

Alfred Lothar Wegener (1880–1930), una vida para la ciencia

Alfred Lothar Wegener (1880–1930), a life for science

CÁNDIDO MANUEL GARCÍA CRUZ

INHIGEO. E-mail: candidomgc@gmail.com

Resumen Se realiza un resumen histórico de los aspectos más relevantes de la vida y obra de Alfred Lothar Wegener (1880–1930). Dentro de sus trabajos científicos se destaca su contribución de un modo especial al movi­lismo continental, al que dedicó casi la mitad de su vida, y se consideran también sus aportaciones a la meteorología, a la paleoclimatología, a la exploración ártica y al origen de los cráteres lunares. Se analizan sus primeros trabajos en relación con el movi­lismo geológico, de los que se conmemora el primer centenario, y los posibles antecedentes de estas ideas.

Palabras clave: Alfred Lothar Wegener, biografía, obra científica, antecedentes.

Abstract *A historical summary is presented of the most notable aspects of the life and work of Alfred Lothar Wegener (1880–1930). Within his scientific works, special attention is given to his contribution to continental mobilism, to which he devoted almost half of his life. His works on meteorology, palaeoclimatology, the Arctic exploration and the origin of moon craters are also taken into account. His first works related to geologic mobilism, of which the first centennial is commemorated, and the possible forerunners of these ideas are analyzed.*

Keywords: *Alfred Lothar Wegener, biography, scientific work, forerunners.*

ASPECTOS BIOGRÁFICOS

El nombre de Alfred Lothar Wegener (1880–1930) estará unido para siempre a la ciencia de vanguardia bajo cuatro aspectos que caracterizaron su vida como científico: la aventura, la perseverancia, el rechazo y la tragedia. Fue uno de los científicos más importantes en el campo de la meteorología durante los primeros años del siglo xx, lo que junto a su espíritu aventurero, su tenacidad en la consecución de los objetivos marcados y su pasión por los hielos, lo convirtieron en uno de los exploradores árticos más relevantes del momento. Además de ser conocido entre sus amigos y colegas como *el hombre taciturno de sonrisa agradable*, una de las mejores valoraciones de la personalidad de Wegener se debe a su amigo y compañero de las últimas expediciones, el geógrafo, glaciólogo y meteorólogo alemán Fritz Loewe (1895–1974), quien lo consideraba un “vikingo de la ciencia” en el sentido de que sus innovaciones eran como buscar siempre *nuevas tierras* a través de *rutas inexploradas* (Loewe, 1970, p. 189). Su perseverancia y capacidad de trabajo se vio reflejada no solo en

la meteorología: su teoría de los desplazamientos continentales es un buen ejemplo de ello. Aunque no fue el único ni el primero en plantear algo parecido (García Cruz, 2003), sí es una muestra de su capacidad de síntesis, con una exposición meticulosa y precisa de todos los argumentos que fue presentando a lo largo de casi dos décadas en favor de ella. También Wegener fue capaz de *reconocer perlas en el barro*,¹ aunque quizás no muy lejos de los planteamientos intuitivos e irracionales que se dan en la construcción de algunas teorías científicas.² Al mismo tiempo tuvo el valor suficiente como para enfrentarse a la ciencia geológica académica,

¹ *Esta es la apreciación que tenía el historiador de la ciencia norteamericano Irwin Bernard Cohen (1914–2003) sobre las aportaciones científicas de Isaac Newton; véase, concretamente: Cohen, I.B. (1980). La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas. Alianza Ed., Madrid (trad. castellana 1983), p. 185.*

² *Bowler, P.J. (2000). Philosophy, instinct, intuition: What motivates the scientist in search of a theory? Biology and Philosophy, 15(1), 93–101.*

a la que, de hecho, no pertenecía,³ lo que va unido indefectiblemente a la oposición de la inmensa mayoría de la comunidad científica de su época: como ha ocurrido en otras ocasiones a lo largo de la historia, la ciencia académica se caracterizaba en esos primeros años del siglo xx por una rigidez mental y una resistencia paradigmática ante los grandes cambios sociales e intelectuales, lo que llevó en consecuencia al rechazo de su teoría. Su vida quedó marcada definitivamente por una trágica muerte en los hielos de Groenlandia.

Había nacido en Berlín el 1 de noviembre de 1880, hijo de Franz Richard Wegener (1843–1917) y Anna [Schwarz] (1847–1919). Su padre era doctor en teología y filología, pastor evangélico y director del Orfanato Schindler⁴, y fue además profesor de lenguas clásicas en el *Gymnasium* evangélico de la Abadía Gris⁵ de Berlín, uno de los centros humanísticos privados más prestigiosos de Alemania. Fue el menor de cinco hermanos: Willi (1870–1888), fallecido a los dieciocho años de apendicitis, Tony (1873–1934), que sería pintora, Kurt Friedrich (1878–1964), dedicado a la meteorología, y Käthe (1879–1884), cuya muerte prematura con tan solo cinco años la achacaron sus padres al clima poco saludable de la capital berlinesa.

Tras el fallecimiento de su abuelo paterno, en 1886, se trasladaron a Wittstock, en las afueras de Berlín, lo que transformó la *cabaña* de vacaciones en su residencia habitual. Allí, Alfred, junto con su inseparable hermano Kurt, tan solo dos años mayor que él, se acostumbraron a la vida al aire libre, aprendieron a nadar y se dedicaron a los deportes propios de cada temporada, como el montañismo, la escalada, el esquí o el patinaje, y ambos se convirtieron además en agudos observadores del mundo natural. Bajo los consejos paternos, que tenían una clara orientación hacia la enseñanza, mostraron su preferencia por las matemáticas y las ciencias naturales, primero en la escuela local y posteriormente durante el bachillerato en el Cöllnische Gymnasium de Berlín (actualmente, una escuela de música).

Estudió matemáticas, astronomía y física en las universidades de Heidelberg e Innsbruck, y más tarde en Berlín, donde se especializó en astronomía; se continuaba, así, la ruptura, también llevada a cabo por su hermano Kurt, de una cierta tradición familiar centenaria en relación con la

3 La meteorología y la geofísica habían adquirido entidad propia como ciencias desde principios del siglo xix, y mantenían cierta particularidad, singularidad, e independencia en relación con la geología.

4 Este orfanato era una institución privada selectiva destinada exclusivamente a los hijos de funcionarios civiles, clérigos y profesores.

5 El nombre de la abadía (Graues Kloster, en alemán) hace referencia al color gris del hábito de los franciscanos, que la fundaron en el siglo xiii.

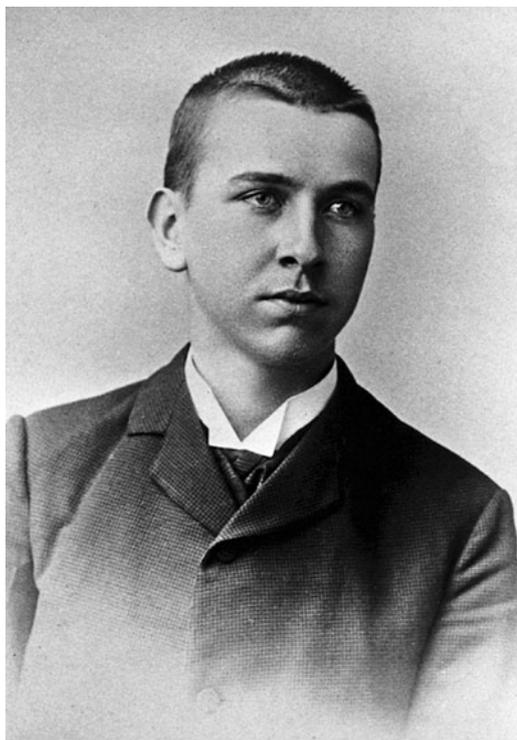


Fig. 1. Alfred Wegener en 1904. Foto: gentileza del Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research.

teología y con el comercio, profesiones a las que se habían dedicado casi todos sus antepasados varones durante los últimos dos siglos. Entre 1902 y 1903 trabajó como astrónomo en la Gesellschaft Urania (Asociación Urania) de la capital alemana, creada en 1888 para la difusión de la “ciencia para todos”. A finales de 1904 presentó en la universidad de Berlín su tesis doctoral, *Die Alfonsinischen Tafeln für den Gebrauch eines modernen Rechners* (Uso de las Tablas Alfonsinas para un cálculo moderno), dirigida por el astrónomo y geodesta Wilhelm Foerster (1832–1921), en la que analizaba la teoría astronómica del rey Alfonso X El Sabio para la determinación de las órbitas planetarias; fue calificada en marzo de 1905 con los máximos honores como “*sagacitatis et industriae specimen laudabile*” (modelo de perspicacia y aplicación digno de alabanza), y se publicaría ese mismo año.⁶

Su afición por la vida al aire libre hizo que abandonara definitivamente los cálculos aritméticos, que le producían un cierto tedio, y la observación astronómica, que le proporcionaba una especie de sensación claustrofóbica. Esto entrañó que con posterioridad, y siguiendo los pasos de su hermano Kurt, se dedicara a la meteorología, ciencia que había surgido con entidad propia paralelamente a la geofísica desde principios del siglo xix. Con Kurt trabajaría como asistente en el recién creado Königlich-Preussischen Aeronautischen Observatorium (Real Observatorio Aeronáutico Prusiano, actualmente Richard Assmann Observatorium, en honor a

6 Wegener, A.L. (1905). *Die astronomischen Werke Alfons X*. Bibliotheca Mathematica, Leipzig, vol. 6, N^o 2, cap. 3, pp. 129–185.

Fig. 2. Alfred Wegener en Groenlandia (expedición 1912–1913). Foto: gentileza del Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research.



su fundador) de Lindenberg, cerca de Berlín, entre 1905 y 1906. Allí implementó técnicas novedosas en aerología mediante el uso de globos y cometas para el estudio de las capas superiores de la atmósfera. Ambos hermanos llegaron a establecer, entre el 5 y el 7 de abril de 1906, un récord mundial de permanencia ininterrumpida en globo de 52,5 horas, con un largo trayecto que se inició en Berlín, cruzaron Dinamarca hasta el estrecho de Kattegat, en el Báltico, y regresaron a Alemania hasta la ciudad de Aschaffenburg, en la región de Spessart, al noroeste de Baviera;⁷ además de observaciones astronómicas y estudios meteorológicos y aerológicos, durante este viaje comprobaron la seguridad del clinómetro de burbuja como instrumento para la navegación aérea. Su gran experiencia en estos campos le llevó a participar como meteorólogo en la expedición danesa a Groenlandia (1906–1908) bajo la dirección del explorador danés Ludvig Mylius Erichsen (1872–1907), que fallecería trágicamente durante la misma, y cuya relación personal sería determinante para su futuro profesional. Ya desde esta primera expedición, Wegener fue pionero en el estudio de la aerología ártica con la aplicación de sus propios métodos y técnicas de trabajo.⁸

A su regreso, en 1908, impartió una conferencia en Hamburgo sobre dicha expedición, y allí conoció a Wladimir Peter Köppen (1846–1940), geógrafo y meteorólogo germano que alcanzaría en los años si-

7 Wegener, K. (1906). *Das meteorologische Ergebnis der 52stündigen Ballonfahrt vom 5. bis 7. April 1906*. *Meteorologische Zeitschrift*, 23, 289–293.

8 Wegener, A.L. (1909). *Drachen- und Fesselballonaufstiege. (Danmark-Eskpeditionen til Grønlands Nordøstkyst 1906–1908, tomo II, N^o 1)*. *Meddelelser om Grønland*, 42, 1–75.

guientes celebridad también como climatólogo, y a su hija, Else Köppen (1892–1992), con los que mantendría algo más que una gran amistad. Tras una intensa correspondencia científica y personal, y las frecuentes visitas de Wegener a Köppen en Hamburgo, se formalizó el compromiso entre Alfred y Else.

En 1909 entró como *Privatdozent*⁹ en la Universidad de Marburgo, donde impartió clases de meteorología y astronomía. Durante casi todo el año 1911, Else se trasladó a Oslo y trabajó como maestra coincidiendo con la preparación de la siguiente expedición al Ártico (1912–1913) dirigida en esta ocasión por el explorador y geofísico Jens Peter Koch (1870–1928), en la que también participaría Wegener. Dentro de estos preparativos, Wegener se hizo cargo de una pequeña expedición a Islandia a principios de julio de 1912 que cruzó la isla desde Akureyri, en el centro de la zona septentrional, hasta el sudeste a través del glaciar Vatnajökull, y en la que también realizó estudios meteorológicos.

A su regreso de la gran travesía de Groenlandia, en 1913, Else y Alfred contrajeron matrimonio, del que nacieron tres hijas: Hilde (1914), Sophie Käte (1918) y Hanna Charlotte (1920).¹⁰

Movilizado durante la Primera Guerra Mundial, sirvió en Infantería como teniente de granaderos, pero dos heridas sufridas en Bélgica en 1914 lo alejaron del frente, y fue destinado al servicio meteorológico del ejército germano en Bulgaria y Estonia. En los últimos años de la contienda reanudó su actividad científica hasta 1918 como profesor en la Universidad de Dorpat (en la ciudad estonia de Tartu) y más tarde retornó a Marburgo en 1919. En la primavera de 1922 viajó al Caribe y al golfo de México junto con su colega Erich Kuhlbrodt (1891–1972), para realizar mediciones en la alta atmósfera con vistas al desarrollo de los vuelos transoceánicos.¹¹ En 1924 sucedería a su suegro durante unos meses como Director del Departamento de Meteorología en el Deutsche Seewarte (Observatorio Naval Alemán) de Hamburgo, y ese mismo año obtuvo una plaza de profesor de meteorología y geofísica en la Universidad de Graz (Austria), institución modélica y de referencia en ambos campos científicos desde mediados del siglo XIX.

9 En el ámbito germanoparlante, el término *Privatdozent* se refiere a la persona que por su formación académica ejerce como profesor asociado o no numerario en una universidad, pero que está en condiciones de acceder a una plaza equivalente a la de Profesor Titular en España.

10 Hilde murió con veintidós años poco después de contraer matrimonio en 1936; Charlotte estudió geodesia y fue la responsable, hasta su muerte en 1989, del legado científico de su padre; Sophie Käte [Schönharting] vivía en Sindelfingen con su madre hasta el fallecimiento de esta en 1992, y seguía residiendo en esa localidad al menos hasta octubre/2010.

11 Kuhlbrodt, E. y Wegener, A. (1922). *Pilotballonaufstiege auf einer Fahrt nach Mexiko, Marz bis Juni 1922*. *Archive der Deutschen Seewarte*, 30(4), 1–46.



Fig. 3. Placa conmemorativa en el centenario de su nacimiento en la vivienda que ocupó Wegener en Graz (Blumengasse 9), calle dedicada posteriormente en su honor (Wegenergasse). En ella se lee: "En esta casa vivió entre 1924 y 1930 Alfred Wegener, profesor de meteorología y geofísica de la Universidad de Graz. Su teoría del desplazamiento continental inició el desarrollo de las geociencias, que condujo a un cambio revolucionario de la imagen de la Tierra. La ciudad de Graz, 1980".

La muerte de J.P. Koch en 1928 hizo que la nueva expedición danesa prevista a Groenlandia se retrasara hasta el año siguiente. Por su gran reputación, y su disposición al sacrificio por los demás según la apreciación del geógrafo de la universidad de Gotinga Wilhelm Meinardus (1867–1952), y a propuesta de éste, fue Wegener quien dirigió esta expedición bajo los auspicios de la Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft (Consortio de la Ciencia Alemana), durante la primavera de 1929, cuyo objetivo básico era medir el espesor de la capa de hielo.¹² Regresó en octubre de ese año para pasar el invierno en Graz, y en abril de 1930 volvió una vez más a Groenlandia con una nueva expedición germana que también dirigía. Mientras retornaba al campamento base en busca de provisiones, en el glaciar Kamarujuk (Qaumarujuk, según la ortografía actual), al fondo del fiordo Umanak (Uummanaq) aislado por la nieve y el hielo, precisamente el día de su quincuagésimo cumpleaños, el 1 de noviembre de 1930, desapareció durante una tormenta junto con su compañero, el groenlandés Rasmus Villumsen (1908–1930). El cuerpo de Wegener fue encontrado seis meses más tarde, el 12 de mayo de 1931, y a pesar del interés oficial por repatriarlo, a voluntad de su esposa Else permanece entre los hielos de Groenlandia. Se cree que Wegener falleció por un paro cardíaco debido al esfuerzo, y fue enterrado por Villumsen en la nieve envuelto en un saco de dormir hecho de piel de caribú; tras señalar el lugar mediante los esquís para su localización posterior, recogió el diario de la expedición y prosiguió la marcha, pero no llegó a su destino;¹³

¹² Wegener, A. (1930a). *Deutsche Inlandseis-Expedition nach Grönland Sommer 1929*. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 3–4, 81–124; Wegener, A. (1930b). *Deutsche Inlandseis-Expedition nach Grönland. Vorexpedition 1929*. Deutsche Forschung, Heft 13. Verlag der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, Berlín.

¹³ A pesar de que el explorador alemán Johannes Georgi (1888–1972) ha sido considerado el chivo expiatorio de la tragedia, estudios recientes hacen pensar que la muerte



probablemente cayó con su trineo en alguna crevasse del glaciar, y sus restos nunca han aparecido.

de Wegener y Villumsen se debió en realidad a una serie de fatalidades y decisiones desafortunadas tanto del propio Wegener como de algunos miembros del equipo, y no sería correcto culpabilizar a alguien en particular; véanse: Lüdecke, C. (1994). *Stratigraphische Methode der Rekonstruktion von Expeditionsereignissen am Beispiel des Todes von Alfred Wegener während der Grönlandexpedition (1930–31)*. En: Fritscher, B. y Brey, G. (eds.). *Cosmographica et Geographica [Festschrift für Heribert M. Nobis zum 70. Geburtstag, Algorismus. Studien zur Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften]*, 13(2), 347–367; véanse, además: Voss, J. (1992). *Johannes Georgi und Fritz Loewe. Zwei Polarforscherschicksale nach „Eismitte“*. Aus ihrem Briefwechsel 1929–1971 sowie die gesammelten Schriftenverzeichnisse von J. Georgi und F. Loewe. *Polarforschung*, 62, 151–161. Mirsky, J. (1998). *To the Artic! The story of northern exploration from earliest times*. University of Chicago Press, Chicago, cap. xvii, pp. 261–262; Lüdecke, C. (2000). *Lifting the veil: the circumstances that caused Alfred Wegener's death on the Greenland icecap, 1930*. *Polar Record*, 36, 139–154; Murphy, D.T. (2002). *German Exploration of the Polar World: a History, 1870–1940*. University of Nebraska Press, Londres–Lincoln (NE), pp. 147–154.

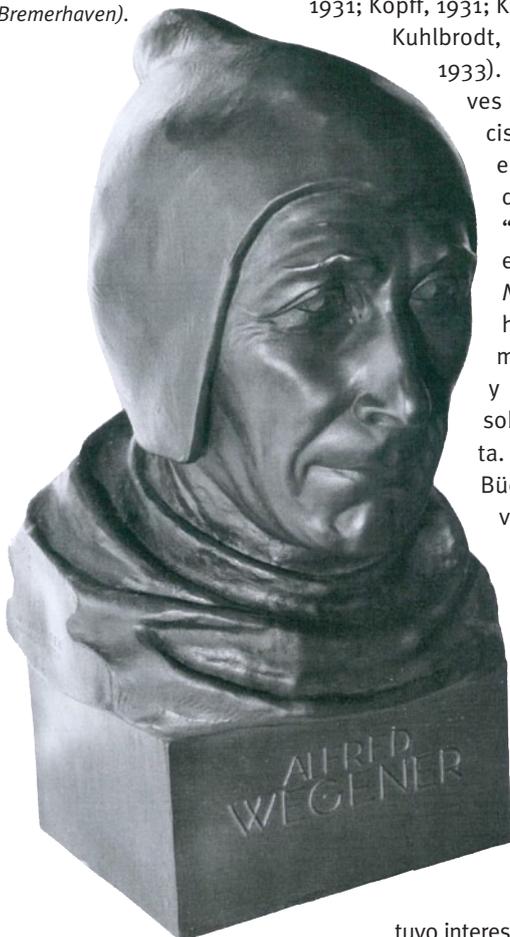
Fig. 4 (arriba). Alfred Wegener en su última expedición a Groenlandia (1930). Foto: gentileza del Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research.

Fig. 5 (abajo). Wegener y Rasmus Villumsen en Groenlandia (1930).

Fig. 6. Tumba de Alfred Wegener en Groenlandia (1931). Foto: gentileza del Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research.



Fig. 7. Busto de Alfred Wegener en el Instituto Polar y Oceanográfico (Bremerhaven).



Tras la confirmación de la muerte de Wegener, se publicaron algunas notas y obituarios en diversas revistas científicas, principalmente alemanas (Bailey, 1931; Benndorf, 1931; Berson, 1931; Cornelius, 1931; Dominik, 1931; Ficker, 1931; Haushofer, 1931; Kopff, 1931; Köppen, 1931; Spiess, 1931; Kuhlbrodt, 1932; Clément-Marot, 1933). También aparecieron breves reseñas, algunas tan concisas como un par de líneas, en *Geologische Rundschau* dentro de la sección de “personas fallecidas”. En el obituario de la revista *Nature* (D.B., 1931) se le hacía un gran reconocimiento como meteorólogo, y un lacónico comentario sobre su hipótesis movilita. El geógrafo alemán Julius Büdel (1903–1983), de la universidad de Berlín, escribió una escueta nota sobre su muerte que sería publicada también en dos revistas españolas (Büdel, 1931a, 1931b, 1932); otro obituario apareció dentro de las necrológicas de las expediciones danesas algunos años después (Trolle y Legat, 1936).

Else Wegener siempre estuvo interesada, incluso antes de casar-

se, en el trabajo del científico alemán, por un lado, en lo que respecta a las expediciones polares¹⁴ que tanto apoyó y contribuyó a forjar su espíritu aventurero conociendo y compartiendo sus ideales, y por otro en sus ideas sobre el movilitismo continental, a cuya difusión y conocimiento también colaboró (Wegener, 1932, 1960). En 1932 escribió sobre él: “Ahora yace en la tierra a cuya exploración dedicó tantos años de su vida, una tierra por la que siempre se sintió atraído tanto por sus problemas científicos como por la magnificencia de sus paisajes naturales, en la que solo puede vivir quien está preparado para arriesgarlo todo a costa de su propia supervivencia. Por encima de su seguridad estaba la de sus compañeros, y, cuando esta estaba garantizada, su trabajo científico. No le gustaba permanecer allí donde pudiese pasar el invierno con una cierta confianza, sino donde fuera difícil llevar a cabo sus proyectos científicos. Penetró en la noche invernal y sucumbió a sus esfuerzos. Pero su muerte está justificada por la grandeza de sus objetivos” (Wegener, 1932, p. 19).

En su 100^o aniversario, el 1 de febrero de 1992, fue nombrada Miembro Honorario¹⁵ de la Deutsche Gesellschaft für Polarforschung (Asociación Alemana para la Investigación Polar). Fallecería casi siete meses después, el 27 de agosto de ese mismo año, en la casa de su hija Sophie Käte con quien vivía en Sindelfingen (Alemania). Sus cenizas reposan junto con las de otros miembros de la familia Wegener en Zechlinerhütte¹⁶ (área de Brandeburgo), localidad al norte de Berlín, donde existe actualmente un pequeño museo en memoria de Alfred Wegener en una antigua escuela.

Además de diversas calles en Alemania y Austria en honor a Wegener, llevan su nombre algunas instituciones relevantes en el campo de la investigación, como el Instituto Polar y Oceanográfico de Bremerhaven, en Alemania (Alfred Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung), el Centro para el

14 En 1916 realizó la traducción alemana de la edición original danesa del informe de la expedición a Groenlandia 1912/1913; véase: Koch, J.P. (1919). *Durch die weisse Wüste*. J. Springer, Berlín, 247 pp.

15 Véanse: Strauch, F. (1992). *Else Wegener 100 Jahre alt geworden*. Mitteilung/Alfred-Wegener Stiftung, 21, 202–203; Voss, J. (1992). *In memoriam Else Wegener*. Polarforschung, 61(2/3), 183–184.

16 Aunque los antepasados de Wegener tenían un cementerio privado en Wittstock, cerca de Zechlinerhütte, algunos miembros de la rama más cercana de la familia están enterrados en esta última ciudad, en concreto sus padres Franz Richard y Anna, su esposa Else, dos de sus hermanos, Tony y Kurt, y su hija Hilde; véanse: Polthier, W. (2000). *Ein Privatfriedhof in der Mark Brandenburg. Die Begräbnisstätten der Familien Gabcke, Rudeloff und Wegener in Wittstock*. Herold-Jahrbuch, 5, 95–120; Fritzsche, D. (2008). *Die Familie Alfred Wegeners und ihre Wurzeln in Wittstock und Ruppín – ein historisch-genealogischer Streifzug*. 23. Internationale Polartagung der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung, 10 (Münster, Renania del Norte-Westfalia, 14/marzo/2008).

Clima y el Cambio Global asociado a la universidad de Graz, en Austria (Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel), y la Fundación GeoUnion para el desarrollo de las Ciencias de la Tierra en Berlín (GeoUnion Alfred–Wegener–Stiftung), así como dos cráteres de impacto, uno lunar (45,2° N, 113,3° W) y otro marciano (64,6 S, 4,0 W), el asteroide 29227 (1992 DY13), y la península groenlandesa en el fiordo donde falleció (71° 12' N, 51° 50' W).

SU OBRA CIENTÍFICA

De toda la obra científica de Alfred Wegener destacaremos aquí, por razones obvias, aquella que tiene que ver con el movi­lismo continental y por lo que es más conocido dentro de la Geología. Señalaremos también brevemente su contribución en otros campos de las Ciencias de la Tierra como la meteorología y la exploración polar, y en la explicación del origen de los cráteres lunares.

Sobre meteorología, exploración polar y cráteres lunares

Al margen de su especialización inicial en astronomía,¹⁷ Wegener, por su labor profesional, era un profundo conocedor de la física de la atmósfera terrestre y de la meteorología, y sobre estos temas había publicado medio centenar de trabajos de investigación¹⁸ en apenas dos décadas, trabajos que fueron pioneros en el desarrollo de la meteorología moderna en temas como aerología, meteo-

17 *Sobre las contribuciones astronómicas de Wegener, véanse: Ehmke, G. (1980). Alfred Wegener und die Himmelskunde. Ein Beitrag zum 100. Geburtstag des bedeutenden Naturforschers. Sterne, 56, 331–340; Hamel, J. (ed.) (1988). Beiträge zur Geschichte der Astronomie in Berlin. Archenthal–Sternwarte, Berlín–Treptow, 78 pp.*

18 *Véanse al respecto: Bernhardt, K. (1981). Die Beiträge Alfred Wegeners zur Physik der Atmosphäre. Zeitschrift für Meteorologie, 31, 342–352; Körber, H.G. (1980). Das Leben A. Wegeners und sein Beitrag zur Meteorologie. Urania Schriftenreihe für den Referenten, 6, 5–23; Körber, H.G. (1981). Die Beiträge A. Wegener zur Entwicklung der neueren Meteorologie. 16th International Congress of the History of Science Proceedings, Bucarest, 22, 101–106; Günzel, H. (1991). Alfred Wegener und sein meteorologisches Tagebuch der Grönland–Expedition, 1906–1908. Schriften der Universitätsbibliothek Marburg, vol. 59, 101 pp.; Lüdecke, C., Tammiksaar, E. y Wutzke, U. (2000). Alfred Wegener und sein Einfluss auf die Meteorologie an der Universität Dorpat (Tartu). Meteorologische Zeitschrift, 9, 175–183; Schroder, S. (2000). Alfred Wegener and the physics of geophysical phenomena in the upper atmosphere. Acta geodaetica et geophysica Hungarica, 35(1), 87–93; Lüdecke, C. (2005). Alfred Wegener's meteorological programme – A challenge in logistics and station building in Greenland. [2nd International Alfred Wegener Symposium, 30 Oct.–2 Nov./2005, Bremerhaven, Germany]. Terra Nostra, Schriften der Alfred–Wegener–Stiftung 2005/04, 65–66; Lüdecke, C. (2007). Der Meteorologe Alfred Wegener. Vor 100 Jahren führte Alfred Wegener die Aerologie in die Polarforschung ein. Naturwissenschaftliche Rundschau, 60(3), 125–128.*

rología polar, estructura vertical de la atmósfera, turbulencias, formación de microgotas y partículas de hielo en las nubes, así como en óptica y acústica atmosféricas. En 1911 apareció su libro *Thermodynamik der Atmosphäre*¹⁹ (Termodinámica de la Atmósfera), obra fundamental en su especialidad que hizo de él uno de los grandes expertos sobre dinámica atmosférica, lo que afianzó su participación como meteorólogo y jefe en diversas expediciones árticas.²⁰

Durante su estancia en la Universidad de Dorpat, en Estonia, Wegener trabajó fundamen-

19 *Wegener, A.L. (1911). Thermodynamik der Atmosphäre. J.A. Barth, Leipzig, 331 pp. (reeds. 1924, 1928); existe reedición moderna (a partir de la ed. 1924) en Verlag Dr. Müller, Saarbrücken (2007). En 1935, y de acuerdo con los planes de Alfred Wegener, esta obra se reeditó muy ampliada en colaboración con su hermano Kurt como Vorlesungen über Physik der Atmosphäre. J.A. Barth, Leipzig, 482 pp.*

20 *Sobre estas expediciones, véanse: Wegener, A.L. (1961). Tagebuch eines Abenteurers: Mit Pferdeschlitzen quer durch Grönland (ed. póstuma). F.A. Brockhaus, Wiesbaden, 156 pp.; Wegener, E. (ed.) (1932). Alfred Wegeners letzte Grönlandfahrt: Die Erlebnisse der Deutschen Grönland–Expedition 1930/31 geschildert von seinen Reisegefährten und nach Tagebüchern des Forschers. Brockhaus, Leipzig, 303 pp. [trad. inglesa: Greenland journey: The story of Wegener's German expedition to Greenland in 1930–31 as told by members of the expedition and the leader's diary. Blackie & Son, Londres (1939), 295 pp.]; véanse, además: Koch (1919), op. cit.; Georgi, J. (1933). Im eis vergraben. Erlebnisse auf Station "Eismitte" der letzten Grönland–expedition Alfred Wegeners. Verlag des Bldigschen Alpenkalenders, P. Müller, Munich, 224 pp. [trad. inglesa: Mid–Ice: The story of the Wegener expedition to Greenland. K. Paul, Trench, Trubner & Co., Londres, 247 pp. (1934)]; Wegener, K. (1932). Summary of the work of the German Greenland Expedition, 1930–1931. The Polar Record, 4, 48–55; Wegener, K. (1933). Wissenschaftliche Ergebnisse der deutschen Grönland Expedition Alfred Wegener 1929 und 1930–1931. Tomo I: Geschichte der Expedition. Brockhaus, Leipzig, 198 pp.; Westphal, F. (1952). Station Eismitte; Alfred Wegeners letzte Grönlandexpedition. Ensslin & Laiblin, Reutlingen, 78 pp.; Brockamp, B. (1959). Erweiterter Nachtrag zu den wissenschaftlichen Ergebnissen der Deutschen Grönland–Expedition Alfred Wegener. Deutsche Geodätische Kommission. Reihe B. Hft. 48, Munich, 76 pp.; Loewe, F. (1972). Alfred Wegener und die moderne Polarforschung. Polarforschung, 42(1), 1–10; Flügel, H.W. (1980). Alfred Wegeners vertraulicher Bericht über die Grönland–Expedition 1929. Akademische Druck– und Verlag–Anst, Graz, 78 pp.; Schwarzbach, M. (1980). Alfred Wegener und die Drift der Kontinente. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart (2ª ed. 1989), cap. 3; Ullmann, H. (1985). Gedenkfeier für die Deutsche Grönlandexpedition 1930/31 unter Alfred Wegener in Umanak/Grönland. Polarforschung, 55(1), 68; Voss, J. (1996). Dokumente zur lebensgeschichte Alfred Wegeners und zu seiner letzten Grönland–Expedition im Alfred–Wegener–Archiv, Bremerhaven. Berichte der Geologischen Bundesanstalt, 35, 359–366; Wutzke, U. (2000). Die Motorschlitzen "Eisbär" und "Schneespatz" am Kamarujuk: 70 Jahre "Deutsche Grönland–Expedition Alfred Wegener". Geohistorische Blätter, 3(1), 57–60; Murphy (2002), op. cit., cap. 4; McCoy, R.M. (2006). Ending in ice. The revolutionary idea and tragic expedition of Alfred Wegener. Oxford University Press, Nueva York, 178 pp.*

Fig. 8. Placa de bronce en la vivienda que ocupó Wegener en Berlín (George Wilhelm Strasse 20). En ella se puede leer: "En esta casa vivió desde 1908 a 1909 el geofísico y explorador de Groenlandia Alfred Wegener, fundador de la teoría de los desplazamientos continentales, nació en 1880 en Berlín, falleció en 1930 en los hielos groenlandeses".

talmente sobre tornados, y llegó a publicar una importante monografía sobre este tema que se considera un clásico en la literatura científica;²¹ también se interesó por el origen de los cráteres lunares cuya discusión estaba muy en boga en esos años. Frente a la opinión más generalizada de un origen asociado meramente con el vulcanismo, a finales de 1918 realizó con éxito algunos experimentos para probar su relación con los impactos meteoríticos más que con la actividad volcánica; publicó sobre ello varios trabajos, y sus ideas se concretaron en un pequeño libro titulado *Die Entstehung der Mondkrater*²² (El origen de los cráteres lunares) que aparecería en 1921.

Sobre el moviismo continental

El 6 de enero de 1912, Wegener había impartido una conferencia ante la Geologische Vereinigung (Sociedad Geológica) de Fráncfort del Meno titulada «Neue Ideen über die Herausbildung der Grossformen der Erdrinde (Kontinente und Ozeane) auf geophysikalischer Grundlage» [Nuevas ideas sobre el desarrollo de las principales estructuras de la corteza terrestre (continentes y océanos) con fundamentos geofísicos]; unos días más tarde (el 10 de enero) dictó otra conferencia de idéntico contenido, que tituló en esta ocasión «Horizontalverschiebungen der Kontinente» (Desplazamientos horizontales de los continentes) en la Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften (Asociación para el Fomento de las Ciencias Naturales) en Marburgo.

Ese mismo año, ya en la universidad de esta ciudad, y antes de partir en su segunda expedición a Groenlandia, envió para su publicación un artículo con el título «Die Entstehung der Kontinente» (El origen de los continentes) a la revista *Petermanns Geographische Mitteilungen*,²³ una de las más relevantes publicaciones científicas de la época, donde exponía las ideas básicas de su hipótesis. A pesar de su poco habitual extensión (veintiuna páginas impresas, incluyendo una tabla con tres ilustra-

21 Wegener, A.L. (1917). Wind- und Wasserhosen in Europa. F. Vieweg, Brunswick, 301 pp.

22 Wegener, A.L. (1921). Die Entstehung der Mondkrater. F. Vieweg, Brunswick, 48 pp. [Existe trad. inglesa: *The origin of lunar craters*. Earth, Moon, and Planets, 14(2), 211-236 (1975)].

23 Esta revista había sido fundada en 1855 por el geógrafo y cartógrafo alemán August Heinrich Petermann (1822-1878) con el "clarificador" título de Mitteilungen aus Justus Perthes' Geographischer Anstalt über wichtige neue Erforschungen auf dem Gesamtgebiete der Geographie von Dr. A. Petermann (Comunicaciones de la institución geográfica de Justus Perthes de las nuevas e importantes investigaciones sobre geografía regional del Dr. A. Petermann). Fue la revista más importante en lengua alemana durante décadas para la difusión del conocimiento geográfico y geológico. Dejó de editarse a finales del año 2004.

Fig. 9. Placa conmemorativa de la primera conferencia que impartió Alfred Wegener sobre los desplazamientos continentales en enero de 1912; en ella se lee, además, que "Aunque en principio fue rechazada, constituye uno de los logros científicos más importantes del siglo xx" (Senckenberg Museum, Fráncfort del Meno).



ciones), el editor, profesor Paul Langhans (1867-1952), no lo rechazó, pero lo hizo aparecer en tres partes consecutivas que constituyen el objeto de esta traducción (Wegener, 1912a, 1912b, 1912c); una versión resumida (véase más adelante *Nota sobre la traducción*) de aquellos artículos con idéntico título (Wegener, 1912d) se publicaría en *Geologische Rundschau*,²⁴ otra importante revista en lengua alemana. En ellos planteaba que los continentes actuales procedían de una masa única, cuya fracturación se habría producido posteriormente en el Jurásico, y el desplazamiento de los bloques había tenido diversas consecuencias, entre ellas el origen y distribución de los diferentes océanos del planeta y de las cordilleras, y explicaba asimismo el movimiento errante del polo.

En 1915, aprovechando la convalecencia de sus heridas sufridas en Bélgica durante la Primera Gue-



24 *Geologische Rundschau* se empezó a editar en 1911 en la *Geologische Vereinigung* (Mendig, Alemania); a partir de 1999 (vol. 88, N^o 1) pasó a denominarse *International Journal of Earth Sciences*.

rra Mundial, trabajó de lleno en su hipótesis y la publicó en forma de libro, *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane* (El origen de los continentes y océanos) (Wegener, 1915). La segunda edición apareció en 1920, y una tercera en 1922 (Wegener, 1920, 1922b), a partir de la cual se realizaron diversas traducciones a varios idiomas, entre ellos al español en 1924. Ese mismo año y en colaboración con su suegro, publicó *Die Klimate der geologischen Vorzeit*²⁵ (Los climas del pasado geológico), obra en la que, sobre la base de su teoría del desplazamiento horizontal de los continentes, daba una explicación coherente del clima terrestre a lo largo del tiempo geológico²⁶.

Durante casi quince años iría acumulando multitud de pruebas y argumentos a favor de su teoría en campos tan diversos como la geología, la geodesia, la paleontología, la geofísica o la climatología. La cuarta edición alemana de su libro fue la última en vida del autor (Wegener, 1929), de la que han aparecido también algunas ediciones póstumas así como algunos facsímiles en los últimos años. Publicó, además, otros trabajos sobre diferentes aspectos de los desplazamientos continentales.

La teoría de los desplazamientos continentales, más conocida a partir de 1922 como *deriva continental*, daría lugar a una de las controversias científicas más interesantes de la historia del conocimiento, con una enorme incidencia sobre una gran diversidad de disciplinas. Afectó no solo a la geología, sino que el debate alcanzó a las demás ciencias de la tierra, e hizo tambalear por ejemplo los cimientos de la biogeografía, o de la incipiente paleoclimatología; repercutió también en las ciencias de la vida, y en particular sobre la paleontología y los procesos evolutivos, y su influencia fue crucial, además, en el campo de la economía, que había contribuido de forma decisiva en el desarrollo de la ciencia geológica especialmente en América en cuanto a la búsqueda de recursos naturales. El análisis de este debate queda fuera de los propósitos del presente trabajo; remitimos a la colaboración de E. Álvarez Muñoz (este monográfico), y a los principales estudios que lo han tratado en profundidad en las últimas décadas (Hallam, 1973, pp. 21–59; 1983, pp. 115–135; Le Grand, 1988, caps. 3 y 4; Marvin, 1974; Oreskes, 1999; Segàla, 1990a; Wood, 1985).

25 Köppen, W. y Wegener, A.L. (1924). *Die Klimate der geologischen Vorzeit*. Gebrüder Bornträger, Berlín, 225 pp.

26 Este libro sería además crucial para la concreción de las ideas de otro eminente climatólogo, el serbio Milutin Milankovic (1879–1958), que abogaba por la influencia de las variaciones en la órbita de la Tierra sobre las glaciaciones, y que consecuentemente sería uno de los defensores de la nueva idea.

SOBRE 'EL ORIGEN DE LOS CONTINENTES' (1912)

En estos primeros artículos sobre el movi­lismo continental publicados en 1912, Wegener expresaba ya desde el propio título su idea de un planeta cam­biante: los grandes caracteres geológicos, es decir, los continentes y los océanos, así como las cordille­ras, han tenido un origen, y tanto su forma como su distribución se han ido modificando a lo largo de la historia de la Tierra, con lo cual se daba, al mismo tiempo, una explicación bastante coherente sobre el movimiento errante del polo, uno de los grandes enigmas científicos de la época. Consecuentemente la nueva teoría se enfrentaba a la idea del *perma­nentismo* defendido por la geología académica. Esta antigua hipótesis estaba ligada a la de los puentes intercontinentales que habrían permitido una dis­persión biogeográfica (incluyendo a la especie hu­mana) entre continentes separados por enormes distancias dado que los océanos se consideraban como estructuras permanentes.

En el primer artículo (Wegener, 1912a) se expone un conjunto de argumentos geofísicos en relación con las plataformas continentales (no con los litorales actuales de los continentes), las medidas de la gravedad, la isostasia, el espesor de los témpanos continentales sobre la base de estudios sísmicos, la naturaleza de los materiales sedimentarios, la plasticidad del sial y del sima, el origen de las montañas en relación con la evolución de los continentes y el volcanismo. Con todos estos argumentos Wegener planteaba la hipótesis de la fracturación y el desplazamiento horizontal de las grandes masas de sial sobre el sima subyacente, aunque las causas de dichos movimientos no estaban nada claras para el científico alemán.

La segunda parte (Wegener, 1912b) trata funda­mentalmente de las pruebas geológicas, analizando en profundidad la naturaleza de las fosas tectó­nicas, el paralelismo de las costas atlánticas y la continuidad, petrológica y orogénica, entre Nortea­mérica con Groenlandia y Escandinavia por un lado, y Sudamérica y África por otro, haciendo coincidir asimismo Centroamérica con la zona mediterránea; también estudia las continuidades entre otras áreas geográficas de Asia, Nueva Guinea y Australia. Esta continuidad física la asociaba con la biológica, tanto en lo que respecta a organismos vivos como fósiles. Se apoyaba también en todo lo que tenía que ver con la geología del paleocontinente de Gondwana, su fracturación y las direcciones de los continentes hasta la configuración actual. Una prueba impor­tante a favor de su teoría la encontraba en la glaciación del Pérmico, cuyo seguimiento permitiría recons­truir el pasado de las masas continentales.

La última parte (Wegener, 1912c) se inicia con el estudio de las regiones pacífica y atlántica, cuya comparación en la forma y tiempo de apertura po­dría explicar todas las diferencias. El movimiento

errante del polo era uno de los grandes problemas geofísicos del momento, y los datos sobre la latitud procedentes de diferentes expediciones, entre ellas las suyas propias al Ártico, así como las evidencias paleoclimáticas, apoyaban en cierta medida su idea de los desplazamientos continentales, y lograrían en el futuro una confirmación no solo de las distancias recorridas por los continentes, sino también de sus direcciones.

Wegener consideraba estos trabajos sobre el movimiento continental como un primer intento para explicar los principales caracteres de la superficie terrestre; los veía por lo tanto como muy provisionales, y más bien como una *hipótesis de trabajo*, y precisamente como tal sería criticada duramente en los años siguientes, y fue presentada incluso como un excelente ejemplo de lo que *no* debería ser una hipótesis de trabajo.²⁷ Las ideas las había estado madurando durante varios años antes de su publicación, como refleja su correspondencia personal, especialmente en algunas cartas a su futuro suegro, Wladimir Köppen. En ellas le exponía los fundamentos básicos de su teoría y algunos de sus argumentos a favor de ella como la similitud de las costas atlánticas de Sudamérica y África, diversas pruebas paleoclimáticas sobre la fragmentación de Gondwana o el papel de la isostasia frente a la teoría de los puentes intercontinentales.

En una carta a Köppen, fechada el 6 de enero de 1911, reconocía por primera vez que el origen de su idea estaba en el gran paralelismo que había observado entre las costas de África y Sudamérica que encajaban como las piezas de un rompecabezas;²⁸ en los años siguientes indicaría que además le sorprendieron las similitudes paleontológicas entre Brasil y África, si bien Wegener nunca aclaró esta referencia.²⁹ Por otro lado, también se ha señalado que Wegener se inspiró para su teoría en la partición y separación de los hielos árticos durante su primera expedición a Groenlandia,³⁰ aunque esta historia, atribuida al cartógrafo y geólogo danés Lauge Koch (1892–1964), no es auténtica.³¹

En estos primeros trabajos Wegener anticiparía intuitivamente diversas ideas sobre la dinámica terrestre que décadas más tarde configurarían el modelo geotectónico del planeta. Entre esas ideas se encuentran, por ejemplo, la convección del manto (véase la traducción, p. [195]), la relación entre la batimetría y la edad o temperatura por debajo del

27 Véase, por ejemplo: Semper, M. (1917). *Was ist eine Arbeitshypothese?* Zentralblatt für Mineralogie, Geologie, und Paläontologie, 1917, 146–163.

28 Wegener (1960), p. 75; véanse, además: Wegener (1922d), p. 10; Wegener (1929), p. 13.

29 Véase: Brouwer, A. (1983). *Was veranlasste Alfred Wegener zum Studium der Kontinentverschiebung?* Geologische Rundschau, 72(2), 739–741.

30 Holmes, A. (1965). *Geología física*. Ed. Omega, Barcelona (trad. castellana 1980 de la 3ª ed. revisada), p. 698.

31 Schwarzbach (1980a/1986), p. 173; Hallam (1983), p. 116.

lecho marino (p. [305]), y el significado de la dorsal mesoatlántica y la expansión del fondo oceánico (pp. [305–306]). En el caso del científico alemán, la *intuición* no actuó como obstáculo epistemológico, sino que le condujo a comprender y a relacionar con claridad diversos hechos ajenos a toda especulación, y constituye uno de los fundamentos epistémicos aplicados por Wegener en su metodología abductiva.³²

Poco se puede decir de la respuesta de la comunidad científica a estos primeros artículos de Wegener. Prácticamente solo calaron en los investigadores germanoparlantes, y la opinión, como no podía ser de otra forma, estuvo dividida, aunque el debate no dominó en ningún momento la literatura científica.

Dentro de su propio entorno algunos autores le dieron su apoyo, entre estos el ya mencionado astrónomo Wilhelm Foerster, director de su tesis doctoral, y los geodestas Friedrich Robert Helmert (1843–1917) y Albrecht Penck (1858–1945), además de Köppen que, por otro lado, le había mostrado ciertas reservas y algunas advertencias, especialmente por aventurarse en una rama que no era de su especialidad.

Las nuevas ideas, por otro lado, ponían en entredicho la llamada *teoría de la pendulación*,³³ según la cual el eje de la Tierra sufría oscilaciones o cambios periódicos que repercutían en el movimiento errante del polo; aunque, en principio, solo formaba parte del dominio de la física, para el zoólogo alemán Heinrich Simroth (1851–1917) estas oscilaciones también habrían influido en el clima terrestre, en la distribución de tierras y mares, y en la evolución de los seres vivos, incluyendo los procesos y mecanismos de supervivencia y extinción de las especies.³⁴ Wegener, sin embargo, en los años siguientes rechazaría esta teoría.³⁵

Pero también recibió una tenaz oposición, entre otros, de los geólogos Karl Diener (1862–

32 Sobre la implementación de la metodología de la abducción, con algunas referencias a la teoría de Wegener, véanse, por ejemplo: Rivadulla, A. (2008). *Discovery practices in natural sciences: from analogy to production*. Revista de Filosofía, 33(1), 117–137; Rivadulla, A. (2010). *Estrategias del descubrimiento científico. Abducción y producción*. En: Andrade, R. de, Lewowicz, L., Hidalgo, J.M., Celestino, C. y Al-Chueyr, L. (eds.). *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul. Seleção de Trabalhos do 6º Encontro. AFHIC, Campinas*, pp. 120–129.

33 Véase: Reibisch, P. (1901). *Ein Gestaltungsprinzip der Erde*. 27. Jahresbericht des Vereins für Erdkunde zu Dresden, pp. 105–124.

34 Simroth, H. (1907). *Die Pendulationstheorie*. Leipzig, K. Grethlein, 564 pp.; véase, además: Klöcking, J. y Arldt, T. (1913). *Simroths biologische Entwicklungsgesetze im Lichte der wegengerschen Hypothese*. Petermanns Geographische Mitteilungen, 59(1), 121–122.

35 Véanse: Wegener (1922d), p. 83–84; Wegener (1929), p. 119–120.

1928), Max Semper (1870–1952), y Wolfgang Soergel (1887–1946), grandes defensores del *permanentismo*. Se rechazó, pues, la teoría globalmente, y se criticó, por un lado, el conjunto de argumentos y evidencias que presentaba a favor del movi­lismo continental, y, por otro lado, el método de trabajo considerado altamente especulativo y retórico, algo parecido a una típica *cháchara* donde se intentaban relacionar las observaciones y las discusiones solo con aquellos argumentos que le daban validez a la teoría,³⁶ una especie de *juego de posibilidades* pero sin *evidencias positivas fundamentales*.³⁷ Por otro lado, el geólogo y paleontólogo alemán Karl Andréé³⁸ (1880–1959), colega suyo en la Universidad de Marburgo, criticó la explicación que daba Wegener para el origen de las montañas en los márgenes continentales, la plasticidad del sial y el sima, y su relación con la isostasia, puesto que, para Andréé y de acuerdo con la teoría del geosinclinal, no se trataba de una hipótesis de trabajo sino de una *constatación experimental*.³⁹

La primera edición alemana de su libro, *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*, tampoco atrajo demasiado la atención internacional sobre sus ideas debido a que apareció en 1915, durante la Primera Guerra Mundial. La crítica más importante a la teoría de los desplazamientos continentales, especialmente por parte de británicos y norteamericanos, surgió tras la traducción inglesa, en 1924, de la tercera edición alemana de 1922. Por razones obvias, y como ya se indicó con anterioridad, esta respuesta queda fuera del ámbito de este trabajo.

ANTECEDENTES DE LA TEORÍA DE LOS DESPLAZAMIENTOS⁴⁰

Al analizar los antecedentes históricos de la deriva continental no pretendemos menoscabar en absoluto las aportaciones del científico alemán, sino utilizar la historia para comprender la riqueza del pensamiento humano y la pluralidad de los modos de conocimiento. Pero no perderemos de vista con esto que la llamada *teoría de los precursores*

36 Sobre estos aspectos metodológicos, véase: Le Grand, H.E. (1986). *Steady as rock: Methodology and moving continents*. En: Schuster, J.A. y Yeo, R.R. (eds.). *The Politics and rhetoric of scientific method: historical studies*. D. Reidel, Dordrecht, pp. 97–138.

37 Diener, C. (1915). *Die Grossformen der Erdoberfläche*. Mitteilungen der Kaiserlich-Königlichen geographische Gesellschaft, 58, 329–349.

38 No se debería confundir con su homónimo Karl Andréé (1808–1875), geógrafo y etnógrafo alemán.

39 Andréé, K. (1914). *Über die Bedingungen der Gebirgsbildung*. G. Borntraeger Verlag, Berlín, pp. 32–35 y 55–60.

40 Este apartado es una revisión de García Cruz (2003).

ha recibido una dura crítica desde hace varias décadas, principalmente a partir de las reflexiones totalmente justificadas de Alexandre Koyré (1892–1964). La influencia de la noción de *precursor* en el campo de la historia ha sido calificada de *nefasta* por este filósofo e historiador de la ciencia franco-ruso, porque interpretar a un autor en función de sus supuestos antecedentes condiciona e impide la comprensión de dicho autor.⁴¹ Las ideas, con un desarrollo independiente, nacerían en una mente y alcanzarían la madurez y fructificarían en otra. De esta forma es posible rastrear la historia de los problemas que han preocupado al ser humano a lo largo del tiempo, y comprender las soluciones que se han ido proponiendo. En esa historia, la importancia de una doctrina no residiría en sus propios orígenes sino más bien en su productividad,⁴² atendiendo a lo fecundo que sean sus presupuestos.

Sin perder de vista el enfoque crítico de Koyré, introduciremos algunos aspectos históricos en el desarrollo de la ciencia geológica que permitirán abrir una perspectiva interesante sobre los supuestos orígenes de la teoría de los desplazamientos continentales. Con esto no se pretende, en absoluto, desacreditar o empujar a un lado la aportación de Wegener, sino realzar su dimensión histórica en tanto que marcó unas directrices nuevas en la forma de contemplar el planeta, con unas consecuencias innovadoras que, con el tiempo, quedarían integradas en el desarrollo posterior de la Tectónica de Placas.

Wegener no fue el primero en plantear la existencia de una sola masa continental, así como de los acoples de los continentes actuales y su separación y formación del océano Atlántico. Algunos autores se habían anticipado con ideas muy similares, pero también de una gran simpleza. Prácticamente en todos los estudios sobre la deriva continental se citan algunos de los *precursores*; de hecho, incluso el propio Wegener, en los años siguientes a estos primeros trabajos (Wegener, 1922, pp. 17–18, 1929, pp. 14–15), reconoció a unos cuantos autores con los que estaban en *consonancia* sus ideas, como, por ejemplo, H. Wettstein (1880), C.F. Löffelholz von Colberg (1886), W.F. Coxworthy (1890)⁴³, D. Kreichgauer (1902), y E.H.L. Schwarz (1912), sobre los que se harán unas breves consideraciones. También cita a F.B. Taylor (1910), pero este autor se analizará al final.

41 Koyré, A. (1934). *Introducción*. En: Copérnico, N. (1543). *Las revoluciones de las esferas celestes*. Libro Primero. EUDEBA, Buenos Aires (trad. castellana 1965 de la trad. francesa 1934), pp. 7–8.

42 Koyré, A. (1961). *La révolution astronomique: Copernic, Kepler, Borelli*. Hermann, París, pp. 9–10.

43 Esta fecha (1890) que da Wegener es errónea; como se indica en el párrafo siguiente y en la bibliografía, la obra de Coxworthy se publicó originalmente en 1848.

Para el suizo Heinrich Wettstein (1831–1895), la gravitación provocaba movimientos de la materia en sus diferentes estados, y llegó a plantear un deslizamiento de los bloques continentales hacia el oeste debido al efecto gravitacional del sol (Wettstein, 1880, III.5, pp. 47–60). Ideas parecidas defendió también Carl Freiherr Löffelholz von Colberg (1825–1907) en una obra sobre la rotación de la corteza terrestre (Colberg, 1886, caps. 1–3). El inglés William Franklin Coxworthy (¿–1890), a mediados del siglo XIX publicó un pequeño tratado sobre la acción del fenómeno eléctrico en el origen de la Tierra, en el que explicaba el acople de los continentes agrupados en una masa única semejante a lo planteado por Wegener varias décadas más tarde (Coxworthy, 1848, cap. VII, pp. 69–82 [Fig. 5, p. 70]). El misionero alemán Damian Kreichgauer (1859–1911), en un tratado sobre el papel del ecuador en geología, llegó a considerar que la corteza no era un todo coherente, sino que estaba compuesta por un mosaico de numerosos témpanos a modo de balsa flotante (Kreichgauer, 1902, II.1, p. 27, II.13, p. 42), y que las masas continentales sufrían una cierta distorsión por efecto de la rotación. Poco antes que Wegener, en 1910, el geólogo sudamericano Ernest Hubert Lewis Schwarz (1873–1928) había planteado en una obra sobre las causas en geología la concordancia entre las costas de Sudamérica y África y su acople en el pasado geológico, en contra consecuentemente del permanentismo (Schwarz, 1910, pp. 8–9; 1912), a pesar de que algunos años antes se había mostrado partidario de los puentes intercontinentales.

Sin embargo, existen otros muchos autores que trataron de alguna forma, con mayor o menor extensión, este problema. Durante mucho tiempo se ha venido considerando como el primer precursor de la deriva continental al filósofo británico Francis Bacon (1561–1626), quien en su *Novum Organum* (Nuevo Instrumento) habría propuesto en 1620 el acople entre Sudamérica y África. Basta una lectura atenta de esta obra de Bacon para comprender 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 denominaba *hechos análogos (instantiae conformes)* (Bacon, 1620, p. 185), analogías que serían recordadas más de dos siglos después por el naturalista alemán Alexander von Humboldt (1769–1859) al comparar la forma piramidal de las extremidades meridionales de todos los continentes, dentro de las semejanzas físicas en la configuración del mundo (*similitudines physicae in configuratione mundi*) (Humboldt, 1845, p. 308).

Por otro lado, se ha señalado al matemático y astrónomo musulmán de origen persa Abu Rayhan al-Biruni (973–1050?) en relación con los *desplazamientos horizontales* de algunas masas terrestres (Leonov, 1973). Efectivamente, en su tratado geográ-

fico *Kitab Tahdid Nihayat al-Amakin Litashih Masafat al-Masakin* (Determinación de las coordenadas de las posiciones para la corrección de las distancias entre ciudades), escrito hacia el año 1030 d.C., tras el estudio de las coordenadas geográficas de diversas localidades y en comparación con otros cálculos, había llegado a la conclusión de que algunas ciudades habían cambiado de posición (Al-Biruni, c. 1030). 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, cap. VI), por lo que no es posible enmarcar a este autor en el movi-lismo geológico.

También se ha situado al filósofo y astrónomo italiano Giordano Bruno (1548–1600) “entre los precedentes no científicos del movi-lismo” por su defensa de los cambios de posición de tierras y mares (Anguita, 1983, p. 195). Estas ideas del fraile dominico forman parte del carácter divulgador de su obra, y en concreto de *La cena de las cenizas*, en relación, en este caso, con el pensamiento cíclico de Aristóteles sobre la *renovación periódica*, entre otras cosas, de mares y continentes, dentro de su visión de la *alternancia vicisitudinaria* de toda la naturaleza (Bruno, 1584, Cuarto Diálogo, pp. 141–142, Quinto Diálogo, pp. 160 y 166), más propia de los ciclos de la materia que de la geología movi-lista.

Los precursores de la teoría de los desplazamientos se remontan realmente a las primeras cartografías mundiales tras 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 constituye el principal (si no el único) agente modelador del relieve, cuando no en disertaciones de corte moralista dentro de diversas exégesis bíblicas, bastante lejos en realidad de cualquier planteamiento científico. Estos antecedentes abarcan tres aspectos distintos, que solo en los auténticos precursores de la deriva son considerados conjuntamente: por un lado, la similitud y unión de los continentes; por otro, la existencia de un solo continente y, finalmente, la fracturación y separación de esta única masa continental.

De acuerdo con estos criterios, la primera cita sobre la relación de semejanza de América con Europa y África se ha encontrado en una referencia sobre la Atlántida de Platón realizada por Abraham Ortelius (1527–1598) en la edición de 1596 de su *Thesaurus Geographicus* (Tesauro geográfico), publicado inicialmente como *Synonymia Geographica* en 1578; en la entrada referida a la antigua Gadir (Ortelius, 1596, GADIRICVS),⁴⁴ este geógrafo y cartógrafo flamenco interpreta la separación catas-

44 Esta observación de Ortelius no aparece en las ediciones de 1578 y 1587, y resulta curioso, por otro lado, que no se encuentre, como era de esperar, en las entradas ATLANTIS u OCEANVS ATLANTICVS, sino en la citada de GADIRICVS.

trófica de los continentes en el pasado mediante *un terremoto y una inundación*, quedando como vestigio el contorno de sus costas, y concediéndole así algo de predicamento a Platón. Estas ideas, sin duda, influirían en la valoración de la Atlántida en aquellas discusiones que se originaron en siglos posteriores sobre el problema teológico que suponía el poblamiento aborigen de las Américas y que sería analizado por el fraile español Gregorio García (1554–1627), de la orden de los Predicadores, en su estudio sobre el origen de los indios del Nuevo Mundo (García, 1607, Libro IV, cap. VIII).

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 el estudioso inglés Richard Rowlands (1565–1620), más conocido como Verstegen por su ascendencia holandesa, en un libro sobre la *restitución* de la inteligencia (Verstegen, 1605, p. 95). Varias décadas después, el moralista francés François Placet, en un tratado sobre la *corrupción* del mundo de 1668, propuso que antes del diluvio solo existía un bloque continental, cuyo hundimiento catastrófico dio lugar al océano Atlántico (Placet, 1668, sec. IV, pp. 65–70). Ya en el siglo XVIII, en *Principia Rerum Naturalium* (Los principios de las cosas naturales) de 1734, el científico y teólogo sueco Emanuel Swedenborg (1688–1772) sostenía 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 (Swedenborg, 1734). Ideas como estas, inspiradas a su vez en René Descartes y Thomas Burnet y fuertemente arraigadas en la teología, influyeron asimismo en los planteamientos del naturalista sueco Carl Linné (1707–1778) quien, en su obra *Oratio de telluris habitabilis incremento* (Discurso sobre el aumento de la tierra habitable) situaba el primer jardín botánico del Edén en una única isla primordial (Linneo, 1744, p. 134) que iba creciendo conforme se retiraban las aguas. También en una exégesis bíblica en relación con el cataclismo platónico, Theodor C. Lilienthal (1717–1781), profesor de teología en Königsberg, sugería el acople de Sudamérica y África (Lilienthal, 1756, VII, pp. 246–250). Por otro lado, el naturalista francés Georges Louis Leclerc, conde de Buffon (1707–1788) insistió repetidas veces sobre la existencia de *un solo continente* en diferentes partes de su *Histoire Naturelle* (Buffon, 1749, Second Discours, p. 139; 1769, pp. 193–194; 1770, pp. 280–281), así como en sus *Épocas de la Naturaleza* (Buffon, 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; 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 (1713–1784), quien utilizó ideas similares en el *suplemento* que escribió al *viaje* de Bougainville (Diderot, 1772, pp. 70–71), así como en los supuestos que sobre el poblamiento de América hizo el jesuita mexicano Francisco Javier Clavijero (1731–1787) en su *Historia antigua de México* (1780), y del que se ha dicho incluso que habría llegado a imaginar “algo que en cierta manera reconstruye la Pangea de la geología actual” (Capel, 1985, pp. 69 y 79); algo parecido ocurre con las ideas de las conexiones continentales propuestas por el jesuita y antropólogo español José de Acosta (1539–1600), en su *Historia natural y moral de las Indias*, y por el ensayista benedictino y polígrafo español fray Benito Jerónimo Feijoo (1676–1764) en su *Teatro Crítico Universal* (1733). Sin embargo, la lectura de dichas obras (Acosta, 1590, Libro 1, pp. 109 y 111–112; Feijoo, 1733, discurso xv, pp. 321–350; Clavijero, 1780, Libro x, pp. 439–440), nos sugiere que estas ideas sobre *continentes intermedios hundidos por grandes terremotos* están más cerca de la hipótesis de los puentes terrestres que de los precursores de las uniones continentales que estamos analizando.

Durante todo el siglo XIX continuaron haciéndose conjeturas parecidas, y en muchas de ellas se recurría una vez más a una relación causal con el diluvio universal.

Alexander von Humboldt, en su primera aproximación geológica de Sudamérica (Humboldt, 1801, concretamente, p. 33), y más tarde en su obra cumbre, *Cosmos* (Humboldt, 1845, pp. 308–310), llamó la atención sobre lo que denominaba el *gran valle atlántico*, abierto por la irrupción de las aguas, y sobre la semejanza en la forma de los continentes, con especial referencia a las relaciones mutuas de las costas opuestas de África y Sudamérica. Estos dos continentes, que manifestaban tantas analogías bajo otros muchos aspectos, eran los que mayor uniformidad presentaban en sus costas, y el océano Atlántico tenía todos los indicios que caracterizaban la formación de un valle. Para Humboldt, las únicas causas que llegaban a modificar *la forma de los continentes* eran el solevantamiento y la depresión de la tierra firme o de la masa de agua, fenómenos ligados con la isostasia y con las transgresiones/regresiones marinas. Una semejanza parecida también sería señalada por el científico inglés Thomas Young (1773–1829) en una de sus conferencias sobre filosofía natural impartidas a principios de siglo (Young, 1807, p. 571). El poeta holandés Willem Bilderdijk (1756–1831), en su poema *De ondergang der eerste wareld* (La decadencia del primer mundo), basándose en la Biblia y sobre datos científicos del geólogo suizo Jean-André Deluc (1727–1817), también dibujó un mapa de ese primer mundo constituido por un único superconti-

nente donde situaba el Jardín del Edén y que sería fraccionado por la acción del diluvio (Bilderdijk, 1820, p. 181). Por otro lado, el geógrafo alemán Carl Ritter (1779–1859) advirtió en un tratado geográfico 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 (Ritter, 1822, p. 62). El escocés Thomas Dick (1774–1857) fue primero en plantear la posibilidad de que se diera un movimiento efectivo de separación entre Sudamérica y África en su obra *Celestial Scenery* (Dick, 1838, pp. 109–112). Unos años después, el danés Frederik Klee (1808–1864), en una obra sobre el diluvio, sostuvo que Europa, América septentrional y Asia formaban un solo continente antes del cataclismo bíblico (Klee, 1842, cap. X). Por su parte, el ingeniero de minas británico Evan Hopkins (1810–1867) desarrolló, en 1844, toda una teoría del desplazamiento continental *en dirección norte* basándose en el magnetismo terrestre, sin considerar en absoluto las semejanzas en los litorales (Hopkins, 1844, cap. xx). El cubano Fernando Valdés y Aguirre (1837–1871), catedrático de química⁴⁵ en La Habana, se adelantaría a otras ideas mejor conocidas como las de A. Snider–Pellegrini, en un artículo publicado, en 1856, en *Floresta Cubana*,⁴⁶ donde llama la atención sobre una “cuestión curiosa e importante” al contemplar sobre un mapamundi la correspondencia entre las costas africanas y americanas y la posibilidad de haber estado unidas en el pasado, cuya separación achaca a un “enorme sacudimiento, acompañado de no menor hundimiento”; más tarde abordaría el mismo tema en una obra sobre la Cuba primitiva (Valdés y Aguirre, 1856, 1859, pp. 23–37). El geólogo anglo-norteamericano Richard Owen⁴⁷ (1810–1890), dentro de *sus* claves (organicistas) para la geología del globo (1857), relacionaba el origen de los continentes con la fragmentación de la corteza debido a fuerzas internas que expandían la Tierra, y trazaba un mapa de la disposición de los conti-

45 En otra fuente de la época se cita a este autor como “suplente de geografía é historia en la universidad de la Habana” (ortografía original); véase: Hidalgo, D. (1862). Diccionario general de bibliografía española. Imprenta de las Escuelas Pías, Madrid, tomo I, p. 125.

46 Floresta Cubana, fundado en 1855 por el poeta cubano Felipe López de Briñas (1822–1877), era, según reza en su primera página, un “periódico quincenal, de ciencias, literatura, artes, modas, teatros, &., dedicado al bello sexo”, editado por el también poeta José Socorro de León (1831–1869).

47 No se debería confundir con su homónimo y contemporáneo Sir Richard Owen (1804–1892), eminente biólogo y paleontólogo británico, fundador científico del Natural History Museum de Londres.

nentes en el pasado, donde, por ejemplo, África estaba *sumergida bajo* Sudamérica y Australia se *situaba sobre* Arabia (Owen, 1857, p. 65, diagrama I, p. 257, y explicación en p. 254). Uno de los más reconocidos precursores de la deriva continental es Antonio Snider–Pellegrini (1802–1885), viajero italo-americano residente en París; en su intento de desvelar los misterios de la creación en 1858, 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 expresar gráficamente (Snider–Pellegrini, 1858, pp. 304–340, láminas 9 y 10 entre las pp. 314–315). Estas ideas de Snider–Pellegrini serían divulgadas por John Henry Pepper (1821–1900) en una popular obra sobre los metales (Pepper, 1861, pp. 8–11). Las mismas similitudes y conexiones entre Sudamérica y África fueron sugeridas por el geógrafo francés Elisée Reclus (1820–1905), más conocido por sus ideas libertarias, quien, además, afirmaba que los continentes se movían, de la misma forma que el aire y el agua, en círculo alrededor del globo (Reclus, 1868, Primera Parte, cap. II, p. 50, Segunda Parte, cap. I, sec. IV). El geólogo y explorador italiano Domenico Lovisato (1842–1916), había observado asimismo hacia 1874 el paralelismo en las costas, y achacaba a un cataclismo *cuaternario* la separación de las Américas para formar la Atlántida (Fossa–Mancini, 1924; Lagrange, 1925). Ideas parecidas defendería igualmente el científico aficionado ruso Yevgraf Vasil’evich Bykhanov (1828–1915), algunos años después (Bykhanov, 1877). George H. Darwin (1845–1912), segundo hijo del autor de *El origen de las especies*, con una visión catastrofista, y basándose en su teoría de la separación 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 (Darwin, 1879a, 1879b). Ese mismo año, el ingeniero de minas catalán Josep Margarit i Coll (1847–1908), en un breve artículo sobre el origen de las erupciones volcánicas, había sugerido ideas muy parecidas a las comentadas anteriormente de Kreichgauer: la corteza terrestre no constituye *un todo compacto*, es decir, se compone de *masas prismáticas yuxtapuestas* entre las que existen grietas o fisuras, lo que significaba que estaba sujeta a los movimientos de la piro-esfera que le provocaba fracturas y dislocaciones (Margarit, 1879). Una idea parecida a la de Wettstein citada con anterioridad la encontramos también en el reverendo Osmond Fisher (1817–1914) en un estudio sobre la causa de las cuencas oceánicas (Fisher, 1881, 1882). Por otro lado, se ha llegado a considerar a Eduard Suess (1831–1914) y a Marcel Bertrand (1847–1907) como posibles precursores de las uniones continentales. Estos autores no plantearon las *similitudes* o *acoples*, sino

más bien la existencia de grandes *supercontinentes*. Efectivamente, Suess, 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*, conocida también como *continente* o *tierra de Gondwana* (Suess, 1885, p. 604), que comprendía Sudamérica, África y la India, y en la que algunos seguidores del geólogo austríaco incluirían posteriormente Australia y la Antártida. Asimismo, otro paleocontinente se extendería en el hemisferio norte, formado por Norteamérica y Eurasia, llamado *Laurasia* (Staub, 1928, p. 121). 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 en 1887 al comparar las similitudes existentes entre las cadenas montañosas europeas y norteamericanas, que le sugerían una cierta continuidad o prolongación (Bertrand, 1887). Ese mismo año, el norteamericano Charles Bartlett Warring (1825–1907), en un artículo sobre la evolución de los continentes, criticaba las ideas de Humboldt sobre el origen catastrofista para el océano Atlántico; al mismo tiempo, analizaba el paralelismo entre las costas de diferentes partes del planeta, y proponía una ruptura de la corteza sílica original esencialmente mediante la actividad sísmica como origen de dichas similitudes (Warring, 1887). Un año después, Alexander Petrovich Karpinsky (1847–1936), considerado como el *padre de la geología rusa*, publicó un interesante trabajo sobre la regularidad de los perfiles de los continentes, así como de su distribución y estructura (Karpinsky, 1888). Para el científico ruso, esta similitud no era accidental, por lo que debían existir asimismo analogías en relación con otros caracteres dentro de los continentes. En dicho artículo comparaba también las diferentes cordilleras de la tierra en sus aspectos direccionales y orogénicos. Aunque no planteó ni la unión ni la posterior fragmentación y desplazamiento de una masa continental única, el trabajo de Karpinsky abrió el camino para las generalizaciones de la teoría de Wegener. Por otro lado, el músico y científico italiano Roberto Mantovani (1854–1933), durante su estancia como cónsul en la Isla de Reunión a finales del siglo XIX, 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. Sobre esta base, contribuyó al desarrollo de una teoría sobre la *expansión* de la tierra, y mantuvo, además, correspondencia con Wegener y defendió la idea de la deriva continental (Mantovani, 1889, 1909, 1924).

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 (1864–1948), profesor de geología de la Universidad de Turín, llegó a plantear formalmente, en 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 (Sacco, 1895, 1906, pp. 10–11), aunque años después criticaría violentamente la teoría de Wegener (Sacco, 1929). Por otro lado, la mayor parte de otro tipo de explicaciones como es el caso de los norteamericanos William H. Pickering (1858–1938) y Howard B. Baker (1872–?), se asociaba el desarrollo de las cuencas oceánicas y los desplazamientos continentales con el origen cataclísmico de la luna (Pickering, 1907, 1924; Baker, 1911, 1912, 1913a, 1913b, 1914). Baker, incluso, partiendo de algunas ideas desarrolladas en 1902 por el zoólogo germano-norteamericano Arnold Edward Ortmann (1863–1927), trazó unos acoples continentales entre las Américas y África semejantes a las que postularía Wegener en los años siguientes (Baker, 1913b).

Pero, sin duda, el más notable de todos los antecedentes de la deriva continental fue el geólogo y geógrafo norteamericano Frank B. Taylor (1860–1938). En 1898, en un breve estudio astronómico, 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. Esta era la base de su hipótesis orogénica 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 seguiría años después abundando en ella (Taylor, 1898, 1910, 1920, 1923, 1925, 1926, 1928a, 1928b, 1930, 1932⁴⁸). Wegener reconoció siempre que Taylor se había anticipado a su teoría, pero también sostuvo la independencia de ambas ideas (Wegener, 1922, p. 18; Wegener, 1929, p. 15). Sin embargo, algunos historiadores de la ciencia han planteado una seria duda en relación con esto a favor de Taylor: en una carta personal al editor de *Popular Science Monthly*, escrita el 4 de diciembre de 1931, Taylor afirmaba tener la confianza de que el autor alemán estaba al tanto de su trabajo, algo que Wegener jamás llegó a reconocer. Recordemos, por

48 Esta última referencia trata fundamentalmente sobre su discrepancia con las ideas de Wegener.

otro lado, que la formación inicial de Wegener era en Astronomía, y pudo haber tenido perfectamente conocimiento del trabajo astronómico de Taylor (Toten, 1980, 1981; Cohen, 1985, p. 401, nota 1).

Por último, en 1911, el revolucionario, físico y geólogo polaco Józef Łukaszewicz (1863–1928), en el tercer volumen de su obra *Vida inorgánica de la Tierra*, refutaba la permanencia de las masas continentales, y consecuentemente defendía la distinta distribución de los continentes y océanos a lo largo de la historia de la Tierra, a partir de diferentes mapas paleogeográficos globales sobre la base de sus propios estudios, así como de la teoría de la contracción y de la isostasia, y de trabajos previos de Suess y Karpinsky, entre otros (Łukaszewicz, 1911). Para Łukaszewicz, y en esto se adelantaría a Wegener, los continentes se habrían desplazado horizontalmente sobre un *substratum* (manto) subcortical plástico.

De cualquier forma, frente a un marco teórico tremendamente complejo⁴⁹ donde la idea que predominaba era el permanentismo, fue Alfred Wegener quien desarrolló la hipótesis movi lista con mayor amplitud, con una aportación ingente de argumentos basados en datos geológicos, geofísicos, geodésicos, paleoclimáticos, y paleontológicos y biológicos, a lo largo de casi veinte años, en las sucesivas ediciones revisadas de su obra. Esto le ha dado al científico alemán un mayor reconocimiento en cuanto a la autoría, y al mismo tiempo le hizo objetivo de las críticas más severas.

NOTA PRELIMINAR SOBRE LA PRESENTE TRADUCCIÓN

Los trabajos que presentamos aquí recogen la traducción por primera vez en lengua castellana realizada directamente del original alemán de los tres primeros artículos que Alfred Wegener dedicó al movi lismo continental bajo el título “Die Entstehung der Kontinente” (El origen de los continentes) y que aparecieron en la revista *Petermanns Geographische Mitteilungen* (Wegener, 1912a, 1912b y 1912c). De estos trabajos existe traducción inglesa completa en Jacoby (2001),⁵⁰ y varios fragmentos también

49 Véase, al respecto: García Cruz, C.M. (2003). *La filosofía geológica en los inicios del siglo XX: Marco epistemológico de la deriva continental*. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 11(1), 28–37.

50 En la presentación de esa traducción inglesa (algo defectuosa y anacrónica, y con diversos errores bibliográficos) de Wegener (1912a, 1912b, y 1912c), se confunde el orden de publicación de estos trabajos en relación con el que apareció ese mismo año en *Geologische Rundschau* (Wegener, 1912d) al interpretar que aquéllos son versiones ampliadas de este. Sin embargo, el propio autor deja claro en este último trabajo así como en su obra posterior que, por el contrario, el último artículo es una versión condensada de los anteriores; véase: Wegener (1912d, p. 277, nota 1; 1922, p. 16; 1929, p. 13).

en inglés comentados en Shea (1985), pp. 147–164, y Fritscher (2002); asimismo, existe un breve comentario crítico en relación con los esquemas utilizados por Wegener en estos trabajos en Harmon y Gross (2007), pp. 165–168.

En la presente traducción se ha mantenido la paginación original entre corchetes, en *cursiva* y **negrita**, indicando el inicio de cada página. Se han seguido las normas básicas que constituyen la *regla de oro* de cualquier traducción, a saber: *Decir todo lo que dice el original, no decir nada que el original no diga, y decirlo con la corrección que permite*, en este caso, *el castellano*.⁵¹ Se ha procurado, así, ser fiel al texto, especialmente en cuanto a la terminología utilizada, conservando una serie de vocablos obsoletos o que tenían a principios del siglo xx un significado ambiguo o distinto al que se le daría posteriormente en las Ciencias de la Tierra; adaptar los términos a la actualidad hubiera sido una reinterpretación de estos trabajos y se habría caído en un anacronismo historiográfico.

Wegener no fue nada explícito en cuanto a las fuentes consultadas: en la mayoría de los casos solo cita al autor por el apellido, y en el caso de la publicación (libros o artículos), por el título en forma abreviada y a veces incompleta. Esto motivó una búsqueda bibliográfica exhaustiva, labor que nos ha permitido, por un lado, identificar a todos los autores citados por Wegener y, por otro, mediante la consulta de las fuentes originales, modificar y corregir las notas a pie de página (que han sido reenumeradas correlativamente), y en las que se dan las referencias exactas, concretándose incluso la página o rango de páginas de la cita correspondiente. También se han añadido otras *notas del traductor* (siguiendo la misma numeración correlativa, pero entre corchetes y con la indicación expresa **NT**), en las que además de completar la bibliografía que omite Wegener, se aportan datos científicos, históricos y epistemológicos que permiten una mejor comprensión y profundización. Estas observaciones a veces están insertadas en las notas originales entre corchetes y también con la indicación **NT**. Se han conservado algunos pequeños párrafos que aparecen en el original en inglés y en francés, y se da asimismo su traducción castellana en la nota correspondiente.

La fuente de documentación más importante citada reiteradamente por Wegener es *Das Antlitz der Erde* (1885–1909) de Eduard Suess. Aprovechando que existe una traducción castellana de esta obra,⁵² junto a la referencia completa del original alemán se remite también como *nota del traductor [NT]* a la versión en nuestro idioma, aunque no se da una

51 García Yebra, V. (1970). *Prólogo*. En: *Metafísica de Aristóteles*. Ed. Gredos, Madrid (ed. trilingüe), p. xxvii.

52 Suess, E. (1885–1909). *La faz de la tierra*. R. Velasco, Madrid (trad. castellana 1923–1930), 4 tomos, 625+580+666+573 pp.

correspondencia exacta entre ambas versiones en lo que respecta al número del volumen y a la paginación; siempre que la cita a Suess no iba acompañada de la referencia al original alemán, se ha remitido directamente a la traducción castellana. El resto de las referencias remiten a las citas originales.

La única modificación sustantiva del texto se ha realizado para facilitar su lectura: las ilustraciones se han numerado correlativamente como *figuras* (cosa que no ocurre en el original) de acuerdo con su orden en el texto, y como a tales se hace referencia en el mismo; la *Lámina 36* que aparece al final en el original se indica como *Lámina I*, y sus tres ilustraciones conservan su numeración, pero en el texto se alude a ellas como I.1, I.2 y I.3, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Estoy en deuda, en primer lugar, con el Consejo de redacción de *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, por haber acogido con el entusiasmo de siempre mi propuesta de conmemorar el primer centenario de la deriva continental con este monográfico; también quiero agradecer, sin orden de prelación, la ayuda prestada por algunas personas que contribuyeron a que este proyecto saliera adelante: Evaristo Álvarez Muñoz (Universidad de Oviedo), Elsa González Tabares (Biblioteca Municipal Central, Santa Cruz de Tenerife), Monique Gómez (Instituto de Astrofísica de Canarias, La Laguna, Tenerife), Elia Hernández Socas (Institut für Angewandte Linguistik und Translatologie, Universität Leipzig), Wolfgang R. Jacoby (Institut für Geowissenschaften, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz, Alemania), Catherine Lange (State University of New York College, Buffalo, Nueva York, EE.UU.), Eric Nocerino (Geological Society of America, Denver, Colorado, EE.UU.), Carlos Pérez-Malvárez (Instituto de Zoología, Universidad Nacional Autónoma de México), Christian Salewski (Alfred-Wegener-Institut für Meeres- und Polarforschung, Bremerhaven, Alemania), Leandro Sequeiros (Universidad de Granada), y Jutta Voss-Diestelkamp (Alfred-Wegener-Institut für Meeres- und Polarforschung).

BIBLIOGRAFÍA SOBRE EL MOVILISMO CONTINENTAL

1. Fuentes primarias (trabajos originales de A.L. Wegener).

1912

Die Entstehung der Kontinente. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 58.4, 185–195 (1912a). [Existe trad. inglesa de este artículo y de los dos siguientes en: Jacoby (2001); algunos fragmentos se encuentran también en: Shea (1985), 147–164, y Fritscher (2002)].

Die Entstehung der Kontinente. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 58.5, 253–256 (1912b).

Die Entstehung der Kontinente. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 58.6, 305–309 (1912c).

Die Entstehung der Kontinente. *Geologische Rundschau*, 3.4, 276–292 (1912d). [Existe trad. inglesa: The origins of continents. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*, 91(Suppl. 1), S4–S17 (2002); reproducido en: Dullo (2003), 4–17.

1915

Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. F. Vieweg, Brunswick (1915) (1ª ed.), 94 p. [Facsimile junto con la 4ª ed. en Akademie-Verlag, Berlín (1980) y AWL-Gerbrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlín–Stuttgart (2005)].

1919

Referat über J.P. Koch, Nordgrönlands Trift nach Westen. *Astronomische Nachrichten*, 208, 271–276 (1919).

1920

Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. F. Vieweg, Brunswick (1920) (2ª ed.), 135 p. (Facsimile en EHV, Bremen, 2011).

Wandernde Kontinente. *Reclams Universum*, 37.46, 475–476 (1920/1921).

1921

Die Theorie der Kontinentalverschiebungen. *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde Berlin*, 3, 89–103 (1921a).

Schlusswort in den «Erörterungen zu A. Wegeners Theorie der Kontinentalverschiebungen». *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde Berlin*, 4, 125–130 (1921b).

1922

Die Theorie der Kontinentalverschiebungen. Verhandlungen 20. *Deutsche Geographentag zu Leipzig*, 17, 133–143 (1922a).

Die Klimate der Vorzeit. *Deutsche Revue*, Stuttgart y Leipzig 47, 10, 34–44 (1922b).

The origin of continents and oceans. *Discovery*, 3.29, 114–118 (1922c).

Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. F. Vieweg, Brunswick (1922d) (3ª ed.), 144 p. [Trad. castellana: *La génesis de los continentes y océanos*. Biblioteca Revista de Occidente, Madrid (1924), 171 p. De esta edición alemana se han hecho, además, traducciones al ruso, inglés, francés y sueco].

1923

Het Ontstaan van de Vastelanden en van de Oceanen. *Wetenschappelijke Bladen*, 2, 278–294 (1923a).

Kontinentforskydnings-Theorien og dens Betydning for de systematiske og de eksakte Naturvidenskaber. *Naturens Verden*, 7.5, 193–217 (1923b).

1924

Die Theorie der Kontinentverschiebung, ihr gegenwärtiger Stand und ihre Bedeutung für die exakten und systematischen Geo-Wissenschaften. *Naturwissenschaften Monatshefte*, 5, 142–153 (1924).

1926

Paläogeographische Darstellung der Theorie der Kontinentalverschiebungen. En: O. Kende (ed.). *Enzyklopädie der Erdkunde*. F. Deuticke, Leipzig–Viena, cap. 4, 171–196 (1926).

1927

Die Geophysikalischen Grundlagen der Theorie der Kontinentenverschiebung. *Scientia*, 41.2, 103–116 (1927a).

Der Boden des Atlantischen Ozeans. *Gerlands Beiträge zur Geophysik*, 17.3, 311–321 (1927b).

1928

Two notes concerning my theory of continental drift. En: Gracht, W.A.J.M. v. W. van der (ed.) (1928a). *The theory of continental drift. A symposium (Nueva York/1926)*. American Association of Petroleum Geologists, Tulsa (Ok.), 97–103. [Existe trad. castellana: Dos notas relativas a mi teoría de la deriva continental. En: Gracht, W.A.J.M. v. W. van der (ed.) (1928). *La teoría de la deriva continental*. Consejería de Educación, Gobierno de Canarias, S/C de Tenerife (trad. castellana 1998), 103–107].

Bemerkungen zu H. v. Iherings Kritik der Theorien der Kontinentverschiebungen und der Polwanderungen. *Zeitschrift für Geophysik*, 4.1, 46–48 (1928b).

1929

Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. F. Vieweg, Brunswick (1929) (4ª ed.), 231 p. [Trad. castellana: *El origen de los continentes y océanos*. Ed. Pirámide, Madrid (1983), 230 p.; reediciones: Planeta-Agostini, Barcelona (1994), Círculo de Lectores, Barcelona (1996), y Ed. Crítica, Barcelona (2009); ediciones póstumas a partir de la 4ª ed. original en F. Vieweg, Brunswick: 5ª/1936, 6ª/1941, 7ª/1962]. [Facsimile junto con la 1ª ed. en Akademie-Verlag, Berlín (1980) y AWI-Gerbrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlín-Stuttgart (2005)].

2. Trabajos sobre el moviismo continental.

2.1. Sobre la vida y obra de A.L. Wegener (biografías, obituarios, diarios).

Anónimo (1931a). Obituary. *The Polar Record*, 2, 39.

Anónimo (1931b). Prof. Alfred Wegener. Die deutsche Inlandeis-Expedition 1929/31. *Polarforschung, Mitteilungen für die Vereinigung zur Förderung des Archivs der Polarforschung*, 1(3. Auflage), 1.

Bailey, E.B. (1931). Alfred Wegener, 1880–1930. *Scottish Geographical Journal*, 47.4, 231–232.

Benndorf, H. (1931). Alfred Wegener. *Gerlands Beiträge zur Geophysik*, 31, 337–377. [Un breve resumen de este obituario apareció en *The New Zealand Journal of Science and Technology*, 13, 311 (1932)].

Berson, A. (1931). Alfred Wegener. *Arktis*, 4, 1–2.

Büdel, J. (1931a). Alfred Wegener. *Forschungen und Fortschritte*, 17, 248.

Büdel, J. (1931b). Alfred Wegener. *Investigación y Progreso*, 5(7/8), 120.

Büdel, J. (1932). Alfred Wegener. *Conferencias y Reseñas Científicas de la Sociedad Española de Historia Natural*, 7(3/4), 213–214.

Büdel, J. (1978). Alfred Wegener. *Die Grossen der Weltgeschichte, Kindler-Zurich*, 11, 460–467.

Bullen, K.E. (1970). Wegener, Alfred Lothar. En: Gillispie, C.C. (ed.). *Dictionary of Scientific Biography*. Charles Scribner's Sons, Nueva York, Vol. XIII, 214–217.

Clément-Marot, A. (1933). L'œuvre d'Alfred Wegener; l'explorateur polaire; le théoricien du déplacement des continents. *La Terre et la Vie*, 3.2, 117–120.

Cornelius, H.P. (1931). Alfred Wegener. *Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 7, 159–160.

D.B. (1931). Obituary of Prof. Alfred Wegener. *Nature*, 127, 861.

Dominik, H. (1931). Alfred Wegener. *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*, 59.6, 193–194.

Drygalski, E. von (1931). Alfred Wegener, Nachruf gehalten auf dem deutschen Geographentage zu Danzig,

28, 5. *Verhandlungen und Wissenschaftlichen Abhandlungen des 24 deutschen Geographentages*, Breslau, 3 p.

Ficker, H. von (1931). Alfred Wegener. *Meteorologische Zeitschrift*, 48, 241–245.

Fritscher, B. (2004). Alfred Wegener. En: Selley, R.C., Cocks, L.R.M. y Plimer, I.R. (eds.). *Encyclopaedia of Geology*. Elsevier Academic Press, London, vol. 3, p. 246–253.

Fritzsche, D. (2005). The Wegener's in Brandenburg – a contribution to their family history. *2nd International Alfred Wegener Symposium* (Bremerhaven, 30 octubre–2 noviembre/2005), *Programme and Abstract Volume, Terra Nostra 2005/04*.

Fritzsche, F. y Fritzsche, D. (2006). Die Familie des Polarforschers Alfred Wegener und ihre Wurzeln in Wittstock und Ruppín. *Jahrbuch 2007, Kreisverwaltung Ostprignitz-Ruppín*, 16, 134–140.

Georgi, J. (1960). *Alfred Wegener zum 80. Geburtstag*. Weserland-Verlag, Holzminden, 104 p.

Georgi, J. (1962). Memories of Alfred Wegener. En: Runcom, S.K. (ed.) (1962). *Continental Drift*. Academic Press, Nueva York, cap. 12, p. 309–324.

Greene, M.T. (1984). Alfred Wegener. *Social Research*, 51.3, 739–761.

Haushofer, A. (1931). Alfred Wegener. *Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik*, 228, 250–253.

Hörz, H. (1982). Alfred Wegener als Wissenschaftler seiner Zeit Erkenntnistheoretische Überlegungen. *Zeitschrift für Geologische Wissenschaften*, 10, 297–306.

Jacobshagen, V. (ed.) (1980). *Alfred Wegener, 1880–1930: Leben und Werk*. Dietrich Reimer Verlag, Berlín, 60 p.

Kautzleben, H. (1980). Alfred Wegener und sein Beitrag zur Geodynamik. *Gerlands Beiträge zur Geophysik*, 89, 353–356.

Kertz, W. (1980). Alfred Wegener – Reformator der Geowissenschaften. *Physikalische Blätter*, 36, 347–353.

Kertz, W. (2002). *Biographisches Lexikon zur Geschichte der Geophysik*. Braunschweigische Wissenschaftliche Gesellschaft, Brunswick, 384 p.

Kessler, W. (1981). *Alfred Wegener und Marburg an der Lahn*. Sparkasse der Stadt, Marburgo, 19 p.

Kopff, A. (1931). Anzeige des Todes von Alfred Wegener. *Astronomische Nachrichten*, 242, 263.

Köppen, W. (1931). Alfred Wegener. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 77, 403–407.

Körber, H.G. (1980). *Alfred Wegener*. Teubner, Leipzig, 100 p. (2ª ed. 1982).

Körber, H.G. (1981). Alfred Wegener (1880–1930). Zum 100. Geburtstag und 50. Todestag. *Zeitschrift für Meteorologie*, 31.6, 327–341.

Körber, H.G., Gellert, J.F., Kühn, P. y Ehmke, O. (1980). Leben und Werk Alfred Wegeners 1880–1930. *Gesellschaft Urania* (Sektion Geowissenschaften), *Schriftenreihe für den Referenten*, vol. 6, 55 p.

Krause, R.A. y Thiede, J. (2005a). Alfred Wegener, Geowissenschaftler aus Leidenschaft Eine Reflexion anlässlich des 125. Geburtstages des Schöpfers der Kontinentalverschiebungstheorie. *Deutsches Schiffsarchiv*, 28, 299–326.

Krause, R.A. y Thiede, J. (2005b). *Kontinental-Verschiebungen: Originalnotizen und Literaturauszüge*. Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven, 421 p.

Kuhlbrodt, E. (1932). Alfred Wegeners letzte Grönlandsfahrt. (Besprechung). *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*, 60, 394–396.

Kühn, P., Schön, J. y Hubbe, J. (1980). Alfred Wegener und sein neues Bild der Erde: die Kontinentalverschiebungstheorie. *Urania*, 19.

Loewe, F. (1970). Alfred Wegener –His life and work. *Australian Meteorological Magazine*, 18.4, 177–190.

Poll, K. (1972). 60 Jahre Kontinentaldrift-Theorie. Teil I: 1912–1962. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, 5/6, 270–306.

Reinke-Kunze, C. (1994). *Alfred Wegener, Polarforscher und Entdecker der Kontinentaldrift*. Birkhäuser, Basilea, 189 p.

Rohrbach, K. (1993). *Alfred Wegener, Erforscher der wandernden Kontinente*. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart, 274 p.

Rossmann, F. (1931). Alfred Wegener. *Das Wetter, Zeitung für angewandte Meteorologie*, 48, 257–264.

Schmauss, A. (1951). Alfred Wegeners Leben und Wirken als Meteorolog. *Annalen der Meteorologie*, 4, 1–13.

Schwarzbach, M. (1980). *Alfred Wegener und die Drift der Kontinente*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart (2ª ed. 1989), 160 p. [Existe trad. francesa en Berlin, París (1985), e inglesa en Science & Technology Publ., Elmont (NY) y Madison (Wis.) (1986)].

Schwarzbach, M. (1981). Alfred Wegener, sein Leben und sein Lebenswerk. *Geologische Rundschau*, 70.1, 1–14.

Sorge, E. (1935). Der weisse Tod. En: White, V. (ed.). *Männer sehen dem Tod ins Gesicht. Tatsachenberichte*. Drei Masken Verlag, Berlin, 61–82.

Spiess, F. (1931). Drei Vorträgsenwürfe für den Nachruf zum Forschertod von Prof. Alfred Wegener als Leiter der Deutschen Inlandeis-Expedition in Grönland 1930/1931. *Aus dem Nachlass*, 167, 4.

Stäblein, G. (1983). Alfred Wegener, from research in Greenland to plate tectonics. *GeoJournal*, 7.4, 361–368.

Strobach, K. (1980). Zur Geschichte der Geophysik: Alfred Wegener zum 100. Geburtstag. *Naturwissenschaften*, 67.7, 321–331.

Testard Vaillant, P. (2002). Alfred Wegener, l'hérétique reste de glace. *La Recherche*, 358, 52–55.

Trolle, A. y Legat, H. (1936). *Danmark-Expeditionens Nekrologer I–IX* (Publikationer om Østgrønland Nr. 4). Levin & Munksgaard, Copenhagen, ix, 133–150.

Vöppel, D. (1980). Alfred Wegener als Geowissenschaftler. *Seewart*, 41, 242–253.

Wegener, E. (ed.) (1932). *Alfred Wegeners letzte Grönlandfahrt: Die Erlebnisse der Deutschen Grönland-Expedition 1930/31 geschildert von seinen Reisegefährten und nach Tagebüchern des Forschers*. Brockhaus, Leipzig, 303 p. [trad. inglesa: *Greenland journey: The story of Wegener's German expedition to Greenland in 1930–31 as told by members of the expedition and the leader's diary*. Blackie & Son, Londres (1939), 295 p.]

Wegener, E. (1960). *Alfred Wegener. Tagebücher, Briefe, Erinnerungen*. F.A. Brockhaus, Wiesbaden, 262 p.

Wutzke, U. (1988a). *Der Forscher von der Friedrichsgracht – Leben und Leistung Alfred Wegeners*. F.A. Brockhaus, Leipzig, 272 p.

Wutzke, U. (1988b). Der Forscher von der Friedrichsgracht. Die wissenschaftlichen Leistungen Alfred Wegeners mit besonderer Rücksicht auf die Astronomie. *Beitrag zur Geschichte der Astronomie in Berlin*, 69, 39–78.

Wutzke, U. (1997). *Durch die weisse Wüste. Leben und Leistungen des Grönlandforschers und Entdeckers der Kontinentaldrift Alfred Wegener*. Perthes, Gotha, 247 p.

Wutzke, U. (1998a). Alfred Wegener. Kommentiertes Verzeichnis der schriftlichen Dokumente seines Lebens und Wirkens. *Berichte zur Polarforschung*, 288, 1–144.

Wutzke, U. (1998b). Die Gedenktafeln Alfred Wegeners. *Geohistorische Blätter*, 1.1, 23–35.

Wutzke, U. (2000). Alfred Wegener (1880–1930), und die Entwicklung der Vorstellungen über die Entstehung der Erde. Eine Einführung. *Berichte der Geologischen Bundesanstalt*, 51, 76–78.

Wutzke, U. y Rockel, I. (1995). Alfred-Wegener-Gedänkstätte in Zechlinerhütte wiedereröffnet. *Brandenburger Geowissenschaftliche Beiträge*, 1, 136–137.

2.2. Antecedentes históricos (fuentes primarias y secundarias).

Acosta, J. de (1590). *Historia natural y moral de las Indias*. Dastin, Madrid (ed. 2002), 492 p.

Al-Biruni, A.R. (c. 1030). *Tahdid al-Amakin*. Majallat al-Makhtutat al-arabiyya, El Cairo. (ed. francesa de P.G. Bulgakov, 1962). [Existe trad. inglesa: *Tahdid al-Amakin. The determination of the coordinates of positions for the correction of distances between cities*. American University of Beirut, Beirut (1967), 278 p.]

Anguita, F. (1983). Epílogo: La teoría de Alfred Wegener y la nueva Geología. En: Wegener, A. (1929). *El origen de los continentes y océanos*. Ed. Pirámide, Madrid (trad. castellana 1983), 195–219.

Bacon, F. (1620). *Novum organum*. Ed. Sarpe, Madrid (trad. castellana 1984), 301 p.

Baker, H.B. (1911). *The origin of the moon*. Free Press, Detroit.

Baker, H.B. (1912). The origin of continental forms. *14th Report of the Michigan Academy of Science*, 116–141.

Baker, H.B. (1913a). The origin of continental forms. iv. Discussion of Mr. Taylor's Theory. *15th Report of the Michigan Academy of Science*, 26–32.

Baker, H.B. (1913b). The origin of continental forms. iii. *15th Report of the Michigan Academy of Science*, 107–113.

Baker, H.B. (1914). The origin of continental forms. *16th Report of the Michigan Academy of Science*, 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.

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^{me} série, 15, 423–447.

Bilderdijk, W. (1820). *De ondergang der eerste wereld, I–V zang*. P. den Hengst en Zoon, Amsterdam, 181 p. (Existe reed. moderna en: Echo Library, Middlesex/2007, 104 p.).

Bosch, J. (ed.) (1959). *Mr. Willem Bilderdijk: De ondergang der eerste wereld*. W.E.J. Tjeenk Willink, Zwolle, 305 p.

Brower, A. (1983). Was veranlasste Alfred Wegener zum Studium der Kontinentalverschiebung? *Geologische Rundschau*, 72, 792–841.

Bruno, G. (1584). *La cena de las cenizas*. Alianza Ed., Madrid (trad. castellana 1987), 174 p.

- Buffon, G.L.L. (1749). *Histoire et Théorie de la Terre*. En: *Histoire Naturelle, générale et particulière*. Imprimerie Royale, París (5ª ed. 1752), tomo I [351 p.], 93–182. [Biblioteca Municipal Central, Santa Cruz de Tenerife].
- Buffon, G.L.L. (1769). Animaux communs aux deux continens. En: *Histoire Naturelle, générale et particulière*. Imprimerie Royale, París, tomo VIII (nouvelle édition) [314 p.], 193–238. [Biblioteca Municipal Central, Santa Cruz de Tenerife].
- Buffon, G.L.L. (1770). De la dégénération des animaux. En: *Histoire Naturelle, générale et particulière*. Imprimerie Royale, París, tomo XII (nouvelle édition) [318 p.], 192–282. [Biblioteca Municipal Central, Santa Cruz de Tenerife].
- Buffon, G.L.L. (1778). *Las épocas de la naturaleza*. Alianza Ed., Madrid (trad. castellana 1997), 429 p.
- Bykhanov, Y.V. (1877). *Prejuicios astronómicos y materiales para concebir una nueva teoría de la formación del sistema solar* (en ruso). Livna.
- Capel, H. (1985). *La física sagrada*. Ed. del Serbal, Barcelona, 223 p.
- Carozzi, A.V. (1969). A propos de l'origine de la théorie des dérives 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.
- Clavijero, F.J. (1780). *Historia antigua de México*. Ed. Porrúa, México (trad. castellana 1824; 2ª ed. moderna 1958), 612 p.
- Cocks, L.R.M. (ed.) (1981). *The evolving earth*. Cambridge University Press, Cambridge, 264 p.
- Colberg, C.F.L. von (1886). *Die Drehung der Erdkruste in geologischen Zeiträumen*. J.A. Finsterlin, Múnich (1886), 62 p. (2ª ed. aumentada, 1895, 247 p.).
- Coxworthy, W.F. (1848). *Electrical condition or how and where our Earth was created*. W.J.S. Phillips, Londres, 163 p. (reed. 1924). [British Library, Londres].
- Darwin, G.H. (1879a). 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.
- Darwin, G.H. (1879b). Problems connected with tides of a viscous spheroid. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London*, 170, 539–593.
- Dick, T. (1838). *Celestial scenery; or the wonders of the planetary system displayed; illustrating the perfections of the Deity and a plurality of worlds*. Harper & Brothers, Nueva York, 434 p. [British Library, Londres]. Diderot, D. (1772). *Suplemento al viaje de Bougainville*. En: Bougainville, L.A. (1772). *Viaje a Tahití*. J. de Olañeta, Palma de Mallorca (trad. castellana 1982, 2ª ed. 1999), 124 p.
- Emiliani, C. (1995). Two revolutions in the Earth Sciences. En: Bonatti, E. y Wezel, F.C. (eds.). *The Ocean Floor, Special Issue. Terra Nostra*, 7.6, 587–597.
- Falck, W.E. (1992). Continental drift. *Nature*, 355, 668
- Feijoo, B.J. (1733). *Teatro Crítico Universal*. Imprenta de Blas Morán, Madrid (reed. 1778), tomo V, 421 p. [Biblioteca Nacional, Madrid].
- Fisher, O. (1881). *Physics of the Earth's crust*. Macmillan, Londres, 299 p. [British Library, Londres].
- 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.
- Furlani, S. (2008). Domenico Lovisato: the man who divided the continents. International Geological Congress, Oslo (6–14 agosto/2008), *Programmes and Abstracts, IEH-01*.
- García, G. (1607). *Origen de los indios del Nuevo Mundo*. Fondo de Cultura Económica, México (ed. 1981), 419 p. [Existe reed. en CSIC, Madrid (2005)].
- García Cruz, C.M. (2003). Más allá de la geografía especulativa: Orígenes de la deriva continental. *Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 26, 121–145.
- Goodacre, A. (1991). Continental drift. *Nature*, 354, 261.
- Gortani, M. (1928). Ipotesi e teorie geotettoniche. *Giornale di Geologia*, 2ª serie, 3, 1–133.
- Hopkins, E. (1844). *On the connexion of geology with terrestrial magnetism*. R. & J.E. Taylor, Londres, 129 p. [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*. Ramón Rodríguez de Rivera Editor, Madrid (trad. castellana 1851), tomo 1, 386 p. [facsimile: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, Córdoba (2005)].
- Karpinsky, A.P. (1888). Sobre la regularidad en el perfil, distribución, y estructura de los continentes (en ruso). *Gornyi Zhurnal*, 1, 252–269. [Existe trad. alemana: Bemerkungen über die Regelmässigkeit in der Gestalt und dem Bau der Kontinente. *Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de Saint Petersburg*, 32, 157–173 (1888), y trad. inglesa en Romanovsky (2003)].
- Kennedy, E.S. (1970). Al-Biruni, Abu Rayan. En: Gillispie, C.C. (ed.). *Dictionary of Scientific Biography*. Charles Scribner's Sons, Nueva York, vol. I, 147–158.
- Kennedy, E.S. (1973). *A commentary upon Biruni's Kitab Tahdid al-Amakin: An 11th century treatise on mathematical geography*. American University of Beirut, Beirut, 270 p.
- Klee, F. (1842). *El diluvio, consideraciones geológicas e históricas sobre los últimos cataclismos del globo*. Imprenta de Ignacio Cumplido, México (trad. castellana 1856 de la ed. francesa 1847), 275 p.
- Kölbl-Ebert, M. (2010). Father Damian Kreichgauer SVD (1859–1940) and father Erich Wasmann SJ (1859–1931): Geology, earth history and evolution in two German lives between science and faith. *Earth Sciences History*, 29.2, 311–330.
- Kreichgauer, D. (1902). *Äquatorfrage in der Geologie*. Kaldenkirchen, Steyl, 394 p. (2ª ed. 1926). [British Library, Londres].
- Lagrange, E. (1925). La théorie géophysique de Wegener sur le déplacement des continents. Un précurseur italien: D. Lovisato. *Ciel et Terre, Bulletin of the Société Belge d'Astronomie*, 41.1–2, 25–28.
- 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.

- Letsch, D. (2007). Unsere wandernden Kontinente – Die geotektonischen Ideen des Zürcher Naturforschers Heinrich Wettstein (1831–1895). *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 152.4, 111–117.
- Lilienthal, T.C. (1756). *Die gute Sache der Göttlichen Offenbarung*. Hartung, Königsberg, vii, 246–250. [Georg-August Universität Bibliothek, Göttinga].
- Linneo, C. (1744). *Discurso sobre el incremento de la tierra habitable* (trad. castellana 2004). En: Papavero, N., Martins Teixeira, D., Llorente Bousquets, J. y Bueno, A. (2004). *Historia de la Biogeografía. 1. El periodo preevolutivo*. Fondo de Cultura Económica, México, 133–143.
- Łukasiewicz, J. (1911). *Vida inorgánica de la Tierra*. Vol. III: *Estructura de la Tierra en relación con su historia* (en ruso). Tipografía Pervoj Spb. Trudovoj Arteli, San Petersburgo, 629 p. [Existe un extracto en traducción francesa: Loukaschewitsch, J.D. (1911). *Sur le mécanisme de l'écorce terrestre et l'origine des continents*. Imprimerie Russo-Française, San Petersburgo, 60 p.][Société Géologique de France, París].
- 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. (1909). L'Antarctide. *Je m'instruis. La science pour tous*, 38, 595–597.
- Mantovani, R. (1924). Les points de contact entre la théorie de la dilatation planétaire et la théorie de la dérive des continents. *Compte Rendu sommaire des Séances de la Société géologique de France*, 24, 167–168.
- Margarit, J. (1879). Erupciones volcánicas. *Revista de Canarias*, I(12), 183–185.
- Ortelius, A. (1596). *Thesaurus Geographicus*. Christopher Plantin, Amberes, 365 hojas. [Biblioteca Universitaria, Granada].
- Owen, R. (1857). *Key to the geology of the globe*. A.S. Barnes & Co., Nueva York, 256 p. [British Library, Londres].
- Pelayo López, F. (1995). La conexión terrestre entre Cuba y el continente americano: una alternativa paleontológica a la deriva continental. *Antilia*, I, artículo nº 4.
- Pepper, J.H. (1861). *The playbook of metals*. Routledge, Warne & Routledge, Londres–Nueva York, 502 p. [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 fission. *Geological Magazine*, 61, 31–34.
- Placet, F. (1668). *La corruption du grand et petit monde, où il est montré qu'avant le déluge, l'Amérique n'était point séparée des autres parties du monde*. Aliot, París, 378 p. [British Library, Londres].
- Praturlon, A. (2000). The Pangea prior to Wegener: Federico Sacco and continental drift. En: Parotto, M. y Tozzi, M. (eds.). *Journeys in the geology and history of Italy*. Consiglio Nazionale della Ricerca, Florencia, 36–39.
- Ritter, C. (1822). *Die Erdkunde im Verhältniss zur Natur und zur Geschichte der Menschen*. G. Reimer, Berlín, vol. 1, 1.084 p. [British Library, Londres].
- Reclus, E. (1868). *La terre: description des phénomènes de la vie du globe*. Hachette, París, vol. I (Les continents), 827 p. [British Library, Londres].
- Robb, A. (1930). Anticipation of Wegener's hypothesis. *Nature*, 126, 841.
- Romanovsky, S.I. (2003). A. P. Karpinsky "On the regularity in outline, distribution, and structure of continents". *Episodes*, 26.4, 310–317.
- Romm, J. (1994). A new forerunner for continental drift. *Nature*, 367(6462), 407–408.
- Rupke, N.A. (1970). Continental drift before 1900. *Nature*, 227, 349–350.
- Rupke, N.A. (1988). Romanticism in The Netherlands. En: Porter, R. y Teich, M. (eds.). *Romanticism in national context*. Cambridge University Press, Cambridge, 196–202.
- Rupke, N.A. (1996). Eurocentric ideology of continental drift. *History of Science*, 34.105, part 3, 251–272.
- Sacco, F. (1895). *Essai sur l'orogénie de la Terre*. C. Clausen, Turín, 51 p. [Biblioteca Nazionale Universitaria (Civica Centrale), Turín].
- Sacco, F. (1906). *Les lois fondamentales de l'Orogénie de la Terre*. C. Clausen, Turín, 26 p. [Biblioteca Nazionale Universitaria (Civica Centrale), Turín].
- Sacco, F. (1929). Aberrazioni. *Urania*, 18.5, 1–4.
- Scalera, G. (2009). Roberto Mantovani (1854–1933) and his ideas on the expanding Earth, as revealed by his correspondence and manuscripts. *Annals of Geophysics*, 52.6, 615–648.
- Schwarz, E.H.L. (1910). *Causal geology*. Blackie & Son, Londres–Bombay, 278 p.
- Schwarz, E.H.L. (1912). The Atlantic and Pacific types of coast. *Geographical Journal*, 40, 294–299.
- Segàla, M. (1990). L'inutile priorità: Wegener e i precursori della deriva dei continenti. *Nuncius, Annali di Storia della Scienza*, 5.1, 239–256.
- Snider–Pellegrini, A. (1858). *La création et ses mystères dévoilés*. A. Frank, París, 487 p. [British Library, Londres].
- Staub, R. (1928). *Der Bewegungsmechanismus der Erde dargelegt am bau der irdischen Gebirgssysteme*. Gebrüder Borntraeger, Berlín, 270 p. [Georg-August Universität–Bibliothek, Göttinga].
- Suess, E. (1885). *La Faz de la Tierra*. R. Velasco, Madrid, vol. I (trad. castellana 1923), 613 p.
- Swedenborg, E. (1734). *Principia rerum naturalium. En: Opera philosophica et mineralia*. F. Hekel, Dresde–Leipzig, vol. I, 452 p. [British Library, Londres].
- Taylor, F.B. (1898). *An endogenous planetary system. A study in Astronomy*. Archer Printing Co., Fort Wayne (In.), 40 p. [reed. Kessinger Publ., Whitefish (MT) (2010)].
- 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. *Geological Society of America Bulletin*, 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. (1926). Greater Asia and Isostasy. *American Journal of Science*, 5th Ser., XII, 46–67.
- Taylor, F.B. (1928a). Bearing of distribution of earthquakes and volcanoes and their origin. *Geological Society of America Bulletin*, 39, 1001–1016.

- Taylor, F.B. (1928b). Sliding continents and tidal and rotational forces. *En: Van der Gracht (1928)*, 158–177.
- Taylor, F.B. (1930). Correlation of Tertiary mountain ranges in the different continents. *Geological Society of America Bulletin*, 41, 431–474.
- Taylor, F.B. (1932). Wegener's theory of continental drifting: a critique of some of his views. *Geological Society of America Bulletin*, 43, 173 (abstract).
- Tiercy, G. (1932a). Une note d'histoire: De l'hypothèse des translations continentales. *Compte Rendus des Séances de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève*, 49, 127.
- Tiercy, G. (1932b). Une note d'histoire: De l'hypothèse des translations continentales. *Publications de l'Observatoire de Genève*, série A, 20, 304–306.
- Totten, S.M. (1980). Frank B. Taylor's personal claim as originator of the continental drift theory. *Annual Meeting of the Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 12.7, 536.
- 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: Bonatti, E. y Wezel, F.C. (eds.). The Ocean Floor, Special Issue. Terra Nostra*, 7.6, 603–06.
- Valdés y Aguirre, F. (1856). ¿Los dos continentes estarían unidos antiguamente por África y América? *Floresta Cubana*, tomo único, 130–131.
- Valdés y Aguirre, F. (1859). *Apuntes para la historia de Cuba primitiva*. E. Thunot, París, 66 p.
- Verstegen, R. (1605). *A restitution of decayed intelligence*. R. Bruney, Amberes, 338 p. [British Library, Londres].
- Warring, C.B. (1887). The evolution of continents. *Transactions of Vassar Brothers Institute*, 4.2, 256–271.
- Wettstein, H. (1880). *Die Strömungen des Festen, Flüssigen und Gasförmigen und ihre Bedeutung für Geologie, Astronomie, Klimatologie und Meteorologie*. J. Wurster, Zürich, 406 p. [British Library, Londres].
- Young, T. (1807). *A course of lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts*. Johnson, Londres, tomo I, 892 p. [British Library, Londres].
- Zaludiene, G. y Paskevicius, J. (2001). Zemes istorija ir paleogeografinės rekonstrukcijos Jozuo Lukoseviciaus darbuose. *Geologija*, 34, 17–31.
- 2.3. Estudios históricos y críticos (selección).**
- Almeida, L., Pérez-Malvárez, C. y Vizcaíno, M. (2001). La teoría de Wegener acerca del desplazamiento horizontal de los continentes. *En: Llorente, J.B. y Morrone, J.J. (eds.). Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Instituto de Ecología Ecosur, UNAM, México, 171–180.
- Andersen, H. (1998). Characteristics of scientific revolutions. *Endeavour*, 22.1, 3–6.
- Baker, V. (1999). The methodological beliefs of geologists. *Earth Sciences History*, 18.2, 321–335.
- Bishop, A.C. (1981). The development of the concept of continental drift. *En: Cocks, L.R.M. (ed.). The evolving earth*. British Museum, Londres, 155–164.
- Buffetaut, E. (1985). Les géologues français, Wegener, et la dérive des continents. *En: Schwarzbach, M. (1980). Wegener, le père de la dérive des continents*. Belin, París (trad. francesa 1985), 132–137.
- Buffetaut, E. (2003). Continental drift under the Third Reich. *Endeavour*, 27.4, 171–174.
- Carey, S.W. (1988). *Theories of the earth and universe. A history of dogma in the earth sciences*. Stanford University Press, Stanford (CA), 413 p. [cap. 8].
- Carozzi, A.V. (1985). The reaction in continental Europe to Wegener's theory of the continental drift. *Earth Sciences History*, IV(2), 122–137.
- Chander, R. (2005). Wegener and his theory of continental drift. *Resonance*, 10.12, 58–75.
- Closs, H. Giese, P. y Jacobshagen, V. (1980). Alfred Wegeners Kontinentalverschiebung aus heutiger Sicht. *Spektrum der Wissenschaft*, 10, 32–45.
- Cohen, I.B. (1985). Deriva continental y tectónica de placas: Una revolución en las ciencias de la Tierra. *En: Revolución en la ciencia*. Ed. Gedisa, Barcelona (trad. castellana 1989), cap. 29, 386–404.
- Demhardt, I.J. (2006). Alfred Wegener's hypothesis on continental drift and its discussion in *Petermanns Geographische Mitteilungen (1912–1942)*. *Polarforschung*, 75.1, 29–35.
- Deparis, V. y Legros, H. (2000). *Voyage à l'intérieur de la Terre. De la géographie antique à la géophysique actuelle. Une histoire des idées*. CNRS Editions, París, 627 p. [cap. vi].
- Dietz, R.S. y Holden, J. C. (1973). Continents adrift: New orthodoxy or persuasive joker? *En: Tarling, D.H. y Runcorn, S.K. (ed.). Implications of continental drift of the Earth Sciences*. Academic Press, Londres, 1.105–1.121.
- Dorn, M. (1989). Von Alfred Wegeners Verschiebungstheorie zur Theorie der Plattentektonik. Die Struktur einer wissenschaftlichen Revolution in den Geowissenschaften. Teil I: Alfred Wegeners Verschiebungstheorie der Kontinente. *Die Geowissenschaften*, 7, 44–49.
- Drake, E.T. (1976). Alfred Wegener's reconstruction of Pangea. *Geology*, 4.1, 41–44.
- Dullo, W.C. (ed.) (2003). *Milestones in geosciences*. Springer Verlag, Berlín–Nueva York, 145 p., 4–17.
- Durand-Delga, M. (2006). Trois essais de tectonique globale avant la lettre, par Léonce Élie de Beaumont, Eduard Suess et Alfred Wegener. *Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie*, 3e série, XX(5), 75–103.
- Du Toit, A.L. (1937). *Our wandering continents. An hypothesis of continental drifting*. Oliver & Boyd, Edimburgo, 366 p. [cap. 2]. [Reed. en Greenwood Press, Westport (CT) (1972)].
- Flowers, C. (2002). Alfred Wegener and the dance of the continents. *En: Instability rules: The ten most amazing ideas of modern science*. J. Wiley, Nueva York, 61–80.
- Flügel, H.W. (1980). Wegener–Ampferer–Schwinnner. Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie in Österreich. *Mitteilungen der Österreichischen Geologischen Gesellschaft*, 73, 237–254.
- Flügel, H.W. (1984). A. Wegener, O. Ampferer, R. Schwinnner: The first chapter of the 'New Global Tectonic'. *Earth Sciences History*, 3.2, 178–186.
- Fourmarier, P. (1962). Le problème de l'origine des continents. *Bulletin de l'Académie Royale Belge*, 48, 1368–1426.
- Fourmarier, P. (1967). *Le problème de la dérive des continents*. Palais des Académies, Bruselas, 318 p.

- Frankel, H. (1979). The reception and acceptance of continental drift theory as a rational episode in the history of science. *En: Mauskof, S.H. (comp.). The reception of unconventional sciences.* American Association for the Advancement of Science, Washington, 51–89.
- Frankel, H. (1985). The biogeographical aspect of the debate over continental drift. *Earth Sciences History*, 4.2, 160–181.
- Frankel, H. (1987). The continental drift debate. *En: Engelhardt, H.T., Jr. y Caplan, A.L. (eds.). Scientific controversies: case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology.* Cambridge University Press, Cambridge, cap. 7, 203–248.
- Fritscher, B. (2002). Alfred Wegener's "The Origin of Continents", 1912. *Episodes*, 25.2, 100–106 [contiene algunos fragmentos en trad. inglesa de Wegener (1912a,b,c)].
- García Cruz, C.M. (1996). El Simposio de la Asociación Americana de Geólogos del Petróleo (Nueva York, 1926) y la deriva continental. *Llull, Revista de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, 19.36, 91–109.
- Gaudant, J. (1980). De la dérive des continents à la Tectonique des plaques: réflexions sur l'histoire des théories de la mobilité continentale. *Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie*, 1^e série, n^o 30.
- Gaudant, J. (1989). Principaux résultats de l'enquête sur la dérive des continents. *Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie*, 3^e série, III(3), 21–36.
- Gaudant, J. (1995). La réception de l'idée de dérive des continents en Suisse romande: les enseignements d'une enquête. *En: Ellenberger, F. (ed.). Essais sur l'histoire de la géologie, en hommage à Eugène Wegmann.* Société Géologique de France, n.s., Mémoire n^o 168, cap. 19.
- Gould, S.J. (1977). The continental drift affair. *Natural History*, 86.2, 12–18. [Reimpreso como: The validation of continental drift. *En: Ever since Darwin. Reflections in natural history.* W.W. Norton, Nueva York, cap. 20, 160–167 (1977); trad. castellana: La validación de la deriva continental. *En: Desde Darwin. Reflexiones sobre historia natural.* Ed. Crítica, Barcelona, cap. 20, 179–187 (1983, reed. 2010)].
- Gracht, W.A.J.M. v. W. van der (ed.) (1928). *The theory of continental drift. A symposium (New York/1926).* American Association of Petroleum Geologists, Tulsa (OK), 240 p. [Existe trad. castellana: Gracht, W.A.J.M. v. W. van der (ed.) (1928). *La teoría de la deriva continental.* Consejería de Educación, Gobierno de Canarias, S/C de Tenerife (1998)].
- Greene, M.T. (2006). Atmosphere physics and continental drift: the true story of how Alfred Wegener made his discovery. *8th Annual American Physical Society Northwest Section Meeting*, Tacoma (Wa.), 19–20 mayo/2006 (abstract).
- Hallam, A. (1973). *De la deriva de los continentes a la tectónica de placas.* Ed. Labor, Barcelona (trad. castellana 1976), 173 p. [caps. 1–3].
- Hallam, A. (1975). Alfred Wegener and the hypothesis of continental drift. *Scientific American*, 232.2, 88–97. [Reimpreso en: Gingerich, O. (ed.) (1987). *Scientific genius and creativity.* (Readings from Scientific American). W.H. Freeman, Nueva York, cap. 10, 77–86].
- Hallam, A. (1983). *Grandes controversias geológicas.* Ed. Labor, Barcelona (trad castellana 1985), 180 p. [cap. 5].
- Harmon, J.E. y Gross, A.G. (2007). *The scientific literature: a guided tour.* Chicago University Press, Chicago, 327 p.
- Hellman, H. (1998). Wegener versus everybody: continental drift. *En: Great feuds in science: Ten of the liveliest disputes ever.* J. Wiley, Chichester (NY), cap. 8.
- Horvitz, L.A. (2002). El pionero de Pangea: Alfred Wegener y la teoría de la deriva continental. *En: iEureka! Descubrimientos científicos que cambiaron el mundo.* Ed. Paidós, Barcelona (trad. castellana 2003), cap. ix.
- Hörz, H. (1982). Alfred Wegener als Wissenschaftler seiner Zeit Erkenntnistheoretische Überlegungen. *Zeitschrift für Geologische Wissenschaften*, 10, 297–306.
- Hughes, P. (1994). The meteorologist who started a revolution. *Weatherwise*, 47, 29–35.
- Jacoby, W.R. (1981a). Modern concepts of earth dynamics anticipated by Alfred Wegener in 1912. *Geology*, 9.1, 25–27.
- Jacoby, W.R. (1981b). Modern concepts of earth dynamics anticipated by Alfred Wegener in 1912; discussion and reply. *Geology*, 9.9, 386–387.
- Jacoby, W.R. (2001). Translation of Die Entstehung der Kontinente Dr Alfred Wegener. *Journal of Geodynamics*, 32.1–2, 29–63.
- Kertz, W. (1980). Vom falschen Ansatz zur richtigen Theorie. *Bild der Wissenschaften*, 11, 78–86.
- Kertz, W. (1981). Wegeners "Kontinentverschiebung" zu seiner Zeit und heute. *Geologische Rundschau*, 70.1, 15–32.
- Kidd, J.S. y Kidd, R.A. (1997). *On shifting ground. The story of continental drift.* Facts on File, Inc., Nueva York, 132 p.
- Kind, R. y Xiaohui, Y. (2003). Kollidierende Kontinente. *Physik in unserer Zeit*, 34.5, 213–217.
- Laudan, R. (1987b). The rationality of entertainment and pursuit. *En: Pitt, J.C. y Pera, M. (eds.). Rational changes in science: Essays on scientific reasoning.* (Boston studies in the philosophy of science, 98), Reidel, Dordrecht, 203–220.
- Laurent, G. (1987). Wegener, le père de la dérive des continents. *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, 37.119, 386–387.
- Le Grand, H.E. (1988). *Drifting continents and shifting theories.* Cambridge University Press, Cambridge, 313 p. [caps. 3 y 4].
- Lehmann, B. y Haller, J. (1981). Modern concepts of earth dynamics anticipated by Alfred Wegener in 1912; discussion and reply. *Geology*, 9.9, 386.
- Lemoine, M. (2004). De Wegener à la tectonique des plaques: sept fois sept ans de réflexion. *Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie*, 3^e série, XVIII(6), 103–131.
- Llorente, J., Papavero, N. y Simoes, M.G. (1996). *La distribución de los seres y la historia de la tierra.* Fondo de Cultura Económica, México, 121 p. (cap. 1).
- Marvin, U.B. (1974). *Continental drift. The evolution of a concept.* Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 239 p.
- Marvin, U.B. (1985). The British reception of Alfred Wegener's continental drift hypothesis. *Earth Sciences History*, 4.2, 138–159.
- Messeri, P. (1986). Social position and theory choice: The case of continental drift. *Dissertation Abstracts International*, 46, 2447–A.
- Milanovsky, E. (1990). The expanding and pulsating earth. *En: Pushcharovsky, Y.M. (ed.). Destiny of the planet. Geological ideas and phenomena.* Nauka, Moscú (trad. inglesa 1990), 28–49.
- Möbus, G. (1982). Zur Erinnerung an Alfred Wegener: Aus Anlass der 70. Wiederkehr seiner Erstpublikation zur

- Kontinentalverschiebungshypothese. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 126, 137–148.
- Newman, R.P. (1995). American intransigence: The rejection of continental drift in the great debate of the 1920's. *Earth Sciences History*, 14.1, 62–83. [Reimpreso en: H. Krips (1995) (ed.). *Science, reason, and rhetoric*: University of Pittsburgh Press, Pittsburgh, 181–209].
- Nunan, R. (1984). Novel facts, Bayesian rationality, and the history of continental drift. *Studies in History and Philosophy of Science*, 15, 267–308.
- Oldroyd, D.R. (1996). *Thinking about the earth: A history of ideas in geology*. Athlone Press–Harvard University Press, Londres–Cambridge (MA), 410 p. [2ª ed. (2002)], 248–284.
- Oreskes, N. (1988). The rejection of continental drift. *Historical Studies of Physical and Biological Sciences*, 18.2, 311–348.
- Oreskes, N. (1999). *The rejection of continental drift: Theory and method in American earth science*. Oxford University Press, Oxford, 420 p.
- Oreskes, N. (2001). Reflections on the American rejection of continental drift: A Reply to Ursula Marvin. *Metascience*, 10, 217–222.
- Oreskes, N. (2002). From continental drift to plate tectonics: evolution, revolution, or both? *Northeastern Geology and Environmental Sciences*, 24.2, 156.
- Pelayo López, F. (2009). Introducción. En: Wegener, A. (1929). *El origen de los continentes y océanos*. Ed. Crítica, Barcelona (trad. castellana 1983, ed. 2009), 9–81.
- Pérez-Malvárez, C., y Ruiz Gutiérrez, R. (2001). Hacia la génesis de la teoría de la deriva continental. En: Llorente, J.B. y Morrone, J.J. (eds.). *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Instituto de Ecología Ecosur, UNAM, México, 161–170.
- Pérez-Malvárez, C., Bueno, A. y Morrone, J.J. (2003). Recepción temprana de la teoría de la deriva continental y su competencia con las teorías rivales. *Asclepio*, 55.1, 3–34.
- Pérez-Malvárez, C., Bueno, A., Feria, M. y Ruiz Gutiérrez, R. (2006). Noventa y cuatro años de la teoría de la deriva continental de Alfred Lothar Wegener. *Inter ciencia*, 31.7, 536–543.
- Porter, R. (1993). La geología dall'Ottocento ai giorni nostri. En: Corsi, P. y Pogliano, C. (eds.). *Storia delle scienze. Natura e vita*. Vol. 4: *L'età moderna*. G. Einaudi, Turín, 16–47.
- Praia, J. (1995). A teoria da deriva continental. Elementos para a compreensão do seu aparecimento, desenvolvimento e limitações. *Cadernos Didáticos, Universidade de Aveiro, Série Ciências*, Nº 1, 13–46.
- Ray, N. (2004). *La théorie de la dérive des continents d'Alfred Wegener vue par deux géologues alpins contemporains: Émile Argand et Pierre Termier*. Mémoire d'Histoire de la Géologie, Université Paris–VII, 110 p.
- Reijnders, L. (1980). An analysis of three historical theories in the natural sciences. *Fundamenta Scientiae*, 1, 87–96.
- Runcorn, S.K. (ed.) (1962). *Continental Drift*. Academic Press, Nueva York, 338 p.
- Runcorn, S.K. (1981). Wegener's theory: The role of geophysics in its eclipse and triumph. *Geologische Rundschau*, 70.2, 784–793.
- Schaer, J.P. (2010). Swiss and Alpine geologists between two tectonic revolutions. Part 1: From the discovery of nappes to the hypothesis of continental drift. *Swiss Journal of Geosciences*, 103.3, 503–522.
- Segàla, M. (1988). Alfred Wegener. *Nuncius, Annali di Storia della Scienza*, 3.2, 310–315.
- Segàla, M. (1990). *La favola della terra mobile: La controversia sulla teoria della deriva dei continenti*. Il Mulino, Bolonia, 340 p.
- Segàla, M. (1991a). Catastrofismo e localismo: A proposito della controversia sulla teoria della deriva dei continenti. *Nuncius, Annali di Storia della Scienza*, 6.2: 307–323.
- Segàla, M. (1991b). Autobiografía e storiografía: historia e retorica di una rivoluzione científica. *Bolletino Filosofico (Calabria)*, 9, 151–182.
- Shea, J.H. (ed.) (1985). *Continental drift. Benchmark papers in geology*. Vol. 88. Van Nostrand Reinhold Co., Nueva York, 345 p.
- Stewart, J.A. (1986). Drifting continents and colliding paradigms: A quantitative application of the interests perspective. *Social Studies of Science*, 16, 261–279.
- Stewart, J.A. (1987). Drifting or colliding interests? A reply to Laudan with some new results. *Social Studies of Science*, 17, 321–331.
- Stewart, J.A. (1990). *Drifting continents and colliding paradigms: Perspectives on the geoscience revolution*. Indiana University Press, Bloomington (IN), 285 p.
- Stucchi, M. (1979). Chi a spostato i continenti? *Testi e Contesti: Quaderni di Scienze, Storia e Società*, 1, 57–67.
- Tanimoto, T. (1991). The Japanese reception of Alfred Wegener's theory of continental drift. *Journal of General Philosophy of Science*, 22.2, 369–400.
- Tarling, D.H. y Tarling, M.P. (1971). *Derivas continentales*. Ed. Alhambra, Madrid (trad. castellana 1975), 124 p. [cap. 1].
- Tasch, P. (1954). Search for the germ of Wegener's concept of continental drift. *Osiris*, 11, 157–167.
- Teichert, C. (1976). Wegener fit: Comment. *Geology*, 4.4, 200.
- Teichert, C. (1986). An early German supporter of continental drift. *Earth Sciences History*, 5.2, 134–136.
- Thenius, E. (1982). Alfred Wegener: Zum 100. Geburtstag des Begründers der kontinentalverschiebungstheorie. *Schriften des Vereines zur Verbreitung Naturwissenschaftlichen Kenntnisse in Wien*, 121, 1–33.
- Veen, F.R. van (1996). Van Waterschoot van der Gracht en de Amerikaanse controverse over Wegeners continentverschuivingsstheorie in 1926. En: Massard, J.A. (ed.). *L'homme et la terre. Actes du 13^e Congrès Benelux d'Histoire des Sciences*. Centre Universitaire, Luxemburgo, 221–229.
- Vine, F.J. (1977). The continental drift debate. *Nature*, 266, 19–22.
- Wood, R.M. (1980b). Geology versus dogma: the Russian rift. *New Scientist*, 86(1205), 234–237.
- Wood, R.M. (1985). *The dark side of the earth*. G. Allen & Unwin, Londres, 246 p. [caps. 2–4].
- Wunderlich, H.G. (1962). 50 Jahre Kontinentalverschiebungstheorie– von Wegener bis Runcorn. *Geologische Rundschau*, 52.1, 504–513.
- Yang, J.Y. y Oldroyd, D. (1989). The introduction and development of continental drift theory and plate tectonics in China: a case study in the transference of scientific ideas from west to east. *Annals of Science*, 46.1, 21–43. ■

Este artículo fue solicitado desde E.C.T. el día 3 de septiembre de 2010 y recibido el 8 octubre de 2011; aceptado definitivamente para su publicación el 20 de diciembre de 2011.