

## MÁS ALLÁ DE LA GEOGRAFÍA ESPECULATIVA: ORÍGENES DE LA DERIVA CONTINENTAL

CÁNDIDO MANUEL GARCÍA CRUZ  
I.E.S. Güímar, Tenerife  
INHIGEO

### RESUMEN

*La geografía especulativa que surgió tras el descubrimiento de América desembocó en la idea de los puentes intercontinentales como medio de dispersión biogeográfica. A principios del s. XX Alfred Wegener propuso como alternativa la teoría de los desplazamientos continentales. Los antecedentes de las ideas de Wegener son analizados bajo tres criterios concretos: a) la existencia de un único continente, b) la semejanza y acople entre masas continentales (preferentemente las meridionales) y c) la fracturación y separación de este supercontinente. De acuerdo con alguno de estos criterios, pueden considerarse como precursores de los desplazamientos continentales A. Ortelius, R. Verstegen, F. Placet, E. Swedenborg, T.C. Lilienthal, G.L.L. Buffon, D. Diderot, A. von Humboldt, T. Young, C. Ritter, T. Dick, E. Hopkins, F. Aguirre Valdés, R. Owen, A. Snider-Pellegrini, E. Reclus, D. Lovisato, G.H. Darwin, E.V. Bykhanov, H. Wettstein, O. Fisher, E. Suess, M. Bertrand, R. Mantovani, F. Sacco, W.H.*

### ABSTRACT

*After the discovery of America, a speculative geography led to the land-bridges idea as a means of biogeographic dispersal. At the beginning of 20th century, Alfred Wegener suggested the continental displacements as an alternative theory. The foregoings of Wegener's ideas are analysed under three particular criteria: a) the existence of an only continent, b) the similarities of coastlines and fit between landmasses (the southern ones preferentially), and c) the split apart of this supercontinent. According to any of these criteria, A. Ortelius, R. Verstegen, F. Placet, E. Swedenborg, T.C. Lilienthal, G.L.L. Buffon, D. Diderot, A. von Humboldt, T. Young, C. Ritter, T. Dick, E. Hopkins, F. Aguirre Valdés, R. Owen, A. Snider-Pellegrini, E. Reclus, D. Lovisato, G.H. Darwin, E.V. Bykhanov, H. Wettstein, O. Fisher, E. Suess, M. Bertrand, R. Mantovani, F. Sacco, W.H. Pickering, H.B. Baker y F.B. Taylor can be regarded as forerunners of continental displacements. F. Bacon, G.*

*Pickering, H.B. Baker y F.B. Taylor. Sin embargo, deben descartarse a F. Bacon, G. Bruno, F.J. Clavijero y Al-Biruni.*      *Bruno, F.J. Clavijero, and Al-Biruni must be however discarded.*

Palabras clave: Alfred Wegener, Ciencias de la Tierra, Deriva continental, Precursores, Geología, Siglo XX.

## Introducción

El acontecimiento al que se ha dado el nombre, principalmente por parte de los europeos, de «descubrimiento» de América, se tradujo en una serie de profundos cambios sobre la visión global que se había tenido de la Tierra durante muchos siglos. Desde el punto de vista geográfico, concretamente, las primeras cartografías venían a representar una configuración hasta entonces no sólo desconocida sino también sorprendente, en cuanto a las dimensiones del nuevo continente; al mismo tiempo suministraron el acicate necesario para las grandes expediciones que proporcionarían las pruebas definitivas sobre la esfericidad del planeta, a pesar de que la Iglesia seguía defendiendo una tierra plana. Esto, unido al conocimiento que se derivó de los estudios sobre la naturaleza del Nuevo Mundo, generó problemas singulares cuya trascendencia sobrepasaría en mucho a la simple Historia Natural. Todo lo que, siglos después, constituiría la ciencia geológica, iba irremediabilmente de la mano, una vez más, de la Física Sagrada. Las Escrituras eran, pues, la base de referencia para poder interpretar las informaciones que llegaban de los primeros cronistas, quienes, por otro lado y salvo raras excepciones, formaban parte del clero. Estas crónicas, por sí mismas, o a través de sus comentarios, dieron rienda suelta a la imaginación, y en gran medida contribuyeron a la recuperación de numerosos mitos medievales enraizados en las culturas grecolatina y judeocristiana. Lo realmente trascendente de las informaciones que procedían de las Indias Occidentales era su concordancia con los escritos bíblicos, y así, sin que se tuviese en cuenta la relevancia o repercusión sobre otras áreas del conocimiento de las ideas que se vertían al respecto, se llegó a confundir, irremediabilmente, fantasía y realidad. Nombres como Cíbola, Ofir, Crise, San Bandrán o Borondón, Tarsis, las Hespérides y, cómo no, la Atlántida, se quedarían grabados casi obsesivamente en la mente de los conquistadores, ávidos de prosperidad, felicidad, y, sobre todo, de riquezas, y su búsqueda constituiría parte de los objetivos, cuando no el único, de muchas expediciones.

Uno de los principales problemas, con un trasfondo natural y teológico del mayor interés, lo constituyó el poblamiento del Nuevo Mundo. No sólo el origen del hombre americano, sino también el de los animales, domésticos y salvajes, mansos y fieras, además de las plantas, quedó reflejado en varios tratados de muy diversa índole, contradictorios y críticos entre sí a veces, aunque en todos ellos se vislumbra un esforzado intento de reconciliación entre el saber humano profano y la revelación divina. Entre estas obras destacan la *Historia Natural y Moral de las Indias*, del jesuita José de Acosta [1590], el *Origen de los indios del Nuevo Mundo*, del dominico Gregorio García [1607], el *Teatro Crítico Universal*, del benedictino Benito Jerónimo Feijoo [1733], y la *Historia antigua de México*, del también jesuita Francisco Javier Clavijero [1780].

Como consecuencia directa de lo que iba a constituir una *solución* del problema del poblamiento, se empezó a gestar la idea de las conexiones continentales que permitirían al hombre, y a los demás organismos, alcanzar el Nuevo Mundo; en estas ideas siempre se cuidaba de no contradecir las enseñanzas bíblicas, en especial la magnificencia de la creación, y por ende la bondad de la intervención divina tanto en la historia natural como en la humana.

Sobre las cartografías globales que se fueron trazando surgió, ineludiblemente, una *nueva* geografía cuyo peculiar marco de referencia, teológicamente también inevitable, era el catastrofismo. Así, por ejemplo, se produjo el renacer, quizás más irracional que nunca, de la cuestión de la Atlántida. En los tres siglos posteriores al descubrimiento, principalmente, el continente platónico llegó a alcanzar las más diversas posiciones y dimensiones, cuando no quedó identificado de forma directa con las Américas. Simultáneamente se reforzó la idea de las catástrofes como causa del hundimiento del continente mítico, bien en el sentido de inundaciones cataclísmicas, tipo diluvio universal, o a través de grandes terremotos de los que los recién llegados al Nuevo Mundo ya empezaban a ser testigos.

Esta *geografía especulativa* se desarrollaría a lo largo de varios siglos, con agudas implicaciones teológicas sobre el problema del poblamiento americano en las que, obviamente, no vamos entrar. Desde el punto de vista de las ciencias de la tierra, tales especulaciones darían lugar a la *teoría de los puentes intercontinentales* como medio de dispersión biogeográfica. Esta teoría quedaría asentada en la filosofía geológica oficial hasta bien entrado el s. XX, a pesar de las restricciones que imponía el principio de la isostasia sobre la posibilidad de su existencia<sup>1</sup>.

La ciencia geológica se fue desarrollando sobre la base de una geografía física cuyo rasgo más sobresaliente era el «*permanentismo*» en sus diferentes versiones. Inicialmente, los grandes caracteres terrestres (océanos, continentes, cordilleras) apenas habían sido modificados por el diluvio universal, considerado éste como el principal agente geológico; en una explicación posterior, todo el planeta estaba sujeto a una serie de cambios *cíclicos*, de la que resultaba un cierto estado de equilibrio en el que no era posible vislumbrar *vestigio de un principio, ni perspectiva de un final*; por último, se defendió la permanencia de los citados grandes caracteres a lo largo de una buena parte de la historia de la tierra, puesto que se suponía habían quedado establecidos ya desde finales del Proterozoico (hace unos 600 Ma). Algunas ideas como el geosinclinal, la isostasia, el contraccionismo, las corrientes subcorticales, y los puentes intercontinentales, entre otras, formaban parte de diversas teorías que constituían capítulos importantes del corpus doctrinal de la geología, *bien consolidado* desde finales del s. XIX y principios del XX, gracias a autores como el norteamericano James D. Dana o el austríaco Eduard Suess.

En un marco como éste, y enfrentada fundamentalmente a la teoría de los puentes terrestres, surge la teoría de los *desplazamientos continentales* más conocida como *deriva continental*. La dispersión biogeográfica era explicada mediante uniones *esporádicas* y *episódicas* en diferentes épocas de la historia de la Tierra, que ponían en conexión zonas de tierra firme actualmente alejadas y separadas por masas oceánicas, y cuya desaparición estaba regida por grandes cataclismos. Como alternativa a esta idea se plantea la existencia de un *único* continente, «*Pangea*», cuya *ruptura* y *separación* de los fragmentos resultantes mediante *movimientos horizontales* dio origen, por un lado, a la distribución actual de continentes y océanos, y por otro a tensiones tectónicas que definían las deformaciones corticales observadas en las direcciones de las cordilleras a lo largo y ancho de la tierra, y además, desde el punto de vista biológico, imposibilitó las migraciones lo que provocó el aislamiento de los organismos terrestres.

En los párrafos que siguen estudiaremos los orígenes de esta teoría así como sus antecedentes, de acuerdo con una serie de criterios epistemológicos concretos cuya estimación es imprescindible para poder evaluar correctamente esta parte de la historia de la geología.

## Alfred Wegener y la teoría de los desplazamientos continentales

La deriva continental, en tanto que construcción científica teórica, tiene como origen las ideas del meteorólogo y geofísico alemán Alfred Wegener (1880-1930)<sup>2</sup>.

Nacido en Berlín el 1 de Noviembre de 1880, estudió matemáticas y ciencias naturales en su ciudad natal, y más tarde en Heidelberg e Innsbruck. Se especializó en astronomía, y en 1904 presentó su tesis doctoral sobre el uso de las *Tablas Alfonsinas* en los sistemas de cálculo [WEGENER, 1905]. Posteriormente se dedicaría a la meteorología y a la climatología. Junto con su hermano Kurt trabajó en el Aeronautischen Observatorium (Observatorio Aeronáutico) de Lindenberg, cerca de Berlín. Allí desarrolló técnicas pioneras en el uso de globos y cometas para el estudio de las capas superiores de la atmósfera, y llegó incluso a establecer un récord mundial de permanencia ininterrumpida en globo. En 1909 entró como profesor no numerario en la Universidad de Marburgo, donde impartió clases de meteorología y astronomía. Su gran experiencia en estos campos le llevó a participar en las expediciones danesas a Groenlandia bajo la dirección de Ludwig Mylius Erichsen (1906-1908), y de Johan Peter Koch (1912-1913).

Movilizado durante la Primera Guerra Mundial, sirvió como teniente de granaderos. Dos heridas sufridas en Bélgica en 1914 le alejaron del frente, y fue destinado al servicio meteorológico del ejército en Bulgaria y Estonia. Acabada la contienda reanudó su actividad científica en la Universidad de Marburgo hasta 1919. Posteriormente realizó también labores como meteorólogo en el Deutsche Seewarte (Observatorio Marítimo Alemán) de Hamburgo hasta 1925, año en que obtuvo una plaza de profesor en la Universidad de Graz (Austria).



Fig. 1.- Alfred Wegener (1880-1930)  
(Reproducido con autorización de la Stiftung  
Alfred Wegener-Institut für Polar- und  
Meeresforschung).

Entre sus trabajos como meteorólogo destacó un tratado sobre termodinámica de la atmósfera [WEGENER, 1911], obra fundamental y pionera en su especialidad. También se interesó por el origen de los cráteres lunares a principios de los años 1920, y realizó algunos experimentos para probar su relación con los impactos meteoríticos [WEGENER, 1920, 1921]. Junto con su suegro, el célebre climatólogo ruso-germano Wladimir Köppen, escribió un libro sobre los climas del pasado geológico [KÖPPEN y WEGENER, 1924], crucial para la concreción de las ideas de otro eminente climatólogo, el yugoslavo Milutin Milankovic, que abogaba por la influencia de las variaciones en la órbita de la Tierra sobre las glaciaciones.

Su gran reputación, y a propuesta de Wilhelm Meinardus de la Universidad de Gotinga, le llevó nuevamente a Groenlandia<sup>1</sup> como jefe de la expedición germana de 1929, bajo los auspicios de la Notgemeinschaft der Deutsche Wissenschaft (Mancomunidad de la Ciencia Alemana), cuyo objetivo básico en este caso era medir el espesor de la capa de hielo. Durante la expedición de 1930 que también dirigía, y mientras retornaba en el mes de noviembre al campamento base, pocos días después de haber celebrado su quincuagésimo aniversario, desapareció como consecuencia de una tormenta junto con su compañero, el groenlandés Rasmus Villumsen. Su cuerpo fue encontrado el 12 de Mayo de 1931<sup>4</sup>, y a voluntad de su esposa Else permanece enterrado en los hielos de Groenlandia.

A principios de 1912 (6 de enero), ante la Geologische Vereinigung (Sociedad Geológica) de Francfort, Wegener había impartido la conferencia «*Nuevas ideas con fundamentos geofísicos sobre la formación de las estructuras mayores de la corteza terrestre*» [WEGENER, 1912a], y unos días más tarde (10 de enero) otra de idéntico contenido sobre «*El desplazamiento horizontal de los continentes*» [WEGENER, 1912b], en la Vereinigung für Fortschritt der Naturwissenschaften (Sociedad para el Avance de las Ciencias Naturales) en Marburgo. Ese mismo año, ya en la universidad de esta ciudad, escribió varios artículos con el título «*El origen de los continentes*», donde exponía las ideas básicas de su hipótesis y que se publicarían poco después [WEGENER, 1912c,d]. En ellos planteaba la unión de todos los continentes en una masa única que denominó *Pangea*, su fracturación posterior a partir del Jurásico, y el desplazamiento horizontal de los bloques en dos direcciones definidas, una hacia el ecuador y otra hacia el oeste. En 1915 publicó su hipótesis por primera vez en forma de libro, *El origen de los continentes y océanos*, con abundantes pruebas geológicas, geofísicas, paleontológicas, biológicas, geodésicas y

paleoclimáticas, que fue revisando y aumentando en los años siguientes. La segunda edición apareció en 1920, y una tercera en 1922, a partir de la cual se realizaron diversas traducciones a varios idiomas, entre ellos al español<sup>3</sup> en 1924. La cuarta edición alemana fue la última<sup>4</sup> en vida del autor [WEGENER, 1929]<sup>5</sup>. Publicó, además, otros trabajos sobre diferentes aspectos de los desplazamientos continentales [WEGENER, 1921a, 1922a, 1924, 1926, 1927a,b, 1928a,b; KOCH y WEGENER, 1919].

Sin embargo, no fue Wegener el primero en plantear la existencia tanto de una sola masa continental, como de los acoples de los continentes actuales y su separación y formación del océano Atlántico. Diversos autores se habían anticipado con ideas muy similares, algunos también de una gran simpleza, y que serán analizados cronológicamente.

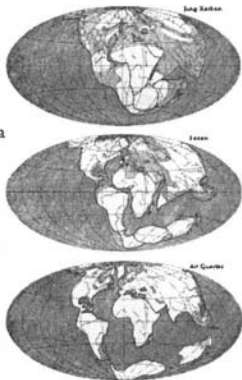


Fig. 2.- Mapas del acople y separación continental según Wegener [1929, fig. 2.4].

### Antecedentes de la teoría de los desplazamientos continentales

Prácticamente en todos los trabajos sobre la historia de la deriva continental se citan algunos de los precursores, aunque las principales aportaciones las encontramos en Beck y Berkland [1979], Berkland [1979], Brouwer [1983], Calder [1972], Carey [1998], Carozzi [1969, 1970, 1983, 1985], Cock [1981, cap. 10], Du Toit [1937, pp. 11-36], Emiliani [1995], Falck [1992], Fossamancini [1924], Goodacre [1991], Gortani [1928], Hallam [1973a, 1983, cap. 5], Klein [1972, cap. 1], Le Grand [1988, pp. 28-30], Llorente *et al.* [1996, cap. 1], Meyerhoff [1968], Milanovsky [1990], Pelayo [1995], Praturlon [2000], Robb [1930], Romm [1994], Rupke [1970, 1996], Segàla [1990b], Udintsev [1995], y Wood [1985, caps. 2 y 3].

Para la valoración de un antecedente como auténtico precursor creemos necesario establecer algún criterio que nos permita discernir desde el punto de vista epistemológico las ideas propuestas por diferentes autores a lo largo de la

historia del pensamiento. De todos los planteamientos que efectuó Wegener en la elaboración de su idea, hemos considerado tres criterios que constituyen la base principal de la teoría de los desplazamientos, y que sólo en los auténticos precursores del *movilismo* geológico se integran conjuntamente. Estos criterios abarcan los siguientes aspectos: a) la similitud y unión de los continentes; b) la existencia de una sola masa continental, y c) la fracturación y separación de este supercontinente. Esto nos permite descartar a todas aquellas ideas que no se ajusten de alguna forma, aunque sea mínimamente, a alguno de los planteamientos de Wegener. No se han tenido en cuenta dos conceptos también claves: la naturaleza geológica de los continentes y su comparación con los fondos oceánicos, así como la idea de flotabilidad continental sobre el manto, debido a que habría aumentado enormemente la complejidad y la extensión de este análisis, quedando pendiente para futuros trabajos.

Los precursores de la teoría de los desplazamientos se remontan realmente a las primeras cartografías mundiales, en gran parte como respuesta al problema geológico ya comentado que supuso el descubrimiento de América. La gran mayoría de los antecedentes de la deriva continental se sitúan dentro de la corriente catastrofista, donde el diluvio universal constituía el principal agente modelador del relieve, y están vinculados además con disertaciones de corte moralista en diversas exégesis bíblicas. Estos antecedentes no tienen relación alguna con la controversia que se suscitó a lo largo del S. XVII sobre el origen de los grandes caracteres de la tierra, en el mismo marco de referencia moralista-catastrofista [TAYLOR, 1950]. En este caso, el principal exponente fue Thomas

Burnet con su obra *Telluris Theoria Sacra*, publicada en 1680, donde el diluvio era la causa de la ruina y asimetría de la obra del Creador, tal y como quedaba reflejado en la forma y distribución de cordilleras, continentes y océanos.



Fig. 3.- Abraham Ortelius (1527-1598), primer precursor de Wegener.

La primera referencia válida se ha encontrado en una discusión sobre la Atlántida de Platón del geógrafo y cartógrafo alemán Abraham Ortelius. En su *Synonimia*, conocido posteriormente como *Thesaurus Geographicus* [1596], señala la semejanza y el acople de Sudamérica y África, aunque en realidad parte de una interpretación errónea al suponer que el pensador griego había descrito la separación de los continentes en el pasado?



La existencia de una masa primordial *única*, en la que se localizaba el Jardín del Edén, aparece en la interpretación de la Biblia (*Génesis*, 1, 9) realizada por Richard Verstegen [1605, p. 95] en una obra sobre la *restitución* de la inteligencia. Varias décadas después, el moralista francés François Placet, en un tratado sobre la *corrupción* del mundo [1668, sec. IV, pp. 65-70], propuso que antes del diluvio sólo existía *un bloque continental*, cuyo hundimiento catastrófico dio lugar al océano Atlántico. Ya en el s. XVIII, en la obra *Principia Rerum Naturalis* de 1734, el científico y teólogo sueco Emanuel Swedenborg<sup>10</sup> sostiene que en los primeros tiempos de la tierra, cuando el planeta empezó a orbitar en torno al sol, se formó una masa cortical única cuya desintegración posterior dio lugar a los continentes actuales [FRÄNGSMYR, 1983, p. 111]. También en una exégesis bíblica en relación con el cataclismo platónico, Theodor C. Lilienthal [1756, VII, pp. 246-250], profesor de teología en Königsberg, sugería el acople de Sudamérica y África. Por otro lado, el naturalista francés Buffon insistió repetidas veces en sus planteamientos sobre la existencia de «un sólo continente», en diferentes partes de su *Historia Natural* [1749, p. 139; 1769, pp. 193-194; 1770, pp. 280-281], así como en sus *Épocas de la Naturaleza* [1778, pp. 116-118]. Sin embargo, Buffon no se basaba en la similitud de litorales como otros autores, sino en la semejanza faunística entre los continentes, tanto septentrionales como meridionales; para él, dicha semejanza constituía una prueba *irrefutable* de su contigüidad en el pasado, de mayor valor incluso que aquéllas que él definía como *conjeturas de la geografía especulativa*, y sostenía, además, que la separación continental se había producido por la irrupción de los mares. Esta concepción pudo haber influido en el enciclopedista Denis Diderot [1772, pp. 70-71], quien utilizó ideas similares en el *Suplemento* que escribió al *Viaje* de Bougainville.

Durante todo el siglo XIX se siguieron haciendo planteamientos parecidos, y en muchos de ellos se recurría una vez más a una relación causal con el diluvio universal. Entre éstos destaca el explorador y geógrafo alemán Alexander von Humboldt. En su primera aproximación geológica de Sudamérica [1801, p. 33], y más tarde en su obra cumbre *Cosmos* [1845, vol. I, pp. 270-273], llamó la atención sobre lo que denominaba el *gran valle atlántico*, excavado por la irrupción de las aguas, y sobre la semejanza de forma de los continentes, con especial referencia a las relaciones mutuas de las costas opuestas de África y Sudamérica. Esta semejanza también sería señalada por Thomas Young [1807, p. 571]. Por otro lado, Carl Ritter advirtió en un tratado geográfico [1832, p. 62] la *coherencia* en los contornos sobre un mapa trapezoidal de otras zonas del planeta en las que prácticamente nadie había reparado, como son la península

arábiga y los países vecinos, tanto del este como del oeste, y explicaba los *vacíos intercontinentales* existentes en toda la superficie de la tierra mediante las correspondientes inundaciones. El primero en plantear la posibilidad de que se diera un movimiento efectivo de separación entre Sudamérica y África fue el escocés Thomas Dick [1838, p. 181]. Por su parte, el ingeniero de minas británico Evan Hopkins [1844] desarrolló toda una teoría del desplazamiento continental basándose en el magnetismo terrestre, sin considerar en absoluto las semejanzas en los litorales. El cubano Fernando Valdés Aguirre, catedrático de química en La Habana, se adelantaría, en 1856, a otras ideas mejor conocidas como las de Snider-Pellegrini, en un artículo publicado en un periódico local. El paleontólogo inglés Richard Owen [1857, p. 65], dentro de sus claves para la geología del globo, relacionaba el origen de los continentes con la fragmentación de la corteza debido a fuerzas internas que expandían la tierra.

Uno de los más reconocidos precursores de la deriva continental es Antonio Snider-Pellegrini, viajero italo-americano residente en París; en su intento de desvelar los misterios de la creación [1858, pp. 304-340], sostenía que, como consecuencia del diluvio, el enfriamiento de la corteza había sido la causa de la rotura de la única masa continental existente; esto provocó la separación entre las Américas y el Viejo Mundo, lo que incluso llegó a expresarse gráficamente (láminas 9 y 10, entre las pp. 314-315). Estas ideas de Snider-Pellegrini serían divulgadas por John Henry Pepper [1861] en una popular obra sobre los metales<sup>11</sup>.

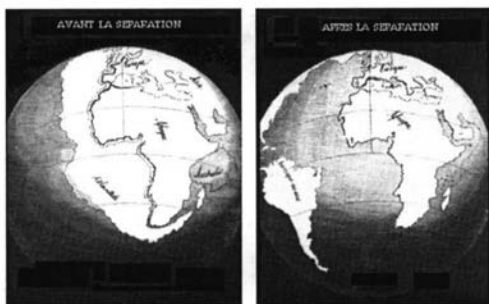


Fig. 4.- Mapas de Snider-Pellegrini [1858, láminas 9 y 10]: antes (izquierda) y después (derecha) de la separación continental.

Las mismas similitudes y conexiones entre Sudamérica y África fueron sugeridas por el geógrafo francés Elisée Reclus (más conocido por sus ideas libertarias), quien, además, afirmaba que los continentes se movían en círculo en torno al globo [1872]. El geólogo y explorador italiano Domenico Lovisato [1874] había observado asimismo el paralelismo en las costas, y achacaba a un cataclismo *cuaternario* la separación de las Américas para formar la Atlántida. Ideas parecidas defendería igualmente en 1877 el científico aficionado ruso E.V. Bykhanov. George H. Darwin [1879], segundo hijo del autor de *El origen de las especies*, basándose en su teoría de la separación catastrofista de la Luna a partir de la cuenca del Pacífico, sostenía la fragmentación de la corteza granítica y el deslizamiento lateral de las masas continentales. El suizo Heinrich Wettstein [1880] llegó a plantear un deslizamiento de los bloques continentales hacia el oeste debido al efecto gravitacional del sol. Una idea similar la encontramos también en el reverendo Osmond Fisher [1882, pp. 243-244].

Por otro lado, se ha llegado a considerar a Eduard Suess y Marcel Bertrand como posibles precursores de las *uniones* continentales. Estos autores no plantearon las *similitudes* o *acoples*, sino más bien la existencia de grandes *supercontinentes*. Suess [1885, vol. 1, p. 768], por ejemplo, al estudiar los escudos orogénicos y la distribución principalmente de la flora de *Glossopteris*, postuló que hasta el Mesozoico había existido una gran masa continental en el hemisferio sur, a la que denominó *Gondwanaland* (conocido también como *Gondwana*<sup>12</sup>), que comprendía Sudamérica, África y la India, y en la que algunos seguidores del geólogo austriaco incluirían posteriormente Australia y la Antártida. Asimismo otro paleocontinente se extendería en el hemisferio norte, formado por Norteamérica y Eurasia, llamada *Atlantis*<sup>13</sup>. Ambos estaban separados por el mar de Tetis. La fracturación y hundimiento de algunas partes de estas masas habrían originado los océanos y los continentes actuales. Las mismas ideas sobre un paleocontinente septentrional serían expuestas por Bertrand [1887] al comparar las similitudes existentes entre las cadenas montañosas europeas y norteamericanas, que le sugerían una cierta continuidad o prolongación. Por otro lado, el músico y científico italiano R. Mantovani [1889], durante su estancia como cónsul en la Isla de Reunión, analizó las similitudes de los continentes meridionales, agrupados en principio en torno al polo sur, y propuso que se habían separado igual que se abre un abanico.

A partir del siglo XX nos encontramos con otras ideas, algunas recurrentes pero mucho más desarrolladas y mejor argumentadas, aunque siguen caracterizándose por su naturaleza catastrofista. Federico Sacco, profesor de geología de



Fig. 5.- Acoples continentales según Sacco [1906, mapa orogénico, fig. 4].

sería el caso de William H. Pickering [1907, 1924] y Howard B. Baker [1911, 1912, 1913a,b, 1914].

Pero, sin duda, el más notable de todos los precursores de la deriva continental fue el geólogo y geógrafo norteamericano Frank B. Taylor. A finales del s. XIX, en un breve estudio astronómico [TAYLOR, 1898], había considerado la captura de la luna por la tierra como causa de la aparición de una fuerza mareal que aumentó la velocidad de rotación del planeta. La conjunción de ambas fuerzas, mareal y rotacional, provocó el empuje de los continentes hacia el ecuador a partir del polo norte. Ésta era la base de su hipótesis

orogénica<sup>14</sup> según la cual las montañas se habrían formado como consecuencia de este desplazamiento de las masas continentales en dirección sur. Esta idea aparecería publicada en 1910, aunque la había anticipado dos años antes en la convención de la American Geological Society (diciembre/1908), y, a pesar de que su área fundamental de trabajo era el glaciario, seguiría abundando en ella<sup>15</sup> [TAYLOR, 1920, 1923, 1925, 1928], y en cierto sentido discrepando de Wegener [TAYLOR, 1932].

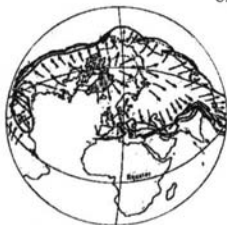


Fig. 6.- Mapa de los desplazamientos continentales según Taylor [1910, p. 209].

la Universidad de Turín, llegó a plantear formalmente [SACCO, 1906] algunas ideas adelantadas en 1895 según las cuales los fragmentos dispersos de los continentes separados en la actualidad podían agruparse como las piezas de un rompecabezas para formar un supercontinente perfectamente homogéneo, e incluso estableció algunas correlaciones geológicas entre distintos continentes. Sin embargo, años después [SACCO, 1929] criticaría violentamente la teoría de Wegener. Por otro lado, la mayor parte de otros planteamientos asociaban el desarrollo de las cuencas oceánicas y los desplazamientos continentales con el origen cataclísmico de la luna. Éste

Además de los autores mencionados, existen algunos otros que no se ajustan en absoluto a

ninguno de los presupuestos epistemológicos que se han considerado con anterioridad para su aceptación como precursores de Wegener.

De todos ellos, el más recurrente ha sido Francis Bacon. Numerosos investigadores<sup>16</sup> y durante mucho tiempo han venido considerando a Bacon como el primer precursor de la deriva continental, porque *supuestamente* habría propuesto en su *Novum Organum*, de 1620, el acople entre Sudamérica y África. Sin embargo, una lectura atenta de esta obra [BACON, 1620, p. 185] nos dice que *jamás* planteó una similitud de costas en el sentido que analizarían otros autores. Su comparación se ceñía a las costas *occidentales* de América (Perú) y África como ejemplo de lo que él llamaba *hechos análogos (instantiae conformes)*. Este tipo de *errores recurrentes* se debe esencialmente a la utilización continuada de fuentes indirectas, y no de documentos originales. Por eso resulta lamentable que, ya en el s. XXI y a pesar de todos los trabajos desarrollados sobre este aspecto, todavía se siga citando a Bacon [MARQUÉS DE ALMEIDA, 2002, p. 75] en el grupo de los antecedentes de la deriva.

Por otro lado, Leonov [1973] señala al matemático y astrónomo musulmán de origen persa Abu Rayhan al-Biruni (973-1050?) en relación con los «desplazamientos horizontales» de algunas masas terrestres. Efectivamente, en su tratado geográfico *Tahdid al-Amakin* [c. 1030], tras la determinación de las coordenadas geográficas de diversas localidades y en comparación con otros cálculos, había llegado a la conclusión de que éstas *habían cambiado de posición*. Sin embargo, el problema planteado fue consecuencia de un error en la aplicación de un teorema tolemaico en los cálculos efectuados con anterioridad [KENNEDY, 1970, 1973], por lo que no es posible enmarcar a Al-Biruni en ninguno de los criterios expuestos sobre el movilismo geológico.

Capel [1985, p. 79] sostiene que las ideas de Buffon comentadas anteriormente también influyeron en los planteamientos que sobre el poblamiento de América hizo Francisco Javier Clavijero en su *Historia antigua de México*, publicada en 1780, y afirma que el jesuita mexicano llegó incluso a imaginar «algo que en cierta manera reconstruye la Pangea de la geología actual». Sin embargo, la lectura de dicha obra [CLAVIJERO, 1780, Libro x, pp. 439-440] nos sugiere que sus concepciones sobre *continentes intermedios hundidos por grandes terremotos* están más cerca de la hipótesis de los puentes intercontinentales<sup>17</sup> que de las ideas precursoras que hemos analizado.

Finalmente, Anguita [1983, p. 195] cita a Giordano Bruno «entre los precedentes no científicos del moviismo» por su defensa de los cambios de posición de tierras y mares. Las ideas del fraile dominico en este aspecto [BRUNO, 1584, pp. 192-193, 216 y 225] forman parte del carácter *divulgador* de su obra en relación, en este caso, con el pensamiento cíclico de Aristóteles sobre la «*renovación periódica*», entre otras cosas, de mares y continentes. Esta visión que tenía Bruno de la «*alternancia vicisitudinaria*» de toda la naturaleza es más propia de los ciclos<sup>18</sup> de la materia, y no se encuadra en absoluto en la geología moviista.

## Conclusión

Al analizar los antecedentes históricos de la deriva continental no hemos pretendido menoscabar las aportaciones de Alfred Wegener, sino utilizar la historia, una vez más y de acuerdo con Gould [1982, p. 12], para comprender la riqueza del pensamiento humano y la pluralidad de los modos de conocimiento.

Ha quedado de manifiesto a lo largo de nuestro análisis que, con anterioridad a los primeros trabajos del científico alemán sobre los desplazamientos continentales, fechados en 1912, diversos autores, desde Abraham Ortelius hasta Frank Bursley Taylor, habían emitido ideas que en cierta medida hacían referencia a alguno de los principios básicos de su teoría, anticipándose así a la misma, y que hemos utilizado como criterios epistemológicos. Por otro lado, estos mismos criterios nos permiten descartar a Francis Bacon, Al-Biruni, Francisco Clavijero y Giordano Bruno como precursores.

La existencia de los antecedentes sobre las ideas de Wegener no significa necesariamente que su teoría de los desplazamientos continentales se basase en el conocimiento de los mismos. Ni siquiera sugerimos tal conocimiento, al menos en todos sus aspectos, si tenemos en cuenta que el propio Wegener [1929, pp. 14-15] reconoció que unos cuantos autores habían emitido con anterioridad ideas muy similares, entre ellos W.F. Coxworthy [1890], C. von Colberg [1886], D. Kreichgauer [1902], E.H.L. Schwarz [1912]<sup>19</sup> y H. Wettstein [1880]. También llegó a admitir la anticipación de F.B. Taylor, aunque afirmó que, en este caso, había tenido conocimiento de esta hipótesis con posterioridad a la elaboración de su teoría [WEGENER, 1929, p. 15].

Independientemente de cual fuese el nivel de influencia de estas ideas previas, es indiscutible que fue Wegener quien desarrolló la hipótesis moviista con

mayor coherencia y profundidad, con una aportación ingente de argumentos fundamentales, a lo largo de casi veinte años, en las sucesivas ediciones revisadas de su obra. Así, fue capaz, más que todos sus antecesores incluido Taylor, y utilizando una expresión de Cohen [1980, p. 185], de encontrar «*perlas en el barro*». Esto le ha dado a Alfred Wegener un mayor reconocimiento en cuanto a la autoría del movi­lismo geológico, y al mismo tiempo le hizo objetivo de las críticas más severas.

### Agradecimientos

Por su colaboración y ayuda estoy en deuda con David Oldroyd (INHI-GEO, Sidney), Antonio Praturlon (Università degli Studi di Roma), Ingo Schwarz (Akademie der Wissenschaften, Berlín-Brandenburgo), Ana Régulo y Elsa González (Biblioteca Municipal, Santa Cruz de Tenerife), David G. Francisco (Turín), Jutta Voss-Diestelkamp y Claudia Pichler (Stiftung Alfred Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven), y Julie Carrington (Royal Geographical Society, Londres).

### NOTAS

1. Sobre la pervivencia de la teoría de los puentes intercontinentales en el s. XX véase, por ejemplo, Simpson [1940, 1943] y la réplica de Du Toit [1944]. Véase además García Cruz [1998].
2. La mayoría de las obras que tratan la deriva continental también analizan, aunque someramente, los aspectos biográficos y científicos de Wegener. Los estudios más completos en este sentido son Benndorf [1931], Bullen [1970], Fichtner [1980], Georgi [1962], Körber [1980], Reinke-Kunze [1994], Rohrback [1993], Schwarzbach [1980], Wolcken [1955], Wutzke [1988, 1997]; sus diarios, cartas y memorias se encuentran en Wegener (E.) [1960]. Está por aparecer la biografía *Alfred Wegener and the origins of modern earth science in the theory of continental drift*, de M.T. Greene [2002, *com. per.*].
3. Sobre las expediciones germanas a Groenlandia véase Brockamp [1959], Wegener [1932], Wegener [1933, 1933-40].
4. Tras la confirmación de la muerte de Wegener en 1931, aparecieron algunas notas y obituarios en diversas revistas científicas alemanas (*Astronomische Nachrichten*, *Gerlands Beiträg zur Geophysik*, *Meteorologische Zeitschrift*, *Petermanns Mitteilungen*), algunos tan concisos como una sola línea (*Geologische Rundschau*) dentro de la sección de «personas fallecidas»; en el obituario de la revista

- anglo-norteamericana *Nature* (D.B., 1931) se hacía un gran reconocimiento de Wegener como meteorólogo, y un breve comentario sobre su hipótesis movilista.
5. Versión castellana de Vicente Inglada Ors publicada en la Biblioteca Revista de Occidente, Madrid.
  6. En 1936 apareció póstumamente la 5ª ed. alemana revisada por su hermano Kurt.
  7. Esta referencia se corresponde con la traducción castellana de F. Anguita y J.C. Herguera, publicada por Ed. Pirámide (Madrid, 1983), y de la que hay otras ediciones en Planeta-Agostini (Barcelona, 1994) y Círculo de Lectores (Barcelona, 1996).
  8. Vogel [1980] reproduce en facsímil la 1ª y 4ª eds. alemanas (1915 y 1929) del libro de Wegener.
  9. Estas ideas, sin duda, influirían en la valoración de la Atlántida en las discusiones que se originaron en siglos posteriores sobre el problema teológico que suponía el poblamiento aborigen de las Américas y que sería analizado por fray Gregorio García en su estudio sobre el origen de los indios del Nuevo Mundo [GARCÍA, 1607].
  10. El pensamiento científico de Swedenborg [STROH, 1907], inspirado en Descartes y Burnet, y arraigado profundamente en la teología, quedarían reflejado en los planteamientos geológicos de Carl Linneo [1744] al situar el «*primer jardín botánico del Edén*» en una isla primordial que iba creciendo conforme se retiraban las aguas [FRÄNGSMYR, 1983; NATHORST, 1907].
  11. Pepper incluso utilizó en su libro la expresión «teoría de la deriva», aunque de hecho no se refería a las masas continentales sino a los aspectos teóricos sobre la formación de vetas de carbón a partir de «maderos flotantes» (*driftwood*).
  12. El término *Gondwana* en realidad fue introducido en 1872 por H.B. Medlicott en un manuscrito sobre la geografía física de la India. Según S.W. Carey es una forma abreviada de *gowandawana*, un pueblo que habita en una región de la India peninsular, cuyo nombre significa «*hombres de testículos de toro*».
  13. Staub [1928, p. 121] denominó *Laurasia* al paleocontinente septentrional.
  14. Laudan [1985] y Totten [1981] han analizado la hipótesis de Taylor. Véase también Aldrich [1970], Baker [1913a], Leverett [1939] y Wood [1980].
  15. Durante algún tiempo la deriva continental se conoció como *teoría de Taylor-Wegener*.
  16. Sirvan, como ejemplo, entre muchos otros: Asimov [1960, p. 226], Booth y Fitch [1979, p. 55], Bott [1982, p. 77], Dercourt [1973, p. 61], Emiliani [1995], Gribbin [1977, p. 39], Holmes [1965, p. 482], Holmes y Holmes [1978, p. 697], Hurley [1968, p. 53], Khan [1976, p. 176], Kohler [1991, p. 58], Matthews [1973, p. 12], Roubault y Coppens [1988, p. 7], Tarling y Tarling [1971, p. 1], Uyeda [1978, p. 16], Vázquez Abeledo [1998, p. 106], o Weyman [1984, p. 5].
  17. En este mismo sentido hay que interpretar la cita que hace también Capel [1985, p. 69] en cuanto a las conexiones continentales propuestas por José de Acosta en su *Historia natural y moral de las Indias* [1590, tomo I, Libro 1, p. 63].



18. Véase un análisis histórico sobre el ciclo geológico en García Cruz [2001].
19. En la bibliografía se da la referencia exacta de este trabajo que aparece incompleta en la obra de Wegener [1929, p. 221].

## BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, J. de (1590) *Historia natural y moral de las Indias*. Sevilla, Hispano-Americana de Publicaciones (ed. facsímil 1987 de la 6ª ed. de 1792), tomo I, 310 pp.
- AL-BIRUNI, A.R. (c. 1030) *Tabdíd al-Amákin. The determination of the co-ordinates of positions for the correction of distances between cities*. Beirut, American University of Beirut (trad. inglesa 1967). [British Library, Londres].
- ALDRICH, M.L. (1970) «Taylor, Frank Bursley». En: C.C. Gillispie (ed.). *Dictionary of Scientific Biography*. Nueva York, Charles Scribner's Sons, vol. XIII, pp. 269-271.
- ANGUITA, F. (1983) «Epílogo: La teoría de Alfred Wegener y la nueva Geología». En: A.L. Wegener (1929) *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*, pp. 195-219.
- ASIMOV, I. (1960) *Nueva Guía de la Ciencia. Ciencias Físicas*. Barcelona, RBA Eds. (trad. castellana 1993), 665 pp.
- BACON, F. (1620) *Novum organum*. Madrid, Sarpe, (trad. castellana 1984), 302 pp.
- BAKER, H.B. (1911) *The origin of the moon*. Detroit, Free Press.
- BAKER, H.B. (1912) «The origin of continental forms». *14th Report of the Michigan Academy of Science*, pp. 116-141.
- BAKER, H.B. (1913a) «The origin of continental forms: Discussion of Mr. Taylor's Theory». *15th Report of the Michigan Academy of Science*, pp. 26-32.
- BAKER, H.B. (1913b) «The origin of continental forms». *15th Report of the Michigan Academy of Science*, pp. 107-113.
- BAKER, H.B. (1914) «The origin of continental forms». *16th Report of the Michigan Academy of Science*, pp. 99-103.
- BECK, M.E., Jr. y BERKLAND, J.O. (1979) «Elisée Reclus; neglected geologic pioneer and first (?) continental drift advocate; discussion and reply». *Geology*, 7(9), 418-419.
- BENNDORF, H. (1931) «Alfred Wegener». *Gerlands Beiträge zur Geophysik*, 31, 337-377.
- BERKLAND, J.O. (1979) «Elisée Reclus: neglected geologic pioneer and first (?) continental drift advocate». *Geology*, 7(4), 189-192.
- BERTRAND, M. (1887) «La chaîne des Alpes et la formation du continent européen». *Bulletin de la Société Géologique de France*, 3<sup>me</sup> serie, 15, 423-447.
- BOOTH, B. y FITCH, F. (1979) *La inestable tierra*. Barcelona, Salvat (trad. castellana 1986), 283 pp.
- BOTT, M.H.P. (1982) *The interior of the Earth: its structure, constitution and evolution*. Londres, Edward Arnold (2ª ed.), 403 pp.
- BROCKAMP, B. (1959) *Erweiterter Nachtrag zu den wissenschaftlichen Ergebnissen der Deutschen Grönland-Expedition Alfred Wegener*. Munich, Deutsche Geodätische Kommission. Reihe B. Hft. 48., 76 pp.

- BROUWER, A. (1983) «Was veranlasste Alfred Wegener zum Studium der Kontinentverschiebung?» *Geologische Rundschau*, 72, 793-841.
- BRUNO, G. (1584) *La cena de le cenere*. Turín, G. Aquilecchia (ed. 1955), 314 pp. [Existe trad. cast.: *La cena de las cenizas*. Madrid, Alianza (1987)].
- BUFFON, G.L.L. (1749) «Histoire et Théorie de la Terre». En: *Histoire Naturelle, générale et particulière*. París, Imprimerie Royale (5ª ed. 1752), tomo I, Second Discours, pp. 93-182. [Biblioteca Municipal, Santa Cruz de Tenerife].
- BUFFON, G.L.L. (1769) «Animaux communs aux deux continens». En: *Histoire Naturelle, générale et particulière*. París, Imprimerie Royale, t. VIII (nouvelle édition), pp. 193-238. [Biblioteca Municipal, Santa Cruz de Tenerife].
- BUFFON, G.L.L. (1770) «De la dégénération des animaux». En: *Histoire Naturelle, générale et particulière*. París, Imprimerie Royale, t. XII (nouvelle édition), pp. 192-282. [Biblioteca Municipal, Santa Cruz de Tenerife].
- BUFFON, G.L.L. (1778) *Las épocas de la naturaleza*. Madrid, Alianza (trad. castellana 1997), 429 pp.
- BULLEN, K.E. (1970) «Wegener, Alfred Lothar». En: C.C. Gillispie (ed.). *Dictionary of Scientific Biography*. Nueva York, Charles Scribner's Sons, vol. XIV, pp. 214-217.
- CALDER, N. (1972) *The restless Earth: A report on the new geology*. Nueva York, The Viking Press, 152 pp.
- CAPEL, H. (1985) *La física sagrada*. Barcelona, Serbal, 223 pp.
- CAREY, W.S. (1998) *Theories of the earth and universe*. Stanford, Stanford University Press, 413 pp.
- CAROZZI, A.V. (1969) «A propos de l'origin des derives continentales: Francis Bacon (1620), François Placet (1668), A. von Humboldt (1801) et A. Snider (1858)». *Comptes Rendus, Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, 4, 171-179.
- CAROZZI, A.V. (1970) «New historical data on the origin of the theory of continental drift». *Geological Society of America Bulletin*, 81(1), 283-286.
- CAROZZI, A.V. (1983) «Heinrich Wettstein (1880), a Swiss forerunner of global mobilism». *Earth Sciences History*, 2(1), 41-47.
- CAROZZI, A.V. (1985) «The reaction in continental Europe to Wegener's theory of the continental drift». *Earth Sciences History*, IV(2), 122-137.
- CLAVIJERO, F.J. (1780) *Historia antigua de México*. México, Porrúa (2ª ed. 1958), 621 pp.
- COCKS, L.R.M. (ed.) (1981) *The evolving earth*. Cambridge, Cambridge University Press, 264 pp.
- COHEN, I.B. (1980) *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*. Madrid, Alianza (trad. castellana 1983), 425 pp.
- COLBERT, C.F.L. von (1886) *Die Drehung der Erdkruste in geologischen Zeiträumen: Eine neue geologisch-astronomische hypothese*. Munich, Böcklein, 62 pp. (2ª ed. 1895, 247 pp.) [Georg-August Universität-Bibliothek, Gotinga].
- COXWORTHY, W.F. (1890) *Electrical condition or How and where our earth was created*. Londres, W.J.S. Phillips, 163 pp. (reed. 1924) [British Library, Londres].

- DARWIN, G.H. (1879) «On the precession of a viscous spheroid, and on the remote history of the earth». *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*, 170, 447-453.
- D.B. (1931) «Obituary of Prof. Alfred Wegener». *Nature*, 127, 861.
- DERCOURT, J. (1973) «Dérive des continents. Expansion océanique. Conséquences géologiques». *Revue des Questions Scientifiques*, 144(1), 61-92.
- DICK, T. (1838) *Celestial scenery; or the wonders of the planetary system displayed; illustrating the perfections of the deity and a plurality of worlds*. Nueva York, Harper & Brothers, 422 pp. [British Library, Londres].
- DIDEROT, D. (1772) *Suplemento al viaje de Bougainville*. En: L.A. Bougainville. *Viaje a Tahití*. Palma de Mallorca, J. de Olañeta (trad. castellana 1982, 2ª ed. 1999), pp. 63-124.
- DU TOIT, A.L. (1937) *Our wandering continents: an hypothesis of continental drifting*. Edimburgo, Oliver & Boyd, 366 pp., cap. 2. [Existe reedición en Greenwood Press, Westport (Con.) (1972)].
- DU TOIT, A.L. (1944) «Tertiary mammals and continental drift; a rejoinder to George G. Simpson». *American Journal of Science*, 242(3), 145-163.
- EMILIANI, C. (1995) «Two revolutions in the Earth Sciences». En: E. Bonatti y F.C. Wezel (eds.). *The Ocean Floor, Spec. Issue. Terra Nova*, 7(6), 587-597.
- FALCK, W.E. (1992) «Continental drift». *Nature*, 355, 668.
- FEIJOO, B.J. (1733) *Teatro crítico universal*. Madrid, Blas Román (Real Cía. Impresores y Libreros), (ed. 1781), tomo 5, Discurso XV, pp. 321-350. [Instituto de Historia, Madrid]. [Existe ed. moderna en Oviedo: Pentalfa (1989)].
- FICHTNER, G. (ed.) (1980) *Alfred Wegener, 1880-1930: Leben und Werk*. Berlín, Volker Jacobshagen, 60 pp. [Catálogo de la exposición conmemorativa del centenario de su nacimiento].
- FISHER, O. (1882) «On the physical cause of the ocean basins». *Nature*, 25, 243-244.
- FOSSA-MANCINI, E. (1924) «La recente teoria delle deriva dei continenti in un vecchio manoscritto di Domenico Lovisato». *Urania*, 13(6), 1-8.
- FRÄNGSMYR, T. (1983) «Linnaeus as a geologist». En: T. Frängsmyr (ed.). *Linnaeus: The man and his work*. Canton (Ma.), Watson (ed. 1994), pp. 110-155.
- GARCÍA, G. (1607) *Origen de los Indios del Nuevo Mundo*. Fondo de Cultura Económica, México (ed. 1981 sobre la de 1729), 419 pp.
- GARCÍA CRUZ, C.M. (1998) «Puentes intercontinentales e isostasia: Aspectos históricos y didácticos». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(3), 211-216.
- GARCÍA CRUZ, C.M. (2001) «Origen y desarrollo histórico del concepto de ciclo geológico». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9(3), 222-234.
- GEORGI, J. (1962) «Memories of Alfred Wegener». En: S.K. Runcorn (ed.). *Continental Drift*. Nueva York, Academic Press, pp. 309-324.
- GOODACRE, A. (1991) «Continental drift». *Nature*, 354, 261.
- GORTANI, M. (1928) «Ipotesi e teorie geotectoniche». *Giornal di Geologia*, 2ª serie, 3, 1-133.
- GOULD, S.J. (1982) «Hutton's purposeful view». *Natural History*, 91(5), 6-12. [trad. castellana: «El propósito de Hutton». En: *Dientes de gallina, dedos de caballo*. Barcelona, Crítica, (1995), pp. 67-78].

- GRIBBIN, J. (1977) *La tierra en movimiento*. Barcelona, Salvat (trad. castellana 1986), 184 pp.
- HALLAM, A. (1973a) *De la deriva de los continentes a la tectónica de placas*. Barcelona, Labor (trad. castellana 1976), 173 pp.
- HALLAM, A. (1983) *Grandes controversias geológicas*. Barcelona, Labor (trad. castellana 1985), 180 pp.
- HOLMES, A. (1965) *Geología física*. Barcelona, Omega (trad. castellana 1971, 6ª ed.), 512 pp.
- HOLMES, A. y HOLMES, D.L. (1978) *Geología física*. Barcelona, Omega (trad. castellana 1980 de la 3ª ed. inglesa), 812 pp.
- HOPKINS, E. (1844) *On the connexion of geology with terrestrial magnetism*. Londres, R. & J.E. Taylor, 199 pp. [British Library, Londres].
- HUMBOLDT, A. von (1801) «Esquisse d'un tableau géologique de l'Amérique méridionale». *Journal de Physique, de Chimie, d'Histoire Naturelle et des Arts*, 53, 30-60.
- HUMBOLDT, A. von (1845) *Cosmos. Ensayo de una descripción física del mundo*. Madrid, Gaspar y Roig Editores. Vol. 1, 454 pp. (trad. castellana de Bernardo Giner y José Fuentes, 1874). [Biblioteca Universitaria, La Laguna (Tenerife)].
- HURLEY, P.M. (1968) «The confirmation of continental drift». *Scientific American*, 218(4), 53-64. [Reimpreso en: J.T. Wilson (ed.) (1972). *Deriva continental y tectónica de placas* (Selecciones de Scientific American). Madrid, Blume (trad. castellana 1974), pp. 62-74)].
- KEILHACK, W. (1895) «Alte Zeiten der Erde». *Himmel und Erde*, 7, 249-261.
- KENNEDY, E.S. (1970) «Al-Biruni, Abu Rayan». En: C.C. Gillispie (ed.). *Dictionary of Scientific Biography*. Nueva York, Charles Scribner's Sons, vol. 1, pp. 147-158.
- KENNEDY, E.S. (1973) *A commentary upon Biruni's «Kitab Tahdid al-Amakin»: An 11th century treatise on mathematical geography*. Beirut, American University of Beirut, 270 pp. [British Library, Londres].
- KHAN, M.A. (1976) *Geología global*. Madrid, Paraninfo (trad. castellana 1980), 202 pp.
- KOCH, J.P. y WEGENER, A.L. (1919) «Nordgrönlands Trift nach Westen». *Astronomische Nachrichten*, 208, 270-276.
- KOHLER, P. (1991) *Historia de nuestro planeta*. Madrid, Alianza (trad. castellana 1993), 265 pp.
- KÖPPEN, W. y WEGENER, A.L. (1924) *Die Klimate der geologischen Vorzeit*. Berlín, Bornträger, 256 pp.
- KÖRBER, H.G. (1980) *Alfred Wegener*. Leipzig, Teubner, 96 pp.
- KREICHGAUER, D. (1902) *Die Äquatorfrage in der Geologie*. Steyl, Kaldenkirchen, 300 pp. (2ª ed. 1926) [British Library, Londres].
- LAUDAN, R. (1985) «Frank Bursley Taylor's theory of continental drift». *Earth Sciences History*, 4(2), 118-121.
- LE GRAND, H.E. (1988) *Drifting continents and shifting theories*. Cambridge, Cambridge University Press, 313 pp.
- LEMOINE, M. (1973) «Un certain dogmatisme menace-t-il la tectonique des plaques?» *La Recherche*, 33, 374-376.

- LEONOV, N. I. (1973) «Ideas de al-Biruni sobre el desplazamiento horizontal de 'algunas masas terrestres'» (en ruso). *Voprosy Istorii Estestvoznaniia i Tekhniki*, 45, 28-29.
- LEVERETT, F. (1939) «Memorial to Frank Bursley Taylor». *Proceedings of Geological Society of America*, 49, 191-200 [correspondiente al año 1938].
- LILIENTHAL, T.C. (1756) *Die gute Sache der Göttlichen Offenbarung*. Königsberg, Hartung, 588 pp. [Georg-August Universität-Bibliothek, Gotinga].
- LINNEO, C. (1744) *Oratio de Telluris habitabilis incremento*. Haak, Lugduni Batavorum, 172 pp. [British Library, Londres]. [Existe trad. francesa en París: J. Vrin, (1972)].
- LLORENTE, J., PAPAVERO, N. y SIMOES, M.G. (1996) *La distribución de los seres y la historia de la tierra*. México, Fondo de Cultura Económica, 121 pp.
- MANTOVANI, R. (1889) «Les fractures de l'écorce terrestre et la théorie de Laplace». *Bulletin de la Société d'Arts et des Sciences de Réunion*, 41-53.
- MANTOVANI, R. (1924) «Les points de contact entre la théorie de la dilatation planétaire et la théorie de la dérive des continents». *Comptes Rendus sommaire de la Société géologique de France*, 24(4), 167-168.
- MARQUES DE ALMEIDA, F.F. (2002) «O dia em que o olhar sobre o mundo mudou». *Ciência Hoje*, 31(181), 75-77.
- MATTHEWS, S.W. (1973) «This changing earth». *National Geographic*, 143(1), 1-37.
- MEYERHOFF, A.A. (1968) «Arthur Holmes: Originator of spreading ocean floor hipótesis». *Journal of Geophysical Research*, 73(20), 6563-6565.
- MILANOVSKY, E. (1990) «The expanding and pulsating earth». En: Y.M. Pushcharovsky (ed.). *Destiny of the planet. Geological ideas and phenomena*. (Collection of articles). Moscú, Nauka (trad. inglesa 1990), pp. 28-49.
- NATHORST, A.G. (1907) *Carl von Linné as a geologist*. Washington, Smithsonian Report, 80 pp. (trad. inglesa 1908).
- ORTELIUS, A. (1596) *Thesaurus Geographicus*. Amberes, Plantin, 728 pp. *in folio*. [Londres, British Library].
- OWEN, R. (1857) *Key to the geology of the globe*. Nueva York, A.S. Barnes & Co., 256 pp. [British Library, Londres].
- PELAYO, F. (1995) «La conexión terrestre entre Cuba y el continente americano: una alternativa paleontológica a la deriva continental». *Antilia*, 1, artículo n.º 4.
- PEPPER, J.H. (1861) *The playbook of metals*. Londres-Nueva York, Routledge, Warne & Routledge, 502 pp. [British Library, Londres].
- PICKERING, W.H. (1907) «The place of the origin of the moon: the volcanic problem». *Journal of Geology*, 15, 23-38.
- PICKERING, W.H. (1924) «The separation of the continents by fisión». *Geological Magazine*, 61, 31-34.
- PLACET, F. (1668) *La corruption du grand et du petit monde, où il est montré qu'avant le déluge, l'Amérique n'était point séparée des autres parties du monde*. París, Aliot, 378 pp. [British Library, Londres].

- PRATURLON, A. (2000) «The Pangea prior to Wegener: Federico Sacco and continental drift». En: M. Parotto y M. Tozzi (eds.). *Journeys in the geology and history of Italy*. Florencia, Consiglio Nazionale della Ricerca, pp. 36-39.
- RECLUS, E. (1872) *La Terre*. París, Hachette, vol. I, 831 pp. [British Library, Londres].
- REINKE-KUNZE, C. (1994) *Alfred Wegener, Polarforscher und Entdecker der Kontinentaldrift*. Basilea, Birkhäuser, 188 pp.
- RITTER, C. (1832) *Die Erdkunde im Verhältniss zur Natur und zur Geschichte der Menschen Wissenschaften*. Berlín, G. Reimer, tomo 1 [British Library, Londres].
- ROBB, A. (1930) «Anticipation of Wegener's hipótesis». *Nature*, 126, 841.
- ROHRBACK, K. (1993) *Alfred Wegener, Erforscher der wandernden Kontinente*. Stuttgart, Verlag Freies Geistesleben, 257 pp.
- ROMM, J. (1994) «A new forerunner for continental drift». *Nature*, 367, 407-408.
- ROUBAULT, M. y COPPENS, R. (1988) *La deriva de los continentes*. Barcelona, Oikos-Tau (trad. castellana 1988), 131 pp.
- RUNCORN, S.K. (ed.) (1962) *Continental Drift*. Nueva York, Academic Press, 338 pp.
- RUPKE, N.A. (1970) «Continental drift before 1900». *Nature*, 227, 349-350.
- SACCO, F. (1895) *Essai sur l'orogénie de la Terre*. Turín, C. Clausen, 51 pp. [Università degli Studi di Torino].
- SACCO, F. (1906) *Les lois fondamentales de l'orogénie de la Terre*. Turín, C. Clausen, 26 pp. [Università degli Studi di Torino].
- SACCO, F. (1929) «Aberrazioni». *Urania*, 18(5), 1-4.
- SCHWARZ, E.H.L. (1912) «The Atlantic and Pacific types of coast». *The Geographical Journal*, 40(3), 294-299.
- SCHWARZBACH, M. (1980) *Alfred Wegener und die Drift der Kontinente*. Stuttgart, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft (2ª ed. 1989), 156 pp. [Existe trad. francesa en París, Belin (1985, reed. 1995), 143 pp., e inglesa en Elmont (N.Y.) y Madison (Wis.), Science & Technology Publ. (1986), 241 pp.].
- SEGÀLA, M. (1990b) «L'inutile priorità: Wegener e i precursori della deriva dei continenti». *Nuncius, Annali di Storia della Scienza*, 5(1), 239-256.
- SIMPSON, G.G. (1940) «Mammals and land bridges». *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 30, 137-163.
- SIMPSON, G.G. (1943). «Mammals and the nature of the continents». *American Journal of Science*, 241, 1-31.
- SNIDER-PELLEGRINI, A. (1858) *La création et ses mystères dévoilés*. París, A. Frank, 487 pp. [British Library, Londres].
- STAUB, R. (1928) *Der Bewegungsmechanismus der Erde dargelegt am bau der irdischen Gebirgssysteme*. Berlín, Gebrüder Borntraeger, 270 pp. [Georg-August Universität-Bibliothek, Gotinga].
- STROH, A.H. (ed.) (1907) *Emanuel Swedenborg. Opera quaedam aut inedita aut obsoleta de rebus naturalibus*. Estocolmo, Kungliga Svenska Vetenskaps Akademien, vol. I. [British Library, Londres].

- SUESS, E.(1885). *Das Antlitz der Erde*. Praga, F. Tempski, vol. I, 778 pp. [British Library, Londres]. [Existe trad. castellana: *La Faz de la Tierra*. Madrid, R. Velasco (1923)].
- TARLING, D.H. y TARLING, M.P. (1971) *Derivas continentales*. Madrid, Alhambra (trad. castellana 1975), 124 pp.
- TAYLOR, E.G.R. (1950) «The origin of continents and oceans: a seventeenth century controversy». *The Geographical Journal*, 116(4-6), 193-198.
- TAYLOR, F.B. (1898) *An endogenous planetary system. A study in Astronomy*. Fort Wayne (In.), Archer Printing Co., 40 pp. [John Crerar Library, Chicago].
- TAYLOR, F.B. (1910) «Bearing of the Tertiary mountain belt on the origin of the Earth's plan». *Bulletin of the Geological Society of America*, 21, 179-226.
- TAYLOR, F.B. (1920) «Some points in the mechanism of arcuate and lobate mountain structures. An objection to the contraction hypothesis as accounting for mountains». *Abstract Bulletin of the Geological Society of America*, 32, 31-34.
- TAYLOR, F.B. (1923) «The lateral migration of the land masses». *Proceedings of Washington Academy of Sciences*, 13, 445-447.
- TAYLOR, F.B. (1925) «Movement of continental masses under action of tidal forces». *Pan-American Geology*, 43, 15-50.
- TAYLOR, F.B. (1928) «Sliding continents and tidal and rotational forces». En: Van der Gracht (1928), pp. 158-177.
- TAYLOR, F.B. (1932) «Wegener's theory of continental drifting: a critique of his views». *Abstract Bulletin of the Geological Society of America*, 43, 173.
- TOTTEN, S.M. (1981) «Frank B. Taylor, plate tectonics, and continental drift». *Journal of Geological Education*, 29, 212-220.
- UDINTSEV, G.B. (1995) «The development of plate tectonics in Russia: an historical view». En: E. Bonatti y F.C. Wezel (eds.). *The Ocean Floor, Spec. Issue. Terra Nova*, 7(6), 603-606.
- UYEDA, S. (1978) *La nueva concepción de la Tierra*. Barcelona, Blume (trad. castellana 1980), 269 pp.
- VAN DER GRACHT, W.A.J.M. v. W. (ed.) (1928) *The theory of continental drift. A symposium*. Tulsa (Ok.), American Association of Petroleum Geologists, 230 pp. [Existe trad. castellana: *La teoría de la deriva continental. Simposio*. Consejería de Educación, Gobierno de Canarias, S/C de Tenerife (1998)].
- VÁZQUEZ ABELEDO, M. (1998) *La historia del sol y el cambio climático*. Madrid, McGraw-Hill, 488 pp.
- VERSTEGEN, R. (1605) *A restitution of decayed intelligence*. Amberes, 374 pp. [Londres, British Library]. [Reimpreso en Amsterdam-Norwood (N.J.), Theatrum Orbis Terrarum y W.J. Johnson (1979)].
- VOGEL, A. (ed.) (1980) *Alfred Wegener. Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Berlín, Akademie-Verlag, 381 pp. [reimpresión facsímil de las ediciones 1ª (1915) y 4ª (1929) de la obra de Wegener].

- WEGENER, A.L. (1905) *Die Alphonsinischen Tafeln für den Gebrauch eines modernen Rechners*. Universidad de Berlín, Tesis de doctorado, 63 pp.
- WEGENER, A.L. (1911) *Themodynamik der Atmosphäre*. Leipzig, Barth (eds. 1924, 1928), 331 pp.
- WEGENER, A.L. (1912a) *Neuen Ideen über die Herausbildung der Großformen der Erdrinde auf geophysikalischer Grundlage*. Francfort, Geologischen Vereinigung (conferencia).
- WEGENER, A.L. (1912b) *Horizontalverschiebungen der Kontinente*. Marburgo, Vereinigung für Fortschritt der Naturwissenschaften (conferencia).
- WEGENER, A.L. (1912c) «Die Entstehung der Continente». *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 58, 185-195, 253-256, 305-309.
- WEGENER, A.L. (1912d) «Die Entstehung der Continente». *Geologische Rundschau*, 3(4), 276-292. [Existe trad. inglesa: «The origins of continents». *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 91(Suppl. 1), 4-17 (2002)].
- WEGENER, A.L. (1915) *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Brunswick, Vieweg, (1ª ed.), 94 pp.
- WEGENER, A.L. (1920a) «Versuche zur Aufsturz-Theorie der Mondkrater». *Nova Acta Leopoldina*, 106(2), 109-117.
- WEGENER, A.L. (1920b) *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Brunswick, Vieweg (2ª ed.), 135 pp.
- WEGENER, A.L. (1921a) «Die Theorie der Kontinentalverschiebungen». *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde Berlin*, 3, 89-103; 4, 125-130.
- WEGENER, A.L. (1921b) *Die Entstehung der Mondkrater*. Brunswick, Vieweg, 48 pp.
- WEGENER, A.L. (1922a) The origin of continents and oceans. *Discovery*, 3(29), 114-118.
- WEGENER, A.L. (1922b) *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Vieweg, Brunswick (3ª ed.), 144 pp. [Trad. castellana: *La génesis de los continentes y océanos*. Madrid, Biblioteca Revista de Occidente (1924), 169 pp.].
- WEGENER, A.L. (1924) «Die Theorie der Kontinentverschiebung, ihr gegenwärtiger Stand und ihre Bedeutung für die exakten und systematischen Geowissenschaften». *Naturwissenschaften Monatshefte*, 5, 142-153.
- WEGENER, A.L. (1926) «Paläogeographische Darstellung der Theorie der Kontinentalverschiebungen». En: E. Dacqué (ed.). *Enzyklopädie der Erdkunde. Paläogeographie*. Leipzig-Viena, F. Deuticke, pp. 174-189.
- WEGENER, A.L. (1927a) «Die geophysikalischen Grundlagen der Theorie der Kontinentverschiebung». *Scientia*, 41, 102-116.
- WEGENER, A.L. (1927b) «Der Boden des Atlantischen Ozeans». *Gerlands Beiträge zur Geophysik*, 17(3), 311-321.
- WEGENER, A.L. (1928a) «Two notes concerning my theory of continental drift». En: Van der Gracht (1928), pp. 97-103.
- WEGENER, A.L. (1928b) «Bemerkungen zu H. v. Iherings Kritik der Theorien der Kontinentverschiebungen und der Polwanderungen». *Zeitschrift für Geophysik*, 4(1), 46-48.



- WEGENER, A.L. (1929) *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Brunswick, Vieweg (4ª ed.), 231 pp. [Trad. castellana: *El origen de los continentes y océanos*. Madrid, Pirámide (1983), 230 pp. De esta traducción hay otras ediciones en Planeta-Agostini (Barcelona, 1994) y Círculo de Lectores (Barcelona, 1996)].
- WEGENER, A.L. (1936) *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*. Brunswick, Vieweg, 231 pp. (5ª ed. —póstuma— revisada por Kurt Wegener).
- WEGENER, E. (ed.) (1932) *Alfred Wegeners letzte Grönlandfahrt. Die Erlebnisse der deutschen Grönlandexpedition 1930-1931 geschildert von seinen Reisegefährten und nach Tagebüchern des Forschers*. Leipzig, F.A. Brockhaus, 303 pp. [existe trad. inglesa: *Greenland Journey: The Story of Wegener German Expedition in 1930-31*. Glasgow, Blackie & Son (1939), 295 pp.].
- WEGENER, E. (ed.) (1960) *Tagebücher, Briefe, Erinnerungen*. Wiesbaden, F.A. Brockhaus, 262 pp.
- WEGENER, K. (1933) *Geschichte der Expedition [Deutsche Grönland-Expedition Alfred Wegener] Mit Beiträgen über Einzelergebnisse von den Mitgliedern der Expedition*. Leipzig, F.A. Brockhaus, 198 pp.
- WEGENER, K. (ed.) (1933-40) *Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Grönland-Expedition Alfred Wegeners in den Jahren 1929 und 1930/31*. Leipzig, F.A. Brockhaus, 7 vols.
- WETTSTEIN, H. (1880) *Die Strömungen des Festen, Flüssigen und Gasförmigen und ihre Bedeutung für Geologie, Astronomie, Klimatologie und Meteorologie*. Zurich, Wurster, 406 pp. [Londres, British Library].
- WEYMAN, D. (1984) *Tectonic processes*. Londres, George Allen & Unwin (2ª impr.), 102 pp.
- WOLCKEN, K. (1955) «Alfred Wegener». *Meteoros*, 379-382.
- WUTZKE, U. (1988) *Der Forscher von der Friedrichsgracht - Leben und Leistung Alfred Wegeners*. Leipzig, F.A. Brockhaus, 272 pp.
- WUTZKE, U. (1997) *Durch die weiße Wüste. Leben und Leistungen des Grönlandforschers und Entdeckers der Kontinentaldrift Alfred Wegener*. Gotha, Perthes, 240 pp.