



Acta Biológica Colombiana

ISSN: 0120-548X

Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias,
Departamento de Biología

PÉREZ-MALVÁEZ, Carlos; BRIBIESCA ESCUTIA,
Guadalupe; BUENO HERNÁNDEZ, Antonio Alfredo
EL AMAZONAS Y LA BIOGEOGRAFÍA: CREACIONISMO CONTRA TRANSMUTACIONISMO
Acta Biológica Colombiana, vol. 23, núm. 3, 2018, Septiembre-Diciembre, pp. 225-234
Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología

DOI: <https://doi.org/10.15446/abc.v23n3.71221>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=319057440001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org
UAEM

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto



EL AMAZONAS Y LA BIOGEOGRAFÍA: CREACIONISMO CONTRA TRANSMUTACIONISMO

The Amazon and Biogeography: Creationism against Transmutationism

Carlos PÉREZ-MALVÁEZ¹, Guadalupe BRIBIESCA ESCUTIA¹, Antonio Alfredo BUENO HERNÁNDEZ¹.

¹ Museo de Zoología, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México. Batalla 5 de Mayo SN, Iztapalapa, Ejército Oriente, Ciudad de México D.F., México.

**For correspondence.* malvaez@unam.mx

Received: 23rd March 2018, **Returned for revision:** 28th May 2018, **Accepted:** 21st July 2018.

Associate Editor: John Charles Donato.

Citation/Citar este artículo como: Pérez-Malváez C, Bribiesca Escutia G, Bueno Hernández AA. El amazonas y la biogeografía: creacionismo contra transmutacionismo. Acta biol. Colomb. 2018;23(3):225-234. DOI:<http://dx.doi.org/10.15446/abc.v23n3.71221>

RESUMEN

Durante el siglo XIX, el estudio de la distribución geográfica fue una pieza fundamental para entender la estrecha relación entre la variación morfológica y la distribución geográfica de los organismos, bajo la perspectiva de que esta relación podría finalmente esclarecer el debate de si las especies se originaban por creación o por transmutación. De manera independiente, tanto Wallace como Agassiz, estudiaron con gran interés la distribución geográfica de las especies amazónicas, aunque con propósitos completamente diferentes. Wallace pensaba que la distribución geográfica podría explicar cómo surgían las nuevas especies a partir de sus predecesoras, mientras que a Agassiz le interesaba demostrar que las especies surgían mediante actos de creación independientes y permanecían inmutables. El propósito de este trabajo es reflexionar por qué, si ambos dispusieron de la misma evidencia empírica, llegaron a interpretaciones tan opuestas. Se concluye que no fue propiamente la evidencia empírica, sino las influencias intelectuales que tuvieron cada uno la causa que determinó sus diferentes interpretaciones sobre la distribución biogeográfica.

Palabras clave: Amazonas, creacionismo, distribución geográfica, transmutación.

ABSTRACT

In the nineteenth century, the study of geographical distribution was a fundamental piece to understand the close relationship between morphological variation and the geographical distribution of organisms under the perspective that the relationship could finally respond to the debate on whether the species originated by creation or by transmutation. In an independent manner, Wallace as well as Agassiz both studied with great interest the geographical distribution of the Amazonian species, although for completely different purposes. Wallace thought that the geographical distribution could explain how new species emerged from his predecessors, while Agassiz was interested in demonstrating that species emerged from independent acts of creation and remained unchanged. The purpose of this paper was to reflect on why if both had the same empirical evidence they came to such opposite interpretations. It is concluded that it was not only the empirical evidence, but the intellectual influences that both had, the cause that determined their different interpretations of the biogeographic distribution.

Keywords: Amazon, creationism, geographical distribution, transmutation.



LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA: UN ELEMENTO CLAVE PARA COMPRENDER EL MUNDO NATURAL

La interpretación de la variación geográfica de los organismos fue un tema recurrente en las discusiones de las sociedades científicas desde los inicios del siglo XIX (England, 1997). Bajo la idea de que el mundo era producto de un diseño sobrenatural, adquirió sentido descifrar el plan divino de la creación. Ya desde fines del siglo XVIII, varios naturalistas europeos habían desarrollado algunas especulaciones sobre la distribución geográfica de los organismos, entre ellos Carl Linneo, su discípulo Carl Ludwig Willdenow y también el naturalista alemán Eberhard von Zimmermann (Ebach, 2015, p. 4). Sin embargo, fue hasta la primera mitad del siglo XIX cuando surgió un fuerte interés por desarrollar sistemas de regionalización de los organismos. El reconocer la distribución geográfica de los vegetales así como sus patrones generales fue uno de los propósitos principales del gran botánico suizo Augustin Pyramus de Candolle (1778-1841), así como del célebre sabio prusiano Alexander von Humboldt (1769-1859). Este interés se difundió pronto a Inglaterra. En sus *Principles of Geology*, el geólogo escocés Charles Lyell se refirió elogiosamente al “luminoso ensayo” de Augustin de Candolle (Lyell, 1832, p. 68). Años después, Philip Lutley Sclater (1858) propuso una regionalización de la superficie terrestre con base en la distribución de las aves. Los naturalistas ingleses de siglo XIX entendieron que la distribución geográfica de los organismos era un factor clave para comprender el mundo natural (Fichman, 1977; Kinch, 1980; Richardson, 1981), independientemente de sus preferencias por la tesis de la transmutación o por la doctrina del diseño.

El creacionismo sostuvo como premisa básica la intervención de un poder divino en los hechos y fenómenos del mundo natural: Dios había creado el mejor de todos los mundos posibles y su benevolencia se manifestaba en cada obra de la naturaleza.

La fijeza de las especies, la inaccesibilidad de los orígenes de las cosas al conocimiento humano y la compulsión inductivista por recopilar todos los datos posibles, fueron elementos comunes entre los miembros de las sociedades científicas británicas. Sin embargo, el creacionismo, más que un sistema homogéneo, incluyó versiones dispares que variaron desde una posición atemperada, que tomaba con cautela la intervención divina en los fenómenos naturales, como en el caso del geólogo Charles Lyell, hasta posiciones teísticas extremas como las que sustentó el naturalista Louis Agassiz, quien explicó las regiones biogeográficas mediante actos milagrosos e independientes de creación.

El creacionismo desarrolló explicaciones sobre la distribución geográfica de los organismos. Los casos de especies similares que ocupaban tanto áreas vecinas como áreas ampliamente separadas en el espacio fueron atendidos por la explicación creacionista. La vecindad se entendía bajo la premisa de que hay una concordancia entre las

características propias de cada especie y el lugar que habitaban. De esta manera, las especies ocupantes de áreas vecinas eran similares porque las condiciones físicas de esas áreas eran también similares. Las distribuciones disyuntas podían explicarse básicamente de dos maneras. La primera suponía que la misma especie había sido producida de manera independiente en dos áreas separadas porque solo en esas áreas encontraban las condiciones adecuadas para su existencia, dejando grandes hiatos intermedios en donde las condiciones no les eran favorables. La segunda, que suponía una intervención milagrosa, explicaba las distribuciones disyuntas mediante dispersión. Las especies disyuntas, al igual que todas las demás, habían sido creadas originalmente en un solo centro pero sus miembros se habían dispersado posteriormente hasta alcanzar áreas distantes que les eran propicias (Kitcher, 2001). Sin embargo, el creacionismo tuvo serios problemas para explicar los casos de especies introducidas que desplazaban a las especies nativas, pues ello refutaba claramente la premisa de la adecuación perfecta de los organismos a las condiciones físicas.

Una obra clave para los naturalistas que apoyaban la doctrina del diseño fue *Natural Theology*, publicada en 1802. Su autor, William Paley, la había escrito con el propósito de rebatir las perniciosas ideas transformistas. La doctrina del diseño afirmaba que la naturaleza tenía una estructura y un funcionamiento perfectos. Los teólogos naturales ingleses sosténían que la adaptación de los animales y las plantas a sus condiciones de vida era clara evidencia de un diseño inteligente. Afirmaban también que la estructura de cada órgano estaba totalmente determinada por la función que desempeñaba.

Louis Agassiz (1807-1873), uno de los naturalistas más influyentes de Norte América, elaboró una caprichosa explicación *ad hoc* sobre la variación geográfica de los organismos, mezclando a su arbitrio sus conocimientos biogeográficos con sus propias creencias religiosas. En un trabajo que publicó (Agassiz, 1850) sobre la distribución geográfica de los animales, negó que el libro del *Génesis* revelara la dispersión de todas las especies desde un solo centro de origen. No era la migración, el aislamiento y la diferenciación lo que explicaba la variación geográfica. Agassiz puso en duda la revelación de las Sagradas Escrituras. Retomó un argumento de la hipótesis poligénica y racista de Isaac de La Peyrière (Popkin, 1987, p. 6): así como existieron hombres preadámitas, lo cual podía deducirse del propio *Génesis* (Caín había sido condenado a vagar como extranjero entre otros pueblos e incluso se había casado con una mujer de Nod), había también animales que no provenían del arca de Noé. El monte Ararat, donde había encallado el arca, se había considerado como el centro original de distribución durante mucho tiempo. Sin embargo, la interpretación de Agassiz implicaba que habían existido otros centros tanto de creación como de dispersión. Por tanto, para entender la distribución actual de los organismos, era más bien

necesario conocer su distribución geográfica en épocas geológicas pasadas. Solo así se podría entender la sucesión ordenada que había seguido el plan divino de creación en el tiempo y en el espacio (Agassiz, 1850, p. 182).

En contraparte, la tesis transmutacionista explicaba los patrones de distribución de los organismos a partir de leyes naturales basada en datos empíricos. El conocimiento sobre la distribución geográfica de la vida había dejado en claro que los organismos no se distribuían de manera azarosa, ni de acuerdo con las condiciones físicas locales, sino que la superficie terrestre podía ser dividida en grandes regiones biogeográficas, caracterizadas por conjuntos particulares de especies (Browne, 1983, p. 273). Este patrón biogeográfico, el principal y más importante, requería ser explicado.

En 1831 Charles Darwin iniciaría un viaje de exploración que duraría aproximadamente cinco años. En este viaje, Darwin encontraría patrones biogeográficos en Sudamérica tales como distribuciones continuas y disyuntas, sucesión de especies en el tiempo y en el espacio, especiación y variabilidad, lo cual le llevó a reflexionar sobre el origen de las especies.

Darwin tenía claro que los patrones temporales y espaciales de la distribución de organismos podían entenderse bajo la hipótesis de la dispersión/divergencia, la cual se podía resumir en tres puntos: (1) las especies se originan una sola vez en un solo lugar (tesis monogénica), (2) se dispersan desde su centro de origen y (3) se diferencian en las nuevas áreas ocupadas.

Darwin continuó puliendo su esquema biogeográfico y más adelante estableció los puntos generales de un modelo biogeográfico que explicaba la distribución actual de los organismos con base en la migración, el aislamiento, la diferenciación y también por el tiempo transcurrido en aislamiento. La tesis transformista de Darwin terminó por socavar los fundamentos de la teología natural. Al elaborar su teoría de selección natural, intentó apegarse a los preceptos metodológicos de la *vera causa* (Guillaumin, 1997; Martínez, 1997). El naturalista británico Alfred Russel Wallace (1823-1913) elaboró una explicación semejante para dar cuenta del cambio orgánico casi una década después, apelando también a causas naturales. Ambos entendieron la distribución actual de los organismos con base en tres procesos: migración, aislamiento y diferenciación, incluso antes de que desarrollaran un mecanismo convincente sobre como ocurría el cambio orgánico. En contraste, los patrones biogeográficos resultaban caprichosos bajo la doctrina creacionista desarrollada por la Teología Natural. Un caso particularmente interesante para estudiar el debate entre la biogeografía creacionista y transmutacionista es el de la cuenca Amazónica. Es por ello que el objetivo de este trabajo es analizar ¿Cómo a partir de los mismos datos sobre la distribución geográfica de las especies amazónicas, Wallace propuso una explicación a través de leyes naturales y Agassiz lo hizo con bases creacionistas?

LA BIOGEOGRAFÍA DEL AMAZONAS BAJO EL CONTEXTO TRANSMUTACIONISTA

Alfred Russel Wallace (1823-1913) nació en Gales circunstancialmente, pues pocos años antes, sus padres se habían mudado de Londres a Kensington Cottage, un pueblo rural cerca de Usk, para reducir sus gastos, ya que sufrían de limitaciones económicas. En realidad, Wallace se consideraba a sí mismo como inglés (Wyhe, 2018). Fue el octavo de nueve hijos. Su educación fue casi autodidacta pues decidió abandonar la escuela, ya que la consideraba inútil salvo por los conocimientos que adquirió en latín y francés. Wallace es reconocido por su afición voraz a la lectura de diversos temas, acentuándose esta vocación cuando su padre se convirtió en bibliotecario en Hertford. En 1844 fue contratado como profesor en el *Collegiate School* de Leicester, en donde pasaba gran parte de su tiempo en la biblioteca. Allí leyó el *Ensayo sobre el principio de las poblaciones* de T. Malthus y conoció también a Henry Walter Bates (1825-1892), con quien entabló una gran amistad. Bates lo introdujo al estudio de la entomología, en particular a los escarabajos, campo en el que publicó varios artículos en la revista *The Zoologist* desde una corta edad. Para 1846 Wallace vivía en Neath, lugar donde leyó el tratado sobre los *Vestiges of the Natural History of Creation* de Robert Chambers, *The Voyage of the Beagle* de Charles Darwin y *Principles of Geology* de Charles Lyell (Bueno y Llorente, 2003, p. 16).

Las crónicas de viajeros como Charles Darwin, Alexander von Humboldt y William Henry Edwards ejercieron gran influencia sobre Wallace. Edwards fue un entomólogo neoyorkino reconocido, que realizó un viaje al Amazonas en 1846 y publicó un libro en el que elogia las ventajas del buen clima y el fácil acceso a la región, pues los ríos servían como rutas idóneas para adentrarse a las ilimitadas extensiones de la selva virgen, además de que la vida era barata y la gente amigable. Así Wallace decidió que debía realizar también un viaje de exploración a la Amazonia (Bueno y Llorente, 2003, p. 18).

Wallace viajó a Brasil entre 1848 y 1852 con su amigo el naturalista Henry Walter Bates, con el fin de resolver el problema del origen de las especies (Bates, 1863, p. XI), asunto sobre el que discutían frecuentemente. En este viaje Wallace se propuso específicamente conocer la distribución completa de algún grupo, porque pensaba que ello daría luz para resolver el problema sobre la transmutación de las especies, tema que se venía discutiendo desde hacía unas décadas atrás por los naturalistas Erasmus Darwin y Jean Baptiste Lamarck. Existe evidencia que desde 1845 Wallace ya se interesaba por ese asunto. En una carta que le envió a Bates, le dice que los *Vestiges of the Natural History of Creation*, más allá de sus desmesuras, podía tomarse como inspiración para una investigación más profunda, ya que, respecto a la hipótesis de la transmutación, “todo hecho observado debe ir en su contra o a su favor” (McKinney, 1969, p. 372).

En otra de las cartas dirigidas también a Bates en 1847, en la que hacía notar las limitaciones de las colecciones locales, Wallace expresaba: “Me gustaría tomar una familia para estudiarla completamente, principalmente con una visión hacia la teoría del origen de las especies. Así podría llegar a unas conclusiones definitivas” (Myers, 1992, p. 427).

En mayo de 1848 Wallace y Bates iniciaron la exploración de la cuenca amazónica. Durante los dos primeros años concentraron su trabajo alrededor de Pará, el Río Tocantins y los bancos del propio Amazonas hasta Barra (actualmente Manaos), en donde convergen el Amazonas y el Río Negro. Allí decidieron separarse. Wallace se fue a explorar el Río Negro y el Uaupés mientras que Bates se dirigió hacia el alto Amazonas.

En su travesía solitaria por las orillas del Río Negro, Wallace observó un patrón peculiar sobre la distribución de los peces de esta zona: en cada pequeño afluente existían formas únicas y particulares. La mayor parte de las especies que encontró en la región alta del río ya no aparecían cerca de su desembocadura:

“Sólo en el Río Negro encontré doscientas cinco especies, y estoy convencido de que son apenas una pequeña proporción de las que allí existen. Por ser un río de aguas negras, la mayor parte de sus peces son distintos de los que se encuentran en el Amazonas. En realidad, en todo río pequeño y en diferentes partes del mismo río se encuentran peces distintos. La mayor parte de los que habitan el alto Río Negro no se hallan cerca de su desembocadura, donde hay muchos otros igualmente desconocidos en las aguas más limpias, más oscuras y probablemente más frías, de sus ramales más altos. Por el número de nuevos peces que encontraba constantemente en cada nuevo lugar y en cada cesta de pescador, podemos calcular que existen por lo menos quinientas especies en el Río Negro y en sus corrientes tributarias. El número de especies de todo el valle del Amazonas es imposible de calcular con alguna precisión” (Wallace, 1853a, p. 467).

Destaca también los límites marcados de distribución de ciertas especies, en su intento por cazar guacamayos azules en el río Tocantins, y de esta experiencia conjetura que quizás la estricta delimitación se debe a los cambios en las especies de frutos de los que se alimentan estas aves a lo largo del río:

“En casi todas las casas había plumas por el suelo (de guacamayos azules), lo que demostraba que esta espléndida ave era cazada a menudo como alimento. Alexander los tuvo una vez a tiro, pero su escopeta falló e inmediatamente echaron a volar. Algo más abajo del río rara vez se ven, y nunca más abajo de Bailão, mientras que desde este lugar hacia arriba son muy abundantes. ¿Cuáles pueden ser las causas que limitan tan exactamente el alcance de un ave de vuelo tan potente? Parecen estar relacionadas con las rocas y con el indudable cambio correspondiente en los frutos de los que estas aves se alimentan” (Wallace, 1853a, p. 75-76).

Otro evento que llamó la atención de Wallace fue encontrar especies de mariposas totalmente distintas en áreas cercanas, incluso adyacentes, que compartían condiciones de topografía, clima y suelo similares. Estos aspectos son señalados en su obra *A Narrative of Travels on the Amazon and Rio Negro*, como interrogantes que no tienen una respuesta clara. En este mismo libro incluye un apartado con el subtítulo de *Geographical Distribution of the Animals*, aspecto al que considera como el más interesante e instructivo de la Historia Natural.

Tanto asombro le causó el que las especies de la Amazonia tuvieran límites estrictos de distribución, que dedicó mucho tiempo al estudio de una especie de palma, la *Leopoldina piassaba*. Incluso realizó una publicación en 1853, titulada *Palm Trees of the Amazon and their uses* con los pocos apuntes y dibujos que pudo salvar después del desafortunado incendio del *Helen*, el barco en el que regresaba a Inglaterra. Llama la atención el detalle con que describe las localidades, los límites de distribución y las condiciones bajo las que crece una especie de palma (Wallace, 1853b).

En el trabajo que Wallace realizó en 1850 sobre un ave conocida popularmente como pájaro sombrilla (*Cephalopterus ornatus*), señala como algo notorio el hecho de que la distribución de esta ave se restringe exclusivamente a ciertos islotes del Río Negro y de la desembocadura del Madeira, pues no había ningún reporte de su presencia tierra adentro. Wallace estimó que el área de distribución de esta especie se extendía aproximadamente unas 400 millas desde la desembocadura del Río Negro corriente arriba (Wallace, 1850). Intentó sin éxito constatar el dicho de los indígenas sobre la existencia de otra especie distinta de pájaro sombrilla de color blanco aguas arriba (Papavero y Llorente, 1994). Su intento por confirmar que las formas de las partes bajas del río procedían de las formas que habitaban río arriba se vio frustrado. Su propósito principal era demostrar que había una relación estrecha entre la afinidad taxonómica y la distribución espacial contigua, como puede deducirse de una carta que le escribió años después del viaje a Bates en enero de 1858: “*The connection between the succession of affinities and the geographical distribution of a group, worked out species by species, has never yet been shown as we shall be able to show it*” (Porter and Graham, 2016, p. 74). La pregunta que lo intrigaba era saber cuál era la causa de la correlación entre progresión morfológica y progresión geográfica (Papavero y Llorente, 1994). Wallace criticaba fuertemente una idea común entre los naturalistas según la cual cada especie dependía de un tipo particular de alimento, ligada estrechamente a la idea de la adaptación perfecta entre los organismos y las condiciones de su entorno, que a su vez era parte de la doctrina del diseño y de su concepción de la especie como una entidad fija e inmutable. Wallace buscaba una explicación diferente al hecho de la variación espacial de las especies. El punto era, como lo había visto directamente Wallace, que había organismos de diferentes

especies, con estructuras completamente dispares, que se alimentaban en común de manera simultánea y compartían un mismo tipo de alimento. Ello contradecía directamente la idea de la especificidad de la relación especie-alimento.

A Wallace le resultaba claro que no bastaban las condiciones físicas del entorno para explicar la distribución espacial de los seres organizados. Desde el segundo volumen de sus *Principles of Geology*, publicado en 1832, Lyell había reconocido la marcada regionalización biótica que presentaba la superficie terrestre y calificaba a este hallazgo como el descubrimiento empírico más importante que había hecho la biogeografía gracias al trabajo de Augustin de Candolle (1820). Luego de hacer un detallado recuento de los medios de dispersión de los organismos, Lyell llegaba a la conclusión que lo sorprendente no era su extraordinaria capacidad de dispersión, sino el que a pesar de ello permaneciera, como hecho destacable, una marcada regionalización de la superficie terrestre (Bueno y Llorente, 2006, p. 553).

De este modo, Wallace establece los siguientes principios sobre distribución geográfica:

1. No son las condiciones del entorno las que determinan la distribución de los animales, pues países con clima y suelo muy similares pueden diferir totalmente en sus productos biológicos.
2. Es un hecho que casi cada región tiene animales peculiares.
3. Hay barreras naturales que evidentemente limitan la distribución de especies, como cordilleras o mares; hay otras que parecerían más fáciles de cruzar, por ejemplo, en cada margen de un río grande y ancho hay especies distintas, como ocurre en el caso de diversas especies de monos, específicamente diferentes a ambos márgenes de los ríos grandes de la cuenca amazónica, pero hay además otras causas que deben ser mucho más sutiles, las cuales delimitan la distribución de las especies, pues hay áreas muy cercanas entre sí que contienen cada una sus propios animales peculiares, sin que se presente barrera alguna de por medio.

En un artículo sobre los monos amazónicos que envió Wallace a la *Zoological Society of London* (Wallace, 1852), amplió el tercer principio, haciendo observaciones acerca del papel que jugaban los ríos como barreras: “*What are the circumstances which render certain rivers and certain mountain ranges the limits of numerous species, while others are not? None of these questions can be satisfactorily answered till we have the range of numerous species accurately determined*” (Wallace, 1852, p. 110).

Wallace tuvo cuidado de determinar escrupulosamente la localidad en que se encontraban las diferentes especies, pues pronto se dio cuenta de que el Amazonas, el Río Negro y el Madeira eran barreras infranqueables para ciertos

organismos. Los cazadores nativos reconocían claramente este hecho. Sabían de qué lado podían encontrar cada tipo de animal, y sabían también que nunca, ni por casualidad, lo podían encontrar en el lado opuesto. Wallace se percató de que este fenómeno no sólo se presentaba en los monos, sino también en las aves y en los insectos, lo cual era sorprendente si se consideraba la capacidad de vuelo de estos organismos. Se dio cuenta además de que cuando estos grandes ríos se aproximaban a sus fuentes estrechando su cauce, dejaban de actuar como barreras, de modo que la mayoría de las especies podían hallarse a ambos lados.

Las conclusiones biogeográficas a las que llegó Wallace al finalizar su viaje al Amazonas pueden sintetizarse en dos ideas centrales: (1) La distribución orgánica no obedece a determinantes climáticas, no al menos de manera simple y directa; (2) la regla general es que las especies se restringen a un área particular. Ello tiene la importante implicación de que la delimitación de las áreas de distribución es independiente de las capacidades de dispersión de las especies. Sin embargo, Wallace no tenía aún la respuesta para poder explicar estos hechos. Aunque desde el viaje a Sudamérica ya manifestaba su posición transmutacionista, no logra desentrañar aún la causa eficiente de la evolución. Fue hasta su viaje al Archipiélago Malayo, cuando Wallace pudo hacer explícita la idea de que la divergencia entre poblaciones surgía por el aislamiento provocado por barreras (Wallace, 1855; McKinney, 1972).

Wallace fue considerado “el padre de la biogeografía” (Smith, 2005, p.1509), ya que realizó diversas aportaciones a esta área: la naturaleza de la biota de las islas, el proceso de dispersión a través de corredores, la regionalización biótica, la relación entre las épocas glaciales y los patrones actuales de distribución, la relación entre las barreras fluviales con la divergencia de especies y el estudio sistemático de las biotas regionales, entre otros. Su obra representa la versión más pulida de la biogeografía darwinista, que terminó por establecerse como el modelo dominante de explicación en la biogeografía histórica durante un siglo (Bueno y Llorente, 2003).

LA BIOGEOGRAFÍA DEL AMAZONAS BAJO EL CONTEXTO CREACIONISTA

Jean Louis Rodolphe Agassiz (1807-1873) fue educado en las universidades de Suiza y Alemania como médico. Estudió al lado de alemanes prominentes como Lorenz Oken, Johann Georg Wagler e Ignaz Dölliger, los cuales eran adeptos de la *Naturphilosophie*, una filosofía romántica que buscaba encontrar las correspondencias metafísicas y las interconexiones entre los objetos naturales. A pesar de que Agassiz renunció a esta filosofía, jamás pudo liberarse de su influencia. Recibió su título de médico en 1830 en la universidad de Erlangen. En 1831 se trasladó a París para trabajar bajo la tutela de Alexander von Humboldt y Georges Cuvier. Este último quedó impresionado con la intensidad que mostró Agassiz en su trabajo sobre los peces

de Brasil. El material provenía de la colecta realizada por Johann Baptist von Spix en el Amazonas. Después de la muerte de éste en 1826, su compañero de expedición, Carl Friederich Philipp von Martius, encargó a Agassiz trabajar con la colección de peces. Cuvier mostró su deferencia por el joven Agassiz. Le enseñó sus trabajos y dibujos sobre peces fósiles. La relación duró apenas seis meses y se cortó repentinamente a la muerte de Cuvier, ocurrida en abril de 1832. Desde entonces, Agassiz no perdió ocasión para exhibirse como el heredero intelectual del gran Cuvier y se comprometió con el catastrofismo de su insigne maestro por el resto de su vida. Tras la muerte de Cuvier, Agassiz asumió la cátedra en el Liceo de Neuchâtel en Suiza, donde trabajó durante 13 años en muchos proyectos de paleontología, sistemática y glaciología. En 1846, Agassiz se fue a vivir a los Estados Unidos. Se estableció en Harvard en 1848, en donde inmediatamente se dedicó a la organización y obtención de financiamiento para la fundación de un gran museo de historia natural (Lurie, 1988).

Agassiz permaneció leal a la clasificación de Cuvier. Con base en su enfoque funcionalista, Cuvier consideró al sistema nervioso como el sistema rector, el más importante y del cual dependían los demás sistemas. Con apoyo en el sistema nervioso, dividió al reino animal en cuatro ramas o *embranchements* (Ochoa y Barahona, 2009, p. 40): Vertebrata, Articulata, Mollusca y Radiata. Cada *embranchemet* era independiente y no había ninguna relación formal entre ellos (Ochoa y Barahona, 2009, p. 51). Según Cuvier, las variaciones que presentaban estos planes básicos habían surgido como resultado de adaptaciones funcionales al medio, es decir, cada parte del animal estaba diseñada para contribuir a la totalidad funcional del organismo. Aunque Cuvier rechazaba la idea de planes abstractos que rigieran el desarrollo de la vida (Desmond, 1989, p. 48-49), su idea fue adoptada por los naturalistas conservadores ingleses, quienes añadieron al funcionalismo teleológico de Cuvier la idea del diseño divino (Desmond, 1989, p. 110-111).

Agassiz desarrolló la tesis del triple paralelismo con base en una concepción jerárquica y lineal (Bryant, 1995). Hizo una clasificación en la que ordenó a los *embranchements* según su grado de complejidad. La jerarquización procedía también al descender en las categorías taxonómicas. Así, dentro de cada *embranchemet*, las clases, los órdenes, incluso hasta las especies, se ordenaban desde la de menor hasta la de mayor complejidad. Fue así que Agassiz situó a la especie humana en el ápice de la escala de la vida. El orden jerárquico que había en la clasificación se reflejaba también en el registro fósil, en el desarrollo ontogenético y en la distribución geográfica, de tal modo que los organismos más simples y más primitivos aparecían en los estratos más antiguos, en las fases más tempranas del desarrollo embrionario y en las latitudes más altas (Bowler, 1989).

Ernst Haeckel señaló la ley del triple paralelismo como “una de las pruebas más sólidas de la verdad de la teoría

de la evolución”, incluso el mismo Darwin, y muchos otros después de él, aceptaron estos paralelismos como evidencia de la evolución. Darwin escribió en el capítulo X de *El Origen de las Especies* que: “*For this doctrine of Agassiz accords well with the theory of natural selection*” (Darwin, 1859, p. 338) aunque con un tono irónico, pues no estaba de acuerdo con la creencia de Agassiz en un estricto “paralelismo”. Agassiz rechazó frontalmente la interpretación de Haeckel sobre el desarrollo embrionario así como su ley de la recapitulación.

En sus últimos años, Agassiz se hizo más conocido por su firme oposición a la evolución darwiniana. Tan vehemente fue su resistencia a cualquier discusión sobre el tema, que sus estudiantes -en parte como una broma, en parte motivados por la irritación sobre otros asuntos- formaron una organización llamada la “Sociedad para la Protección de Estudiantes Americanos de Profesores Extranjeros”. Cuando Agassiz se enteró, obligó a sus estudiantes a renunciar al club. Agassiz quedó especialmente irritado cuando sus propios hallazgos habían sido interpretados como evidencia de la evolución.

En su trabajo *An Essay on Classification*, Agassiz establecía que: “... los fenómenos de la vida animal se corresponden entre sí, ya sea que comparemos su rango como determinado por su complejidad estructural con las fases de su desarrollo o con su sucesión en las edades geológicas pasadas; ya sea que comparemos esta sucesión con su desarrollo embrionario, o bien todas estas diferentes relaciones entre sí y con la distribución geográfica de los animales sobre la superficie terrestre. ¡Las mismas series repetidas en todos lados!” (Agassiz, 1962, p. 130).

De esta manera, Agassiz continuaba con la tradición de la teología natural, siguiendo la línea establecida por John Ray, Linneo y William Paley: “La combinación en tiempo y espacio de todas estas concepciones reflexivas muestra no solo pensamiento, también muestra premeditación, poder, sabiduría, grandeza, prescencia, omnisciencia, providencia. En una palabra, todos estos hechos en su conexión natural proclaman en voz alta al Dios único, a quien el hombre puede conocer, adorar y amar; y la Historia Natural debe convertirse con el tiempo en el análisis de los pensamientos del Creador del Universo, tal como se manifiesta en los reinos animal y vegetal, así como también en el mundo inorgánico” (Agassiz, 1962, p. 137).

Agassiz sostenía que las relaciones generales entre los seres vivos estaban sutilmente reguladas por la mente divina (Agassiz, 1854). De esta manera, el requisito indispensable para poder llegar a entender la magnífica gradación que Dios había diseñado para sus criaturas era llevar a cabo un examen taxonómico minucioso y exhaustivo, junto con análisis cronológicos y biogeográficos. En ese sentido, la variación entre especies se interpretaba como la manifestación de las diferentes ideas de la mente divina. No había entre las especies ninguna vinculación genealógica.

Agassiz retomó la doctrina catastrofista y propuso que la Tierra era azotada periódicamente por cataclismos de alcance mundial, después de los cuales eran creadas nuevas especies de plantas y animales. Si bien los seguidores de Cuvier creían que la última catástrofe había sido el diluvio bíblico, Agassiz, inconsiguiente en no pocas ocasiones, alegó que la ciencia debería servir para desterrar viejos mitos. Sirviéndose de su fama como uno de los proponentes de la teoría glacial, Agassiz, ahora en su papel de científico, difería de la opinión de su maestro y atribuía la última catástrofe a una glaciación a nivel mundial. Además enseñó que después de cada extinción global de la vida Dios creó cada especie de nuevo, difiriendo de su maestro Cuvier, quien reconocía cambios extensos, a veces aparentemente abruptos en las faunas fósiles y sus ambientes. Cuvier no pensó que Dios recreara la vida; pensó que las nuevas especies migraban desde otros lugares a medida que cambiaban los climas y los entornos.

De hecho, uno de los principales propósitos de Agassiz al hacer su viaje postero a Brasil (1865-1866), era demostrar que los hielos habían cubierto incluso las latitudes ecuatoriales. Los glaciares habían sido el “*God's great plough*” (Croce, 1998, p. 46).

Pocos años antes de su muerte, Louis Agassiz viajó con su segunda esposa, la norteamericana Elizabeth Cary, al Amazonas entre 1865 y 1866. Tenía como propósitos descubrir los límites de distribución de los diferentes grupos taxonómicos, sus relaciones mutuas y las relaciones que tenían con las condiciones físicas en las que vivían. Pero más allá de este interés meramente académico, había en Agassiz una intención más profunda: demostrar que la teoría de la transmutación carecía totalmente de fundamento (Winsor, 1991, p. 67). La rica y sorprendente fauna sudamericana sería el medio para alcanzar tal propósito. Como resultado de su viaje, Agassiz publicó en 1868 *A Journey in Brazil*. En este libro reiteró sus ideas creacionistas y le concedió al estudio de la distribución geográfica de los organismos un papel fundamental para develar las relaciones entre los seres vivos.

Al igual que Darwin y Wallace, Agassiz veía en el estudio de la distribución geográfica de los organismos un campo de conocimiento fundamental para esclarecer el origen de las especies (Agassiz, 1868, p. 8). De allí su celo compulsivo por registrar con todo cuidado las localidades de colecta en los numerosos ríos amazónicos, así como su afán de colectar exhaustivamente, con el fin de conocer con precisión el área de distribución de las especies. Le interesaba en particular estudiar la variación geográfica.

Además de su interés por encontrar pruebas de una anterior glaciación, la pregunta central que buscaba resolver era “*the law of their geographical distribution*” de la fauna brasileña (Agassiz, 1868, p. 29). En particular, le interesaba mucho resolver si los llamados tipos representativos, es decir, aquellos grupos notablemente semejantes que

habitaban áreas separadas, se habían originado de manera independiente o bien si habían derivado de un ancestro común. Aunque su forma notablemente similar sugería un origen común, tal hipótesis quedaba refutada por su distribución en áreas distintas y distantes. Agassiz expresa explícitamente su intención por demostrar con base en el conocimiento biogeográfico que la teoría de la evolución es falsa:

“*I am often asked what is my chief aim in this expedition to South America? No doubt in a general way it is to collect materials for future study. But the conviction which draws me irresistibly is that the combination of animals on this continent, where the faunae are so characteristic and so distinct from all others, will give me the means to showing that the transmutation theory is wholly without foundation in facts*” (Agassiz, 1868, p. 33).

Pronto llegó a algunas conclusiones congruentes con su doctrina biogeográfica creacionista: (1) las especies tienen un área de distribución restringida; (2) su distribución es arbitraria y (3) no puede ser explicada por ninguna teoría dispersionista. En una carta dirigida al presidente de Pará, Agassiz expresa que las especies de peces que encuentra en los ríos amazónicos tienen una distribución restringida: “Estoy seguro que ahora el número de los peces que pueblan a la Amazonia excede con mucho todo lo que se había imaginado... su distribución está limitada totalmente, aunque hubiera un pequeño número de especies que nos siguen desde Pará y otras con una extensión más o menos considerable” (Agassiz, 1868, p. 188).

Destaca que los peces no se distribuyen uniformemente sobre la gran cuenca amazónica, sino que se pueden distinguir varias ictiofaunas. Establece que las especies de peces tienen una localización particular, y que la inmensa cuenca amazónica está dividida en numerosas áreas zoológicas, cada una con su propia combinación de especies (Agassiz, 1868, p. 241-242).

Con la información obtenida sobre la distribución de los peces brasileños, Agassiz creía poder refutar la creencia común de que los peces, debido a su gran capacidad de migración, se distribuían por toda la cuenca del Amazonas. Encontró que la extensión de área que ocupaban las distintas especies estaba condicionada por la elevación y el caudal de los ríos (Agassiz, 1868, p. 344). Pese a algunas excepciones notables, como el pirarucú, que se hallaba por toda la cuenca amazónica, desde Perú hasta Pará, eran claramente discernibles varias ictiofaunas discretas, cada una con especies particulares que no se encontraban en las otras regiones (Agassiz, 1868, p. 347).

Agassiz reportó la recolecta de unas 2000 especies de peces en el Amazonas. Lo que le resultó sorprendente fue que dentro de esta asombrosa variedad, la norma era que las especies estaban circunscritas dentro de límites bien definidos. A pesar de que en grandes extensiones las condiciones físicas no variaran, las especies se iban

reemplazando. La diversidad de los peces amazónicos sobrepasaba toda expectativa. Mientras que en toda Europa se tenían registradas unas ciento cincuenta especies, tan solo en un pequeño lago de Manaos, el Hyanuary, con una superficie de apenas unas 400 a 500 yardas cuadradas, encontró más de doscientas especies diferentes, la mayoría de las cuales no fue registrada en ninguna otra parte (Agassiz, 1868, p. 383).

Otro naturalista con una concepción también idealista, Richard Owen, había elaborado el concepto de “localización del tipo”, que incluía no solamente el mero tipo morfológico, sino también sus funciones fisiológicas, sus interacciones biológicas y su distribución geográfica. Dios había creado a determinados tipos en ciertas regiones geográficas. Los tipos habían sido creados siguiendo un orden geográfico. Los perezosos y armadillos, por ejemplo, habían sido creados precisamente en Sudamérica y no en Australia ni en Europa, lo cual no se explicaba ni por el clima, ni por el tipo de suelo, ni por otras condiciones físicas (Farber, 2000, p. 53).

Agassiz interpretó esa localización del tipo como parte del plan divino. Sostuvo que el registro fósil revelaba una historia discontinua de la tierra, dividida en períodos discretos, cada uno caracterizado por su propia biota. En su usual estilo convincente y apasionado, sostuvo la tesis de las creaciones especiales: Dios había creado cada especie en un tiempo y lugar particulares. Admitió la ocurrencia en el pasado de eventos catastróficos por todo el mundo que habían extinguido la vida, la cual había sido repuesta mediante creaciones nuevas, de acuerdo a un plan divino preestablecido. El estudio de la historia natural revelaba un plan completo. Ya desde su *An Essay on Classification* (1857) había dejado en claro su visión del mundo al describir la naturaleza, “... the human mind is only translating into human language the Divine thoughts expressed in nature in living realities” (Agassiz, 1962, p. 136).

La idea de Agassiz de la naturaleza como el escenario donde se desarrolla un plan divinamente previsto queda claramente ilustrada en su interpretación sobre la estructura de las hojas de las variadísimas especies de palmas que encontró en su viaje a Brasil, la cual prefigura la estructura de las hojas de todos los demás vegetales:

“...indeed, palms, with their colossal leaves, few in number, may be considered as ornamental diagrams of the primary laws according to which the leaves of all plants throughout the whole vegetable kingdom are arranged; laws now recognized by the most advanced botanists of the day, and designated by them as *Phyllotaxis*” (Agassiz, 1868, p. 334-335).

Se revela aquí un Agassiz seguidor de la tradición pitagórica, que ve en los patrones matemáticos del arreglo de las hojas de las palmas, el sentido oculto del gran plan. Toda la enorme diversidad de formas vivientes podía entenderse como ligeras variaciones surgidas de unas cuantas formas elementales.

Así, Agassiz terminó por elaborar una extraña explicación sobre la distribución geográfica de los organismos, con una mezcla *ad libitum* de creencias religiosas y conocimientos biogeográficos.

Las ideas de Agassiz planteaban un panorama incierto para el conocimiento del mundo natural. Si bien reconocía el patrón biogeográfico más general, es decir, la división de la superficie terrestre en regiones con formas propias, su explicación no era accesible empíricamente, sino que sólo podía entenderse conociendo el designio divino, asunto en el que Agassiz parecía particularmente avezado:

“... these facts more than any other would indicate that the special adaptation of animals to particular districts of the surface of our globe is neither accidental, nor dependent upon physical conditions, but is implied in the primitive plan of the creation itself” (Agassiz, 1850, p. 200).

Su sistema es además irrefutable, pues cualquier contraejemplo a sus afirmaciones podría desestimarse con el argumento *ad hoc* de que no eran sino las excepciones que confirmaban la regla.

CONCLUSIÓN

Wallace y Agassiz compartieron la firme convicción de que la distribución geográfica de los organismos daría luz sobre el origen de las especies. Compartieron también la compulsión por conocer con precisión las áreas de distribución de peces y palmas amazónicas, ya que deseaban responder si aquellos grupos claramente semejantes que habitan áreas separadas, se habían originado de manera independiente o bien si habían derivado de un ancestro común.

Wallace rechazó las explicaciones que brindaba el creacionismo sobre la distribución geográfica de los organismos, ya que las creaciones independientes implicaban intervenciones metafísicas y no causas verdaderas. Durante su trayecto por la Amazonia intentó desarrollar un modelo de explicación basado en leyes naturales para explicar los marcados límites de distribución de peces y aves, a pesar de su amplia capacidad de movimiento y de la gran similitud en las condiciones de topografía, clima y suelo. Conjeturó la existencia de dos posibles causas: (1) los ríos, que actuaban como barreras y (2) la distribución de sus alimentos. Wallace no pudo dar con la respuesta a los hechos de distribución durante su viaje. Fue hasta 1864, años después de la presentación de su tesis transmutacionista, cuando logró establecer su modelo dispersionista, el cual puede sintetizarse en dos puntos: el primero, localizar los centros de origen de los diversos grupos de plantas y animales, y el segundo, rastrear las rutas de dispersión que habían seguido hasta alcanzar su distribución actual.

Por otro lado, Louis Agassiz estableció una variante de la doctrina creacionista en la que se requerían múltiples intervenciones divinas para explicar eventos de creación en diferentes lugares y tiempos. No obstante, el núcleo de

la oposición de Agassiz contra el transmutacionismo de Darwin y Wallace no se basó exclusivamente en argumentos metafísicos, como se percibe comúnmente. Agassiz presentó evidencia empírica sobre la distribución geográfica de numerosas especies de peces de los ríos amazónicos para refutar la explicación dispersionista de Wallace. A pesar de que estos organismos tenían la capacidad de dispersarse profusamente por la intrincada red fluvial amazónica, por regla general cada especie tenía un área de distribución limitada y no se encontraba en ninguna otra región, a pesar de que las condiciones físicas no variaran.

Por otra parte, los estudios que había hecho en su juventud sobre los peces fósiles y las secuencias estratigráficas, no mostraban los cambios graduales que predecía la teoría de Darwin y Wallace ni tampoco indicios de convergencia de líneas evolutivas en ancestros comunes. Los nuevos grupos parecían surgir repentinamente, sin formas intermedias que los unieran en estratos más antiguos. Finalmente, tampoco había evidencia de ningún patrón de cambio progresivo.

Tanto Darwin como Wallace explicaron las distribuciones restringidas de los peces apelando a causas históricas. El surgimiento de barreras provocaba aislamiento geográfico y divergencia, lo que se traducía en la gran diversificación de peces. Esos procesos requerían largos intervalos de tiempo, necesarios para una divergencia gradual. El hecho de que el registro fósil no reflejara cambios graduales ni formas intermedias se debía a su carácter incompleto. Por su parte, Agassiz no incluyó causas históricas en su explicación biogeográfica. Al final, el modelo biogeográfico transmutacionista-dispersiónista de Darwin-Wallace terminó por desplazar al modelo creacionista de Agassiz, y el programa de investigación de los estudiosos de la geografía de la vida se enfocó en buscar el centro de origen de los diversos taxones, las rutas de dispersión que habían seguido y el papel de las barreras como elementos clave para entender la distribución geográfica actual. De esta forma, se puede concluir que, más que la evidencia empírica y la información sobre las áreas y los límites de distribución de diversos organismos que tanto Wallace como Agassiz estudiaron en la cuenca amazónica, fueron los antecedentes intelectuales de cada uno el principal factor que determinó la construcción de sus modelos biogeográficos. Mientras que Agassiz se apoyó a la vieja tradición europea de la doctrina del diseño, Wallace se adhirió al modelo de la *vera causa* y a la búsqueda de causas naturales.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto PAPIIT-UNAM IN 405118 por el apoyo recibido para la elaboración del presente trabajo.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaramos que no tenemos conflictos de interés.

REFERENCIAS

- Agassiz L. Geographical distribution of animals. *Christian Examiner and Religious Miscellany* [1807-1873]. 1850;48(2):181-204.
- Agassiz L. The primitive diversity and number of animals in geological times. *Am J Sci Arts.* 1854;17:271-292.
- Agassiz L. A journey in Brazil. Boston: Ticknor and Fields; 1868. p. 8, 29, 33, 188, 241, 242, 334, 335, 347, 383.
- Bates HW. The naturalist on the River Amazons. London: John Murray; 1863, reprinted 1910, p. XI.
- Bowler P. Evolution: The History of an Idea. Berkely: University of California Press. 1989. 432 p.
- Browne J. The secular ark: studies in the history of biogeography. New Haven and London: Yale University Press; 1983. p. 273.
- Bryant HN. The threefold parallelism of Agassiz and Haeckel, and polarity determination in systematic phylogenetics. *Biol Philos.* 1995;10:197-217.
- Bueno A, Llorente J. El pensamiento biogeográfico de Alfred Russel Wallace. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, Colombia. 2003. 191 p.
- Bueno A, Llorente J. The other face of Lyell: historical biogeography in his *Principles of Geology*. *J Biogeogr.* 2006;33:549-559. Doi:10.1111/j.1365-2699.2006.01475.x
- Croce PJ. Probabilistic Darwinism: Louis Agassiz vs. Asa Gray on science, religion, and certainty. *J Religious Hist.* 1998;22(1):35-58.
- de Candolle AP. *Essai élémentaire de géographie botanique. Dictionnaire des Sciences Naturelles* (Vol. 18). Paris: F. Levrault; 1820. 64 p.
- Desmond AJ. The politics of evolution: morphology, medicine and reform in radical London. Chicago: University of Chicago Press; 1989. p. 48, 49, 110, 111.
- Darwin C. *The origin of species by means of natural selection*. London: John Murray; 1859. p. 338.
- Ebach MC. *Origins of biogeography. The role of biological classification in early plant and animal geography*. Springer. Dordrecht and Heidelberg; 2015, p. 4.
- England R. Natural selection before the origin: public reactions of some naturalists to the Darwin-Wallace papers (Thomas Boyd, Arthur Hussey, and Henry Baker Tristram). *J Hist Biol.* 1997;30(2):267-290.
- Farber PL. *Finding order in Nature: The naturalist tradition from Linnaeus to E. O. Wilson*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London; 2000, p. 53.
- Fichman M. Wallace: Zoogeography and the problem of land bridges. *J Hist Biol.* 1977;10(1):45-63.
- Guillaumin JG. Metodología y causas verdaderas en la Filosofía Natural (1672-1859). Tesis Doctoral. México: UNAM; 1997. 314 p.
- Kinch MP. Geographical distribution and the origin of life: The development of early nineteenth-century British explanation. *J Hist Biol.* 1980;13(1):91-119.

- Kitcher P. El avance de la ciencia. Inst. Inv. Filosóficas: Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.; 2001. 578 p.
- Lurie E. Louis Agassiz. A life in science. The Johns Hopkins University Press. Baltimore and London; 1988. 457 p.
- Martínez S. De los efectos a las causas. Sobre la historia de los patrones de explicación científica. México, D. F.: Paidós-UNAM; 1997. 190 p.
- McKinney HL. Wallace's earliest observations on evolution: 28 December 1845. *Isis*. 1969;60:370-373.
- McKinney HL. Alfred Russel Wallace. In: Gillespie CC, editor. Dictionary of scientific biographies. Vol. XIV. New York: Charles Scribner's Sons; 1972. p. 133-140.
- Myers TP. Introducción. In: Wallace A. R. Una narración de viajes por el Amazonas y el Río Negro. Traducción al español de Rafael Lassaletta y José Álvarez de la edición de Dover 1972. Iquitos, Perú: IIAP-CETA; 1992. p. 427.
- Ochoa C, Barahona A. El debate entre Cuvier y Geoffroy, y el origen de la homología y la analogía. *Ludus Vitalis*. 2009;XVII(32):37-54.
- Papavero N, Llorente J, editores. Principia Taxonómica, Vol. V. Wallace y Darwin. México: UNAM, Facultad de Ciencias; 1994. 147 p.
- Popkin R. Isaac La Peyrère (1596-1676): His Life, Work and Influence. Edition Hardcover, Publisher Brill Academia Publisher; 1987, 241 p.
- Porter DM, Graham PW. Darwin's Sciences. Oxford, UK: Wiley Blackwell; 2016. p. 74.
- Richardson RA. Biogeography and the genesis of Darwin's ideas on transmutation. *J Hist Biol*. 1981;14(1):1-41.
- Sclater PL. On the general geographical distribution of the members of the class Aves. *J Proc Linnean Soc Zool*. 1858;2:130-145. Doi:10.1111/j.1096-3642.1858.tb02549.x.
- Smith CH. Alfred Russel Wallace, past and future. *J Biogeogr*. 2005;32:1509-1515.
- Wallace AR. On the umbrella bird (*Cephalopterus ornatus*), "Ueramimbé" *Proc Zool Soc Lond*. 1850;18:206-207.
- Wallace AR. On the monkeys of the Amazon. *Proc Zool Soc Lond*. 1852;20:107-110.
- Wallace AR. A Narrative of Travels on the Amazon and Rio Negro. London: Reeve and Co.; 1853a. p. 75, 76, 467.
- Wallace AR. Palm trees of the Amazon and their use. London: Van Voorst; 1853b.
- Wallace AR. On the law which has regulated the introduction of new species. *Ann Mag Nat Hist*. 1855;16:184-196.
- Winsor M. Reading the shape of nature: comparative Zoology at the Agassiz Museum. Chicago: The University of Chicago Press; 1991. p. 67.
- Wyhe J. Alfred Russel Wallace. A biographical sketch. Ed. 2012. Available in: http://wallace-online.org/Wallace-Bio-Sketch_John_van_Wyhe.html. Cited: 7 June 2018 (Access June 7, 2018).