

7º tema: La ciencia en el siglo XX. 2ª parte

- Astronomía y astrofísica
- Las nuevas interpretaciones del evolucionismo
- Tectónica de placas

2

Astronomía y astrofísica

Recordamos que Bunsen y Kirchhoff habían sentado las bases del análisis espectral en 1859 e inaugurando la nueva astrofísica.

A comienzos del siglo XX se produjeron grandes progresos, aunque estaban limitados por los medios técnicos disponibles.

Se comenzó a emplear la **fotografía** como instrumento de la disciplina:

- > Permitió a los astrónomos tener imágenes objetivas de las observaciones.
- > Aumentó el poder de apreciación de objetos no apreciables a simple vista.

La **espectroscopia** y la **espectrofotometría** permitieron clasificar los diferentes tipos de estrellas.

El desarrollo de la **radioastronomía** permitió observar nuevos objetos como los cuásares y los púlsares.

3

Astronomía y astrofísica (2)

- Se encontró el modo de medir las distancias entre los distintos objetos estelares.
- > Permitió establecer el tamaño y la forma de nuestra galaxia.
 - > Se constató que la Vía Láctea no era más que una entre un gran número de galaxias.
 - > También se descubrió que todas las galaxias se están dispersando.
 - > A mediados del siglo XIX se había constatado que muchos de los cometas eran miembros del Sistema Solar, aunque con órbitas elípticas muy alargadas.
 - > Hasta el siglo XX no se supo cuál era la naturaleza física de los cometas y las causas del despliegue de sus colas.

4 Astronomía y astrofísica (3)

- > En 1950-1951 Fred Lawrence Whipple propuso un modelo para el núcleo de los cometas:
 - > Serían algo parecido a una bola de nieve sucia, formada por hielos de agua y de otras sustancias,
 - > con partículas de polvo de distintos materiales embebidas en ellos.
- > Se descubrió que en realidad los cometas tienen dos colas (una de gas y otra de polvo)
 - > En 1951 L. Biermann sugirió que las colas gaseosas (o iónicas por el estado ionizado de sus componentes) podían explicarse por la acción el “viento solar” (un flujo de partículas de alta velocidad eyectadas al espacio).
 - > En 1968 M. L. Finsn y R.F. Probststein desarrollaron una teoría según la cual el polvo liberado por el núcleo del cometa sería arrastrado por los efectos del gas en expansión.

5

Astronomía y astrofísica (4)

En el siglo XIX se confeccionaron grandes catálogos de estrellas, que registraban sus posiciones y magnitudes.

Destaca el Catálogo de Estrellas de Bonn, realizado entre 1852-1862.

Tuvo dos ampliaciones que incluían las estrellas del hemisferio Sur.

Entre 1879 y 1907 en el Harvard College Observatory (EE.UU.) se elaboró el *Harvard Revised Photometry*.

En 1887 se celebró en París un congreso internacional con el objeto de planificar un atlas celeste fotográfico, un “mapa del cielo” en el que colaboraban 18 observatorios.

El proyecto tardó en concluirse más de cincuenta años: abarcaba cinco millones de estrellas y empleaba técnicas fotográficas para medirlas.

6

Astronomía y astrofísica (5)

A mediados del siglo XIX no se sabía cual era la fuente de energía del Sol.

J. R. Mayer en 1884 sugirió que la energía solar estaba producida por la constante caída de meteoros, cuya energía mecánica se convertiría en calor y luz.

Helmholtz propuso una teoría más sofisticada, suponiendo que provenía de un proceso de contracción de la masa solar en el que se transformaría la energía potencial gravitatoria.

La primera hipótesis no se sostenía, ya que en ese caso la Tierra también se vería constantemente bombardeada desde el espacio.

Lord Kelvin sostuvo que la etapa meteorítica se había producido en el pasado, mientras que en la actualidad el Sol sufría una fase de contracción y de enfriamiento (acercándose así a la explicación de Helmholtz)

7

Astronomía y astrofísica (6)

Gracias al desarrollo de la física atómica y nuclear, las especulaciones sobre los procesos energéticos de las estrellas adoptarían un orientación definitiva.

En 1917 A. Eddington formuló un modelo del interior de las estrellas, en el que los átomos irían perdiendo electrones con el aumento de la temperatura y estarían completamente ionizados.

Entre 1920 y 1921 el astrónomo indio Megh Nad Saha precisó el estado de ionización en el equilibrio como una función de la temperatura y de la presión, y descubrió que si se mantenía la temperatura y se aumentaba la presión disminuye la proporción de átomos ionizados.

En 1921 propuso una escala de temperaturas para las atmósferas estelares, las capas responsables de la radiación observada.

8

Astronomía y astrofísica (7)

- Gracias a esta teoría se pudo explicar la diferencia de espectros de gigantes y enanas de la misma clase espectral:
- > aun poseyendo la misma temperatura, las atmósferas de las estrellas gigantes estarían a una presión mucho menor,
 - > por lo que la ionización sería mayor,
 - > y las líneas espectrales serían más intensas.
 - > Si las masas eran comparables se debía a que las gigantes tenían un tamaño mucho mayor que las enanas.

9

Astronomía y astrofísica (8)

En 1860 R. C. Carrington mostró que las manchas solares no estaban fijas, sino que se aproximaban al ecuador, extinguiéndose a los 5° de latitud.

En ese momento aparecían nuevas manchas a latitudes medias.

El interior del Sol, a pesar de las grandes presiones, y debido a su elevada temperatura, podía permanecer en estado gaseoso.

En 1904 E. W. Maunder correlacionó las enormes tormentas magnéticas con grandes manchas que cruzan el centro del disco solar, con una periodicidad de veintisiete días, que es el período de rotación solar.

Se abrió una etapa en la que las estrellas se consideraron esferas gaseosas en equilibrio colectivo, sometidas a sus propias fuerzas de gravitación.

10

Astronomía y astrofísica (9)

En 1908 G. E. Hale anunciaba que las manchas tenían una temperatura inferior al resto de la superficie del Sol y que en ellas estaban presentes fuertes campos magnéticos.

Formuló también que las manchas estaban asociadas en pares, cada una de los elementos de la pareja tenía distinta polaridad y esas polaridades se invertían cada veintidós años.

En 1950 Horace Babcock y su padre Harold señalaron en el Sol regiones bipolares y unipolares que perduran durante algún tiempo.

11

Astronomía y astrofísica (10)

También se propuso una secuencia evolutiva para las estrellas.

Entre 1918 y 1924 se publicó la segunda edición del catálogo *Henry Draper*, basándose en la clasificación propuesta por la astrónoma de Harvard Annie Jump Cannon de siete grupos: O, B, A, F, G, K, M, subdivididos decimalmente.

Estos grupos seguían una progresión continua atendiendo a las líneas del helio y marcaban un desarrollo evolutivo.

Este trabajo sirvió de punto de partida para la búsqueda de correlaciones entre espectros, distancias y luminosidades.

En 1913 H. N. Russell presentó el primer diagrama de la relación entre luminosidad y tipo espectral, que en 1933 se denominaría diagrama de Hertzsprung-Russell.

12

Astronomía y astrofísica (11)

En el siglo XX también se esclareció el problema de si la Vía Láctea agota todo el universo o si existen otras galaxias de naturaleza similar, aunque separadas por grandes distancias.

El debate culminó en 1924 y se emplearon las estrellas cefeidas como indicadores de distancia.

En 1908 Henrietta Leavitt, del observatorio de Harvard detectó que cuanto mayor eran los periodos de la variación de la luminosidad de esas estrellas mayores eran también sus luminosidades.

Se sabía que la luminosidad de dichas estrellas es oscilante: se tornan más opacas, luego brillantes, luego opacas nuevamente, en ciclos regulares.

Leavitt analizó un grupo de cefeidas apiñadas entre sí, por lo que se conocía que estaban a una misma distancia.

13

Astronomía y astrofísica (12)

La cantidad de luz emitida por una estrella (o **brillo intrínseco**) depende de su tamaño, de su masa y de su edad.

El **brillo aparente** de una estrella es simplemente la cantidad de luz que recibimos al momento de observarla.

El brillo aparente depende del brillo intrínseco y de la distancia. Cuanto más alejada se encuentra una estrella menos intenso es su brillo aparente.

Algunas estrellas no muestran un brillo constante, sino que por el contrario este cambia cíclicamente entre un máximo y un mínimo. Un ejemplo de este tipo de estrellas variables son las denominadas Cefeidas Variables, que cambian de tamaño (y consecuentemente de brillo) cíclicamente.

Medimos el brillo intrínseco de una estrella gracias al trabajo de la astrónoma Henrietta Leavitt. En 1912 descubrió que el período de variabilidad de las estrellas variables del tipo Cefeidas, depende de su brillo intrínseco (promedio).

14 Astronomía y astrofísica (13)

En otras palabras, es posible calcular el brillo intrínseco de una estrella Cefeida variable si medimos su período de variabilidad.

Con el descubrimiento de Leavitt, las cefeidas se convirtieron en postes indicadores de distancia en el espacio.

Empleando este método de determinación de distancias, H. Shapley del Observatorio del Monte Wilson (California) calculó la distancia de los cúmulos globulares que rodean la Vía Láctea, en los que abundan las cefeidas.

- > En 1918 anunció que las distancias que nos separan de esos cúmulos alcanzan los 200.000 años-luz.
- > Lo que implicaba que la Vía Láctea tiene unos 300.000 años-luz o más de diámetro.

15 Astronomía y astrofísica (14)

En 1924 Hubble descubrió una cefeida en la tenue mancha de estrellas conocido como nebulosa de Andrómeda, lo que le permitió medir su distancia.

Durante los años siguientes, Hubble y otros astrónomos midieron las distancias a muchas nebulosas, a las que por siglos se había observado e intentado descifrar.

Se descubrió que muchas eran galaxias independientes compuestas por estrellas.

Gracias a tales descubrimientos, las galaxias, no las estrellas, pasaron a ser las unidades básicas de la materia en el universo.

16 Astronomía y astrofísica (15)

Uno de los principales descubrimientos de la cosmología moderna fue el que realizó Hubble en 1929: el universo se expande.

Para llegar a esa conclusión, Hubble logró determinar que las galaxias que cohabitan con la nuestra se están alejando de nosotros en todas direcciones.

Para poder desarrollar este tipo de análisis se requiere de dos tipos de mediciones:

- > la velocidad y
- > la distancia de galaxias vecinas.

Desde comienzos de siglo se sabía que muchas de las nebulosas estaban en movimiento y se alejaban a grandes velocidades de la Tierra.

17

Astronomía y astrofísica (16)

- La técnica conocida como el efecto Doppler fue determinante para esta conclusión.
- > Las galaxias, al igual que todas las fuentes luminosas, emiten luz de colores específicos (longitudes de onda), relacionados con la composición química de la galaxia.
 - > Cuando una fuente de luz está en movimiento, sus colores cambian, de manera similar a lo que ocurre cuando se altera el tono de una fuente de sonido en movimiento.
 - > Si una fuente de luz se **acerca**, sus **colores se debilitan**, la longitud de onda pasa a ser la del **azul**, en el extremo del espectro; si la fuente se **aleja**, sus **colores** se tornan **más fuertes**, hacia el **rojo**.
 - > La **velocidad** de la fuente de luz en movimiento se puede deducir a partir del grado de esta alteración.

18 Astronomía y astrofísica (17)

Utilizando las estrellas cefeidas para medir las distancias de alrededor de una veintena de nebulosas, Hubble descubrió que éstas eran galaxias que deambulaban más allá de la Vía Láctea.

Y, más importante aún, descubrió que la distancia de cada galaxia era proporcional a su velocidad de alejamiento:

- > una galaxia dos veces más distante de la Tierra que otra galaxia se alejaba dos veces más rápido de nuestro planeta.

19

Astronomía y astrofísica (18)

- Las galaxias se alejan de nosotros porque el espacio se expande uniformemente en todas direcciones, y en este proceso arrastra a las galaxias.
- El descubrimiento de Hubble de 1929 brindó un fuerte apoyo observacional a los modelos cosmológicos en los que el universo se expande de manera uniforme.
- Si las galaxias hoy se alejan unas de otras, significa que en el pasado ellas seguramente debieron haber estado más juntas. Antiguamente, el universo era más denso.
- Si prolongamos hacia el pasado esta idea, entonces en algún momento toda la materia del universo se concentraba en un estado de densidad inconmensurable.
- A partir de la velocidad de expansión, los científicos calculan que el Big Bang ocurrió hace entre diez y quince mil millones de años.

20

Astronomía y astrofísica (19)

La hipótesis del Big Bang se vio definitivamente confirmada entre 1964 y 1965.

Arnold Penzias y Robert Wilson encontraron un fondo de ruido eléctrico inesperado cuando estaban empleando una antena de radio que se había construido para la comunicación a través del satélite *Echo*.

Captaban una cantidad apreciable de ruido de microondas, de magnitud independiente de la dirección a la que dirigieran la antena, sin variar con la hora del día ni la estación del año.

La solución al enigma provino de unos investigadores de la Universidad de Princeton, James Peebles había considerado que si hubo un Big Bang debería existir un ruido de fondo remanente del universo primitivo.

21

Genética y evolución

Para que se produjera el desarrollo de la teoría de la evolución durante el siglo XX fueron básicos:

- > El redescubrimiento en 1900 de las leyes de **Mendel** de la herencia, de las mutaciones, y
- > el descarte de la herencia de los caracteres adquiridos gracias a los experimentos de **Weismann**.
- > El biólogo alemán Auguste Weismann (1834-1914) se concentró en aspectos teóricos de la herencia.
 - > En aquel momento intentaba descifrar la estructura interna y funcionamiento de las células.
 - > Se convenció de que **la base material de la herencia se hallaba en los cromosomas**.
 - > Durante la fecundación, las instrucciones hereditarias de los progenitores se mezclan entre sí al unirse óvulo y espermatozoide.
 - > Creía que la combinación de instrucciones hereditarias determinaba la estructura del cuerpo.

22

Genética y evolución (2)

- > También propuso una teoría nueva que postulaba la continuidad del "*plasma germinal*" (los gametos), que se desarrollaban y transmitían el código genético de una generación a otra con independencia de los cambios en el resto del cuerpo.
- > Los gametos son sólo un vehículo para la transmisión de la línea germinal.

Esta teoría fue un duro golpe para los seguidores de Lamarck: Si había una barrera entre las células sexuales y el resto del cuerpo, era imposible que las características adquiridas durante la vida de incorporaran al código de la línea germinal.

Para Weismann demostrarlo realizó un famoso experimento:

- > cortó la cola a un grupo de ratones, y siguió su descendencia durante 22 generaciones sin encontrar ninguno que naciera sin ella.

23

Genética y evolución (3)

Hugo De Vries propone una nueva teoría, conocida como **mutacionismo o mendelismo**, que elimina la selección natural como fuente de evolución .

De acuerdo con él y con otros genéticos, como **William Bateson**, hay dos tipos de variaciones en los organismos:

- > la **variación ordinaria** observada entre los individuos de una especie, que no tiene consecuencias en la evolución porque no puede llegar a traspasar los límites de la especie;
- > las **variaciones que surgen por mutación** genética y que ocasionan grandes modificaciones de los organismos y que pueden dar lugar a diferentes especies.

24 Genética y evolución (4)

- El mutacionismo fue rebatido por los **biómetras**, encabezados por el matemático **Karl Pearson** .
- > Según ellos, la selección natural es la principal causa de la evolución, a través de los efectos acumulativos de variaciones pequeñas y continuas, tales como las que se observan entre individuos normales .
 - > Estas variaciones se denominan métricas o cuantitativas, para distinguirlas de las cualitativas, que son las que diferencian, por ejemplo, las diferentes razas de perros.

25 Genética y evolución (5)

- Esta polémica perduró las dos primeras décadas del siglo XX.
- > Los mutacionistas consideraban que la herencia de las variaciones cuantitativas era necesariamente mezclada y que por ello ni tales mutaciones ni la selección natural que actúa sobre ellas podrían tener un papel importante en la evolución, debido al efecto, que ya Darwin había conocido como problemático, de dilución de las variaciones ventajosas de una generación a otra.
 - > Los biómetras decían que las **mutaciones observadas por De Vries** y, en general, las variaciones cualitativas que obedecen a las leyes mendelianas, **son anomalías que no contribuyen** a mejorar la adaptación al medio, sino que son eliminadas por selección.

26

Genética y evolución (6)

- > La evolución depende de la selección natural, actuando en las variaciones métricas ampliamente presentes en los organismos.
- > El propio Darwin había presentado varios ejemplos de modificaciones drásticas (pérdida de cabello, ausencia de cuernos, mayor número de dientes, enanismo, todas ellas algún tipo de mutación), pero sin considerarlos esenciales para la evolución. Su teoría de cambio evolutivo la basaba en pequeñas diferencias hereditarias entre individuos y la selección.

27

Genética y evolución (7)

Thomas H. Morgan, a partir de 1910 demostró a través de sus estudios con *Drosophila melanogaster* que existían mutaciones de todos los tamaños y que son muy raras y generalmente letales.

Casi todas son indetectables a simple vista y hay que recurrir a métodos más o menos sutiles, como el hecho de que algunas sean capaces de vivir en medio muy salinos.

Las mutaciones no letales seguían siendo elementos del mismo genoma poblacional, es decir, que seguían reproduciéndose como tales *Drosophila*.

La selección natural actúa sobre estas pequeñas mutaciones. De este modo, quedaban rebatidas las ideas de De Vries.

Morgan también descubrió que el entrecruzamiento cromosómico es otra fuente de variabilidad (abriendo el camino para la idea de que los genes se sitúan en los cromosomas).

28

Genética y evolución (8)

La polémica se resolvió en las décadas de los veinte y treinta:

- > se demostró que los caracteres cualitativos también dependen de la herencia mendeliana,
- > pero un carácter viene dado por el efecto de varios genes.

Ronald A. Fisher y J.B.S. Haldane en el Reino Unido, y Sewall Wright en Estados Unidos demostraron matemáticamente que la selección natural puede producir cambios importantes cuando actúa de forma acumulativa sobre pequeñas variaciones.

Sus trabajos contribuyeron al rechazo del mutacionismo y brindaron una estructura teórica para la integración de la genética con la teoría de Darwin sobre la selección natural.

29 Genética y evolución (9)

La dinámica genética de las poblaciones

Las poblaciones ocupaban un lugar central en los estudios dirigidos a explicar, partiendo de las leyes de Mendel, el cambio evolutivo de las comunidades de apareamiento.

En el año 1908 se formuló un descubrimiento importante, por partida doble e independientemente:

- > el matemático G. H. Hardy en Gran Bretaña y el médico W. Weinberg en Alemania demostraron que la composición genética de una población permanece en equilibrio mientras no actúen ni la selección ni ningún otro factor y no se produzca mutación alguna.

30 Genética y evolución (10)

A pesar de la mezcla de genes que supone la reproducción sexual, la persistente reorganización de estos en la reproducción no cambia su frecuencia en las sucesivas generaciones.

La **herencia mendeliana**, por sí misma, **no engendra cambio evolutivo**, no es un mecanismo de alteración de las frecuencias de los genes en las poblaciones.

Este principio es conocido como equilibrio Hardy-Weinberg.

- > La alteración genética de una población sólo puede darse por factores como **mutaciones**, **selección**, **influencias casuales**, **convergencias** o **divergencias individuales**.
- > El cambio genético que surja significa la perturbación del equilibrio.

Con estos conceptos se ponían los cimientos de la genética de poblaciones.

31

Genética y evolución (11)

La teoría sintética de la evolución actual se apoya en la teoría darwiniana de la selección, en los conocimientos de la genética y del tratamiento matemático de la dinámica de poblaciones.

- > En 1908 Hardy y Weimberg habían demostrado que una población mendeliana no influida por factores evolutivos se encuentra en equilibrio, y que la frecuencia de las variantes génicas en la sucesión generacional permanece constante.
- > En 1926 S. Chetverikov propuso que toda población natural es **heterogénea**, que almacena heterogeneidad a causa de las **mutaciones** y que dicha **heterogeneidad** es la **base** del **proceso evolutivo**.
- > Por métodos estadísticos, R. A. Fisher (1918) y S. Wright (1921), habían empezado a estudiar procesos típicos en poblaciones. Tales estudios llevaron más adelante al análisis de factores como **selección**, **difusión**, **aislamiento** y **pérdida genética** en sus efectos sobre las poblaciones.

En el año 1937 apareció la obra de **Th.**

Dobzhansky *Genetics and the origin of species*.

En este libro fusionaba la genética de poblaciones y el darwinismo, dando lugar a la nueva teoría sintética.

Consideraba, en un primer nivel:

- > que las mutaciones y los diversos cambios cromosómicos constituían la fuente de la **variabilidad**.
- > Estos se producen en los organismos con una frecuencia limitada y pasan a formar parte de la constitución genética de las **poblaciones**.

En un segundo nivel,

- > Actuaban la **deriva genética** y la **selección natural**.
- > Esta diversidad se **fijaría** mediante mecanismos de aislamiento, geográficos o sexuales.

33

Genética y evolución (13)

Consideraba a las razas e incluso a las especies como procesos, estadios de un desarrollo.

Existía una tensión entre:

- > la tendencia a la especialización promovida por la selección y,
- > la retención en la población de una reserva de variabilidad.

La primera preservaría a la población mediante la adaptación a su medio ambiente,

La segunda le permitiría enfrentarse a los cambios en dicho medio.

Del balance entre ambas surgiría el equilibrio genético.

34 Genética y evolución (14)

- Para explicar la estructura interna de las especies consideró que están organizadas en:
- > Subpoblaciones pequeñas y semiaisladas
 - > Habría que tener en cuenta todas las posibles combinaciones genéticas
 - > Y combinarlas con su valor adaptativo
 - > De tal manera que las combinaciones genéticas favorables a la supervivencia en un medio ambiente dado se mantendrían.
 - > Las poblaciones se irían **aislando** gradualmente, primero **geográficamente** y más tarde **fisiológicamente**, separando las especies e impidiendo los cruces con otras especies.

35

Genética y evolución (15)

E. Mayr contribuyó a la historia de la teoría sintética profundizando en el asunto de los saltos entre especies.

Propuso que la divergencia efectiva entre especies se conseguía gracias a mecanismos de aislamiento principalmente geográficos,

Que conducen al aislamiento reproductivo.

Las discontinuidades no aparecen súbitamente, sino que se originarían en un proceso continuo que ensancharía las brechas a medida que se asciende por la escala de la clasificación:

- La macroevolución (que exige largos períodos de tiempo) sólo representaría una diferencia de grado con la microevolución.

36

Genética y evolución (16)

G. G. Simpson extendió estas ideas a la paleontología.

Extendió los estudios de los genetistas a la escala de tiempo de miles de años de la paleontología.

Distinguió entre tres modos de evolución:

1. La **especiación**, que dará cuenta de la aparición de subespecies, especies y géneros.
2. La **evolución filética** (cambio dentro de un solo **linaje** sin que se produzca ramificación), que dará cuenta de los géneros, subfamilias y familias
3. La **evolución cuántica**, sería responsable del origen de las categorías taxonómicas más altas: familias, subórdenes, órdenes, clases.

37

Genética y evolución (17)

- > Estos modos evolutivos estarían configurados por los “**determinantes**” de la **evolución**:
 - > Variabilidad, tasa de las mutaciones, duración de las generaciones, tamaño de las poblaciones y selección natural.
- > Y por las **tasas de evolución**, determinados por el tamaño de la población:
 - > La evolución más rápida se produciría en las poblaciones de menor tamaño, más inestables, con mayor incidencia de configuraciones no adaptativas y más expuestas a la extinción.
 - > Este tipo de evolución la denominó cuántica o “megaevolución” y daría cuenta de las discontinuidades asociadas con los taxones más altos.

38 Geología

Hasta finales del siglo XIX se creía que los continentes habían estado siempre en el lugar en el que se encuentran en la actualidad y con similar geografía.

A. Wegener insistió en la idea de que los continentes se encuentran en movimiento.

Propuso que en el Pérmico (hace mas de 250 millones de años) y durante el Triásico (hace entre 245 y 208 millones de años), los continentes estaban agrupados en un supercontinente, Pangea.

En el Jurásico (hace 208-144 millones de años) pareció la primera fisura entre Europa y África, iniciando el proceso que ha conducido a la geografía continental actual.

39 Geología (2)

La primera intuición sobre la teoría de la movilidad continental la tuvo al observar un mapamundi y constatar la coincidencia de las costas de ambos lados del Atlántico.

Un año más tarde, gracias a un trabajo de paleontología sobre primitivas conexiones continentales entre Brasil y África parece que la intuición alcanzó el grado de hipótesis.

A partir de ese momento comenzó a reunir observaciones y argumentos paleontológicos, biológicos, paleoclimáticas, geológicas, geodésicas que avalasen la hipótesis.

Sin embargo debía resolver el problema fundamental de cuál es el mecanismo por el que se desplazan los continentes.

40 Geología (3)

Wegener propuso que los continentes formados por silicio y aluminio (rocas de granito) y “flotaban” como icebergs sobre los más densos fondos marinos formados por silicio y magnesio (o rocas de basalto)

Su movimiento se debía a fuerzas de marea producidas por la Luna, junto a una fuerza centrífuga debida a la rotación de la Tierra.

Este mecanismo no convenció a los geólogos contemporáneos de Wegener.

Después de la 2ª Guerra Mundial, los avances en la investigación oceanográfica marcaron un punto de inflexión en esta propuesta.

41

Geología (4)

En 1957 durante el Año Geofísico Internacional se llevaron a cabo varios descubrimientos que contribuyeron a la consolidación de esta explicación:

1. Los estudios del magnetismo remanente en las rocas, que queda cuando se forman, solidificándose, a partir del magma.
2. La evidencia de flujos caloríficos en las fallas (o dorsales) oceánicas.
3. La actividad sismológica de fondos marinos.
4. Las anomalías gravitacionales.

H. Hess propuso en 1960 la hipótesis de la “expansión de los fondos marinos”, confirmada poco más tarde al analizarse los esquemas que seguían las anomalías magnéticas alrededor de dorsales oceánicas.

42 Geología (5)

J. T. Wilson introdujo la idea de que la superficie terrestre está formada por varias capas rígidas pero móviles.

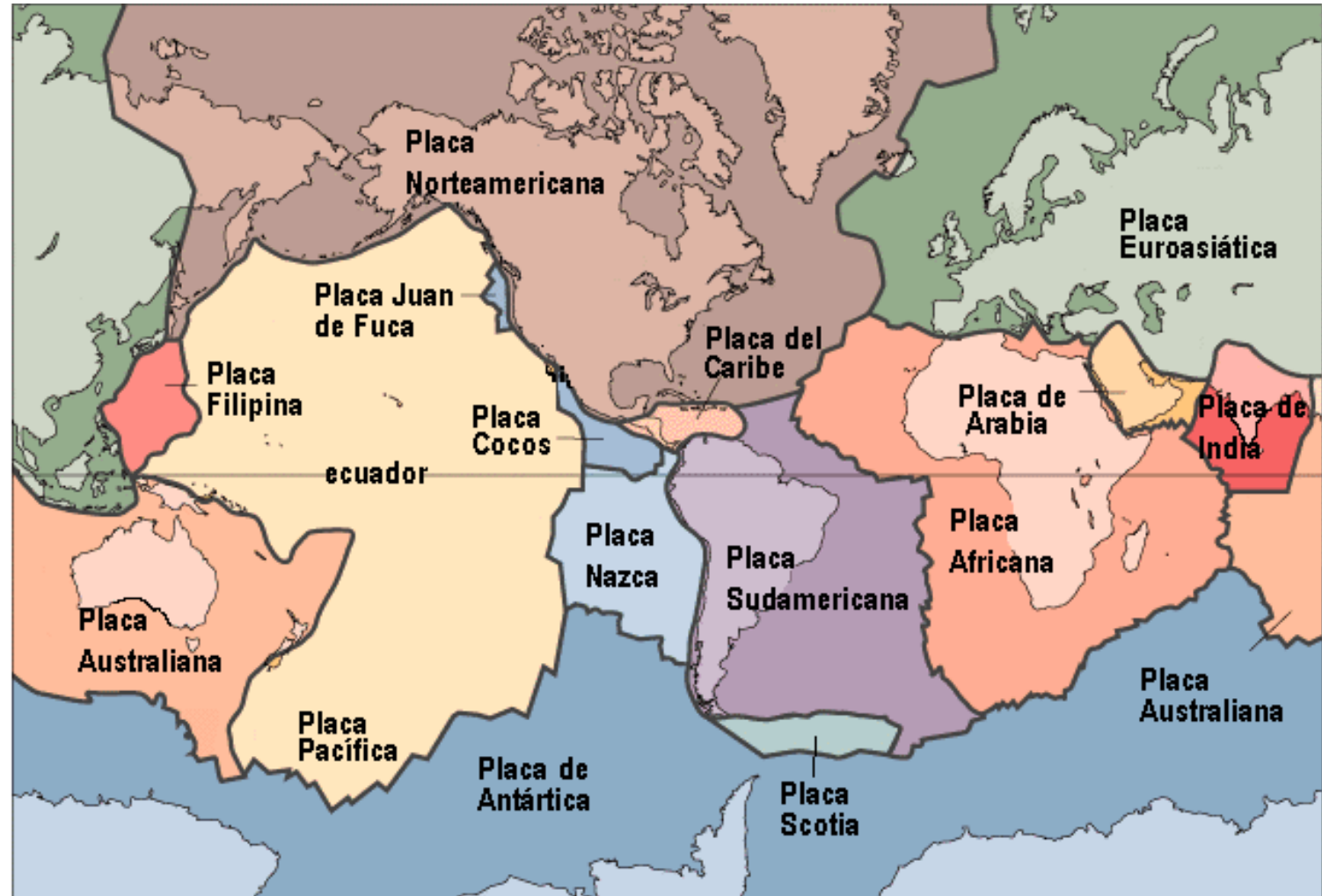
Según esta nueva síntesis, la “tectónica de placas”, no son sólo los continentes los que se mueven, sino zonas más extensas de la corteza terrestre: las placas.

Éstas incluyen partes de los océanos y masas continentales.

Las seis placas (principales) y varias más pequeñas se mueven sobre estratos más profundos.

Su fuerza motriz viene determinada por corrientes lentas de magma viscoso.

43 Geología (6)



44 Geología (7)

- > Las dorsales significan zonas dinámicas, fronteras entre dos placas, por donde se crea constantemente nuevo fondo oceánico como fruto del flujo de magma que surge de las profundidades de la corteza terrestre.
- > El ritmo al que se crea este fondo es el mismo que el que corresponde al aumento de la distancia entre los continentes.
- > La masa que se va creando y añadiendo a una placa, empuja a ésta, un movimiento que además de alejar los continentes entre sí puede conducir a que dos placas choquen.
- > La placa más densa puede verse forzada a sumergirse por debajo de la otra.
- > La masa que desciende se funde formando magma que puede ascender de nuevo a la superficie.

45 Geología (8)

- > Si las dos placas son comparables entonces la corteza se arruga de forma gradual, lo que da lugar a cadenas montañosas como el Himalaya, los Andes o las Montañas rocosas.
- > A veces, dos placas se deslizan entre sí, como en el caso de la falla de San Andrés en California, en donde el movimiento de las placas provoca terremotos.

46 Preguntas del tema

1. Diferencias entre la “Pequeña Ciencia” y la “Gran Ciencia”. Consecuencias de las nuevas características de la ciencia según Solla Price.
2. Principios fundamentales de la Teoría de la Relatividad Especial y principales diferencias con la Mecánica Clásica.
3. Modelos atómicos y mecánica cuántica.
4. ¿Qué relación guardan los desarrollos de los instrumentos científicos y el desarrollo de la astrofísica en el siglo XX?
5. Teoría sintética de la evolución. Diferencias con la teoría darwiniana.