

2016, Volumen 1, Número Especial: 169-176
“La Historia de la Geología en el Bicentenario de la Argentina”

Darwin y el relleno de los valles andinos de Mendoza

José F. Mescua¹

¹Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, Centro Científico Tecnológico Mendoza, CONICET. Av. Ruiz Leal s/n, Parque General San Martín, Mendoza (5500). E-mail: jmescua@mendoza-conicet.gob.ar



Darwin y el relleno de los valles andinos de Mendoza

José F. Mescua¹

¹Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, Centro Científico Tecnológico Mendoza, CONICET. Av. Ruiz Leal s/n, Parque General San Martín, Mendoza (5500). E-mail: jmescua@mendoza-conicet.gob.ar

RESUMEN. En 1835, aprovechando una escala en Valparaíso (Chile) del Beagle, Charles Darwin cruzó los Andes hacia Mendoza, travesía durante la cual realizó un gran número de observaciones geológicas. La importancia de este viaje fue muy grande para el desarrollo de las ideas científicas de Darwin, y para el conocimiento geológico sobre los Andes. En este trabajo, se intenta indagar sobre el método de trabajo geológico de Darwin, a partir de algunos comentarios publicados en sus libros, que resultaron equivocados. Darwin interpretó el relleno de valles andinos de Mendoza, como el del río Tunuyán, como de origen marino. Actualmente sabemos que estos conglomerados son de origen glaciﬂuvial. Lamentablemente, Darwin no brindó una explicación detallada sobre cómo llegó a concluir que los conglomerados eran de origen marino. Seguramente el debate sobre el origen de los depósitos aluviales y diluviales, una de las grandes polémicas geológicas de la primera mitad del siglo XIX, tuvo alguna influencia en sus razonamientos. Se especula en este trabajo que Darwin se basó en la literatura geológica británica y en sus observaciones de los fiordos del sur de la Patagonia. De este modo, la interpretación del origen marino de los conglomerados de los valles andinos nos muestra dos aspectos del pensamiento geológico de Darwin: por un lado, su apoyo en los maestros británicos de la disciplina (Lyell, Sedgwick, Buckland, y Greenough, entre otros); por otro lado, el uso de la analogía con ejemplos actuales para completar la fragmentaria información que el registro geológico nos brinda del pasado.

Palabras clave: *Charles Darwin, Andes, geología, conglomerados, Mendoza*

ABSTRACT. **Darwin and the sedimentary filling of the Andean valleys of Mendoza.** In 1835, during a scale of the Beagle in Valparaíso (Chile), Charles Darwin crossed the Andes to Mendoza, a journey in which he made a great number of geological observations. The importance of this excursion was great for the development of Darwin's scientific ideas and for the geological knowledge about the Andes. In this work, we propose to evaluate Darwin's method of geological work, based on some comments published in his papers that turned out to be erroneous. Darwin interpreted the valley fill of Andean rivers like the Tunuyán as of marine origin. We now know that these deposits are of glaciﬂuvial origin. Unfortunately, Darwin did not provide a detailed explanation as to how he concluded that these conglomerates were marine. He was probably influenced by the debate on the origin of alluvial and diluvial formations, one of the great geological discussions of the first half of the 19th century. It is suggested in this work that Darwin based his reasoning on the British geological literature and on his observations in fjords of southern Patagonia. In this way, Darwin's interpretation of the marine origin of Andean valley fill conglomerates shows two aspects of his

geological thought process: on one side, his reliance on the British masters of the discipline (Lyell, Sedgwick, Buckland and Greenough); on the other, the use of analogies with present examples to complete the fragmentary information that the geological record provides about the past.

Key words: *Charles Darwin, Andean geology, conglomerates, Mendoza*

Introducción

En 1835, aprovechando una escala del Beagle en Valparaíso, Charles Darwin cruzó los Andes hacia Mendoza, travesía durante la cual realizó un gran número de observaciones geológicas. La importancia de este viaje fue muy grande para el desarrollo de las ideas científicas de Darwin, particularmente respecto a la formación de montañas y a la duración del tiempo geológico, ésta última clave para el posterior desarrollo de la teoría de la evolución. Es sabido que Darwin valoró muy positivamente esta experiencia, como lo demuestra el siguiente fragmento de una carta que envió a su hermana Susan: “retorné hace una semana de mi excursión a través de los Andes a Mendoza. Desde mi partida de Inglaterra no hice un viaje tan exitoso (...) No puedo expresar mi placer por cierre tan excelente de toda la geología de Sudamérica. Literalmente no podía dormir por las noches pensando en el trabajo hecho en el día. El paisaje era tan nuevo y majestuoso” (“*I returned a week ago from my excursion across the Andes to Mendoza. Since leaving England I have never made so successful a journey (...) I cannot express the delight which I felt at such a famous winding-up of all my geology in South America. I literally could hardly sleep at nights for thinking over my day's work. The scenery was so new and so majestic*”, Darwin Correspondence Project, 2016).

El recorrido de Darwin comenzó con el cruce a través del cajón del Maipo, el paso Piuquenes y el Portillo Argentino. Después de unos días en la ciudad de Mendoza, el retorno fue realizado por Villavicencio, Uspallata y el paso de la Cumbre (Fig. 1). Las observaciones e interpretaciones exitosas de Darwin en los Andes son bien conocidas: estableció las unidades estratigráficas principales, recolectó fósiles marinos mesozoicos a más de 4.000 m de altura en el paso Piuquenes, determinó la secuencia de levantamiento de oeste a este de la Cordillera Principal y Frontal a partir del estudio de sedimentos sinorogénicos, descubrió el bosque fósil triásico de coníferas de la Precordillera conocido desde entonces como “bosque de Darwin”, y realizó la primera sección geológica de la Cordillera a estas latitudes (Aguirre-Urreta & Vennari, 2009; Aguirre-Urreta *et al.*, 2009; Brea *et al.*, 2009; Poma *et al.*, 2009; Giambiagi *et al.*, 2009; Ramos, 2009).

Estas observaciones lo llevaron a sostener la gran duración del tiempo geológico, que era fuertemente debatida en el siglo XIX: “No puedo concebir nada más impresionante que la vista oriental de esta gran cordillera para forzar la mente a resolver la idea de los miles y miles de años necesarios para la denudación de los estratos que originalmente lo recubrían [se refiere al granito del cordón del Portillo] – ya que la composición mineralógica y estructura y la forma cónica de las masas montañosas brindan suficiente evidencia de que el granito fluidificado estuvo una vez recubierto” (“*I can conceive nothing more impressive than the eastern view of this great range, as forcing the mind to grapple with the idea of the thousands of thousands of years, requisite for the denudation of the strata which originally encased it,—for that the fluidified granite was once encased, its mineralogical composition and structure, and the bold conical shape of the mountain-masses, yield sufficient evidence*”, Darwin, 1846, p. 186-187).

La capacidad de observación y análisis de Darwin es revelada de modo incontestable por el legado de su corto viaje andino: en total, pasó 15 días en los Andes, en una zona cuya geología desconocía por completo, y en ese escaso tiempo logró grandes avances en el conocimiento geológico de la región. Sin embargo, Darwin era humano: una lectura atenta de sus publicaciones muestra que algunas de sus interpretaciones resultaron equivocadas. En este trabajo, se intentará indagar sobre el

método de trabajo geológico de Darwin, a partir de estas interpretaciones erróneas, en particular su propuesta de que los valles andinos de Chile central y Mendoza se encuentran rellenos por depósitos marinos.

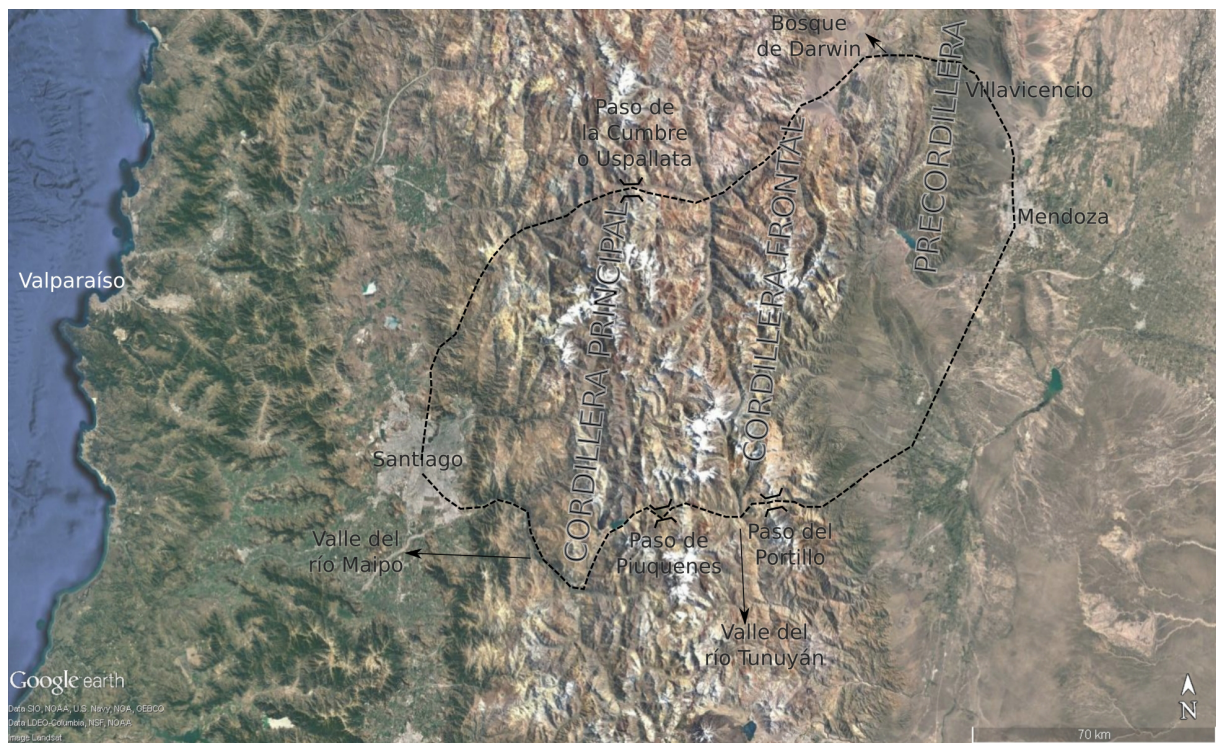


Figura 1. Mapa de ubicación. La línea de trazo punteado muestra el recorrido realizado por Darwin. Se señalan las localidades mencionadas en el texto.

Darwin y el relleno de los valles de los Andes centrales

En repetidas ocasiones, Darwin señala que los valles andinos de Mendoza y Chile central se encuentran rellenos por conglomerados que interpreta como de origen marino.

Por ejemplo, en su “Diario del viaje de un naturalista alrededor del mundo” (“*Journal of Researches*” en inglés, publicado en 1839) describe las nacientes del río Maipo (Chile, ubicación en Fig. 1) en los siguientes términos: “los valles están llenos de un inmenso espesor de aluvio estratificado. Puedo señalar brevemente aquí, sin detallar las razones en que se basa esta opinión, que con toda probabilidad este material se acumuló en el fondo de profundos brazos de mar, que corrían desde las cuencas internas penetrando hasta el eje de la cordillera, - de manera similar a lo que ocurre hoy en día en la parte sur de esta gran cordillera. Este hecho muy curioso que preserva un registro de un estado de cosas muy antiguo, posee elevado interés teórico, cuando se lo considera en relación al tipo de elevación por el que la actual gran altitud de estas montañas fue conseguida” (“... *the valleys being filled up with an immense thickness of stratified alluvium. I may here briefly remark, without detailing the reasons on which the opinion is grounded, that in all probability this matter was accumulated at the bottoms of deep arms of the sea, which running from the inland basins, penetrated to the axis of the Cordillera,—in a similar manner to what now happens in the southern part of this same great range. This fact, in itself most curious, as preserving a record of a very ancient state of things, possesses a high theoretical interest, when considered in relation to the kind of elevation by which the present great altitude of these mountains has been attained*”, Darwin, 1839, p. 387).

Más adelante, interpreta la evolución del Cordón del Portillo, en la cordillera Frontal mendocina (Fig. 1): “... el cordón del Portillo en la vecindad del paso es bastante más elevado que el [paso] de

Peuquenes, de todas maneras las aguas del distrito intermedio han abierto un pasaje a través de él. Suponiendo una elevación gradual y subsecuente de la segunda línea [se refiere al cordón del Portillo], esto puede comprenderse, ya que una cadena de islotes habría aparecido en primer lugar, y a medida que estas eran elevadas, las mareas hubieran siempre formado canales más profundos y amplios entre ellas” (“... *the Portillo chain in the neighbourhood of the pass is rather more elevated than the Peuquenes, yet the waters of the intermediate district have burst a passage through it. On the supposition of a subsequent and gradual elevation of the second line, this can be understood; for a chain of islets would at first appear, and as these were lifted up, the tides would always be working out deeper and broader channels between them*”, Darwin, 1839, p. 392)

En el libro *Observaciones Geológicas sobre Sudamérica* (“*Geological observations on South America*”, de 1846), escribe sobre el valle del río Tunuyán (Fig. 1): “Podemos concluir con seguridad que en un período anterior el valle de Tunuyán existió como un brazo de mar de alrededor de veinte millas de ancho” y “... aquí en el valle de Tunuyán, la acumulación del conglomerado grueso estratificado con espesor de 1500 o 2000 pies, ofrece fuerte evidencia de subsidencia; ya que todas las analogías existentes llevan a creer que grandes guijarros pueden ser transportados sólo en aguas poco profundas, que pueden ser afectadas por corrientes y movimientos de ondulación, - y de ser esto así, el fondo marino somero sobre el que los guijarros fueron depositados debe necesariamente haberse hundido para permitir la acumulación de las capas superiores” (“*We may safely conclude, that at a former period the valley of Tenuyan [sic] existed as an arm of the sea, about twenty miles in width*” Darwin, 1846, p. 186; “... *here, indeed, in the valley of Tenuyan [sic], the accumulation of the coarse stratified conglomerate to a thickness of 1500 or 2000 feet, offers strong presumptive evidence of subsidence; for all existing analogies lead to the belief that large pebbles can be transported only in shallow water, liable to be affected by currents and movements of undulation,—and if so, the shallow bed of the sea on which the pebbles were first deposited must necessarily have sunk to allow of the accumulation of the superincumbent strata*”, Darwin, 1846, p. 187).

Actualmente sabemos que estos conglomerados son de origen continental. Lamentablemente, Darwin no brinda una explicación detallada sobre cómo llegó a concluir que los conglomerados eran de origen marino.

Los conglomerados – depósitos sinorogénicos y glacifluviales

Los conglomerados a los que Darwin hace referencia corresponden en realidad a dos tipos diferentes.

Por un lado se encuentran los sedimentos sinorogénicos miocenos de la cuenca del Alto Tunuyán (Fig. 2; Giambiagi *et al.*, 2001). Corresponden a una sucesión continental de más de 1000 m de espesor, preservada en el área del Cerro Palomares, en la que predominan los conglomerados. Darwin reconoció el carácter sinorogénico de su depositación, y logró determinar la secuencia de levantamiento a partir de la composición de los clastos: primero la Cordillera Principal ubicada al oeste, y posteriormente la Cordillera Frontal ubicada al este, lo que fue confirmado por estudios modernos (Fig. 2; Giambiagi *et al.*, 2001). Sin embargo, Darwin interpretó que durante el levantamiento de las montañas, los valles estaban ocupados por estrechos marinos, como lo muestran los fragmentos citados en la sección anterior.

El otro tipo de conglomerados mencionado por Darwin corresponde al relleno cuaternario de fondo de valle (Fig. 3), correspondiente a depósitos glacifluviales. Curiosamente, Darwin pensaba que no había glaciares en esta región de los Andes, como lo demuestra su sorpresa al observar un glaciar en el cerro Tupungato desde el alto valle del río Tunuyán: “Teníamos una buena vista de una masa de montañas llamada Tupungato, cubierta de nieve virgen. (...) En la región nevada había un sector azul, sin dudas un glaciar – un fenómeno que se ha dicho no ocurre en estas montañas” (“*We had a fine*

view of a mass of mountains called Tupungato, the whole clothed with unbroken snow. (...) In the region of snow there was a blue patch, which no doubt was a glacier;—a phenomenon that has been said not to occur in these mountains”, Darwin, 1839, p. 397). Cabe señalar que el paso del Portillo fue realizado por Darwin con mal tiempo (Darwin, 1839, p. 398), lo que seguramente le impidió ver los glaciares de la cordillera del límite. Por otro lado, la cita presentada en la sección anterior sobre el relleno del valle del Maipo (Chile) muestra que Darwin consideró a estos depósitos como de origen marino.



Figura 2. Los conglomerados sinorogénicos del Alto Valle del río Tunuyán. (a) Fotografía de un afloramiento de la sección superior, la flecha señala un bloque de granito procedente de la Cordillera Frontal. (b) Fotografía de un afloramiento de la sección inferior, en la que predominan volcanitas y rocas sedimentarias de la Cordillera Principal. El círculo indica un clasto de calizas fosilíferas del Grupo Mendoza, similar a las rocas descritas por Darwin en el Paso de Piuquenes. Fotografías de Laura Giambiagi.



Figura 3. El Alto Valle del río Tunuyán, mostrando las gravas de relleno de fondo de valle. Caballos cruzando el río como escala.

Posibles influencias en el razonamiento de Darwin

Entre los libros que Darwin tenía para consulta durante el viaje también se encontraba “*A critical examination of the first principles of geology*” de G.B. Greenough (Herbert, 1991), en el que se señala, refiriéndose a cuarcitas, areniscas, grauvacas y conglomerados, que estas rocas contienen material erosionado de otras previamente destruidas, y que “esto sólo puede explicarse por medio del agua corriente” (Greenough, 1819, p. 211).

Seguramente el debate sobre el origen de los depósitos aluviales y diluviales, una de las grandes polémicas geológicas de la primera mitad del siglo XIX, tuvo alguna influencia en sus razonamientos

– de hecho, en algunos fragmentos de sus textos utiliza los términos “aluvial” y “diluvial”. Desde los trabajos de William Buckland (1823), un grupo de naturalistas británicos interpretó el origen de los depósitos de grandes bloques erráticos de las islas británicas como resultado del diluvio universal bíblico. Estos depósitos “diluviales” contrastaban con depósitos “aluviales” de gravas atribuidos a eventos menores, la fuerza de transporte de los ríos y a inundaciones parciales (Sedgwick, 1825). Otros naturalistas criticaban esta unión entre geología y religión, argumentando en contra del carácter sincrónico y catastrófico interpretado para los depósitos “diluviales”, como John Fleming (1824, 1825, 1826). Las críticas a esta interpretación de Alexander von Humboldt, Louis-Constant Prévost y otros naturalistas de Europa continental llevaron a Sedgwick a modificar su posición (Herbert, 1991). Durante sus estudios en Cambridge, Darwin tomó cursos con Sedgwick y Henslow, ambos adherentes a la interpretación diluvial en sus inicios (Henslow, 1823; Sedgwick, 1825). Sedgwick estaba modificando su posición al respecto cuando Darwin estudiaba geología en Cambridge, manteniendo la distinción descriptiva entre depósitos aluviales y diluviales pero sin relacionar estos últimos con la historia bíblica. Para principios de la década de 1830, la conexión entre los depósitos diluviales y el Diluvio Universal ya no era la hipótesis dominante entre los geólogos británicos, predominando la escuela de geólogos “uniformitaristas” encabezados por Lyell con el clásico libro *Principles of Geology* (Lyell, 1830), cuya primera edición fue uno de los libros de consulta principales de Darwin durante la travesía del Beagle. En todo caso, la disputa entre “catastrofistas” y “uniformitarios” implicó un debate sobre cómo se depositaban los sedimentos conteniendo grandes bloques rocosos, en la que había un cierto consenso sobre el rol de las corrientes marinas como principal medio de transporte. Como señala Herbert (1991), si bien Darwin utiliza el término “diluvial”, no lo hace con una connotación genética sino descriptiva; esta misma autora nota que hacia el final del viaje, Darwin interpretaba los depósitos diluviales como submarinos, sin una explicación más detallada de esta interpretación.

El origen glacial de las gravas que rellenan los valles andinos es una hipótesis que Darwin no llegó a considerar. Las razones de esto son varias: en primer lugar, Darwin menciona que según fuentes desconocidas, los Andes mendocinos no tendrían glaciares, y seguramente no pudo verlos por sí mismo debido al mal tiempo (ver sección anterior). Por otro lado, al momento del viaje de Darwin (1832-1836), el rol de los glaciares como agentes de transporte de sedimentos, así como la mayor extensión de los cuerpos de hielo en el pasado, no eran conocidos: el “*Étude sur les glaciers*” (Agassiz, 1840), primer libro en tratar estos temas en detalle, se publicó en forma contemporánea con las publicaciones de Darwin, y las ideas de este trabajo serían aún debatidas por años. Si bien al momento de realizar las primeras publicaciones sobre sus observaciones durante el viaje del Beagle, Darwin conocía las ideas de Agassiz por artículos que citaban sus conferencias, en un primer momento se opuso a éstas (Darwin, 1839, p. 615-625). En opinión de Darwin, grandes bloques podían ser depositados como resultado de transporte sobre icebergs. En años posteriores, Darwin se convencería de que algunas ideas de Agassiz eran correctas (Herbert, 1999). Para un análisis de la evolución del pensamiento de Darwin en un tema similar, véase el completo trabajo de Rudwick (1974) sobre los “camino paralelos” de Glen Roy, Escocia.

Por otro lado, Darwin llegó a Mendoza después de recorrer los fiordos del sur de Chile, los que utiliza como una analogía para sugerir cómo se veían los valles andinos de Mendoza en el pasado, cuando estaban inundados por el mar. La fuerza de las corrientes marinas en el sur de Chile llamó la atención de Darwin: “aún en los estrechos más retirados de la costa austral, las corrientes en los canales transversales que conectan los canales longitudinales son tan fuertes que he oído de un pequeño velero que fue atrapado en un remolino y quedó girando y girando” (“*even in the most retired sounds on the southern coast, the currents in the transverse breaks which connect the longitudinal channels, is so strong, that I have heard of one instance where a small vessel under sail was whirled round and round*”, Darwin, 1839, p. 392). Sin dudas esto reforzó la idea de que las

corrientes marinas son el medio de transporte de grandes bloques de roca. Puede verse que aún en esta interpretación equivocada, Darwin aplicaba el método uniformitario heredado directamente de Lyell.

Todo esto nos muestra cómo el pensamiento geológico de Darwin se enraizaba en la escuela geológica británica, y estaba influenciado por los debates de la época. Como ya han señalado muchos autores, la influencia de Lyell sería decisiva para las investigaciones geológicas de Darwin (Geikie, 1909; Judd, 1909; Ward, 1927; Herbert, 1991; Gohau, 2009; Ramos, 2009; Riccardi, 2012 citas), y también se destaca la formación de Darwin con Sedgwick y Henslow (Herbert, 1991; Riccardi, 2012), y su lectura de Greenough. Es evidente que Darwin estaba al tanto de las teorías y los debates de su tiempo, y estos ayudaron a conformar su pensamiento geológico en conjunto con su gran capacidad de observación.

Conclusiones

La interpretación de Darwin del origen marino de los conglomerados de los valles andinos nos brinda una ventana al pensamiento geológico y al método de trabajo de Darwin. Se evidencia su apoyo en los maestros británicos de la disciplina (Lyell, como es más conocido, pero también Sedgwick, Henslow y Greenough, entre otros), lo que permite insertar a Darwin en el contexto de los debates geológicos del siglo XIX. El uso de la analogía con ejemplos actuales para completar la fragmentaria información que el registro geológico nos brinda del pasado es un recurso claramente influenciado por la escuela uniformitaria, que resultó predominante al final del debate entre las interpretaciones catastrofistas (religiosas) y uniformitarias del pasado geológico.

Agradecimientos.

Se agradece la revisión del Dr. Ricardo Alonso y el manejo editorial del Dr. Alberto Riccardi.

Bibliografía

- Agassiz, L., 1840. *Etude sur les glaciers*. Jent et Gassmann. Neuchatel. 652 pp.
- Aguirre-Urreta, B. & Vennari, V. 2009. On Darwin's footsteps across the Andes: Thitonian-Neocomian fossil invertebrates from the Piuquenes pass. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64(1): 32-42.
- Aguirre-Urreta, B., Griffin, M. & Ramos, V.A. 2009. Darwin's geological research in Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64(1): 4-7.
- Brea, M., Artabe, A.E. & Spalletti, L.A. 2009. Darwin Forest at Agua de la Zorra: the first in situ forest discovered in South America by Darwin in 1835. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64(1): 21-31.
- Buckland, W. 1823. *Reliquiae Diluvianae, or Observations on the organic remains contained in caves, fissures and diluvial gravel and on other geological phenomena attesting the action of an universal deluge*. John Murray. London. 303 pps.
- Darwin, C.R. 1839. *Journal of researches into the geology and natural history of the various countries visited by H.M.S. Beagle*. Henry Colburn. London. 615 pp.
- Darwin, C.R. 1846. *Geological Observations on South America*. Smith Elder and Co. London. 280 pp.
- Darwin Correspondence Project. 2016. Letter no. 275. Accessed on 26 July 2016. Disponible en <http://www.darwinproject.ac.uk/DCP-LETT-275>

- Fleming, J. 1824. Remarks illustrative of the influence of society on the distribution of British animals. *Edinburgh Philosophical Journal* 11: 287-305.
- Fleming, J. 1825. Remarks on modern strata. *Edinburgh Philosophical Journal* 12: 116-127.
- Fleming, J. 1826. The Geological Deluge, as interpreted by Baron Cuvier and Professor Buckland, inconsistent with the testimony of Moses and the phenomena of Nature. *Edinburgh Philosophical Journal* 14: 205-239.
- Geikie, A. 1909. *Charles Darwin as geologist: The Rede Lecture given at the Darwin Centennial Commemoration on 24 June 1909*. Cambridge University Press, Cambridge, 90 pp.
- Giambiagi, L., Tunik, M. & Ghiglione, M. 2001. Cenozoic tectonic evolution of the Alto Tunuyán foreland basin above the transition zone between the flat and normal subduction segment (33°30'-34°S), western Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 14: 707-724.
- Giambiagi, L., Tunik, M., Ramos, V.A. & Godoy, E. 2009. The High Andean Cordillera of central Argentina and Chile along the Piuquenes Pass-Cordón del Portillo transect: Darwin's pioneering observations compared with modern geology. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64(1): 44-54.
- Gohau, G. 2009. Darwin geologue: entre Lyell et Humboldt. *Travaux du Comité Français d'Histoire de la Géologie, COFRHIGEO*, 3eme serie 23: 89-98.
- Greenough, G.B. 1819. *A critical examination of the first principles of geology*. Longman, Hurst, Rees, Orme and Brown London. 336 pps.
- Henslow, J.S. 1823. On the deluge. *Annals of Philosophy* 6: 344-349.
- Herbert, S. 1991. Charles Darwin as a prospective geological author. *British Journal for the History of Science* 24: 159-192.
- Herbert, S. 1999. An 1830s view from outside Switzerland: Charles Darwin on the "beryl blue" glaciers of Tierra del Fuego. *Eclogae Geologicae Helveticae* 92: 339-346.
- Judd, C.B. 1909. Darwin and Geology. En: Seeward, A.C. (ed.): *Darwin and Modern Science*, pp. 337-384. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lyell, C., 1830. *Principles of Geology*. John Murray. London. 511 pp.
- Poma, S, Litvak, V.D., Koukharsky, M., Maisonnave, B. & Quenardelle, S. 2009. Darwin's observation in South America: what did he find at Agua de la Zorra, Mendoza province? *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64(1): 13-20.
- Ramos, V.A. 2009. Darwin at Puente del Inca: observations on the formation of the Inca's bridge and mountain building. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64(1): 170-179.
- Riccardi, A.C. 2012. Darwin: el hombre y su obra, en relación con el contexto geológico y paleontológico de la época. *Revista del Museo de La Plata, Sección Paleontología* 12(65): 4-22.
- Rudwick, M. 1974. Darwin and Glen Roy: a "great failure" in scientific method? *Studies in History and Philosophy of Science* 5: 97-185.
- Sedgwick, A. 1825. On the origin of alluvial and diluvial deposits. *Annals of Philosophy* 9: 241-257.
- Ward, H. 1927. *Charles Darwin: The man and his warfare*. John Murray. London. 457 pp.

Recibido: septiembre 2016

Aceptado: octubre 2016