

Ideas modernas sobre Geogenesia

por CARLOS BOBILLIER,

Director del Servicio Sismológico de Chile.

La nueva teoría de la translación de los continentes, que su autor, el geofísico alemán A. Wegener, ha desarrollado amplia e inteligentemente en su libro titulado "Génesis de los continentes y océanos", (1) ha despertado gran interés en todos los centros científicos del mundo y originado variadas discusiones entre los partidarios de las teorías geogénicas, hasta hoy conocidas y aceptadas como las mejores y más razonables, aunque todas ellas habían dado lugar a serias críticas, dejando siempre en el misterio mucha parte de la Historia de la Tierra.

Creemos que puede ser interesante, exponer breve y sencillamente la teoría de Wegener y otras que le preceden, dando a conocer, al mismo tiempo, las principales objeciones que se les han hecho. No es este un artículo para los especialistas en estas materias, deseamos sólo contribuir a la vulgarización científica, sin pretender establecer críticas propias, en un tema que ha impresionado tan vivamente a los hombres de ciencia que se dedican a estos estudios. En la explicación de esta teoría, veremos como disminuye la solidez de las ideas que hasta hoy se consideraban casi inamovibles; y esta misma circunstancia nos hace pensar que, quizás, esta teoría, nueva hoy y sostenida por argumentos poderosos, se vea alterada en poco tiempo

(1) «Die Eutstehung der Kontinente und Ozeane» por A. Wegener. Traducido al español por Vicente Inglada Ors. Madrid 1924.

más, por mejores observaciones y estudios de todo orden, especialmente Oceanográficos, por ser estos todavía muy deficientes.

Wegener rechaza, por inaceptable, la conocida y difundida teoría de la contracción de la corteza terrestre por enfriamiento del núcleo central, estando así de acuerdo con otros geólogos, como Reyer, Rudzki, Andree, Kossmat, que ya han demostrado que esta teoría no explica satisfactoriamente los grandes rasgos de la faz de la Tierra. Como argumentos en su contra citaremos, únicamente, la gran diferencia topográfica que se nota entre las regiones continentales y las regiones oceánicas; además, la presencia del radio en las rocas, superficiales o profundas, nos hacen dudar de las enormes pérdidas del calor de la Tierra, tal como lo pensaban los viejos maestros.

A la teoría de los puentes continentales, que explica muy bien la paleontología, por la estrecha semejanza de la fauna y flora de los continentes actualmente separados por océanos, que es sostenida, hoy día, principalmente por los zoogeógrafos, se oponen los que apoyan la teoría de la permanencia de los continentes y océanos, basándose en razones geográficas importantes. La hipótesis de la translación de los continentes de Wegener, concilia, hasta cierto punto, ambas teorías opuestas, pues el punto de partida de Wegener, es la coalescencia de los continentes, es decir, que estos han estado primitivamente en íntimo contacto, formando un sólo bloque la Eurasia, el Africa, la América y la Antártica, explicándose así los caracteres paleontológicos, geológicos y climatológicos. Satisface también, en cierto modo, a los partidarios de la permanencia de los continentes, que rechazan, principalmente, la idea de haber existido grandes puentes de comunicación entre los continentes a través de los mares. A este respecto, Wegener, dice: "La ley de la permanencia se verifica, pero no se aplica a los océanos o continentes considerados aisladamente, sino a las superficies totales que respectivamente ocupan".

La teoría de Wegener acepta y se basa en la isostasia, que es admitida por la mayoría de los geólogos y geofísicos. La isostasia o equilibrio isostático de la corteza terrestre, fué fundada por Pratt y ha sido confirmada enteramente por las observaciones gravimétricas, que se prosiguen actualmente.

Según esta teoría, la corteza terrestre se mantiene en equilibrio sobre la superficie de un substratum magmático más denso. Este magma soportaría de parte de las masas subyacentes presiones iguales en todos sus puntos. Perrier, explica esta condición al decir "Las masas encerradas en cilindros rectos, que tengan sus bases inferiores de extensas áreas, como de un grado cuadrado, por ejemplo, y sus bases

superiores sobre la superficie geográfica terrestre, serían iguales; lo que implicaría una densidad mayor en las capas situadas bajo los mares y una densidad más débil en las capas situadas bajo las montañas y mesetas elevadas". El geólogo sueco De Geer, ha podido comprobar que durante la última glaciación, la península Escandinavia al soportar el peso del inlandais o casquete glacial, de gran extensión, su parte central estaba 250 metros más baja que hoy día, y que, por lo tanto, al descargarse de este enorme peso (se calcula el espesor de este inlandais en 930 metros) la península fué ascendiendo lentamente, pues el magna subyacente no fluye con facilidad por ser sumamente viscoso; esta ascensión continúa actualmente a razón de 1 metro por siglo. El mismo fenómeno se presenta en Norte América en el escudo Canadiense, en donde el hundimiento producido por la carga del inlandais, de 1670 metros de espesor, alcanzó hasta 500 metros.

Las "anomalías de la gravedad", contribuyen a afirmar la ley de la isostasia. Así, Pratt había calculado que la masa del Himalaya desviaría 58" a la plomada; pues bien, efectuada la experiencia se observó una desviación de sólo 1". Observaciones posteriores hechas con el péndulo para determinar el valor de la gravedad, en la proximidad de las grandes montañas, demuestran que este valor no se diferencia del normal en la cantidad que debía esperarse; lo mismo sucede con las medidas efectuadas a bordo, para determinar la intensidad de la gravedad en medio del océano, empleando barómetros de mercurio e hipsómetros; todas estas observaciones demuestran, que la menor densidad del agua de los océanos, está compensada por una mayor densidad del fondo de los mismos y que el exceso aparente de los macizos continentales, está compensado por ciertos defectos subterráneos de masa. Recientemente, el sabio holandés Meinesz, ha hecho observaciones para determinar el valor de la intensidad de la gravedad en alta mar, a bordo de un sub-marino. El resultado de sus investigaciones, que todavía no conocemos, serán indudablemente de gran importancia.

Como nuestros lectores saben, la Geodesia moderna no hace uso ya de la medida de arcos de meridiano, para sus investigaciones, pues ha substituido este procedimiento por las desviaciones de la vertical y la medida de la intensidad de la gravedad. De esta manera se ha conseguido reunir una serie numerosa de observaciones que ayudan a establecer la condición isostática. Para dar una idea más precisa de lo que es la anomalía de la gravedad, vamos a dar una corta explicación, sin entrar en detalles ni desarrollos de cálculo.

Se puede calcular el valor teórico de g para un punto de la Tierra de latitud L , situado al nivel del mar, por la fórmula:

$$gL = g_a (1 + b \operatorname{sen}^2 L - \dots); \text{ en la que } B = \frac{g_b - g_a}{g_a}$$

g_a = pesantez en el ecuador y g_b = pesantez en el polo.

La observación de la pesantez, determinada por el péndulo en el punto L sobre la superficie geográfica de la tierra, da un valor $g'L$; reduciendo este valor, por métodos conocidos, al punto correspondiente situado al nivel del mar, obtenemos $g''L$; entonces $g''L - gL$ es la anomalía de la gravedad en el punto de Observación.

La sismología ha comprobado por medio de las ondas elásticas longitudinales y transversales, que registran los sismógrafos, que el núcleo central de la Tierra se "comporta" como un sólido de una rigidez mayor que la del acero; la sismología proporciona además un medio espléndido para determinar las propiedades mecánicas del globo y ha podido establecer que se deben considerar varias capas concéntricas, a este núcleo, por la discontinuidad de las propiedades mecánicas de sus fronteras, demostrada por el estudio analítico de los sismogramas de los temblores alejados.

E. Suess, basándose en estas investigaciones sismométricas, geodésicas y geológicas, ha dividido el globo terrestre en 3 zonas de densidades crecientes hacia el interior; la interna compuesta de Ni y Fe, la llama Nife; la segunda o media compuesta de Si y Mg, la llama Sima; la externa la llama Sial (Si y Al) y es la que constituye los continentes, formados por granitos, gneis y rocas sedimentarias, de menor densidad que los basaltos que corresponden al Sima. Se ha podido calcular que el Sial tiene un espesor de 100 kilómetros, poco más o menos, de modo que sólo el 5% de la altura de los continentes emerge del sima.

Hemos visto que la isostasia admite movimientos verticales lentos de la corteza. Wegener, considera que la corteza de sial, flota en el sima como un iceberg y que los bloques continentales experimentan también movimientos horizontales o de translación, modificando, además, la teoría de la isostasia, al decir que los fondos oceánicos profundos constituyen una capa distinta a la de los continentes, siendo, aquellos, formados por la materia enfriada y endurecida del sima; de modo que los continentes son bloques aislados de sial.

Wegener, apoya su teoría principalmente en el notable paralelismo que se observa entre las costas del oeste del África y las del Este de América del Sur; igual

cosa se nota entre el contorno del litoral de Europa y el de la América del Norte. Por el contrario, hay una diferencia, muy notable también, entre las costas Oeste de América y la costa Este del Asia. Es bien fundado, pues, el pensamiento de Wegener, al considerar que los continentes Americano, Europeo y Africano, han formado un sólo bloque, que principió a fragmentarse por el Norte a fines del período terciario e iniciándose en el cuaternario la migración hacia el oeste de las dos Américas, comprimiendo su frente anterior contra el fondo sumamente resistente del Pacífico. Esta resistencia sería la causa de los movimientos orogénicos, formándose así la gran cordillera de los Andes.

El sur del Africa estaba también en contacto con la India, la Australia y la Antártica. El puente lemuriano, que comunicaba Africa con Asia, no se ha hundido, según Wegener, sino que se ha retirado o replegado hacia el Norte, acortándose lentamente y desapareciendo en los enormes pliegues del Himalaya. Los bloques continentales tienen, también, tendencia a acercarse al ecuador y es así probable que a este acortamiento y a esta surrección, del Himalaya, contribuyera toda el Asia oriental. En la misma forma se habría producido la surrección de la cintura de cadenas terciarias que, con el Himalaya, el Cáucaso, los Alpes y el Atlas, se extendían en la zona ecuatorial de esa época.

Wegener llega, así, a la conclusión de que "el plegamiento montañoso resulta de un acortamiento por compresión bajo el régimen isostático". Vemos, pues, que no está de acuerdo con las ideas, mantenidas hasta hoy día, de que el relieve terrestre es debido al plegamiento, por esfuerzos tangenciales, de los depósitos acumulados en el fondo de los geosinclinales.

En su deriva hacia el oeste, el borde posterior de los grandes bloques continentales se desgaja en fragmentos, que quedan rezagados a causa de la resistencia que encuentran en el sima y participan cada vez menos del movimiento del bloque continental. Esta ingeniosa idea, da la explicación de como se habrían formado las curiosas guirnaldas insulares, que se presentan principalmente en la costa asiática del Pacífico, en número de 6, bien definidas. En la costa oriental de América hay guirnaldas análogas, que constituyen Las Antillas. Es digno de hacer notar que las guirnaldas asiáticas tienen todas casi igual longitud, de 2 600 klm. a 3 000 klm., y que su estructura geológica es muy uniforme. Dice Wegener, "su borde cóncavo contiene siempre una fila de volcanes, que es consecuencia de la compresión sufrida al doblarse y que tuvo que expulsar las inclusiones de sima; la guirnalda es arrastrada por sus dos extremos hacia el oeste, por la deriva general del bloque continental,

mientras que el sima la retiene por su base". De este mismo modo, explica la existencia de los canales abisales o fosas, que se notan en su borde exterior y que no se forman nunca entre el continente y la guirnalda, es decir, en el sisma puesto al descubierta recientemente, sino en la parte donde está en contacto con el antiguo fondo endurecido del océano.

Como no es posible estendernos más en estas explicaciones, que no cabrían en este artículo, vamos a exponer, en resumen, las principales objeciones que se han hecho a esta teoría de la translación de los continentes.

En primer lugar, no se ha encontrado una explicación satisfactoria del origen de estos movimientos, sobre todo al pensar que todo el bloque continental primitivo no ha estado sometido a fuerzas simultáneas iguales, pues de otra manera no se habría producido su fragmentación o separación.

Wegener, basa los argumentos geodésicos favorables a su teoría, en la variación de la distancia que separa la Groenlandia de Europa, obtenida por las determinaciones de la longitud en Groenlandia en los años 1823, 1870 y 1907; resultando un desplazamiento hacia el oeste de 9 metros por año entre 1823 y 1870 y de 32 metros por año entre 1870 y 1907.

Pero las observaciones lunares, que han servido para calcular la longitud, no se han hecho en el mismo punto y aunque se han enlazado posteriormente por medio de una triangulación, siempre ha quedado cierta incertidumbre respecto del lugar en que se hizo la primera observación. Por otra parte, estas observaciones lunares, están sujetas a errores provenientes del transporte de los cronómetros y a los inevitables de observación, que no permiten una precisión superior a un segundo de tiempo.

Actualmente con el empleo de la telegrafía sin hilo, se puede determinar la diferencia de longitud entre dos puntos, con una aproximación de un décimo y aun de un centésimo de segundo. Por esta razón debemos, pues, esperar que, en pocos años más, hayan observaciones numerosas y precisas que vendrán a resolver con toda exactitud este problema.

Los maestros de la escuela tectónica, consideran que la cresta o elevación central del Atlántico, que se extiende desde el Spitzberg hasta la Antártica con dos fosas laterales profundas en el Atlántico Sur, es una cordillera en formación en el seno de un inmenso geosinclinal. La presencia de esta cresta no está suficientemente explicada en la teoría de Wegener, pues si América se ha separado de Europa, deslizándose hacia el Oeste sobre el magma viscoso, el fondo del mar debería ser

sensiblemente uniforme, con accidentes locales únicamente, pero no con la gran elevación del Atlántico medio.

La paleontología demuestra claramente, la unión de los continentes en épocas remotas, que se explica, hasta hoy día, por la probable existencia de los puentes continentales; los numerosos argumentos paleontológicos recopilados por Wegener apoyan suficientemente su teoría; pero como este es un estudio sumamente vasto, delicado y difícil, quedan para ciertos casos vacíos y dudas que no han convencido a todos los zoogeógrafos. Para dar cabida dentro de la teoría de Wegener a determinadas condiciones paleontológicas observadas, habría que modificarla, como lo dice L. Joleaud, en el sentido de admitir un movimiento oscilatorio o de "acordeón" entre las masas continentales e islas intermediarias, como ser, la Australia con la India y Madagascar con el Africa y la India.
