

Origen y evolución del Universo

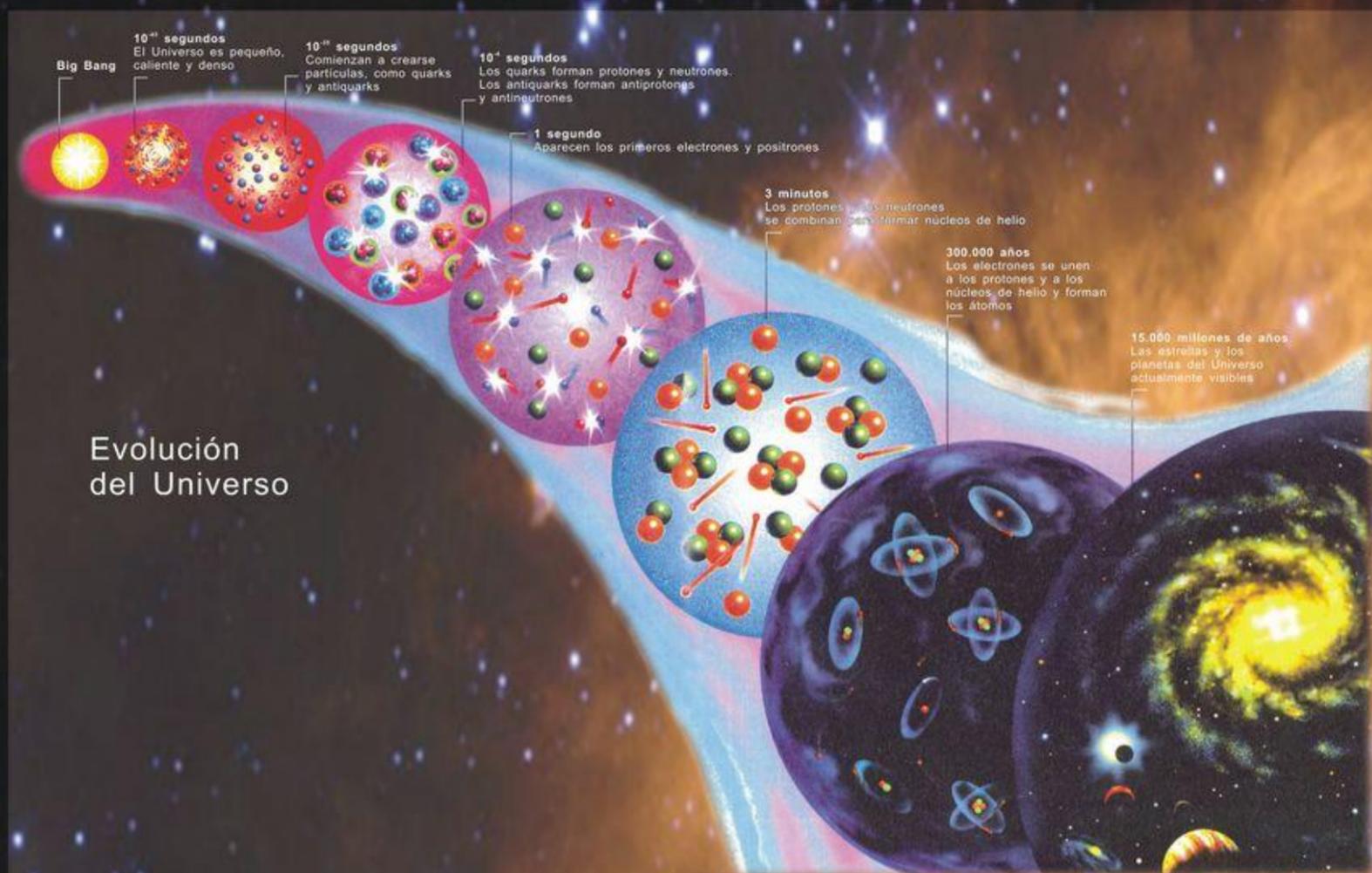
El origen de la vida, la Tierra y el Cosmos son temas científicos estrechamente relacionados.

El nacimiento del Universo

La teoría científica más aceptada para explicar el origen del Universo se denomina "Gran Explosión" (o *Big Bang*). Este *Big Bang* no fue una explosión como las demás, porque todavía no había espacio donde explotar. En un solo instante, el Universo, incluido el Espacio y el Tiempo, se formaron a partir de un embrión infinitamente energético que se dilató y extendió a una velocidad inimaginable. Aún hoy, el Universo se expande en todas direcciones.

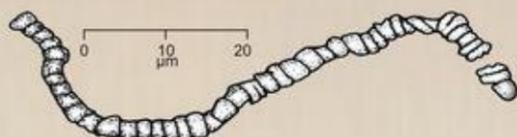
"El tamaño y la edad del Cosmos superan la comprensión normal del hombre. Nuestro diminuto hogar planetario está perdido en algún punto entre la inmensidad y la eternidad..."

CARL SAGAN

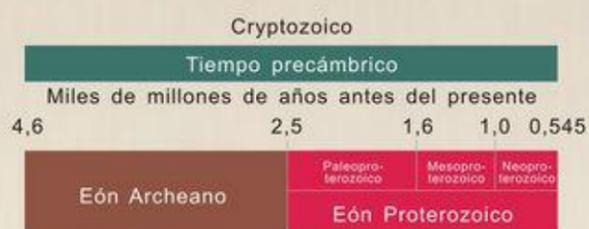


La vida en el Precámbrico

El **Precámbrico** comprende las formaciones geológicas anteriores al **Cámbrico**, el período más antiguo de la era **Primaria** o **Paleozoica**. Es muy difícil calcular con exactitud la duración de este período, aunque debió ser muy larga a juzgar por los 20.000 metros de espesor medio de los sedimentos a él pertenecientes. El Precámbrico conoció varios tipos de clima; existen terrenos precámbricos formados bajo condiciones **desérticas tropicales**, y otros que representan sin duda antiguos **depósitos glaciares**. En el Precámbrico, al contrario de lo que ocurre con el Cámbrico, hay una marcada ausencia de restos fósiles; no obstante, la vida ya existía en los mares, aún poco salados, y en las aguas dulces. Los restos pertenecientes a este período se refieren a bacterias, algas, radiolarios, artrópodos, braquiópodos, gusanos, esponjas y crustáceos.

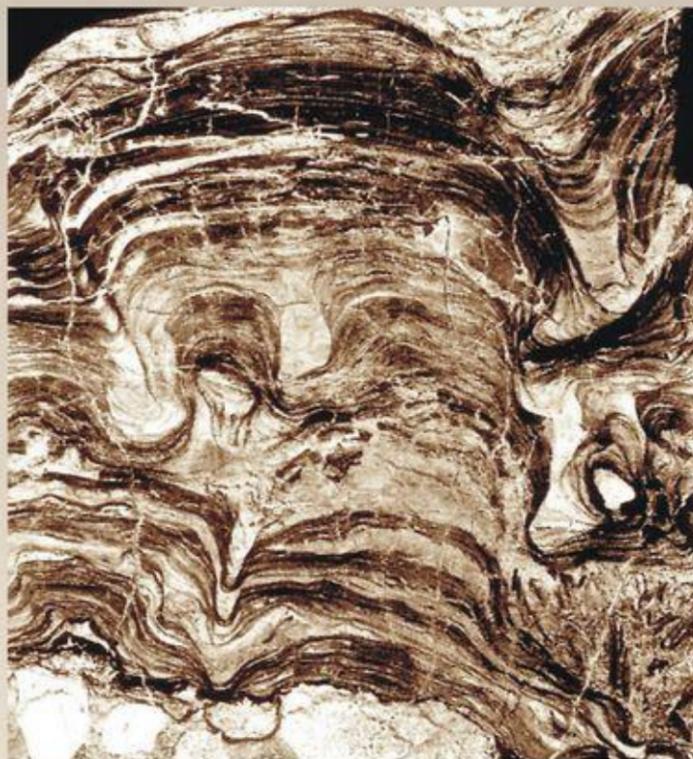


Uno de los fósiles más antiguos conocidos. Éstos y otros filamentos semejantes a cyanobacterias con cerca de 3.500 millones de años de antigüedad han sido encontrados al oeste de Australia.



Uno de los más antiguos **estromatolitos** conocidos. Tienen cerca de 3.200 millones de años de antigüedad y provienen de Sudáfrica.

Muchas evidencias convincentes de la vida primitiva ocurren en la forma de estructuras llamadas **estromatolitos**. Los estromatolitos son depósitos laminados de carbonato de calcio que han sido acumulados por microorganismos, principalmente **cyanobacterias**.



La vida en la Tierra Bacterias primitivas

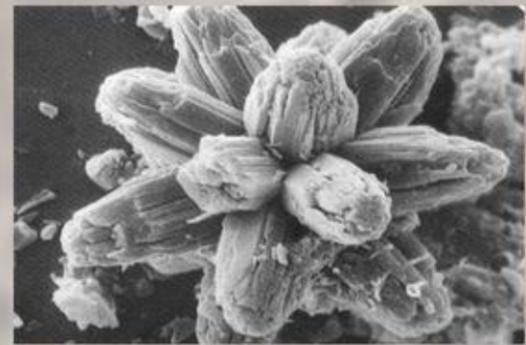
Fotografía de barrido electrónico de una bacteria similar a aquellas que habrían existido en los albores de la vida.

Durante la mayor parte de los cuatro mil millones de años transcurridos a partir del origen de la vida, los organismos dominantes en los océanos fueron bacterias y algas microscópicas de color verde y azul. Las algas verdes y azules generaron oxígeno y llevaron a cabo un cambio asombroso en la atmósfera de la Tierra, con el proceso de **fotosíntesis**, alterando irreversiblemente su carácter original rico en hidrógeno.

Micropaleontología

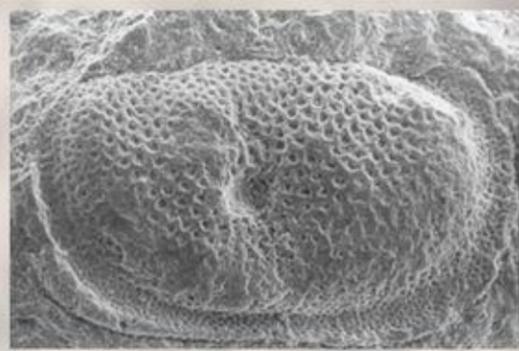
Cuantitativamente, los **microfósiles** (cuyo estudio requiere el empleo del microscopio) constituyen la parte más abundante del **registro paleontológico**. Debido a eso, a su diversidad y a su significado ambiental, los **microfósiles** proporcionan al paleontólogo el más completo registro fósil de la evolución de la vida que pueda obtenerse.

El **paleoambiente** en el que el sedimento se ha depositado puede ser conocido por el tipo de microfósiles que contiene. De esa manera se pueden construir mapas **paleogeográficos** y **paleobiogeográficos**, y reconocer cambios climáticos y **paleoceanográficos**.



Espículas de esponjas

El esqueleto de las esponjas está formado por espículas calcáreas o silíceas, que se conservan fósiles sueltas al morir el individuo y descomponerse sus tejidos blandos.



Ostrácodos

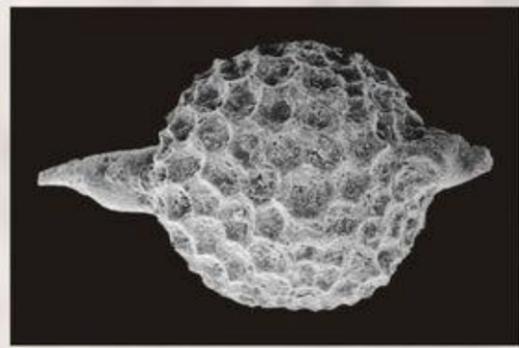
Crustáceos con caparazón bivalvo, articulado en la región dorsal. En su forma y ornamentación existen caracteres que permiten identificar las diversas especies existentes.

Sedimentos de antiguos lagos y deltas pueden contener ostrácodos, diatomeas, así como polen y esporas de plantas terrestres y acuáticas.



Diatomeas

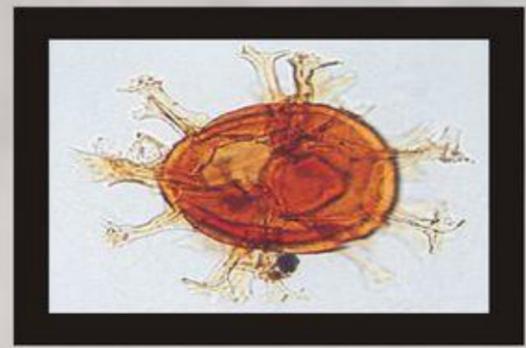
Esqueleto de algas provistas de una cápsula, llamada frústula, formada por dos valvas que encajan una en la otra como una caja y su tapa.



Radiolarios

Esqueleto formado por una cápsula esférica (a veces más de una, concéntricas o seriadas), perforada silíceas y una serie de espículas radiales.

En los sedimentos de las profundidades oceánicas son abundantes grupos planctónicos como foraminíferos, diatomeas y radiolarios.



Dinoflagelados

Organismos unicelulares móviles con capacidad natatoria; se encuentran sus quistes fosilizados. Forman parte del fitoplancton.



Foraminíferos

Protozoos del grupo de los Amébios, con facultad de emitir pseudópodos, provistos de un caparazón calcáreo de forma y caracteres variables.

Sedimentos de aguas salobres, como frentes de estuarios o zonas entre mareas, contienen mezclas de organismos de agua dulce con foraminíferos y otros microfósiles tolerantes de esos ambientes.



Conodontes

Son piezas que formaron parte del "sistema filtrante" de ciertos cordados primitivos, se trata de "dientecillos" en forma de peine o sierra, de naturaleza fosfatada.

Apogeo de la vida

Hace unos 600 millones de años, el dominio monopolista de las algas sobre el planeta quedó roto. Durante la **explosión del Cámbrico** se produce una proliferación enorme de nuevas formas de vida.

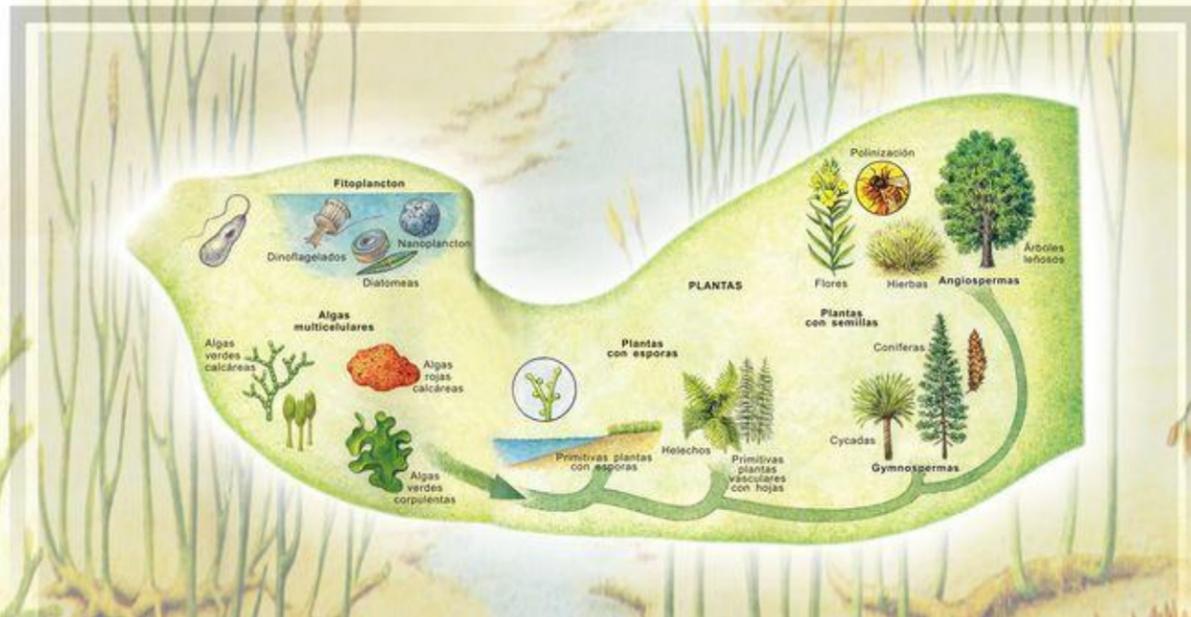
Mares cámbricos



Recreación de los mares cámbricos en una etapa de apogeo de la vida.

Primitivas plantas terrestres

El Reino Vegetal conquista y coloniza los continentes



Estudios efectuados durante varios años permiten sugerir que las algas verdes (*Chlorophyta*) representan el grupo con un fuerte nexo con las primitivas plantas terrestres. Sobre la base de rasgos bioquímicos y citológicos, un particular grupo de algas verdes, las *Charophyceae*, han sido identificadas como las más estrechamente relacionadas con las plantas terrestres. Incluidas en este grupo están las Charales y Coleochaetales.

Los efectos letales de la radiación ultravioleta sobre los organismos impedían, en el mundo primigenio, explotar los hábitats terrestres. Debido a que la radiación ultravioleta (UV) sólo puede penetrar el agua unos pocos centímetros, las algas y otras formas de vida marina estuvieron protegidas de sus efectos. En esta fase inicial de la evolución de la atmósfera terrestre, los niveles de oxígeno atmosférico fueron bajos (quizás menos del 0,01% de los niveles actuales), pero continuaron creciendo durante millones de años. Debido a que la cantidad de oxígeno atmosférico se incrementó como resultado de la fotosíntesis, una porción del oxígeno fue cambiado por efecto de la luz solar a ozono (O₃). La formación de estas capas dentro de la estratósfera proporcionó el impulso inicial para la **terrestrialización** (conquista y colonización) de los continentes, debido a que esta capa de ozono impedía los efectos letales de la radiación ultravioleta.

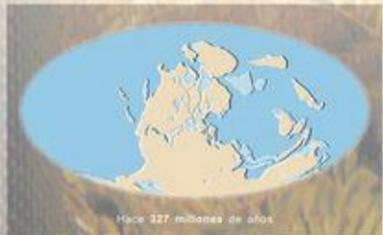
Primitivas plantas terrestres en áreas costeras

Hace unos 470 millones de años, a partir del Ordovícico Temprano, las plantas iniciaron la conquista de la tierra firme y la posterior colonización de los continentes. Aparecieron las primitivas plantas vasculares. Al principio herbáceas, luego se hicieron más complejas a la vez que aumentaban su tamaño. Las primitivas plantas terrestres crecieron en áreas litorales donde los ríos y deltas depositaban sedimentos en los márgenes de un mar poco profundo, algunas de las plantas se adaptaron mejor que otras en esos paleoambientes.

Flora neopaleozoica

Bosques Carboníferos

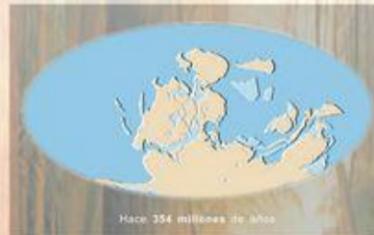
Las **licópsidas**, **filicópsidas** y **articuladas** estuvieron ampliamente dispersas durante el Carbonífero en las áreas **paleoecuatoriales** y en bajas **paleolatitudes**. Formas arbustivas y arborescentes representaron la vegetación dominante de los bosques de aquellos tiempos, especialmente en los **pantanos** formadores de **carbón**. En muchos casos, el mismo carbón consiste en **licópsidas** remanentes. Las operaciones en minas de carbón en Europa, ampliamente diseminadas en **rocas carboníferas**, han sido responsables en gran parte del descubrimiento de especímenes muy bien preservados de este grupo.



Hace 327 millones de años



Hace 330 millones de años

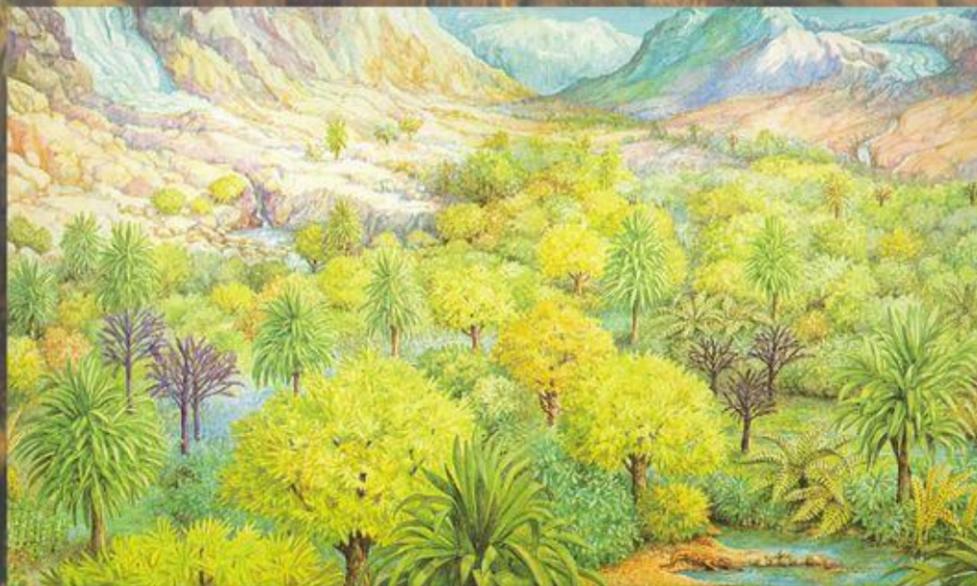


Hace 354 millones de años



Hace 290 millones de años

Glossopteridales del Pérmico del continente de Gondwana



Las plantas incluidas en las **glossopteridales** son todas representativas de una flora extinta, exclusiva del **paleocontinente** de **Gondwana**. Esta masa continental, ubicada al Sur del **Paleoecuador**, estaba integrada por Australia, África, Sud América, Antártida y la India. La figura representa un **paisaje Pérmico** de África del Sur, hace 290 millones de años. Variado en sus formas, con glaciares en las montañas y bosques de pantanos en las tierras bajas. Las plantas abundantes eran *Glossopteris*, *Gangamopteris*, *Noeggerathiopsis*, *Lycopodiopsis*, *Gondwanidium* y *Schizoneura*. Una típica asociación de **helechos**, **licópsidas** y **articuladas**.



Vertebrados del Mesozoico

El **Mesozoico** es una de las grandes etapas en que se divide la historia geológica de la Tierra. Tuvo una duración aproximada de 130 millones de años y se subdivide en tres períodos: **Triásico** (40 millones de años), **Jurásico** (25-35 millones de años) y **Cretácico** (60 millones de años). La fauna presenta una mayor especialización que en el Paleozoico. Los reptiles adquirieron un desarrollo extraordinario, por lo que el Mesozoico (antes llamado era Secundaria) recibe a veces el nombre de **era de los reptiles**. Durante el Triásico surgen grupos importantes como los **dinosaurios**, **pterosaurios**, **cocodrilos**, **tortugas** y los primeros **mamíferos**.

Los pterosaurios

Fueron **reptiles voladores** cuyo rango de tamaños variaba entre el de un gorrión hasta más de 7 metros de envergadura alar. Fueron muy diversos y se extinguieron a fines del **Cretácico**, junto con los dinosaurios y otros reptiles. **Pterodaustro** era un pterosaurio mediano que vivió hace unos 90 millones de años. Fue encontrado en la región de **Cuyo, Argentina**. Tenía un hocico muy largo, dotado de finísimos dientes en la mandíbula que le permitían filtrar alimento en el agua.



Fossil de Pterodaustro.



Relación de tamaño entre diversos pterosaurios y un hombre.

Los dinosaurios



Los **dinosaurios** fueron reptiles cuyo tamaño podía ser desde el de una gallina hasta el de cuadrúpedos gigantes de casi 70 toneladas. Aparecieron en el **Triásico Superior** hace unos 220 millones de años y se extinguieron a fines del **Cretácico**, hace 65 millones de años. Los dinosaurios se clasifican en dos grandes grupos: **Saurisquios** y **Ornitisquios**. Los dinosaurios **prosaurópodos** eran cuadrúpedos de hábitos herbívoros que vivieron durante el **Cretácico Superior** y **Jurásico Inferior**. Los dinosaurios **saurópodos**, también cuadrúpedos de hábitos herbívoros, incluyen a los vertebrados terrestres más grandes que han existido sobre la Tierra. Fueron comunes en el **Jurásico** y **Cretácico**.



Relación de tamaño entre un prosaurópodo y un hombre.



Mussaurus patagonicus

Arriba: Detalle del cráneo de un bebé de prosaurópodo.

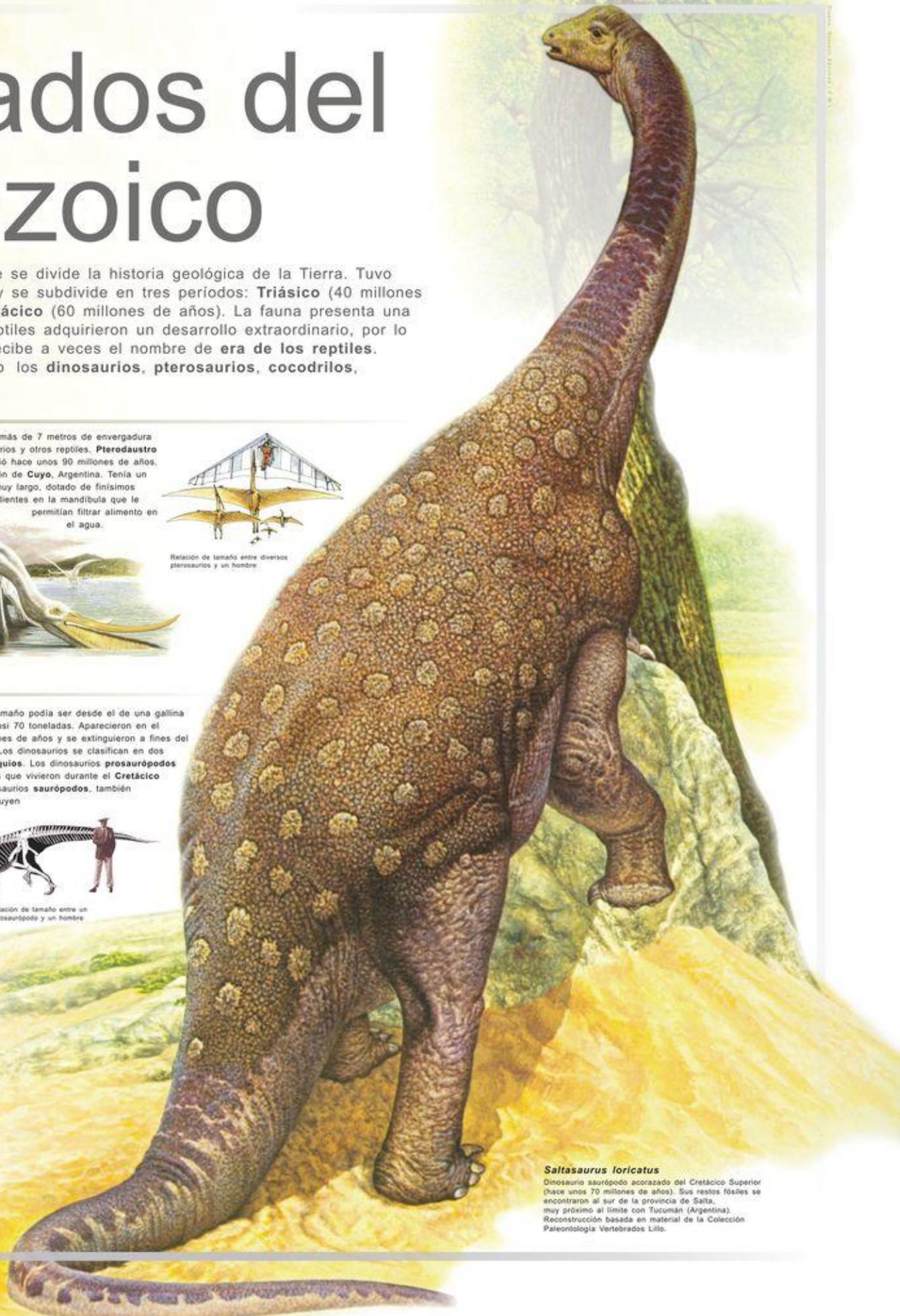
Izquierda: Esqueleto articulado de un bebé dinosaurio hallado en la **Patagonia**. Fue encontrado junto a otros ejemplares, seguramente en las proximidades del nido.

(Colección Paleontología Vertebrados Lillo.)



Mussaurus patagonicus

Cráneo de otro bebé comparado con el maxilar de un adulto hallado en la misma localidad fosilífera.



Saltasaurus loricatus

Dinosaurio saurópodo acorazado del **Cretácico Superior** (hace unos 70 millones de años). Sus restos fósiles se encontraron al sur de la provincia de Salta, muy próximo al límite con Tucumán (Argentina). Reconstrucción basada en material de la Colección Paleontología Vertebrados Lillo.



El Jurásico es un período geológico de la era **Mesozoica** que toma el nombre de la cadena montañosa Jura, que se formó en esa época. El Jurásico, de unos 25-35 millones de años de duración, tuvo

como características fundamentales una relativa calma **orogénica** y **eruptiva**, climas diferenciados, un desarrollo prodigioso de **cefalópodos** (amonites) y una riqueza extraordinaria de **reptiles**; hacia el final del período aparecieron las primeras **aves**.

Un área emergida de especial importancia fue el continente de **Gondwana**, que comprendía las actuales tierras de Antártida, Australia, India, África centromeridional, Madagascar y Sudamérica.



Reproducción y fósil de Archaeopteryx.



El Jurásico es el período de máximo desarrollo de los **reptiles**; de ellos se pueden citar los **ictiosaurios** y **plesiosaurios** (acuáticos), los gigantes **dinosaurios** (terrestres) y los **pterosaurios** (voladores). Apareció entonces el primer ave (*Archaeopteryx*), que tenía mandíbulas y dientes de reptil, estructuralmente considerado un reptil con plumas.

Ecosistema jurásico

Un dinosaurio carnívoro (un Terópodo de la Familia Alosauridos) acechando a una manada de dinosaurios herbívoros (Saurópodos de la Familia Cetiosauridos) alimentándose de Araucarias en un paleobosque Jurásico.

Angiospermas

Interacción de Plantas y animales para lograr una reproducción exitosa (Polinización)

Las plantas, en su estrategia por atraer organismos **polinizadores**, tales como **insectos** y **aves**, utilizan desde el color y el perfume hasta la morfología. A cambio del transporte de polen para la polinización, la planta entrega néctar y parte del propio polen como alimento.

Este proceso de interacción entre estos organismos muy probablemente ocurre desde el origen de las **Angiospermas**, allá por los primeros tiempos del **Cretácico**, o tal vez desde épocas geológicas más antiguas.

Las Angiospermas o plantas con flores (Magnoliophyta), representan las plantas dominantes del mundo actual e incluyen alrededor de 220.000 especies. Pueden encontrarse en una variedad de hábitats, desde

los trópicos hasta en altas latitudes, con una marcada variación en el tamaño.

Estructuralmente están adapta-

das a diversos ambientes. El origen de las Angiospermas es uno de los principales problemas sin resolver en la **paleobiología** actual. La rápida distribución de las Angiospermas en el **Cretácico Medio** y el registro fósil de grupos antecesores en ese tiempo se han usado como base para sugerir que las plantas con flores evolucionaron desde el **Cretácico Temprano**. Otros autores, sin embargo, han argumentado un origen más primitivo, quizás en el Paleozoico Tardío o en el Mesozoico Temprano (Axelrod, 1970). Datos obtenidos de secuencias **nucleótidas** de ADN para la *glycolytic enzyme GAPDH*, sugieren que la **diversificación** de las Angiospermas se ha producido hace 300 millones de años (Martin *et al.*, 1989).

Pinus

Pinus

Vitis

Sabal

Nipa

Bruguiera

Rubus

Magnolia

Menispermun

Nothofagus

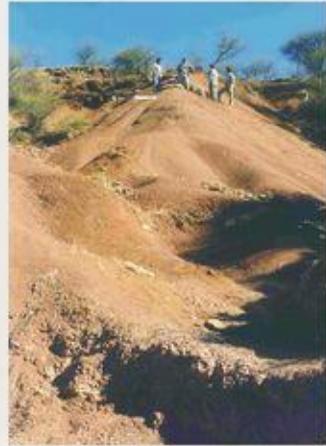
Ubaria

Oncoba

Hibbertia

Ejemplo de una rica asociación paleoflorística desarrollada durante el Paleógeno (Terciario).

Vertebrados del Cenozoico



Afloramiento de una formación sedimentaria del Terciario inferior donde se han hallado y extraído mamíferos de hace unos 45 millones de años en el Noroeste Argentino.



Fósil del anuro *Shelania pascuali*, del Terciario inferior de Patagonia.

Comisión Paleontológica de Vertebrados Lillo

Después de la extinción de los dinosaurios, hace unos 65 millones de años, **América del Sur** se encontraba aislada de otras masas continentales, con la excepción de la **Antártida**, con la que tuvo conexión hasta hace unos 34 millones de años. Diversos grupos de mamíferos **ungulados** de hábitos herbívoros evolucionaron en el subcontinente, entre ellos: los **notungulados**, **litopternos**, **astrapoteros**, **piroterios**. Entre los vertebrados carnívoros se desarrollaron diversos tipos de **cocodrilos**, algunas **aves** y **mamíferos marsupiales boriñoideos**.



Reconstrucción de un mamífero de hábitos herbívoros del Terciario Sudamericano, un **notungulad leontinid**, del tamaño de un **tapir**.



Trabajos de preparación en el laboratorio de un fósil de **cocodrilo terrestre** del Terciario inferior del Noroeste Argentino.



Esqueleto articulado de *Callistoe vincei*, un **marsupial carnívoro** dotado de fuertes caninos del Terciario inferior del Noroeste Argentino.

Comisión Paleontológica de Vertebrados Lillo



Thylacinus, un marsupial ahora extinto de Australia. *Callistoe vincei* habría tenido un aspecto semejante.

Trabajos de extracción de fósiles de más de 50 millones de años de antigüedad en la región del **Río Loro**, provincia de Tucumán.



Smilodon, el tigre dientes de sable. Vivió en el Pleistoceno de América del Sur, incluyendo la provincia de **Tucumán**.

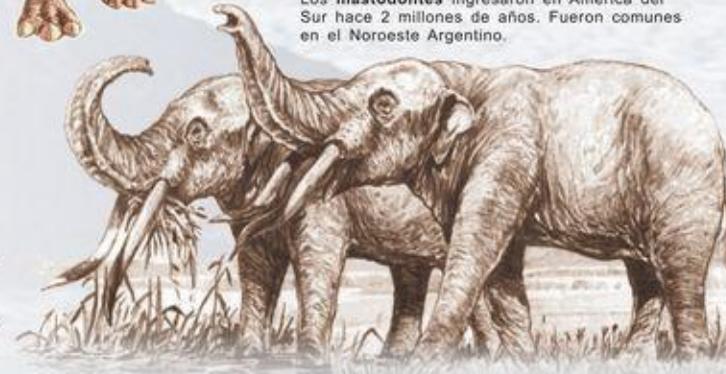
Hacia fines del Terciario, hace más de 2 millones de años se inició un importante intercambio de fauna terrestre entre América del Norte y del Sur, al conectarse a través del Istmo de Panamá. Parte de la fauna autóctona sudamericana invadió Norteamérica, mientras que otros grupos de mamíferos ingresaron desde el Norte en América del Sur: caballos, suidos, camélidos, cérvidos, mastodontes, félidos, cánidos y prociónidos.

Los **macrauquénidos** sobrevivieron en el Cuaternario sudamericano. Tenían el tamaño de un **camello** y probablemente tenían una trompa corta. Se extinguieron a fines del Pleistoceno.



Los **gliptodontes** fueron mamíferos **acorazados** muy comunes en el Pleistoceno sudamericano. En la provincia de Tucumán se han encontrado en la llanura, en excavaciones en **San Miguel de Tucumán** y en **Yerba Buena**, así como también en el **Valle de Tafi**.

Los **mastodontes** ingresaron en América del Sur hace 2 millones de años. Fueron comunes en el Noroeste Argentino.



Los **megaterios** fueron grandes perezosos terrestres. Aparecen en los registros fósiles de hace unos 10 millones de años y se extinguieron hace unos 10.000 años. Vivieron en el Noroeste y se han encontrado en la llanura, en el **Valle de Tafi** y en la **Puna**. Eran herbívoros y llegaron a tener el tamaño de un **elefante**.

La extinción de los grandes mamíferos

Hace algo menos de 10.000 años se extinguieron muchos de los grandes mamíferos del Cuaternario: gliptodontes, megaterios, milodontes, toxodontes, macrauquénidos, caballos y mastodontes.

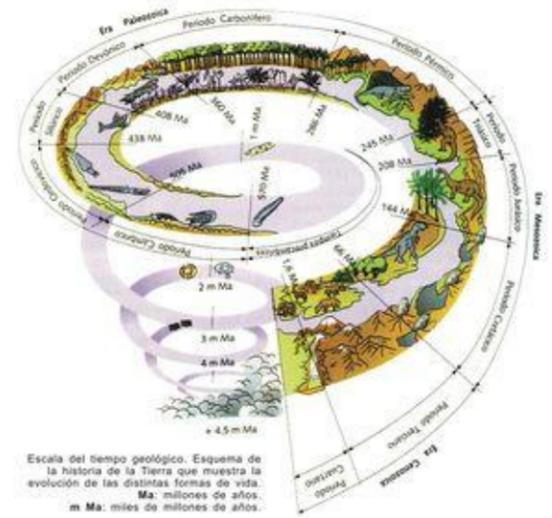


Terciario

Cuaternario

Durante el Terciario

¿Cómo se sucedieron los hechos?



El Terciario es la era geológica ubicada entre la era **secundaria** o **mesozoica** y la era **cuaternaria** o **neozoica**. Tuvo una duración de millones de años y se subdivide en los siguientes periodos: **eoceno**, **oligoceno**, **mioceno** y **plioceno**. El Terciario se denomina también "**era cenozoica**", que significa "**vida reciente**", porque los organismos vegetales y animales alcanzaron en la escala evolutiva niveles y caracteres muy similares a los de los organismos actuales. Durante este período la actividad **orogénica** fue muy intensa y se establecieron los rasgos principales del relieve actual.

Era	Período	Epoca	Duración (en Ma)	Destacados (en Ma)	
Paleozoico	Permiano	Carbonífero	66	66	
		Devónico	360	360	
		Silúrico	438	438	
		Ordovícico	505	505	
		Pré-Cámbrico	570	570	
		Arqueozoico	4.600	4.600	
	Mesozoico	Triásico	249	249	
			Jurásico	208	208
			Cretácico	144	144
		Cenozoico	66.4	66.4	
			37	37	
			41	41	

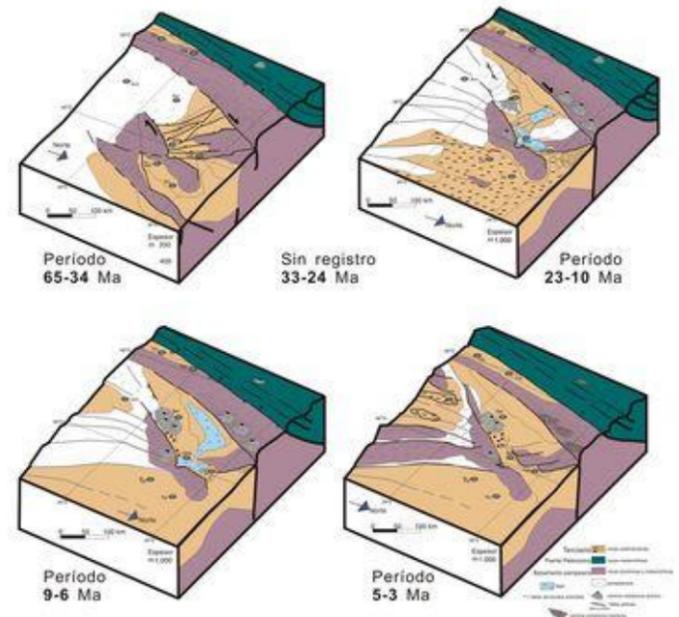
¿Dónde ubicamos el Terciario?

Período	Epoca	Duración (en Ma)	Destacados (en Ma)
Cuaternario	Pleistoceno	1.6	1.6
	Plioceno	3.7	3.7
	Mioceno	18.4	18.4
	Oligoceno	23.7	23.7
Eoceno	36.6	36.6	
	21.2	21.2	
	8.6	8.6	

- 1) Norte América
- 2) Groenlandia
- 3) Europa
- 4) Asia
- 5) Nueva Guinea
- 6) Australia
- 7) Antártida
- 8) Sud América
- 9) África
- 10) India
- 11) Madagascar
- 12) Arabia



Diagramas en bloque mostrando la evolución de la geografía en el Noroeste Argentino



¿Qué ocurrió durante el Terciario?



Paisaje del Himalaya: Lago Gosainkund

Hace 66-55 millones de años
Comienza el plegamiento (la formación o elevación) de los Alpes y del Himalaya. Heladas y glaciares modelan los macizos montañosos. El desplazamiento continental altera las corrientes marinas.



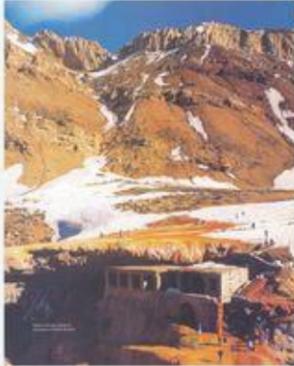
Los bosques tropicales ganan la Tierra.

Hace 55-36 millones de años
El clima húmedo y cálido propicia las selvas tropicales. Los océanos se expanden.



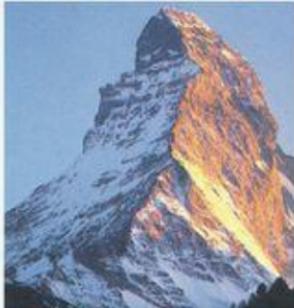
Paisaje de clima frío.

Hace 36-24 millones de años
El clima se hace cada vez más frío.



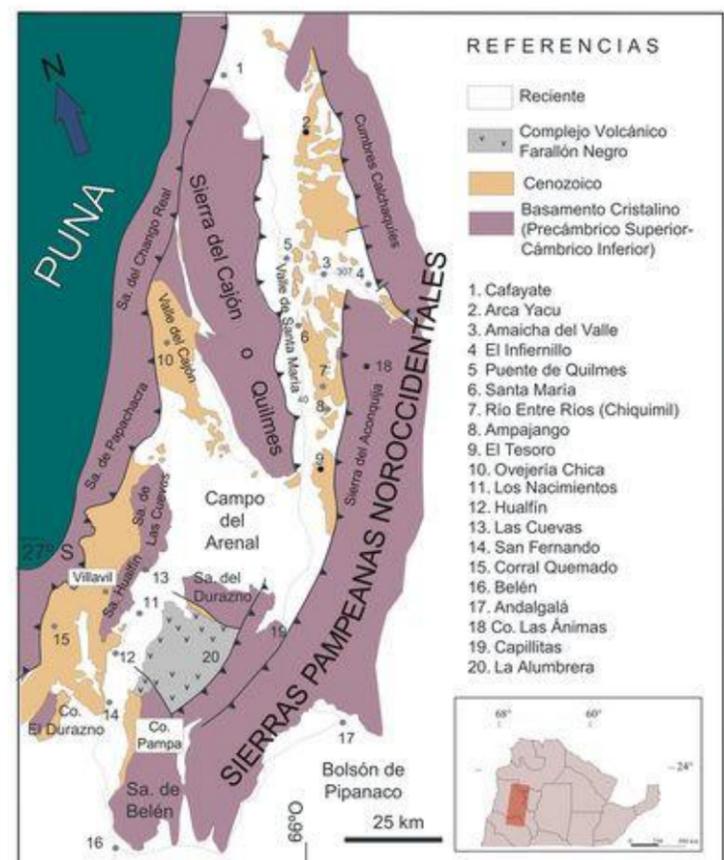
Puente del Inca, en los Andes centrales.

Hace 24-5 millones de años
Se produce distensión tras las orogénesis con una formación de cuencas sedimentarias. El clima es más frío. Los plegamientos de los Alpes y el Himalaya se hayan en sus fases culminantes. Hacia los 15 Ma se unen las placas continentales de África y Arabia a la euroasiática. En diferentes primates aparecen los primeros caracteres homínidos.



Alpes.

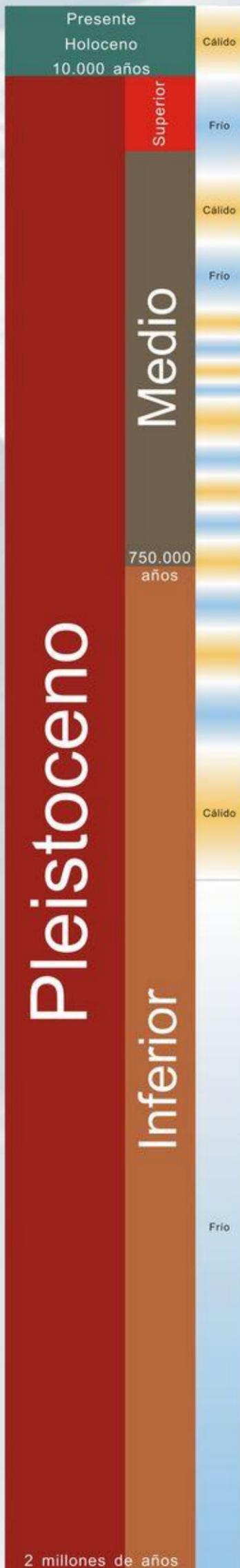
Hace 5-1,6 millones de años
Culminan los plegamientos que dan origen a los Andes. También hay generación de montañas por plegamientos en la Antártida, Melanesia y parte de la India. Hay glaciaciones en diversas regiones de la Tierra. Hacia los 2-1,7 Ma aparecen en África los primeros seres humanos.



Cuaternario

El Cuaternario es el período geológico más reciente. Está formado por el Pleistoceno y el Holoceno

Entre las glaciaciones y la actualidad



Homo sapiens sapiens



Homo neanderthalis



Homo sapiens arcaico



Hippidion



Megaterio



Homo erectus



Stegomastodonte



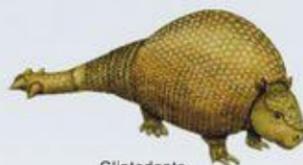
Scelidodon



Homo habilis



Smilodon



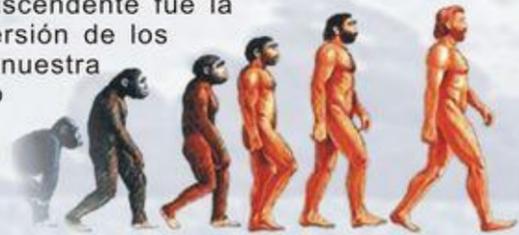
Gliptodonte

Pleistoceno



Se inició hace 2 millones de años y se extendió hasta hace 10.000 años. Se destaca por la sucesión de períodos glaciales e interglaciales que produjeron avances de las masas de hielo, con descensos del nivel del mar y retrocesos de las mismas, con ascensos en el nivel del mar.

El hecho más trascendente fue la evolución y dispersión de los homínidos hasta nuestra especie, el *Homo sapiens sapiens*, única en la actualidad



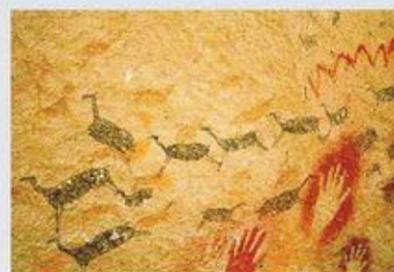
En las áreas libres de hielo se estableció una importante fauna de grandes mamíferos, los que se extinguieron hacia el final de esta época.

Holoceno



Comenzó hace 10.000 años y continúa en nuestros días. Marca el final de los períodos glaciales, siendo su característica el incremento del nivel del mar generado por el derretimiento de los hielos.

nivel del mar generado por el derretimiento de los hielos.



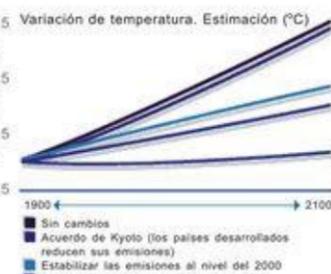
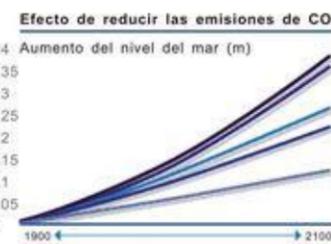
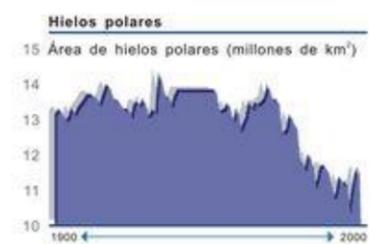
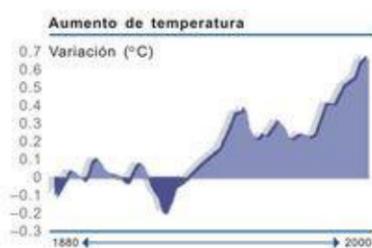
Pinturas rupestres, primeras manifestaciones artísticas del hombre, halladas en las célebres cavernas de Altamira.

El clima más benigno permitió las actuales distribuciones de flora y fauna. Los seres humanos abandonaron la vida nómada y se organizaron en pueblos, donde se gestaron los hechos de la historia de la humanidad.

El cambio climático global

Las zonas climáticas se están desplazando, los glaciares se están descongelando y el nivel de los océanos se eleva. Estos acontecimientos de orden meteorológico amenazan la preservación de las condiciones ambientales necesarias para mantener la vida y el desarrollo económico. Esto se conoce como "cambio climático global".

Evidencias Impacto



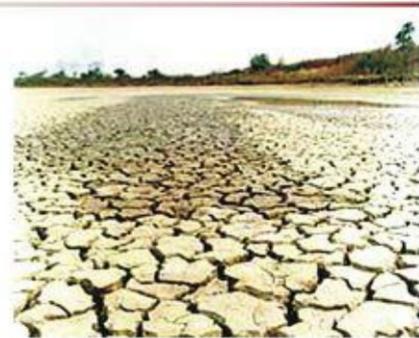
El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener la temperatura del planeta, al retener parte de la energía solar.



Grandes superficies costeras podrían desaparecer inundadas por las aguas que ascenderían de 0,5 a 2 mts.



Los desiertos se hacen más cálidos pero no más húmedos, con graves consecuencias en las zonas donde el agua es escasa.



Las lluvias torrenciales e inundaciones se hacen más intensas y frecuentes.



Aludes de barro y rocas sepultan poblados y vías de comunicación.



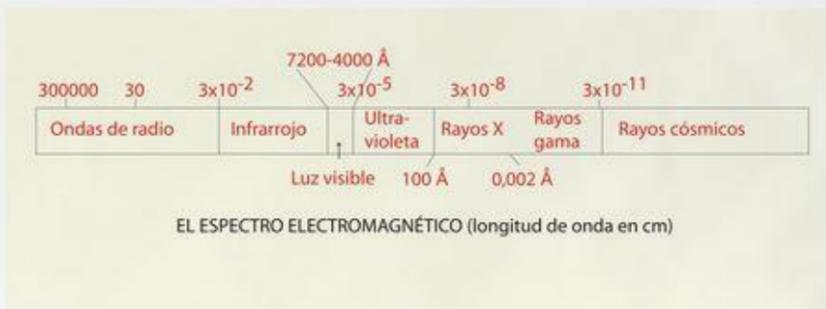
Gran parte de los glaciares del mundo y los casquetes polares se fundirían, poniendo en peligro ciudades y regiones productivas.



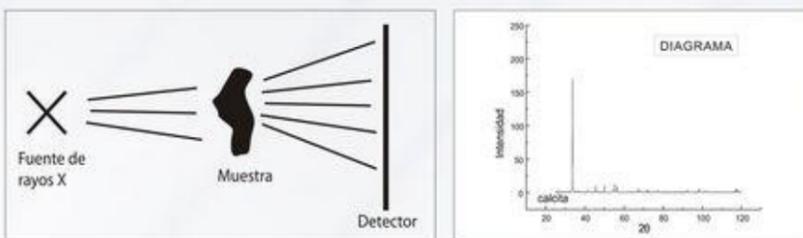
El uso de la difracción de

Rayos X

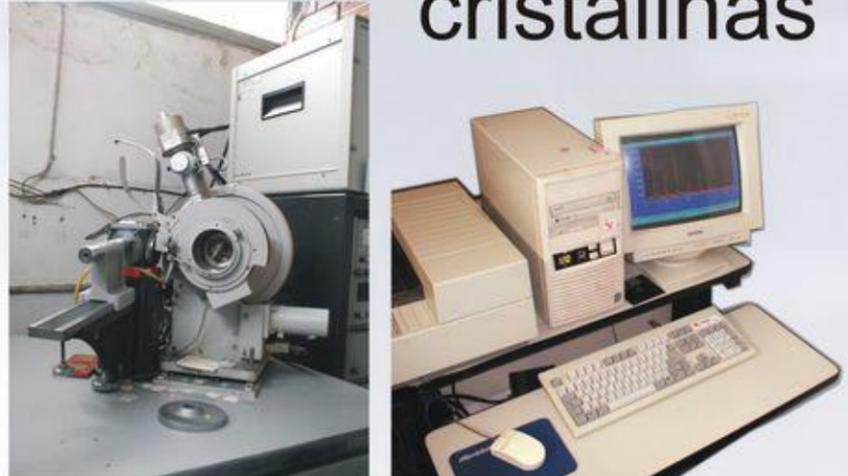
en la identificación de sustancias cristalinas



Por su gran poder de penetración, los rayos X se utilizan para la identificación de sólidos.



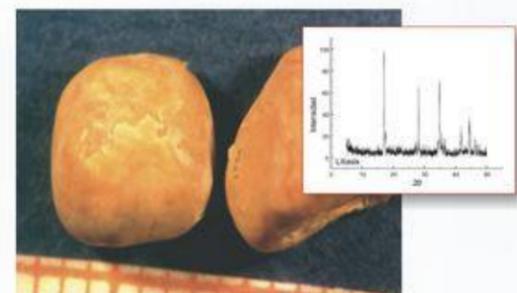
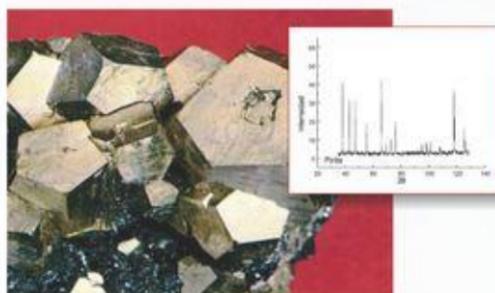
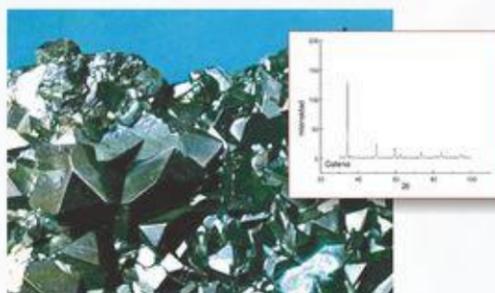
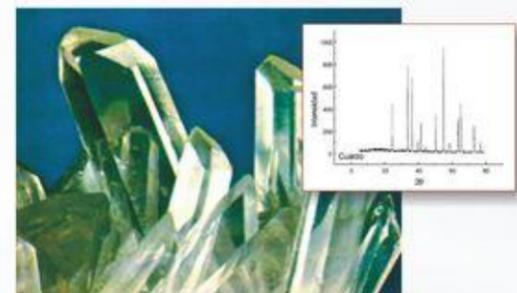
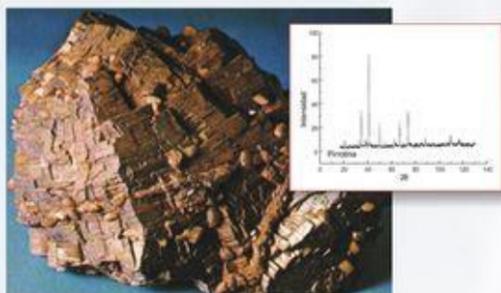
Principio del equipo: Los rayos inciden en una muestra y de esta forma se refleja su estructura interna en un detector. Se obtiene un diagrama que es la "huella digital" de la sustancia, ya que es único. Cada sustancia tiene un diagrama propio.



En el Instituto de Sedimentología de la Fundación Miguel Lillo se cuenta con un equipo de Rayos X computarizado.

Utilidad de los Rayos X en geología

Los Rayos X se usan en geología para determinar especies minerales. Son de gran utilidad tanto en la investigación como en la industria (cerámica, vial, perforación, entre otras). También lo emplean otras disciplinas. Es el caso del estudio de litiasis urinarias (cálculos), para determinar su composición y poder aplicar el tratamiento adecuado. También se usa en el estudio de sustancias cristalinas inorgánicas producidas por organismos vivos (caparzones, cáscaras de huevos, etc.).



Ejemplos de diagramas de identificación obtenidos por medio de difracción de rayos X, de sustancias minerales puras (1 a 8) y de mezclas de sustancias biominerales (9).