

Bibliografía complementaria

Fundamental Astronomy, Karttunen y col., Springer

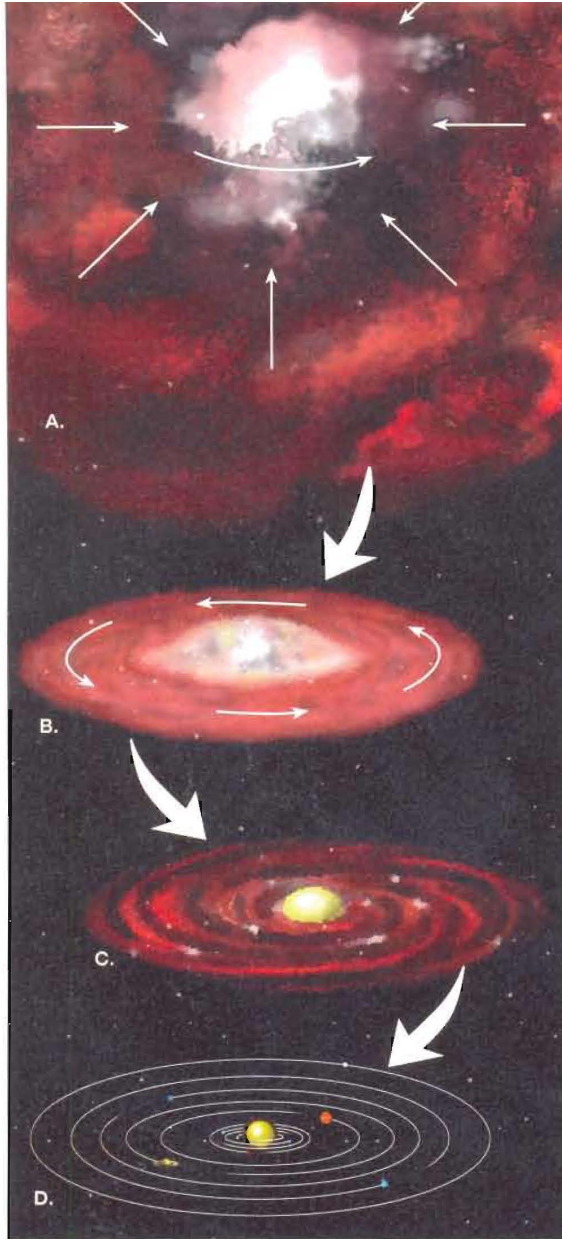
<http://www.astronomia.edu.uy/depto/tem/cte/>

La Tierra como planeta



- * La formación del sistema solar: distintas etapas.
- * El origen de la Tierra y de la Luna.
- * Movimientos de la Tierra: rotación, traslación, precesión.
- * Las distintas “esferas” de la Tierra y sus interacciones.
- * El interior de la Tierra. Distintas capas.
- * La corteza, deriva continental, tectónica de placas. Vulcanismo. Propagación de ondas sísmicas.
- * La evolución de la atmósfera terrestre.
- * Las distintas eras geológicas. Origen y desarrollo de la vida.

La formación del sistema solar



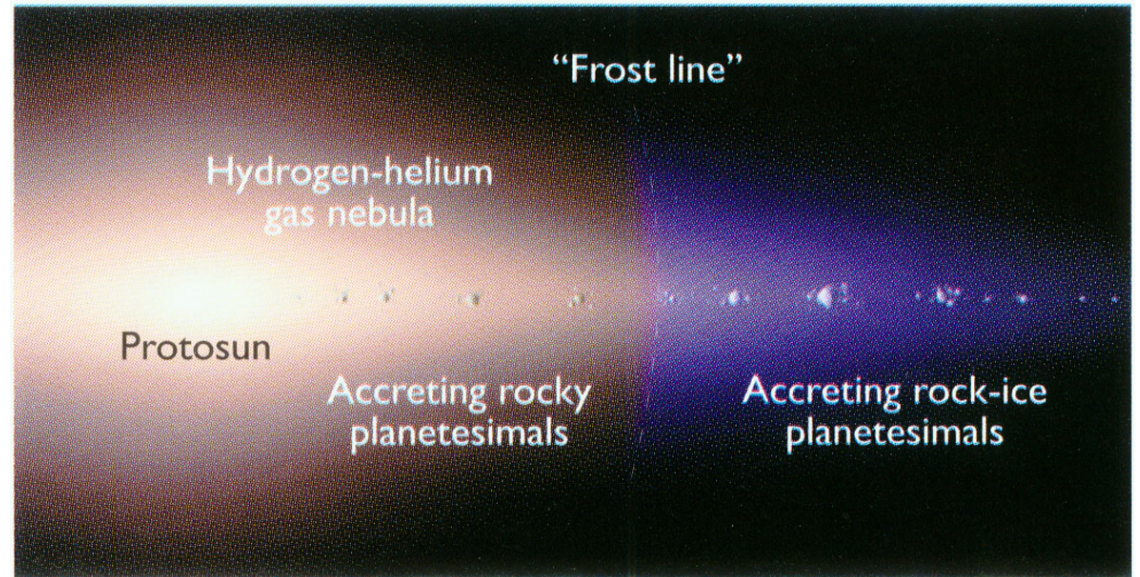
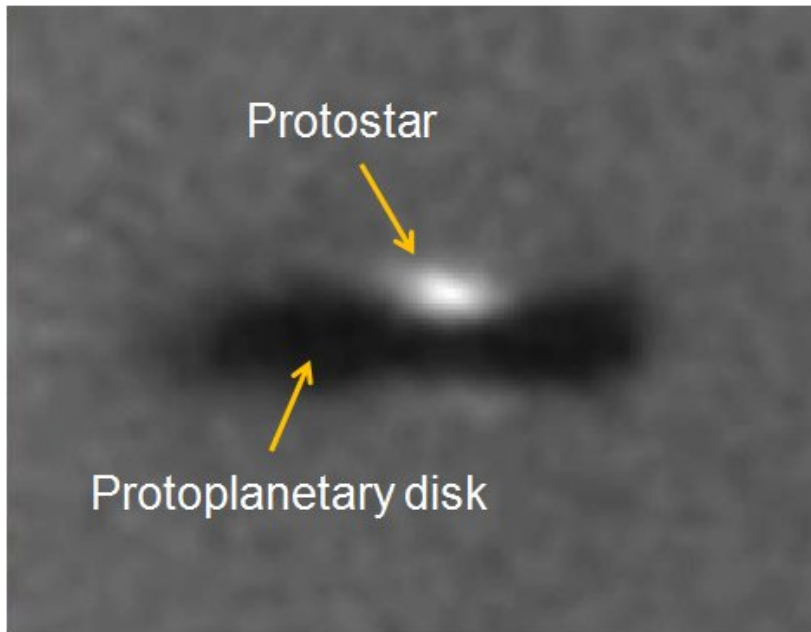
* El sistema solar se formó hace unos 4600 millones de años a partir de la contracción gravitacional de una nube de gas y polvo (teoría de Laplace).

* Por conservación de momento angular, la nube al contraerse rotará más rápidamente hasta llegar a la inestabilidad rotacional:

$$\frac{GM_{\odot}}{r^2} = \frac{v^2}{r}$$

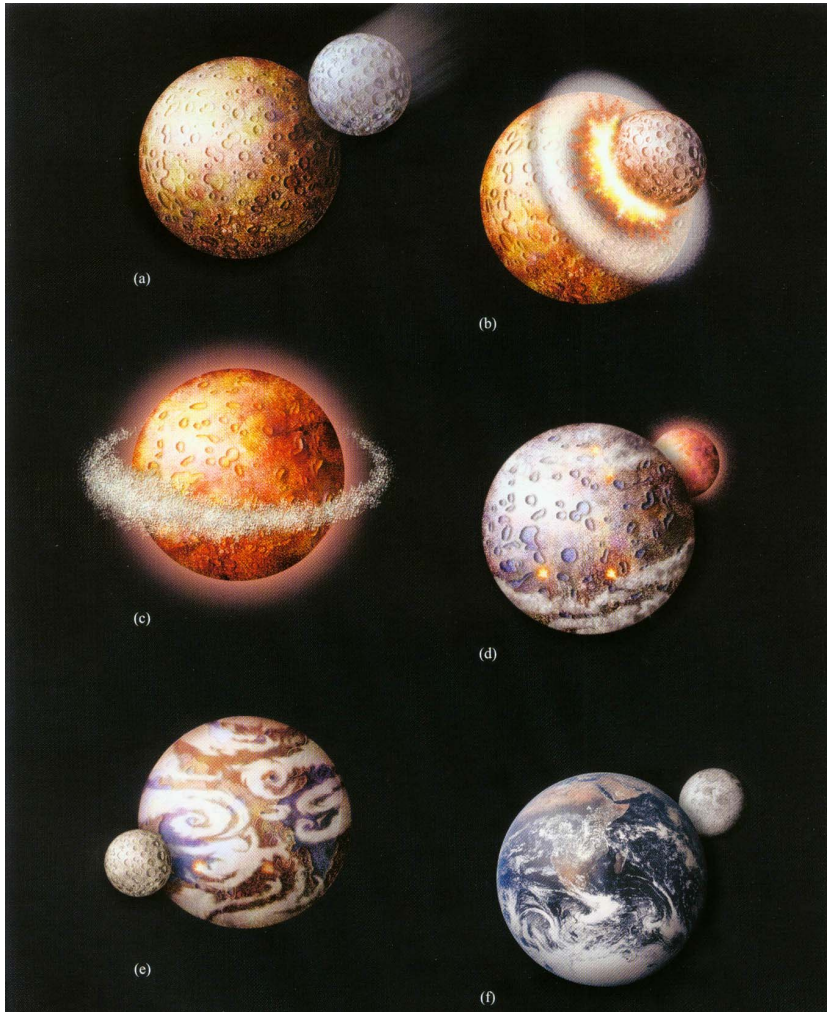
⇒ desprendimiento de materia en el plano ecuatorial formando un disco de gas y polvo
⇒ condensación de pequeños núcleos sólidos (*planetesimales*) que luego se irán acumulando por un proceso de *acreción* hasta formar los planetas.

Observación de discos protoplanetarios - La línea de nieve



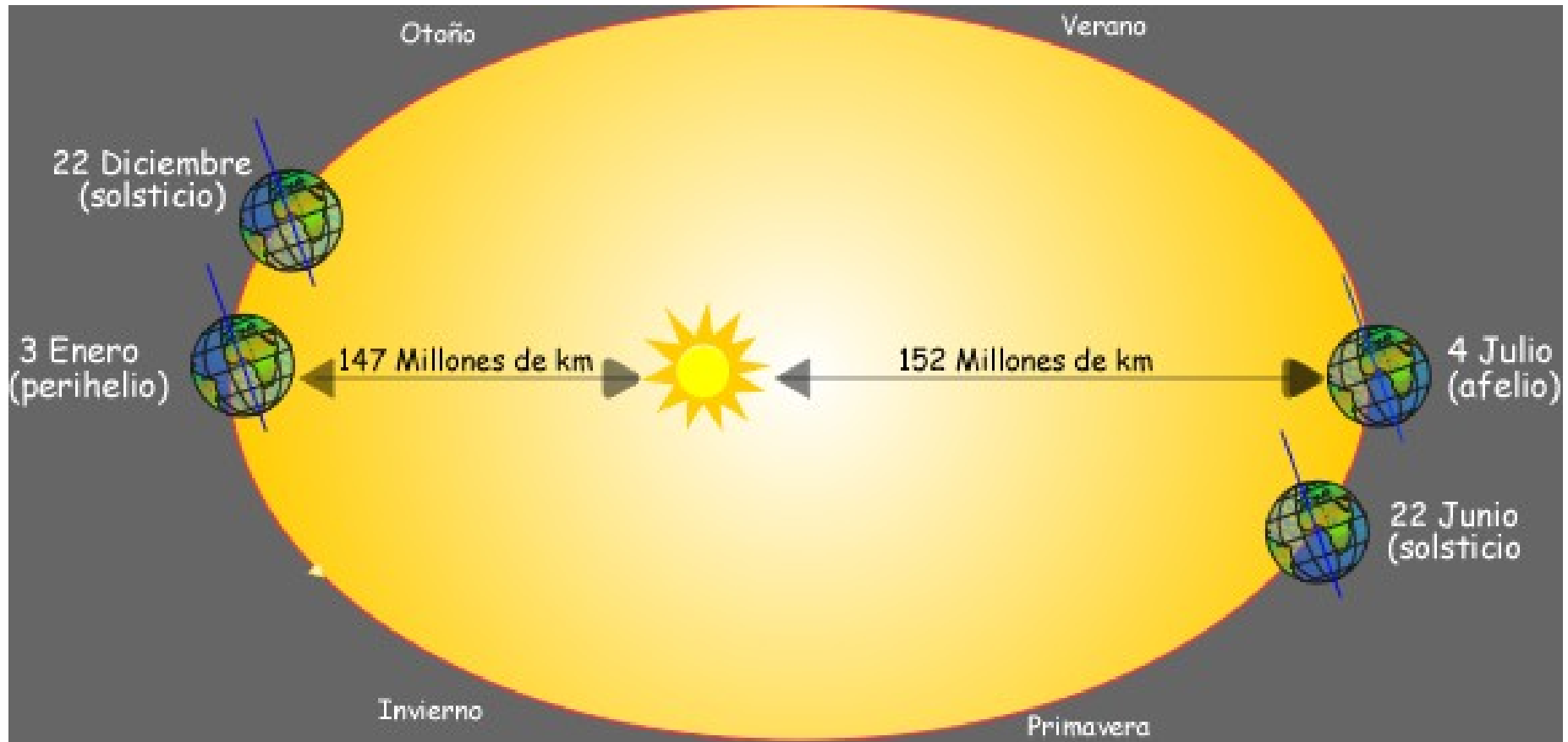
La Tierra y los demás planetas terrestres se formaron dentro de la línea de nieve donde sólo los minerales y metales, como hierro y níquel, condensaron en sólidos. El agua terrestre debió provenir de regiones mas distantes.

Formación de la Luna por un megaimpacto



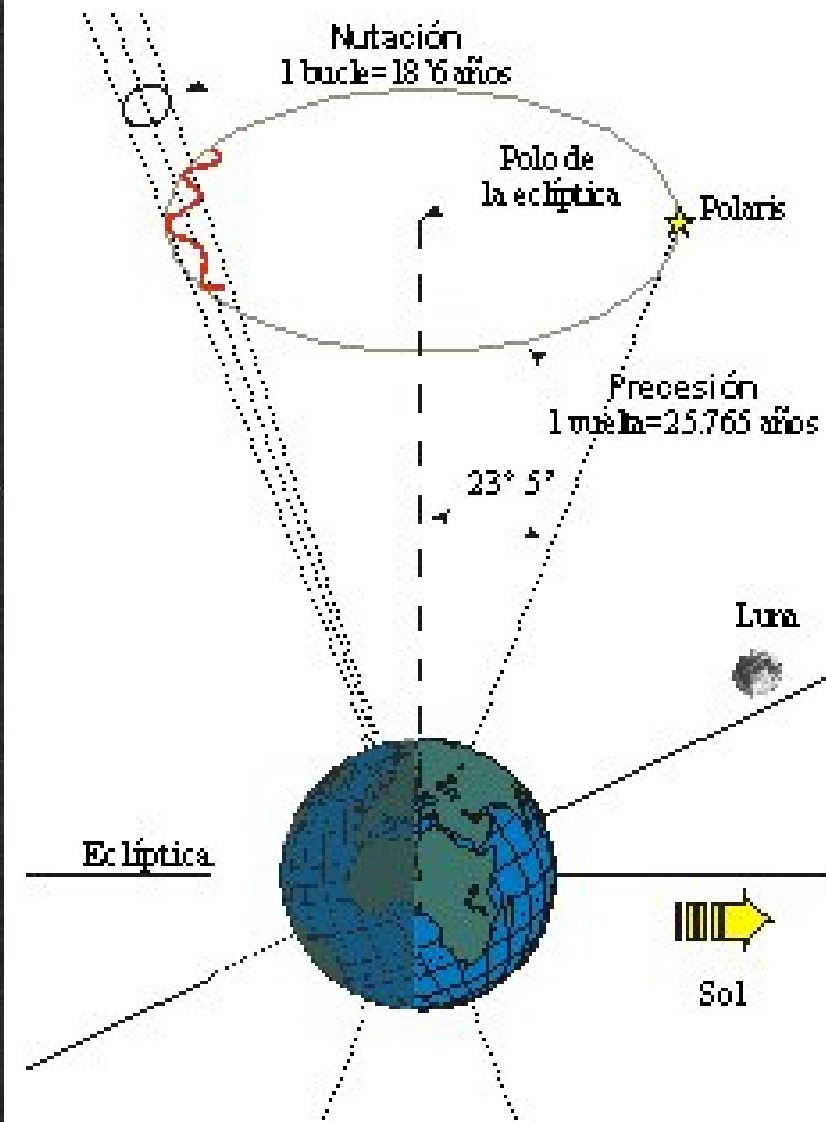
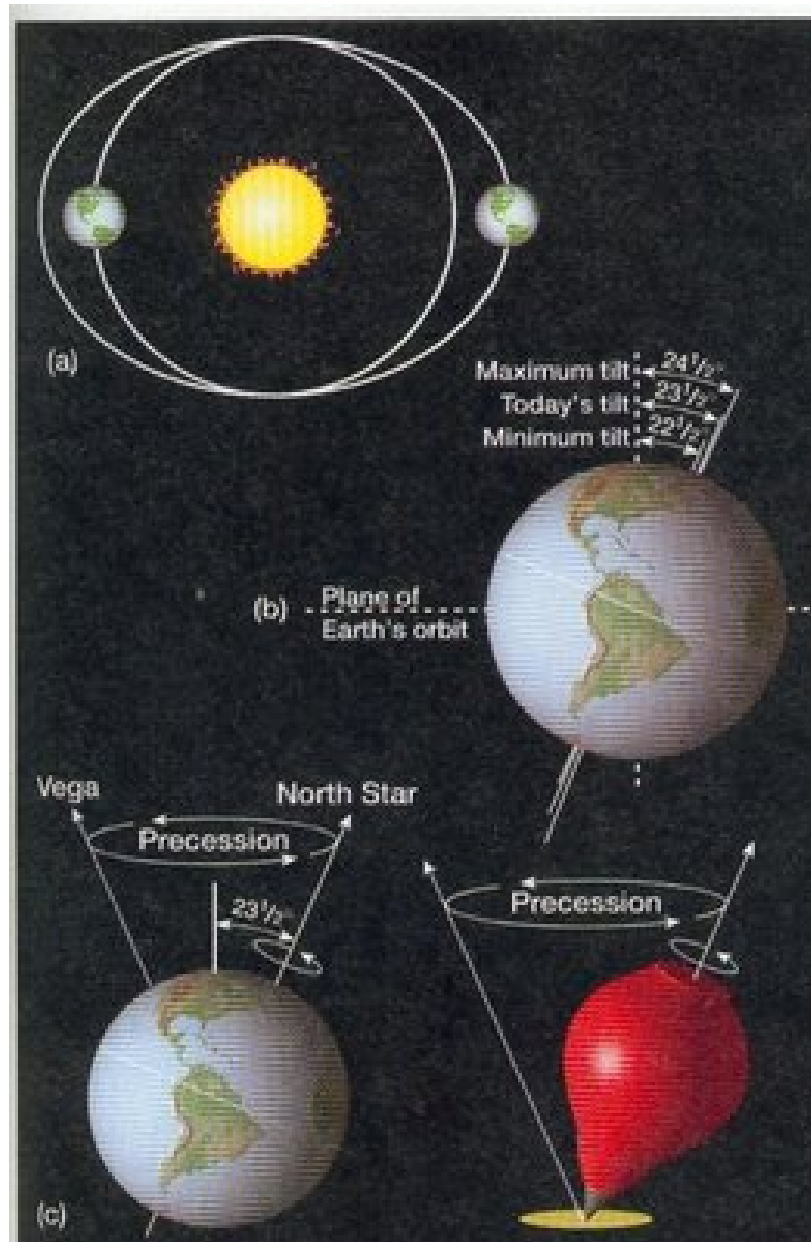
La teoría más reciente sobre el origen de la Luna expresa que ésta se originó a raíz de un megaimpacto de la proto-Tierra con otro embrión planetario, quizá del tamaño de Marte. El material eyectado formó un anillo alrededor de la Tierra que se acumuló en la Luna. Ese hipotético embrión planetario debió haberse formado a una distancia del Sol similar a la de la Tierra, o sea que su composición no variaba mucho de la de la Tierra. El megaimpacto ocurrió en los primeros 100 millones de años de la vida de la Tierra.

Movimientos de la Tierra: rotación y traslación

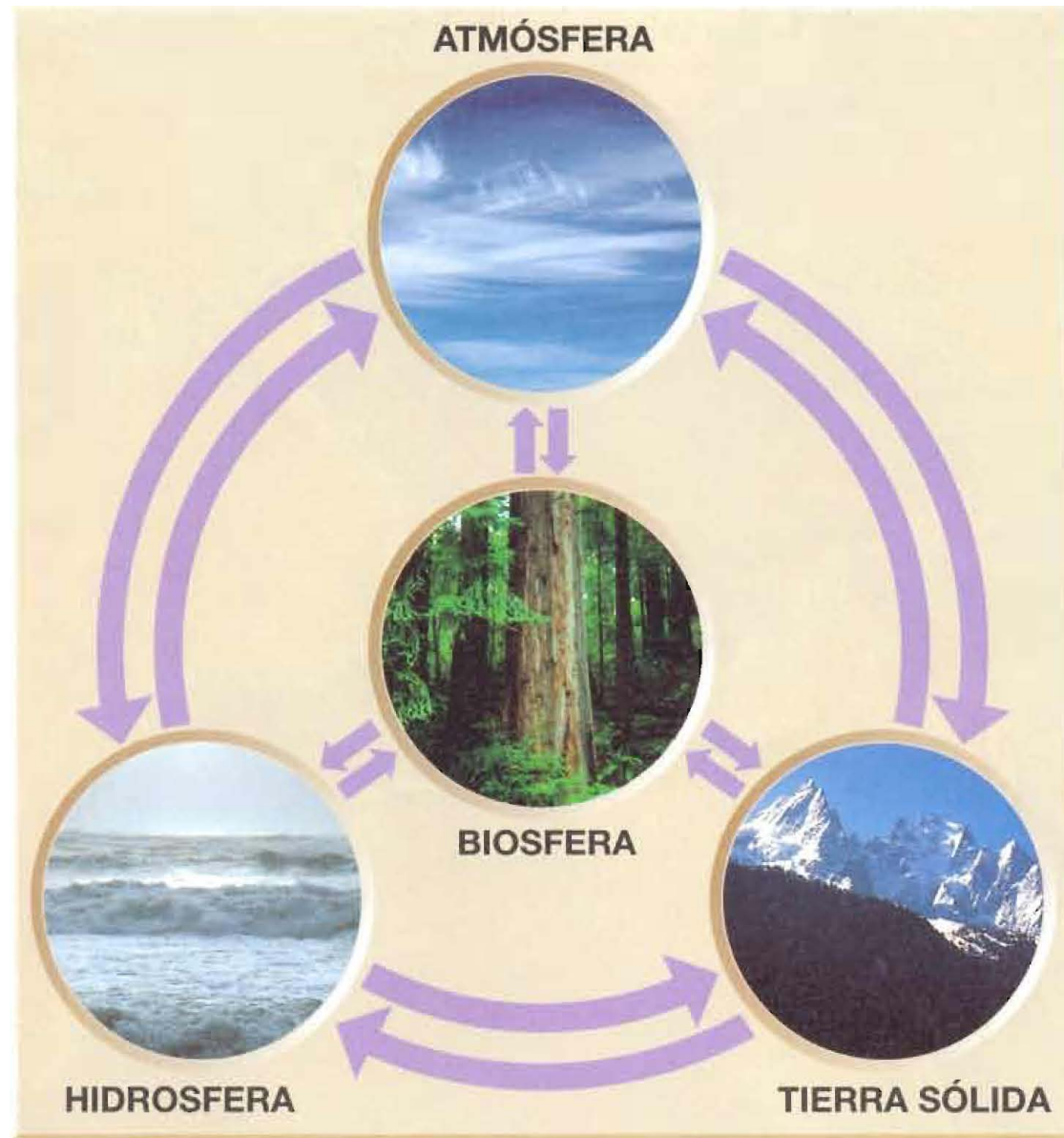


La órbita de la Tierra es ligeramente excéntrica. En la actualidad recibe un poco más de insolación el hemisferio sur en el verano (no siempre será así por la precesión de los equinoccios).

Movimientos de la Tierra: precesión de los equinoccios, nutación

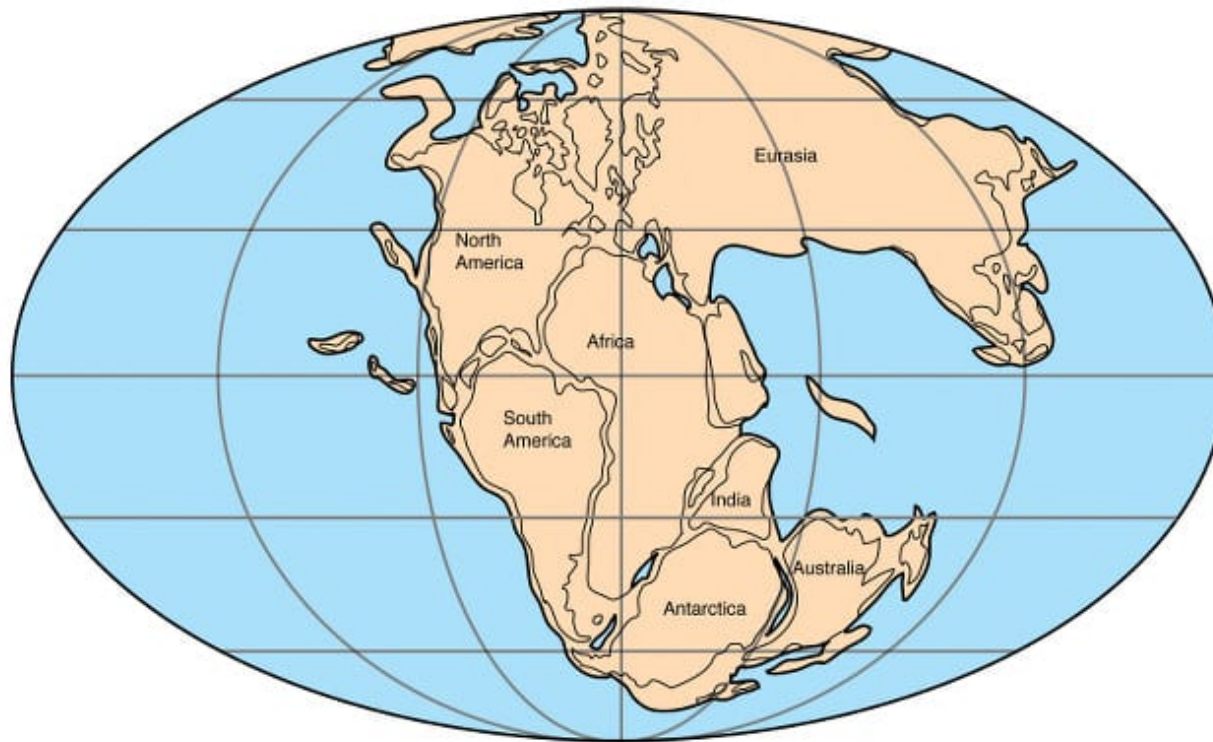


La Tierra: sus distintas “esferas”

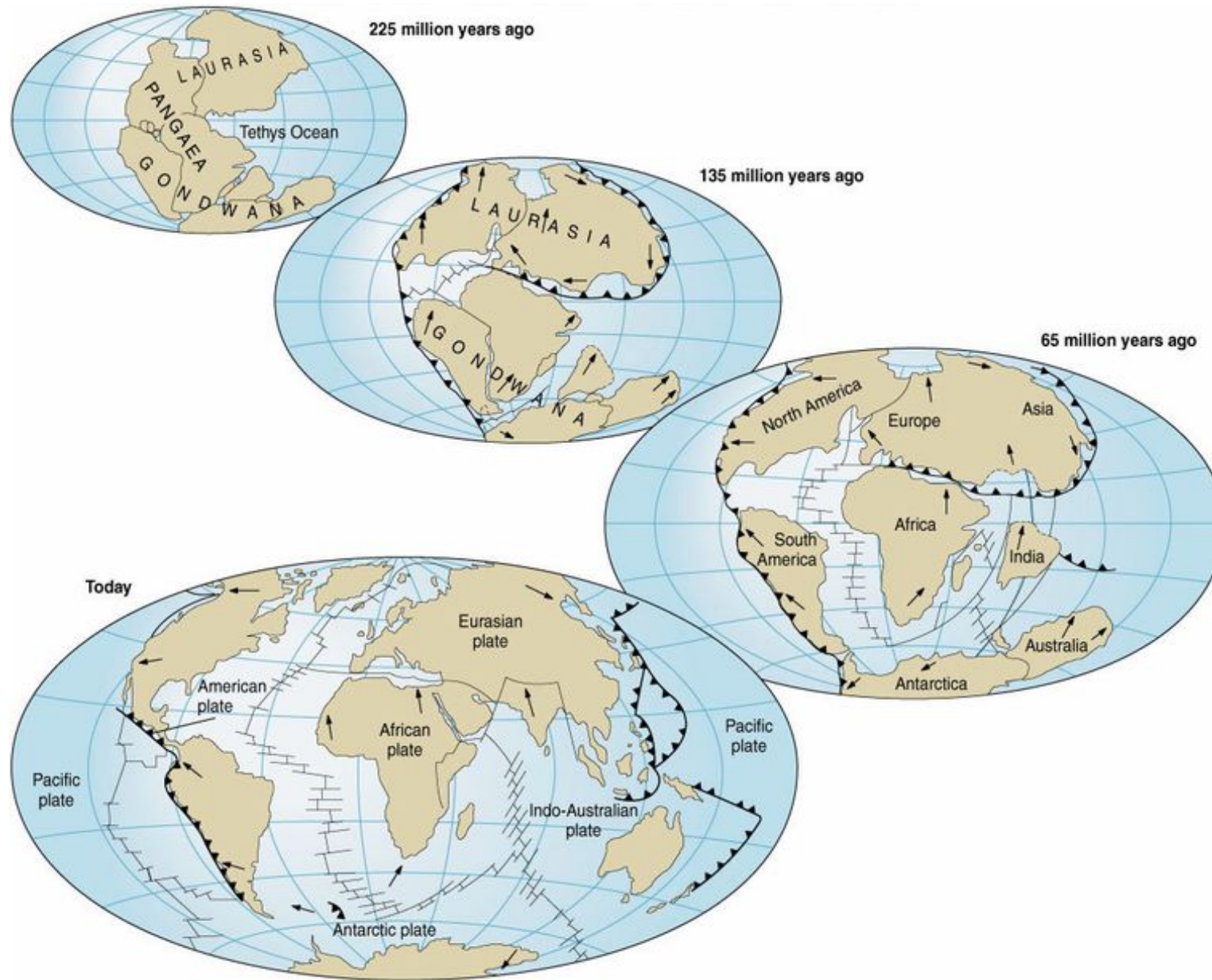


Corteza: Placas y Pangea

* La corteza consta de una serie de placas en movimiento lo que provoca la deriva continental y zonas de fricción (donde chocan placas). Esta deriva fue descubierta por Alfred Wegener en 1915. Por la deriva continental, continentes que hoy están separados estuvieron juntos en el pasado, llegando incluso a una sola masa continental (Pangea) hace más de 200 millones de años.



Deriva continental



Tectónica de placas y actividad geológica



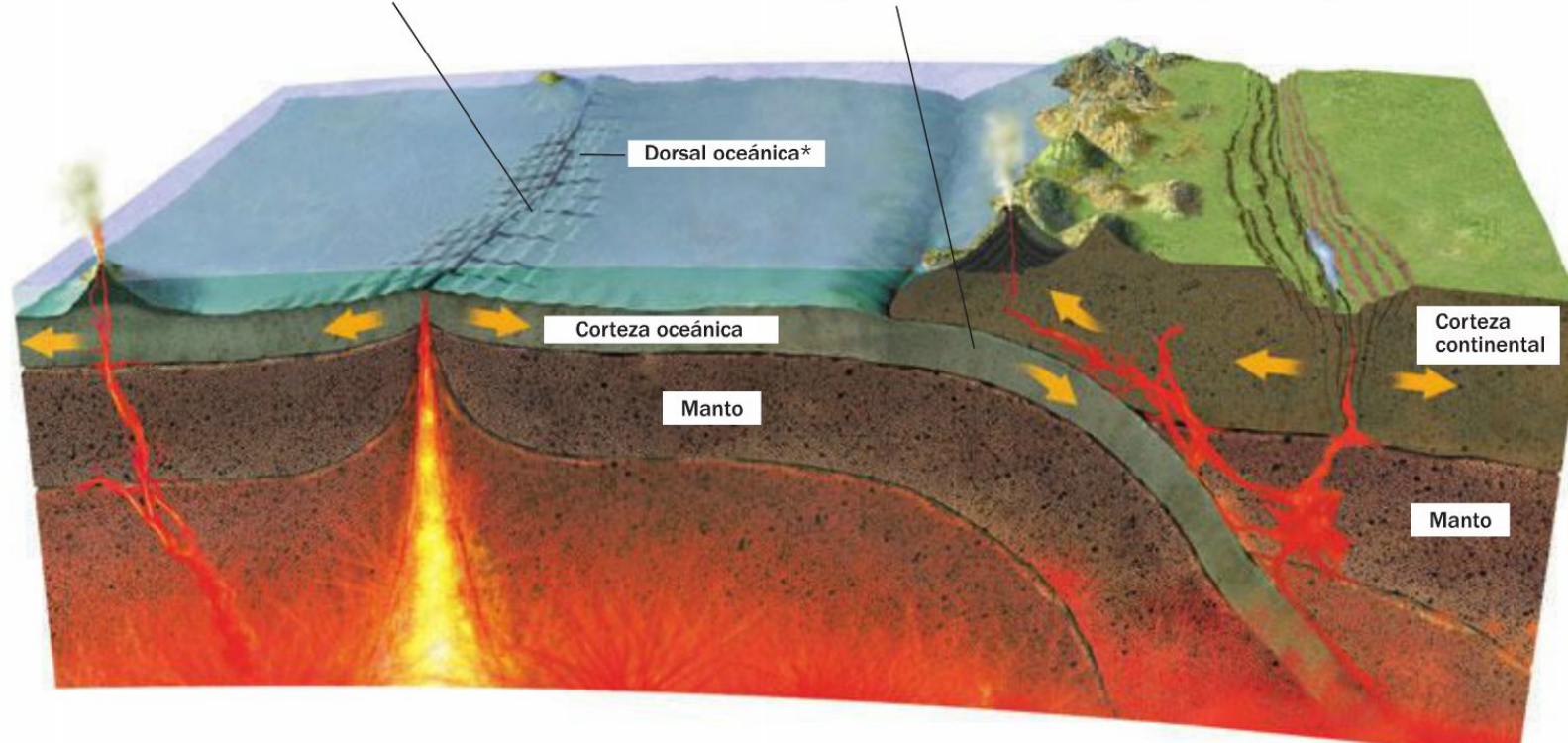
La subducción de placas es el proceso de hundimiento de una de ellas debajo de la otra cuando dos placas convergen. Este proceso se observa por ejemplo en la costa del Pacífico de Sudamérica. Hay fenómenos asociados como formación de cordilleras, terremotos y vulcanismo.

Divergencia de placas

LOS MOVIMIENTOS DE LAS PLACAS TECTÓNICAS

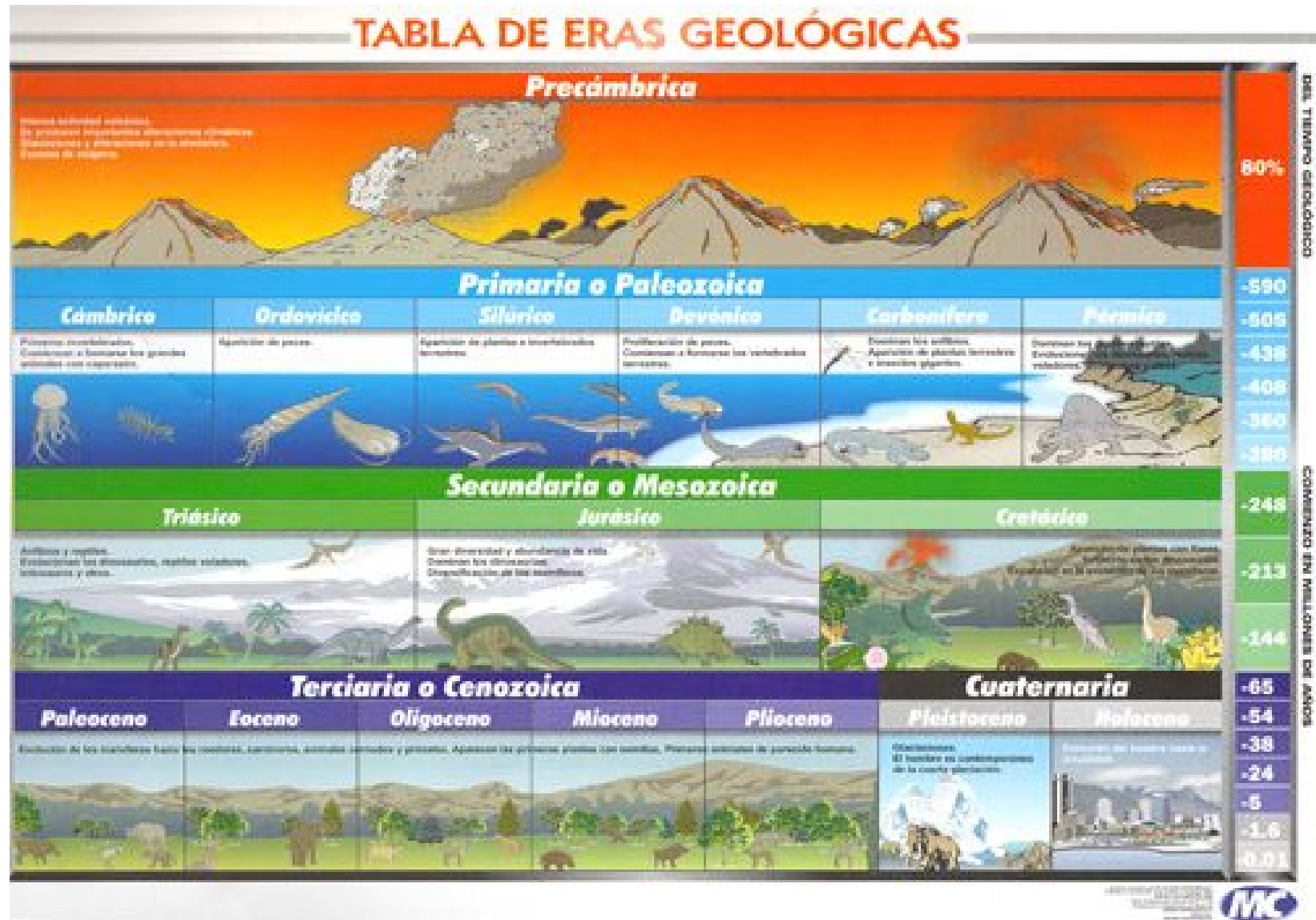
- **Movimientos divergentes:** tienen lugar cuando dos placas se separan una de otra desde las dorsales oceánicas.

- **Movimientos convergentes:** se producen cuando dos placas colisionan, hundiéndose una por debajo de la otra y provocando fenómenos orogénicos, volcánicos y sísmicos.



Un borde divergente es el límite entre 2 placas litosféricas que se separan. Conforme se separan el magma asciende desde el manto creando una nueva litosfera. Este magma ascendente crea las **dorsales medioceánicas**, es decir elevaciones submarinas.

Historia geológica de la Tierra



El Precámbrico

Eón		Era	Período		Epoca
Fanerozoico (544 ma a hoy)		Cenozoica (65 ma a hoy)	Cuaternario (1.8 ma a hoy)		Holoceno (11,000 años a hoy)
					Pleistoceno (1.8 ma a 11,000 años)
			Terciario (65 a 1.8 ma)	Neógeno (23 a 1.8 ma)	Plioceno (5 a 1.8 ma)
					Mioceno (23 a 5 ma)
				Paleógeno (65 a 23 ma)	Eoceno (54 a 38 ma)
					Oligoceno (38 a 23 ma)
					Paleoceno (65 a 54 ma)
		Mesozoica (245 a 65 ma)	Cretácico (146 a 65 ma)		
			Jurásico (208 a 146 ma)		
			Triásico (245 a 208 ma)		
		Paleozoica (544 a 245 ma)	Pérmico (286 a 245 ma)		
			Carbonífero (360 a 286 ma)		
			Devónico (410 a 360 ma)		
			Silúrico (440 a 410 ma)		
			Ordovícico (505 a 440 ma)		
			Cámbrico (544 a 505 ma)		
		Tiempo Precámbrico (4,500 a 544 ma)	Proterozoico (2500 a 544 ma)		
Arcaico (3800 a 2500 ma)					
Hádico (4500 a 3800 ma)					

La etapas más importantes: Los eones

Es la mayor unidad geocronológica para describir la historia de la Tierra. Se reconocen:

Eón Hadeano: Comprende desde la formación de la Tierra hace cerca de 4600 millones de años hasta 3800 millones de años. La Tierra estuvo sometida a un intenso bombardeo de asteroides.

Eón Arcaico: Duración: entre 3800 y 2500 millones de años. Mayor flujo de calor del interior de la Tierra (aprox. $\times 3$); evolución de la corteza terrestre; mayor número de placas que al presente; mayor actividad en las dorsales y en las zonas de subducción; mayor actividad volcánica que al presente; pequeños protocontinentes; fósiles: estromatolitos.

Eón Proterozoico: Duración: Entre 2500 y 542 millones de años. Se caracteriza por la presencia de grandes cratones (masas continentales muy rígidas que se han mantenido hasta el presente); ocurrencia de las primeras glaciaciones; expansión de la vida microbiana; aparición de una fauna pluricelular al final del eón en el período Ediacárico.

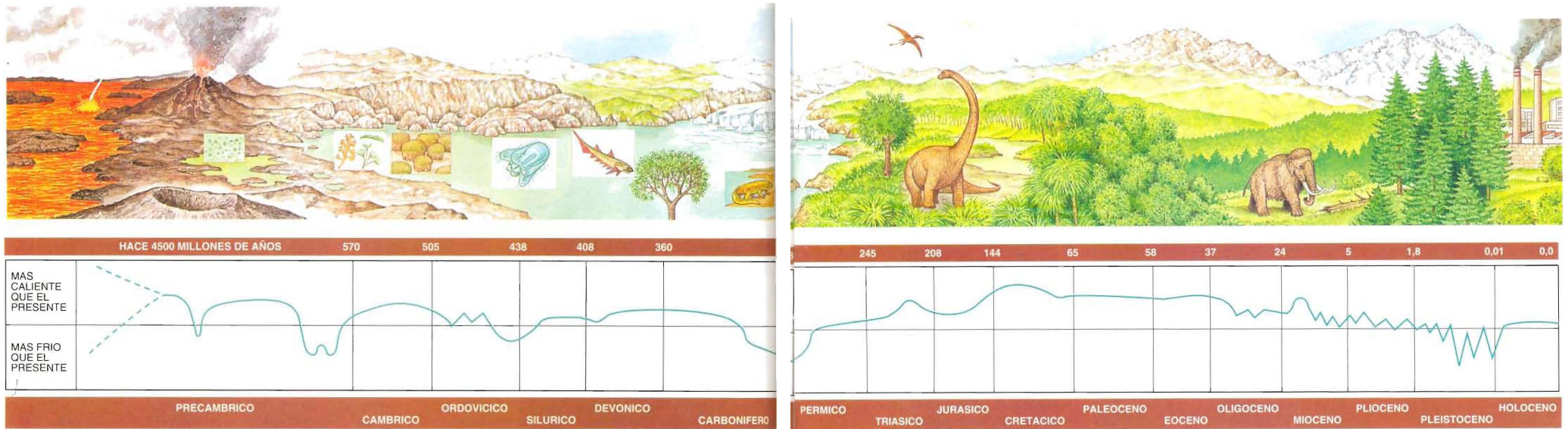
Eón Fanerozoico: Abarca desde 542 millones de años hasta el presente. La palabra proviene del griego y significa “vida visible” y se refiere a la abundancia de organismos pluricelulares que aparecen (algas, hongos, plantas y animales) que colonizan la tierra y el aire. Esta fauna dejó abundantes fósiles en el registro geológico.

La Tierra primitiva



* Al principio la atmósfera era muy diferente de la actual: predominaba el CO_2 , con algo de N_2 y H_2O (vapor de agua), y cantidades menores de CH_4 , NH_3 . El Sol era menos luminoso que en la actualidad ($\sim 25\%$ más débil), pero por efecto de invernadero la temperatura podría haber sido más elevada que en la actualidad.

El origen y la evolución de la vida



* La vida surgió en los mares (posiblemente en lagunas superficiales ricas en materia orgánica) hace quizá 3800 millones de años. Los primeros seres fueron unicelulares (procariotas), y esta situación se mantuvo hasta hace unos 600 millones de años en que se crearon formas de vida pluricelulares.

La aparición de vida multicelular al final del Precámbrico



La fauna ediacareense



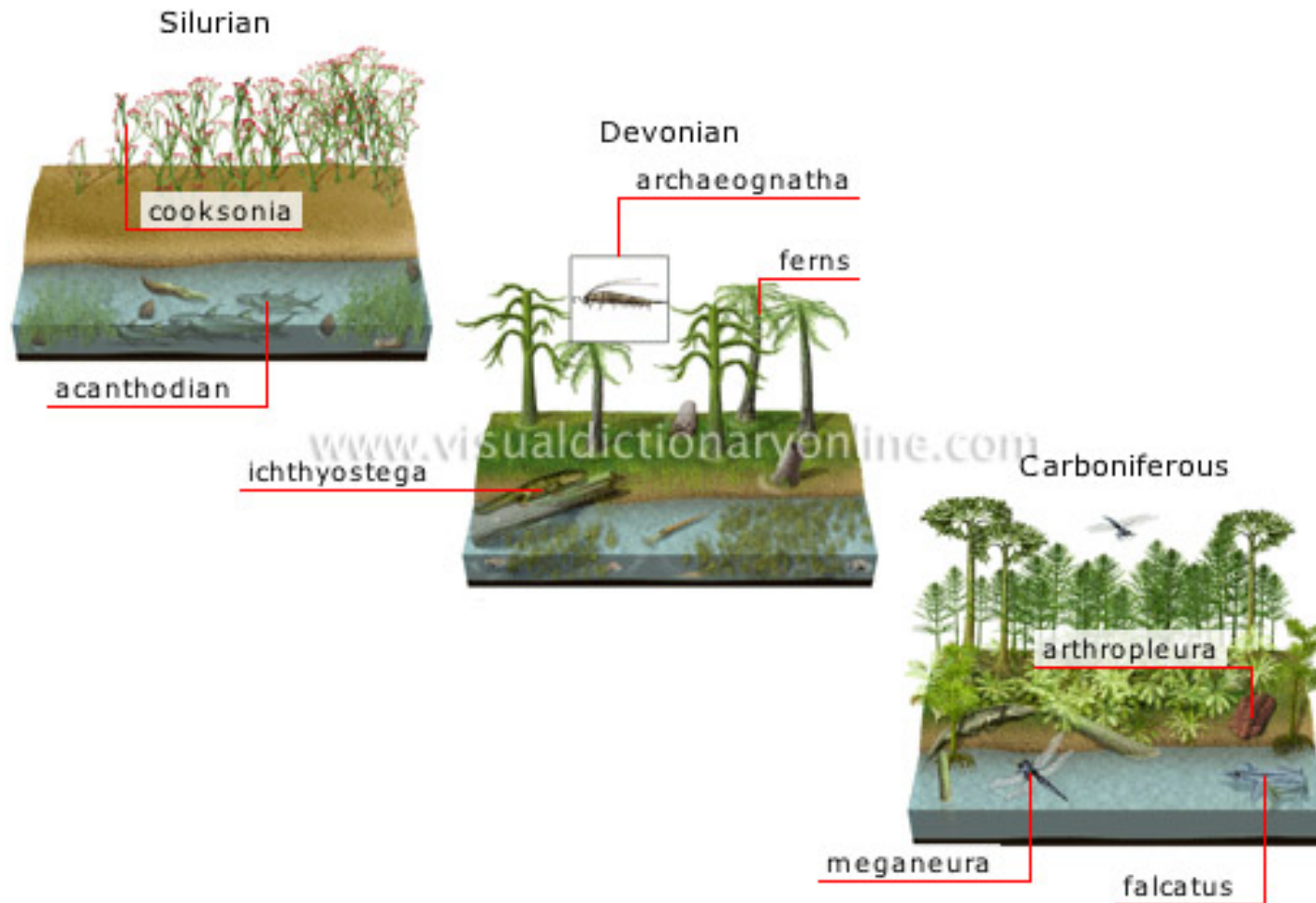
La primera fauna del Cámbrico



Trilobites

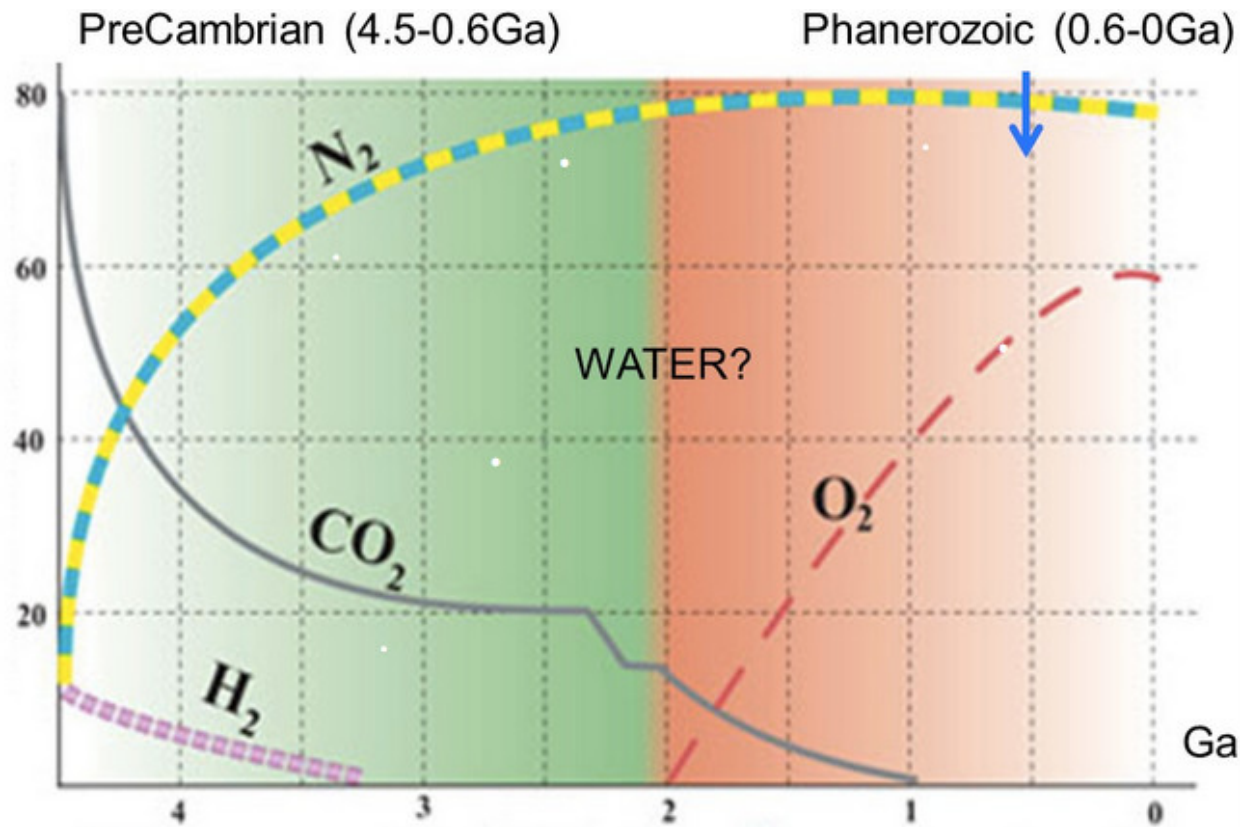
Eran una clase de artrópodos marinos con un exoesqueleto fácilmente fosilizable. Reinaron hasta fines del Paleozoico (unos 250 millones de años atrás). Tenían la capacidad de moverse fuera de la superficie del agua, lo que los convierte en los primeros seres vivos en abandonar el medio acuático, aunque en salidas esporádicas. Algunos llegaron a pesar más de 4 kg.

La vida conquista tierra firme



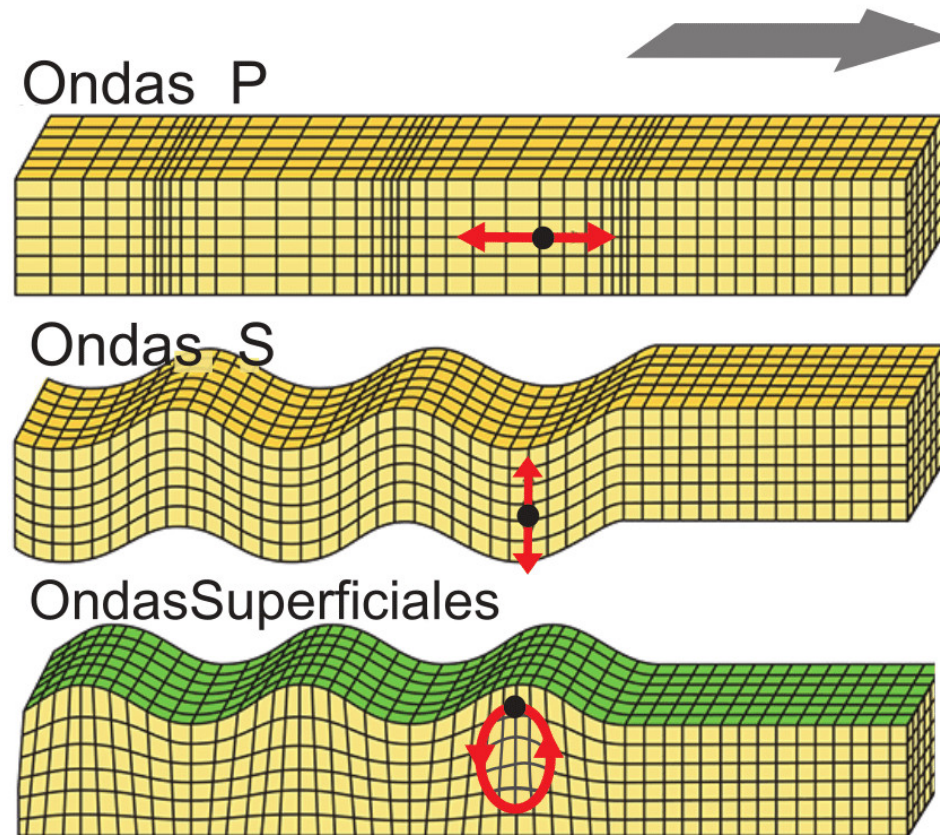
Durante el período Silúrico (aprox. 440 millones de años atrás) aparecen las primeras plantas terrestres que cambian completamente el paisaje.

Contenido de oxígeno libre en la atmósfera terrestre a través de tiempo



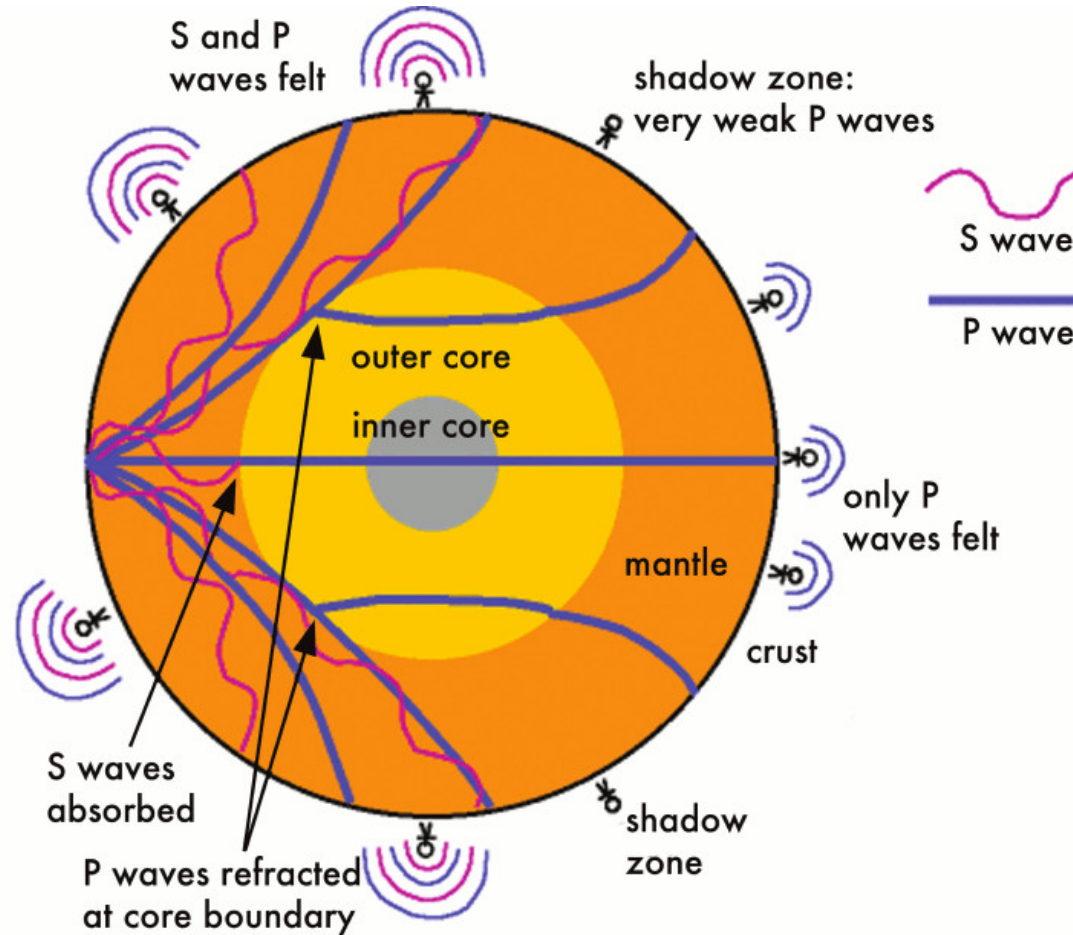
- * Hace unos 2000 millones de años el oxígeno pasó a ser un constituyente importante de la atmósfera que permitió la formación de ozono (O_3) que a su vez protegió al oxígeno formado de la radiación UV que lo disocia.
- * El aumento de oxígeno aparece en el registro geológico por la variación del cociente isotópico del azufre.

Ondas sísmicas: Propiedades



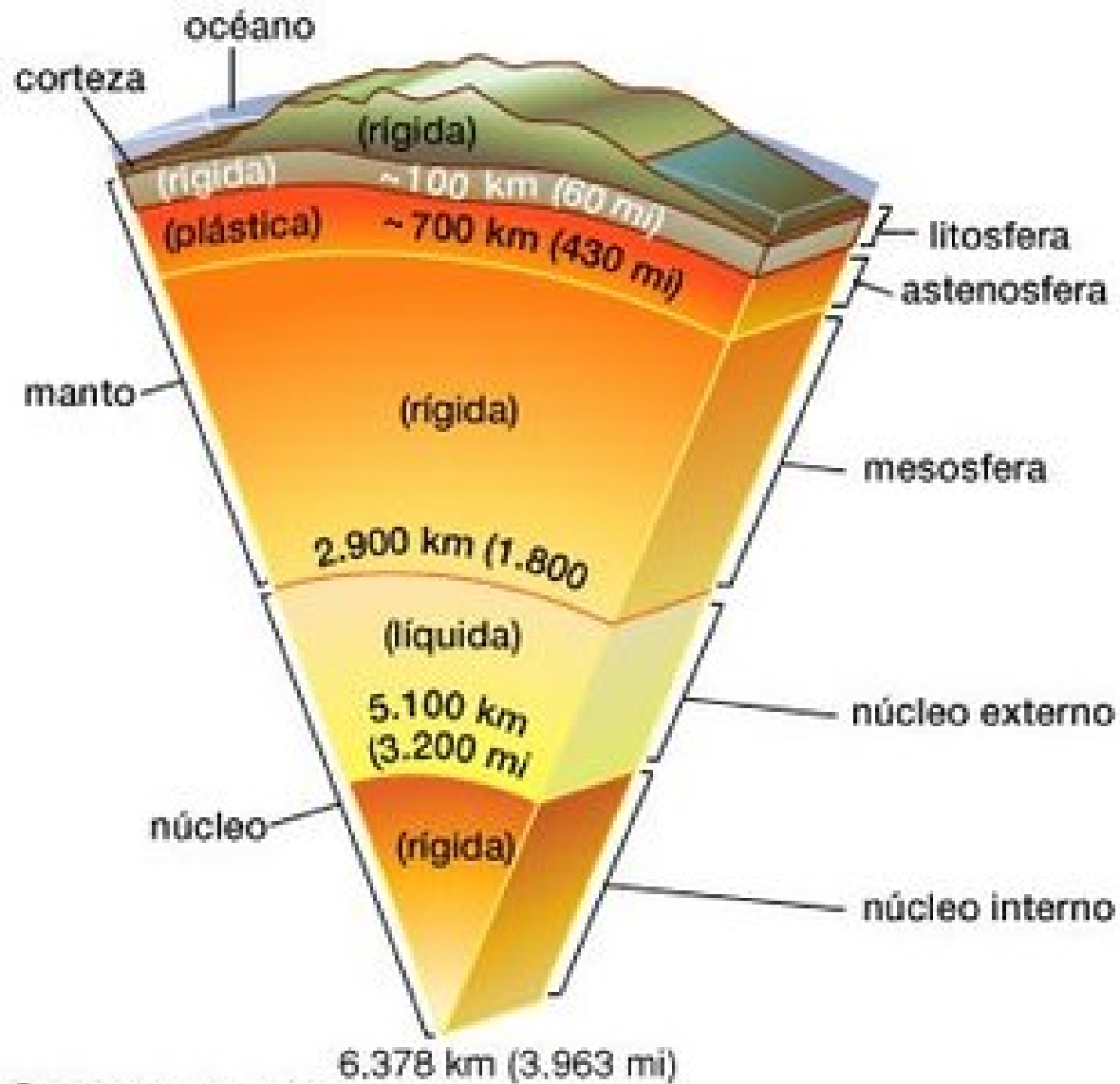
La propagación de las ondas sísmicas permite conocer el interior de la Tierra (propiedades del material, si es líquido o sólido). Hay 2 tipos importantes: 1) las primarias (P) o longitudinales, y 2) las secundarias (S) que son ondas transversales. Las P se mueven más rápido que las S. Mientras las P se pueden propagar en medios sólidos y líquidos, las S sólo se propagan en medios sólidos.

Propagación de ondas sísmicas



La propagación de ondas sísmicas en el interior de la Tierra permite inferir sus propiedades. Sabemos así que consta de una litosfera, manto, un núcleo exterior líquido y uno interior sólido.

El interior de la Tierra



© 2006 Merriam-Webster, Inc.

EJERCICIO 3

Asumamos que el sistema solar se formó por la contracción gravitacional de una nube interestelar de gas y polvo de forma esférica de radio inicial $r_o = 2,4 \times 10^{17}$ cm. Inicialmente la nube tenía una lenta velocidad de rotación de $\Omega_o = 4,5 \times 10^{-15}$ s⁻¹. Sobre el principio físico de que la nube al contraerse conserva su momento angular h ($= Mr^2\Omega$), calcule el radio para el cual la nube alcanza la inestabilidad rotacional. Exprese el resultado en cm y en unidades astronómicas ($1 \text{ ua} = 1,5 \times 10^{13}$ cm). compare a distancia obtenida con la distancia de Neptuno.

Dato: Masa del Sol $M_{\odot} = 2 \times 10^{33}$ g

EJERCICIO 4

Hoy la estrella polar coincide prácticamente con el polo celeste norte. Encuentre a qué distancia (angular) del polo celeste y del polo de la eclíptica se encontrará dentro de 13.000 años.

EJERCICIO 5

Explique cómo desapareció el CO_2 de la atmósfera terrestre.

EJERCICIO 6

- 1) En un lugar de la Tierra ocurre un terremoto. Un observador registra el evento en otro lugar. ¿Qué detectará primero; las ondas P o las ondas S?
- 2) Explique cómo a partir de las ondas sísmicas se podría inferir que parte del núcleo de la Tierra está en estado líquido.