de energía luminosa (fotosíntesis oxigénica), absorbiendo CO₂ y liberando O₂ a la atmósfera, preparando así, la futura vida aerobia (Glycobacterias) → (fot.oxig.: $H_2O \rightarrow 2H^+ + 2e + 1/2\,O_2$) – *Fig Tree: Eobacterium isolatum* (bacilo de ~3300Ma) – Fototrofos

Taxonomías básicas (reino-filo-clase-orden-familia-género-especie)

Eran células anaerobias fotosintéticas con nutrición autótrofa que generaban materia orgánica.

3500 / 3700 Ma *fósiles más antiguos* – Estromatolitos en cratón de Pilbara, al NW de Australia (Fm.Strelley Pool): Son estructuras sed. estratificadas de formas diversas (~hongos, etc) que formaron, en aguas someras cálidas, las cianobacterias al precipitar carbonatos que se intercalaban con capas de arena. Estructuras similares se han encontrado en la Fm.Siyeh (Montana-USA). Aparece hematita: Fe₂O₃ ⟹ existía ya el O₂ – Grupo Warrawoona (Australia) & Isua (Groenlandia). [Fm. Nuvvuagittuq, Canadá (+4000 Ma) ?]

Eobacterias (tipo *Cloroflexus*) → fot.anoxig.: $H_2S \rightarrow 2H^+ + 2e + S$ – Quimiotrofos

Ausencia de vida – ? **Origen de la vida**: Microorganismos denominados procariotas, eran células sin núcleo con reproducción asexual (~3800 Ma). Primeras *moléculas auto-replicantes* (~4150 Ma) *protobiontes*. En soluciones (?) orgánicas de azúcares y proteínas ("caldo prebiótico") en aguas someras: unión de protobiontes → biomembranas continuas → 1ᵉʳ eubionte → 1ᶜᵒˢ PROCARIONTES

Eran células anaerobias con nutrición heterótrofa que consumían materia orgánica. – Nasif Nahle

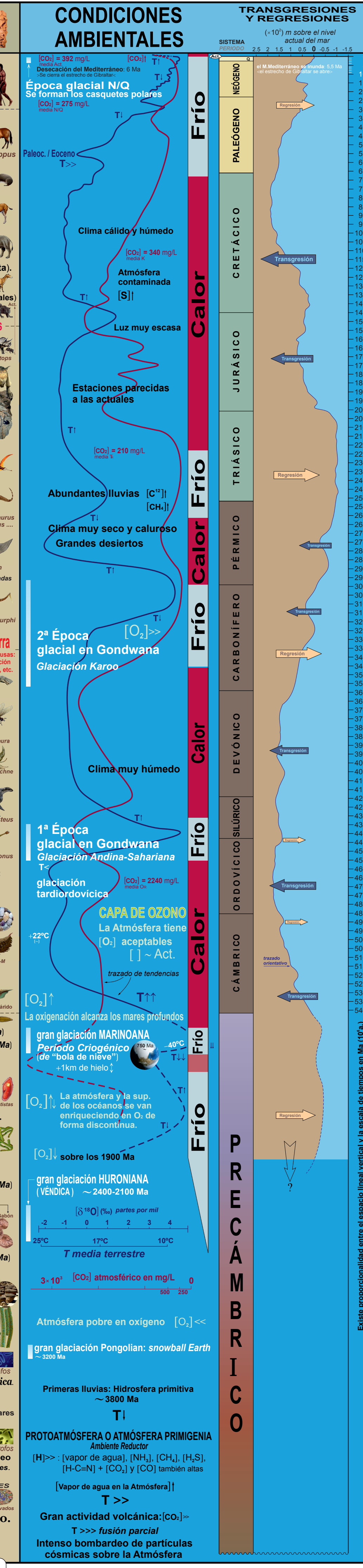
El inicio de la vida pudo generarse sobre un *sustento* arcilloso.

mundo mineral (no biológico) –abiogénesis→ mundo biológico (seres vivos) – moléculas inorgánicas: materia inerte – 1ᵉʳ alimento: sulfuros. FO₂↓T>> – biomoléculas orgánicas e inorgánicas – David Wacey (U.Australia)

$\Sigma^{12}H \rightarrow {}^3He \rightarrow \Sigma^3He \rightarrow {}^4He \xrightarrow{T>10^8\,K} {}^{12}_6C$ → condiciones favorables para el inicio de la vida

primeros elementos: ¹H, ⁴₂He, ⁷₃Li, ⁹₄Be... ⟹ Sistema Periódico Actual

CONDICIONES AMBIENTALES – TRANSGRESIONES Y REGRESIONES



[CO₂] = 392 mg/L media Act. – [CO₂]↑ T↑ – Desecación del Mediterráneo: 6 Ma -Se cierra el estrecho de Gibraltar- – el M.Mediterráneo se inunda: 5.5 Ma -el estrecho de Gibraltar se abre-

Época glacial N/Q – Se forman los casquetes polares – [CO₂] = 275 mg/L media N/Q – T↓

Paleoc. / Eoceno T>>

Clima cálido y húmedo – [CO₂] = 340 mg/L media K

Atmósfera contaminada [S]↑

Luz muy escasa

Estaciones parecidas a las actuales

T↑ – [CO₂] = 210 mg/L media Js

Abundantes lluvias [C¹²]↑ [CH₄]↑

Clima muy seco y caluroso – Grandes desiertos – T↑

2ª Época glacial en Gondwana – *Glaciación Karoo* – [O₂]>>

Clima muy húmedo

1ª Época glacial en Gondwana – *Glaciación Andina-Sahariana* – T< – glaciación tardiordovícica – [CO₂] = 2240 mg/L media O₃

+22°C – **CAPA DE OZONO** – La Atmósfera tiene [O₂] aceptables [ ] ~Act.

[O₂]↑ – T↑↑ – La oxigenación alcanza los mares profundos

gran glaciación MARINOANA – *Período Criogénico* (de "bola de nieve") +1km de hielo – 750 Ma – -40°C – T↓↓

[O₂]↑↓ La atmósfera y la sup. de los océanos se van enriqueciendo en O₂ de forma discontinua.

[O₂]↓ sobre los 1900 Ma

gran glaciación HURONIANA (VÉNDICA) ~2400-2100 Ma

[δ¹⁸O] (‰) partes por mil – -2 -1 0 1 2 3 4 – 25°C 17°C 10°C – *T media terrestre*

3-10³ [CO₂] atmosférico en mg/L 0 – 500 250

Atmósfera pobre en oxígeno [O₂]<<

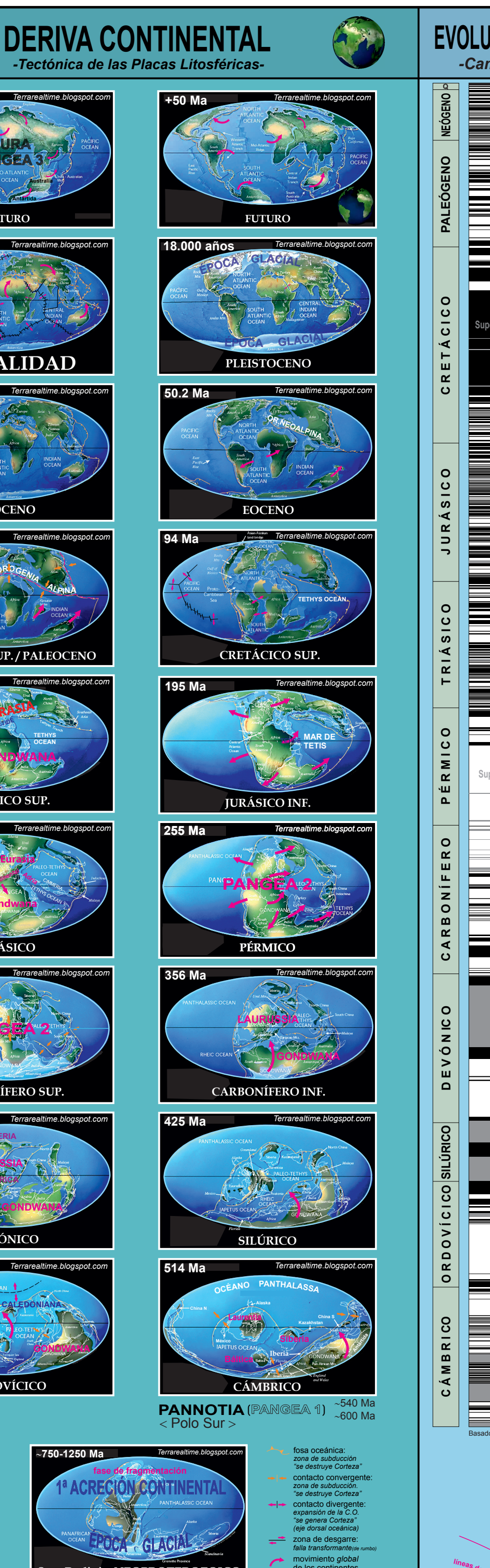
gran glaciación Pongolian: *snowball Earth* ~3200 Ma

Primeras lluvias: Hidrosfera primitiva ~3800 Ma – T↓

PROTOATMÓSFERA O ATMÓSFERA PRIMIGENIA *Ambiente Reductor* – [H]>> : [vapor de agua], [NH₃], [CH₄], [H₂S], [H-C≡N] + [CO₂] y [CO] también altas – [Vapor de agua en la Atmósfera]↑ – T >>

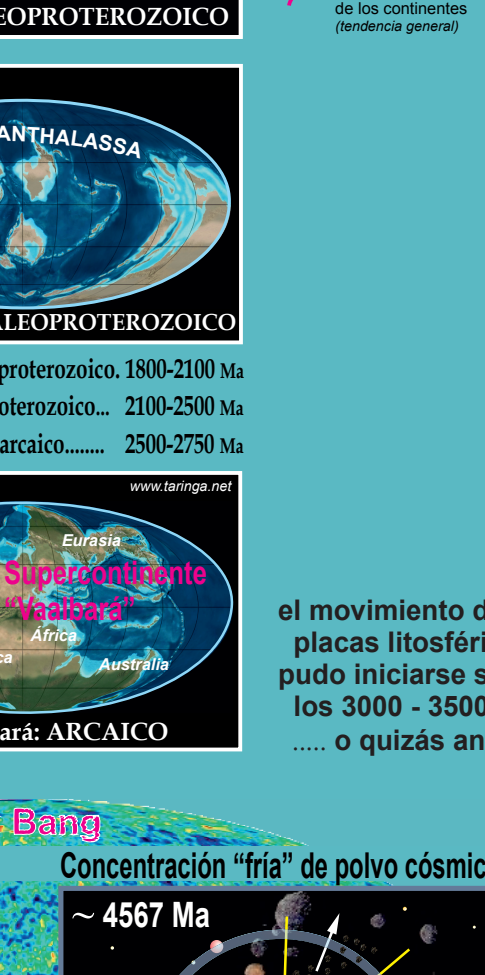
Gran actividad volcánica: [CO₂]> – T >>> *fusión parcial* – Intenso bombardeo de partículas cósmicas sobre la Atmósfera

DERIVA CONTINENTAL -Tectónica de las Placas Litosféricas-



PANNOTIA (PANGEA 1) < Polo Sur > ~540 Ma ~600 Ma

PRECÁMBRICO



Sup. Rodinia: NEOPROTEROZOICO

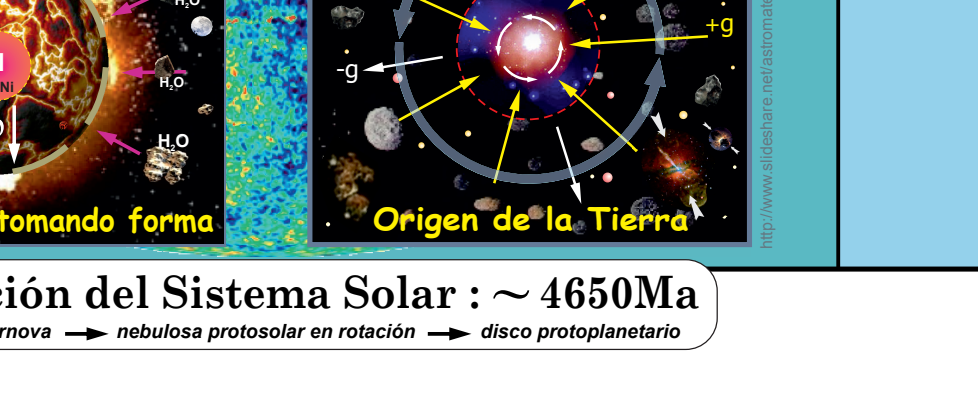
Sup. Columbia: PALEOPROTEROZOICO

Sup. Atlantica: Paleoproterozoico.. 1800-2100 Ma
Sup. Arctica: Paleoproterozoico... 2100-2500 Ma
Sup. Kenorland: Neoarcaico........ 2500-2750 Ma

Sup. Vaalbará: ARCAICO

- fosa oceánica: *zona de subducción "se destruye Corteza"*
- contacto convergente: *zona de subducción "se destruye Corteza"*
- contacto divergente: *expansión de la C.O. "se genera Corteza" (eje dorsal oceánica)*
- zona de desgarre: *falla transformante (de rumbo)*
- movimiento global de los continentes *(tendencia general)*

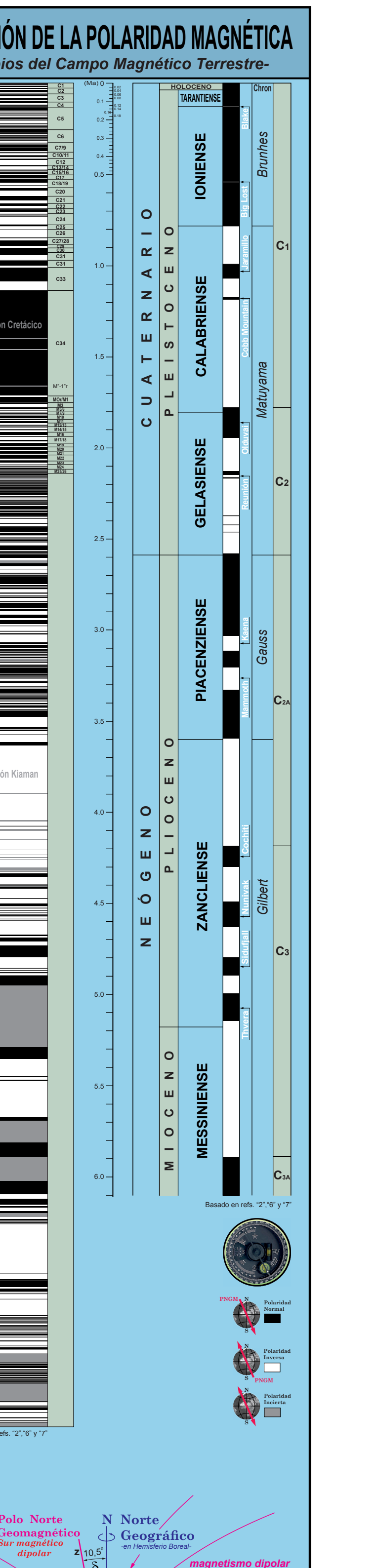
el movimiento de las placas litosféricas pudo iniciarse sobre los 3000 - 3500 Ma ..... o quizás antes.

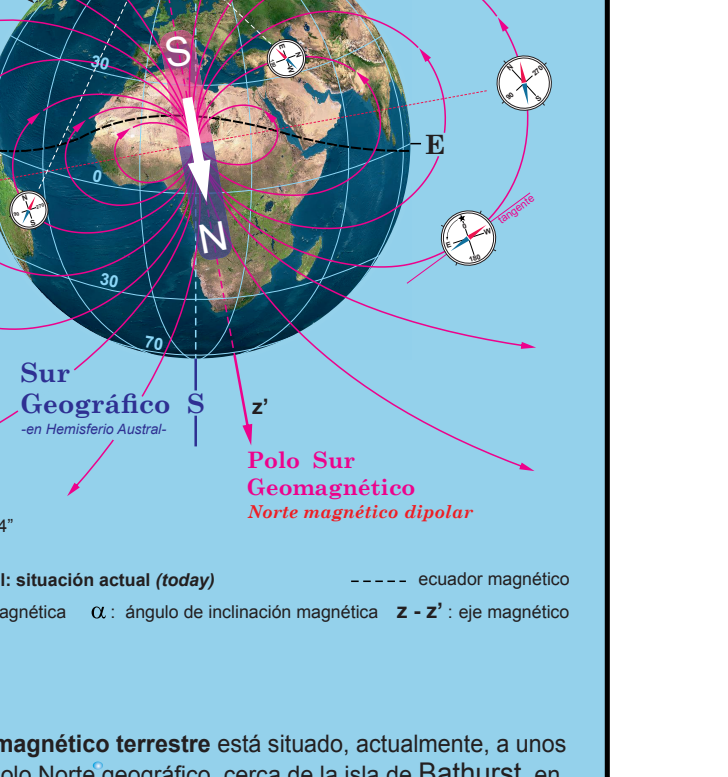


Reacciones nucleares: Fusión parcial – Concentración "fría" de polvo cósmico

Formación del Sistema Solar : ~4650Ma – explosión supernova → nebulosa protosolar en rotación → disco protoplanetario

EVOLUCIÓN DE LA POLARIDAD MAGNÉTICA -Cambios del Campo Magnético Terrestre-





polaridad normal: situación actual (*today*) – ------ ecuador magnético

δ : declinación magnética – α : ángulo de inclinación magnética – z - z' : eje magnético

El polo Norte magnético terrestre está situado, actualmente, a unos 1.600 km del polo Norte geográfico, cerca de la isla de Bathurst, en la parte septentrional (*norte*) de Canadá, en territorio de Nunavut. *-En realidad, magnéticamente hablando,* **es un polo Sur**-

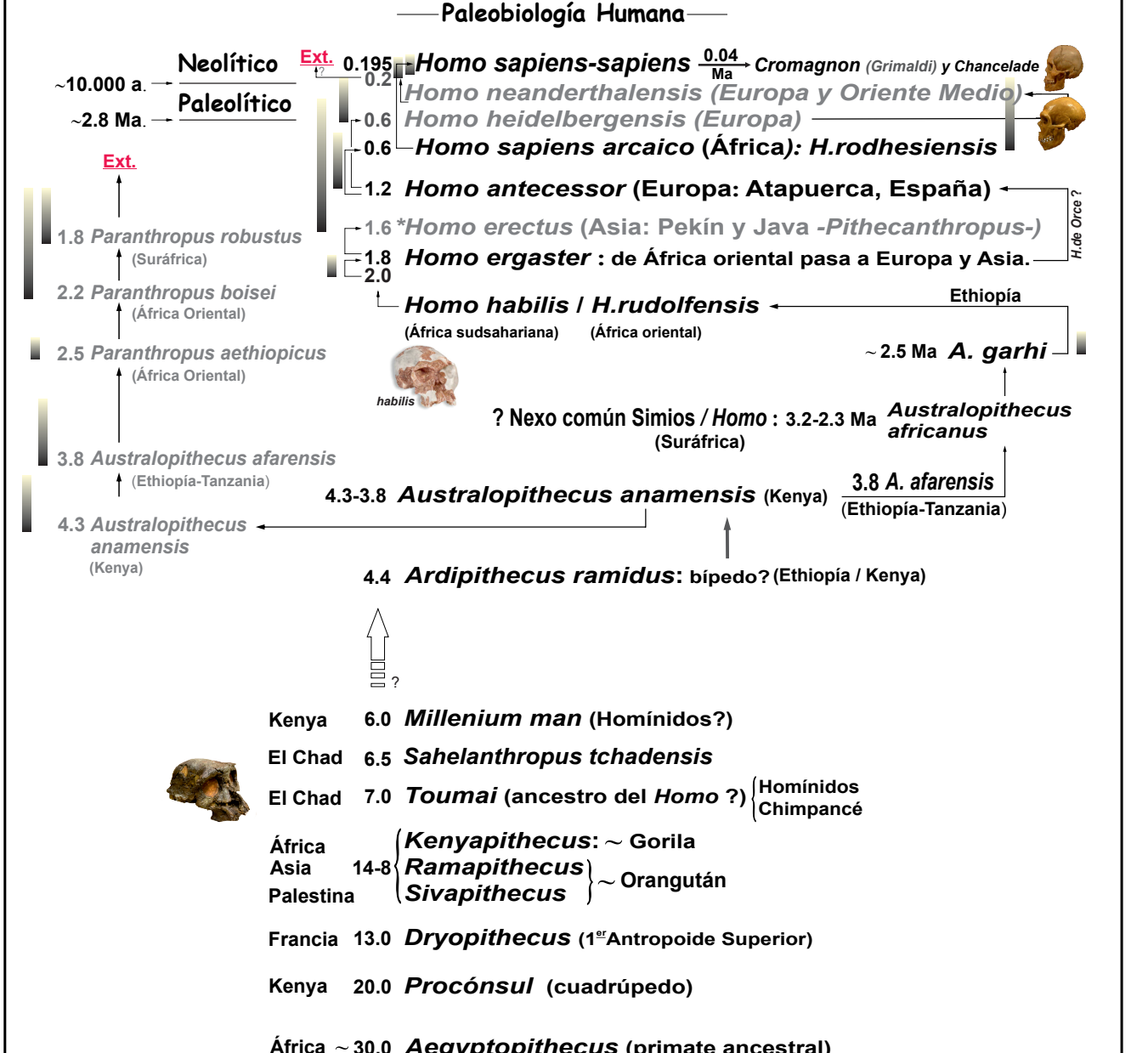
El C.M.T. se generó sobre los 4000 Ma
Se inicia la cristalización del Núcleo Interno

magnetismo interestelar o externo a la Tierra
cinturones de Van Allen

http://radbelts.gsfc.nasa.gov/outreach/Radbelts0.htm & NASA/Van Allen Sondes/Goddard Space Flight Center: www.astronoo.com

Paleoantropología

Paleobiología Humana



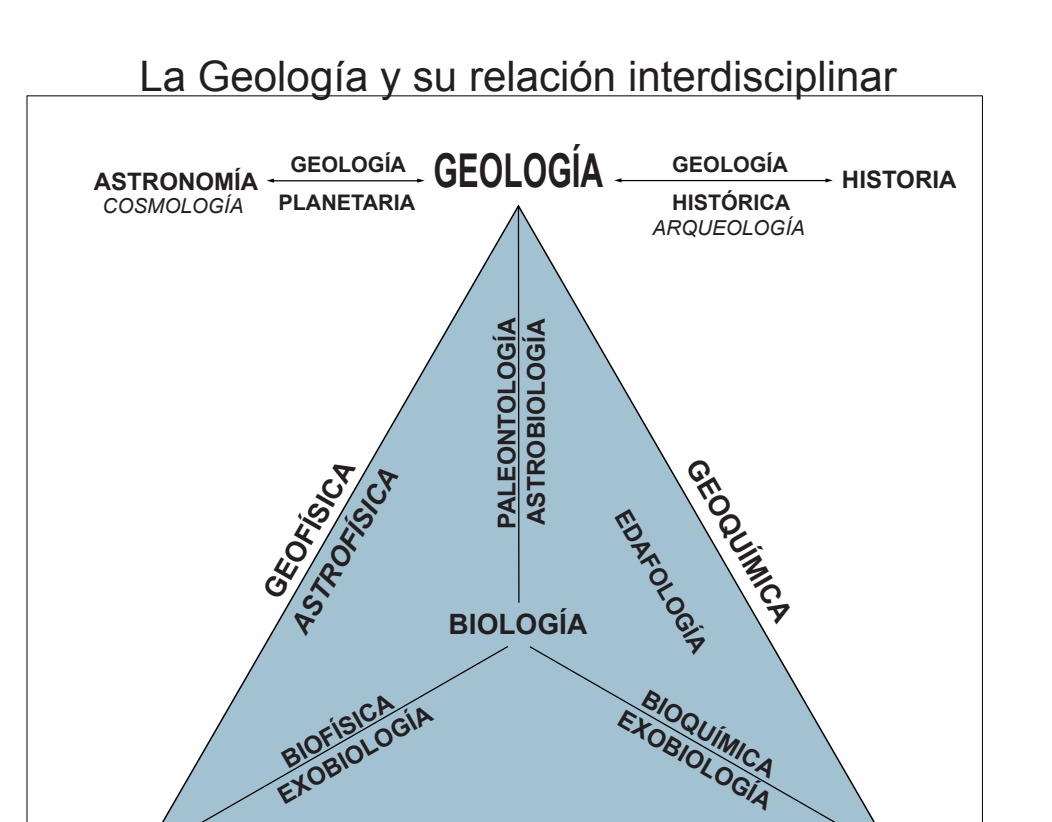
(Ma) 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0
Ext.
H.de Orce ?
habilis

- ~10.000 a. – Neolítico – Ext. 0.195 *Homo sapiens-sapiens* 0.04 Ma – Cromagnon (Grimaldi) y Chancelade
- ~2.8 Ma. – Paleolítico – 0.2 *Homo neanderthalensis* (Europa y Oriente Medio)
- 0.6 *Homo heidelbergensis* (Europa)
- 0.6 *Homo sapiens arcaico* (África): *H.rodhesiensis*
- 1.2 *Homo antecessor* (Europa: Atapuerca, España)
- 1.6 **Homo erectus* (Asia: Pekín y Java *-Pithecanthropus-*)
- 1.8 / 2.0 *Homo ergaster* : de África oriental pasa a Europa y Asia.
- *Homo habilis / H.rudolfensis* (África sudsahariana) (África oriental) – Ethiopia
- 1.8 *Paranthropus robustus* (Suráfrica)
- 2.2 *Paranthropus boisei* (África Oriental)
- 2.5 *Paranthropus aethiopicus* (África Oriental)
- ~2.5 Ma *A. garhi*
- ? Nexo común Simios / *Homo* : 3.2-2.3 Ma (Suráfrica) – *Australopithecus africanus*
- 3.8 *Australopithecus afarensis* (Ethiopia-Tanzania)
- 4.3-3.8 *Australopithecus anamensis* (Kenya) – 3.8 *A. afarensis* (Ethiopia-Tanzania)
- 4.3 *Australopithecus anamensis* (Kenya)
- 4.4 *Ardipithecus ramidus*: bípedo? (Ethiopia / Kenya)

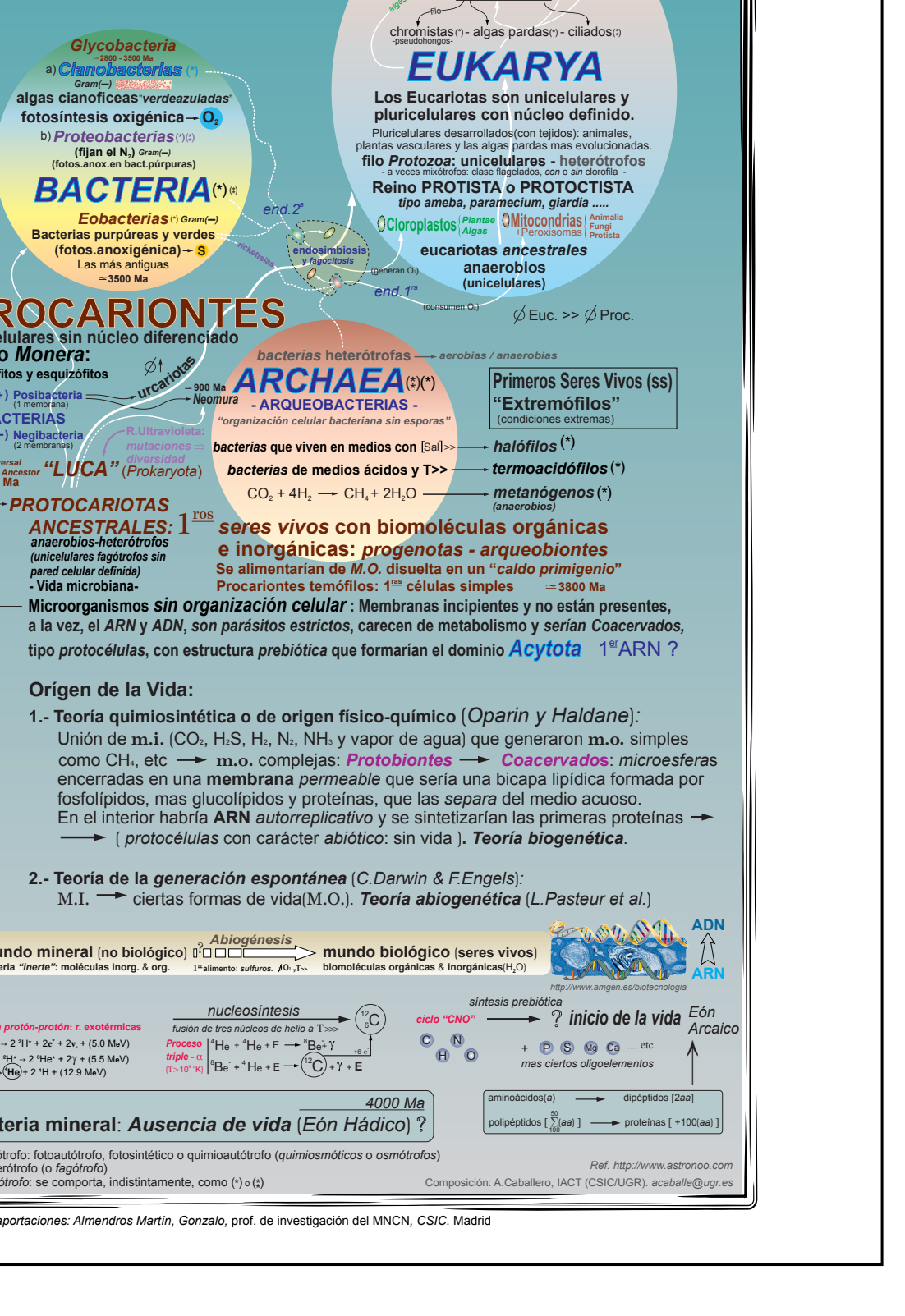
Kenya	6.0	*Millenium man* (Homínidos?)	
El Chad	6.5	*Sahelanthropus tchadensis*	
El Chad	7.0	*Toumai* (ancestro del *Homo* ?)	Homínidos / Chimpancé
África / Asia / Palestina	14-8	*Kenyapithecus*: ~ Gorila *Ramapithecus* / *Sivapithecus*: ~ Orangután	
Francia	13.0	*Dryopithecus* (1ᵉʳ Antropoide Superior)	
Kenya	20.0	*Procónsul* (cuadrúpedo)	
África	~30.0 Ma	*Aegyptopithecus* (primate ancestral)	

(*) *H.erectus (de Pekín)* : Posible descubridor del fuego, 1.6 Ma Ext. ?

La Geología y su relación interdisciplinar



Orígen y Evolución de los Seres Vivos



Los Eucariotas son unicelulares y pluricelulares con núcleo definido. – Reino PROTISTA o PROTOCTISTA *tipo ameba, paramecium, giardia ......* – eucariotas *ancestrales* anaerobios (unicelulares)

algas cianofíceas verdeazuladas – fotosíntesis oxigénica → O₂ – Bacterias purpúreas y verdes (fotos.anoxigénica) → S – Las más antiguas ~3500 Ma

PROCARIONTES unicelulares sin núcleo diferenciado – reino *Monera*: aqueófitos y esquizófitos – Gram(+) – EUBACTERIAS – Gram(–) – Last Universal Common Ancestor ≈ 3600 Ma

ARCHAEA - ARQUEOBACTERIAS - "organización celular bacteriana sin esporas"

- bacterias que viven en medios con [Sal]>> → *halófilos* (*)
- bacterias de medios ácidos y T>> → *termoacidófilos* (*)
- $CO_2 + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$ → *metanógenos* (*) (anaerobios)

PROTOCARIOTAS ANCESTRALES: 1ᵉʳᵒˢ seres vivos con biomoléculas orgánicas e inorgánicas: *progenotas - arqueobiontes* – Se alimentarían de M.O. disuelta en un "caldo primigenio" – Procariontes temófilos: 1ᵉʳᵃˢ células simples ≈3800 Ma

Microorganismos *sin organización celular* : Membranas incipientes y no están presentes, a la vez, el ARN y ADN, son parásitos estrictos, carecen de metabolismo y serían Coacervados, tipo *protocélulas*, con estructura prebiótica que formarian el dominio *Acytota* 1ᵉʳ ARN ?

Orígen de la Vida:

1.- Teoría quimiosintética o de origen físico-químico (*Oparin y Haldane*): Unión de m.i. (CO₂, H₂S, H₂, N₂, NH₃ y vapor de agua) que generaron m.o. simples como CH₄, etc → m.o. complejas: *Protobiontes* → *Coacervados*: microesferas encerradas en una membrana *permeable* que sería una bicapa lipídica formada por fosfolípidos, mas glucolípidos y proteínas, que la *separa* del medio acuoso. En el interior habría ARN *autorreplicativo* y se sintetizarían las primeras proteínas → (*protocélulas* con carácter *abiótico*: sin vida). *Teoría biogenética*.

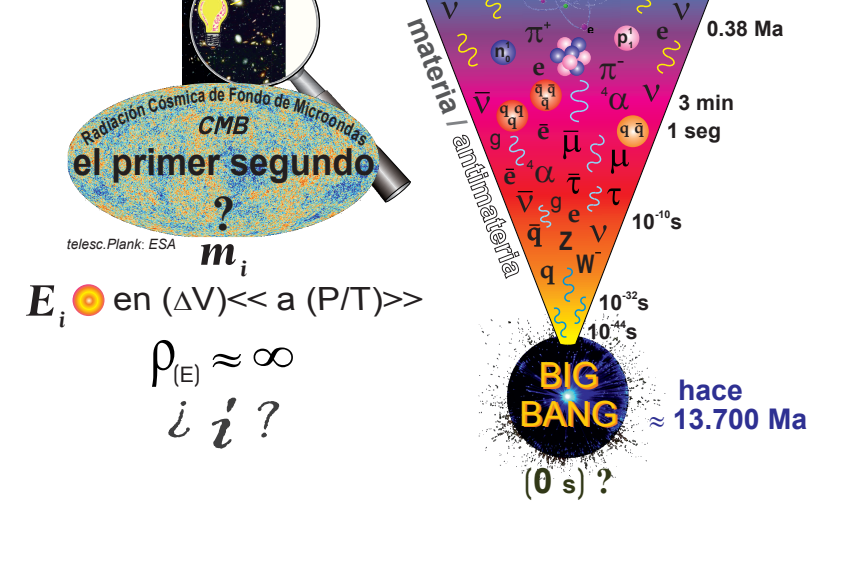
2.- Teoría de la *generación espontánea* (*C.Darwin & F.Engels*): M.I. → ciertas formas de vida(M.O.). *Teoría abiogenética* (*L.Pasteur et al.*)

mundo mineral (no biológico) –Abiogénesis→ mundo biológico (seres vivos)

materia mineral: *Ausencia de vida* (*Eón Hádico*) ? – 4000 Ma

Revisión y aportaciones: Almendros Martín, Gonzalo, prof. de investigación del MNCN, CSIC. Madrid

Notas y claves



m_i – E_i en (ΔV)<< a (P/T)>> – $\rho_{(E)} \approx \infty$ – ¿ i ?

uds Cronoestratigráficas – Registro geológico verificado	uds Geocronológicas – Unidades de tiempo intangibles
EONOTEMA	EÓN
ERATEMA	ERA
SISTEMA	PERÍODO
SERIE	ÉPOCA
PISO	EDAD
CRONOZONA	CRON

1 - No existe proporcionalidad entre el espacio lineal vertical y la escala de tiempos en Ma (10⁶ años) – En la *columna-base*, paleoclimatología, paleomagnetismo y paleoantropología sí existe dicha proporcionalidad.

2 - Los pisos se fundamentan en la nomenclatura europea.

3 - Algunos datos expuestos en esta Tabla están en permanente fase de discusión y actualización.

Colores *normalizados* según la IUGS

Cuaternario	Cretácico		Devónico	Precámbrico
Neógeno	Jurásico	Pérmico	Silúrico	Proterozoico
Paleógeno	Triásico	Carbonífero	Ordovícico	Arcaico
			Cámbrico	Hádico

Algunos ejemplos de puntos GSSP

Golden Spike
72 Puntos

- Base LUTECIENSE: Playa de Gorrondatxe -Guecho- Vizcaya (España). Nanofósil: *Blackites inflatus*
- Bases del SELANTIENSE & THANETIENSE: *Flysch* Playa de Itzurun (Fm)-Zumaya (Guipúzcoa, España) -UPV-
- Límite *LIAS / DOGGER* (**J**inf. /**J**med.): Sección de *Fuentelsaz* en Guadalajara (España) -UCM- – Sedimentos de aguas someras y cálidas con ↑[fósiles]: base AALENIENSE
- Límite Pє/Є : *Fortune Head*, SE en Is.de Terranova (Canadá). Fósil marcador: Icnofósil *Treptichnus pedum*

- P.I. = Península Ibérica – M.Ib. = Macizo Ibérico o Hercínico
- Pisos regionales/locales en la P.I. & Baleares (IGME.1999). Ej. *TOMMOTIENSE* (base del Є)
- *ANDALUCIENSE* & *RIFEENSE* : Nomenclatura para la *nominación decadente*
- Ext. = Extinción – Act. = Actualidad – Mfros. = Mamíferos – T = Temperatura
- Ma: tiempo en millones de años
- Unidades Geomorfológicas en la P.I. & Is.Canarias
- Relieves significativos a escala global
- I.C.S. : International Commission on Stratigraphy, de la *IUGS*
- Punto GSSP: Sección *estratotipo* (secuencia completa y nítida) y punto de límite global (punto de referencia *homologado*) <Global Boundary Stratotype Section and Point> – *"Golden Spike"* (Clavo Dorado)
- GSSA: Global Standard Stratigraphic Ages (Edades Estratigráficas Globales Estándar) – Datación radiométrica: U/Pb - Rb/Sr - Sm/Nd - K/Ar, etc. →→ *Definición cronométrica*
- Tabla (listado) de puntos GSSP/A a escala global: *http://www.stratigraphy.org/GSSP/* (ICS)

- ⊕ (+) : máximo apogeo, abundancia
- (–) : en menor proporción
- ~ ≃ : aproximado, parecido a... (≈)
- [o₂] : concentración de... (oxígeno)
- ρ : densidad – ∅ : tamaño/dimensión
- ⊗ : extinción % de especies
- [T>>] o [T<<] : temperatura muy alta o muy baja
- C. : Cordillera – Z. : Zona – Or. : Orogenia
- M.O. / I. : materia orgánica / inorg.
- m.o. / i. : moléculas orgánicas / inorgánicas
- Fm : Formación – Ser : Serie
- Pangea: *Toda la Tierra*
- C.M.T. = Campo Magnético Terrestre

Referencias :

- I.C.S. (2015). *Tabla Cronoestratigráfica Internacional* (IUGS-CCGM) (1)
- Valley JW, Cavosie AJ, Ushikubo et al. (2013). Menneken, M. Nature Geoscience *"Hadean age for a post-magma-ocean zircon confirmed by atom-probe tomography"* (2)
- Elsevier, Geologic Time Scale (2012). *ISBN 978-0-44-459425-9*. (3)
- Prieto Rubio, M. (2012). Dpto. de Geología, Uv. de Oviedo *La Tierra, un laboratorio cristaloquímico*. Univex, UGR. (4)
- A. El Albani, Un. de Poitiers, (2010) http://laciencia.com/tag/fosiles-gabon (5)
- Grupo Granada Natural, (2010). *Escala Geocronológica Internacional*. (6)
- Ruiz Bustos, (2010). *Escala bioestratigráfica de la Cordillera Bética*. (7)
- Nahle Sabag, Nasif, (2007). *Ciclos de cambio climático global*. Biól.-*Biology Cabinet*- (8)
- Institut Geològic de Cataluny, (2006). *Tabla de los tiempos geológicos*. (9)
- Bernard Datcharry, (2005). *Tabla Cronoestratigráfica*. I.G.M.E. (10)
- Anguita Virella, F. (2002). *UCM, Biografía de la Tierra*. Ed. Aguilar. (11)
- Llorente, M. (2001). *Geología Histórica del Precámbrico*. (12)
- Cantarino, I. (2001). http://www.upv.es/dit/Tabla -Tiempos. (13)
- Reguant, S. & Ortiz, R. *Uv.de Barcelona* (2001). Rev.de la Soc.Geol.de E. Vol14(3-4) (14)
- Pieren Pidal, A.P. (1999). *Tabla Cronoestratigráfica*. Dpto. de Estrat. (*UCM*). (15)
- Arsuaga, J. L. y Martínez, I. (1998). Esquema Evolutivo para los primeros Homínidos. (16)
- Gradstein et al. y Berggren et al. (1995). Mesozoic and Cenozoic of European Basin, SEPM. (17)
- http://www.slideshare.net/astromatematica (18)
- Anguita Virella, F. (*UCM*), 1988: *Origen e Historia de la Tierra*. Ed. Rueda (19)
- Alonso Diego, MªA. & Sesé Benito, C. *MNCN* (CSIC). 1988: *Hª de la Tierra y de la Vida* (20)
- J. A. Martínez-Álvarez y M. Torres-Alonso (1985). Dpto. Estrat. *UCM*, Escala Cronoestratigráfica. (21)
- Harland et al. 1982. Cambridge Earth Science, series 162 p. (22)
- http://proyectohumano.argentinaforo.net (23)
- http://www.biocab.org/Global_Warming_Biology Cabinet (24)
- http://www.astronoo.com/es/articulos (25)
- http://www.biocab.org/Clima_Eras_Geologicas.html (26)
- http://www.energiaslibres.org (27)
- http://www.paleontologia-nautilus.com/tiempogeologico.htm (28)
- http://www.pasionporvolar.com/el-magnetismo-navegacion (29)
- http://www.biocab.org/.html.Biology Cabinet (24) *http://es.slideshare.net (30)
- http://docentes.educacion.navarra.es/Microbiología.html (31)
- https://infogeologia.wordpress.com/escala-geologica-del-tiempo/ (32)
- http://www.iac.es/gabinete/difus/ciencia/annia/astrobio.htm (33)
- https://books.google.es/books?id=XZC8wMd6ZDkC&pg=PA16&lpg. Vázquez G., F. (34)

Revisión y Aportaciones

- Almendros Martín, Gonzalo. prof. de investigación del MNCN, *CSIC*. Madrid
- Anguita Virella, Francisco. profesor titular (2008) de la *UCM*. Madrid
- Martín Torres, Javier. investigador del IACT, *CSIC/UGR*. Granada

IACT INSTITUTO ANDALUZ DE CIENCIAS DE LA TIERRA – CSIC – ugr

HISTORIA DE LA TIERRA

TABLA DEL TIEMPO GEOLÓGICO

Autor: Ángel Caballero García de Arévalo, IACT (CSIC / UGR). *Granada, 2017* – acaballe@ugr.es

https://digital.csic.es/browse?type=author&value=Caballero+Garc%C3%ADa+de+Ar%C3%A9valo%2C+%C3%81ngel&authority_lang=es_ES

DIGITAL.CSIC

© copyright << registro propiedad intelectual: GR-493-14 >>