



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA  
(SISTEMÁTICA)**

**INTERPRETACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS  
ORGANISMOS EN EL SIGLO XIX: CREACIONISMO Y  
TRANSMUTACIONISMO**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(SISTEMÁTICA)**

**PRESENTA:**

**GUADALUPE BRIBIESCA ESCUTIA**

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS:  
DR. ANTONIO ALFREDO BUENO HERNÁNDEZ,  
FES ZARAGOZA, UNAM.**

**COMITÉ TUTOR:  
DRA. ROSAURA RUIZ GUTIÉRREZ,  
FAC. DE CIENCIAS, UNAM.  
DR. ISAÍAS HAZARMABETH SALGADO UGARTE,  
FES ZARAGOZA, UNAM.**

**MÉXICO, D.F. NOVIEMBRE, 2013**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA  
(SISTEMÁTICA)**

**INTERPRETACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LOS  
ORGANISMOS EN EL SIGLO XIX: CREACIONISMO Y  
TRANSMUTACIONISMO.**

**TESIS**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS  
(SISTEMÁTICA)**

**PRESENTA:**

**GUADALUPE BRIBIESCA ESCUTIA**

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS:  
DR. ANTONIO ALFREDO BUENO HERNÁNDEZ,  
FES ZARAGOZA, UNAM.**

**COMITÉ TUTOR:  
DRA. ROSAURA RUIZ GUTIÉRREZ,  
FAC. DE CIENCIAS, UNAM.  
DR. ISAÍAS HAZARMABETH SALGADO UGARTE,  
FES ZARAGOZA, UNAM.**

**MÉXICO, D.F. NOVIEMBRE, 2013**

**Dr. Isidro Ávila Martínez**  
**Director General de Administración Escolar, UNAM**  
**Presente**

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 28 de Enero de 2013, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** de la alumna **BRIBIESCA ESCUTIA GUADALUPE** con número de cuenta **402069487** con la tesis titulada "**Interpretación de la distribución geográfica de los organismos en el siglo XIX: Creacionismo y Transmutacionismo**", realizada bajo la dirección del **DR. ANTONIO ALFREDO BUENO HERNÁNDEZ**:

Presidente: DR. ISMAEL LEDESMA MATEOS  
Vocal: DR. RICARDO NOGUERA SOLANO  
Secretario: DR. ISAÍAS HAZARMABETH SALGADO UGARTE  
Suplente: DRA. MERCEDES ISOLDA LUNA VEGA  
Suplente: DR. DAVID NAHUM ESPINOSA ORGANISTA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
**"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**  
Cd. Universitaria, D.F., a 28 de agosto de 2013.



**DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA**  
**COORDINADORA DEL PROGRAMA**



c.c.p. Expediente del (la) interesado (a)

## *Agradecimientos*

Deseo manifestar mi agradecimiento a las siguientes instancias que apoyaron la realización de este trabajo:

- Al Posgrado en Ciencias Biológicas, UNAM.
- Al apoyo recibido por el **CONACyT** en el programa nacional de becas de posgrado, durante el periodo (2008-2010).
- Al apoyo recibido del proyecto **DGAPA/PAPIIT** IN 401110, para la realización de este trabajo.

Mi más sincero agradecimiento a los miembros de mi comité tutorial, por sus aportaciones, su disposición y su tiempo dedicado a mi aprendizaje.

- Dr. A. Alfredo Bueno Hernández
- Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez
- Dr. Isaías Salgado Ugarte

## *Agradecimientos*

Agradezco a los miembros del jurado, cuyas observaciones, comentarios y sugerencias fueron fundamentales para dar forma a este trabajo. Dr. Ismael Ledesma Mateos, Dr. Ricardo Noguera Solano Dr. Isaías Hazarmabeth Salgado Ugarte, Dra. Mercedes Isolda Luna Vega y Dr. David Nahum Espinosa Organista.

Quiero agradecer especialmente al Dr. Alfredo Bueno, por adentrarme en el campo de la historia y por darme la oportunidad de superarme. – agradezco profundamente su apoyo, sus consejos y sobre todo su amistad incondicional durante todos estos años.

Agradezco las minuciosas revisiones y correcciones del maestro Carlos Pérez Malvárez

También deseo agradecer a mis compañeros de la FES Zaragoza, Alfredo, Carlos, David, Magdis, Fabiola, Jonathan, Itzel, Feria, Isaías y Mitsui, amigos entrañables que me impulsaron a concluir este trabajo.

A mi querida “cumbiera intelectual”, Iaz Hernández, gracias por todo tu apoyo amiga, no tengo idea que hubiera sido de mí en ese lugar de sombras...

## *Dedicatorias*

*A mis padres Santos y Rufina*

*A mis hermanos y sobrinos*

*Esperanza, Santos, María, Carlos, Hugo, Marian, Yesenia, chiflo, pavo, gayo, chafan,  
muñis, quencho, taca, tacho, huevo, Eli, Omar, rafa, Ariel, Adán, Santitos, Giovanni,  
greñitas y Estefani*

*A Juan Lorenzo*

*Los amo con todo mi corazón...*

## Índice de contenido

	págs.
Resumen.....	i
Abstract.....	ii
Introducción.....	iii
Antecedentes.....	viii
Objetivos.....	xii
Capítulo 1	
El enfoque creacionista sobre la distribución geográfica de los organismos predecimonónico.....	1
Capítulo 2	
El creacionismo atemperado de Lyell y su modelo dispersionista.....	4
Capítulo 3	
Biogeografía y transmutacionismo: el viaje del Beagle.....	9
3.1 El modelo permanentista.....	13
3.2 El modelo dispersionista.....	16
Capítulo 4	
Los patrones biogeográficos y sus explicaciones.....	22
4.1 El creacionismo extremo de Louis Agassiz.....	29
Capítulo 5	
El Amazonas y la biogeografía: Creacionismo vs Transmutacionismo.....	36
5.1 La biogeografía del Amazonas bajo el contexto transmutacionista.....	36
5.2 La biogeografía del Amazonas: la interpretación creacionista de Louis Agassiz.....	42
Discusión.....	51
Conclusiones.....	60
Literatura citada.....	63

## RESUMEN

La premisa básica del creacionismo es la aceptación de la intervención de lo sobrenatural en los hechos del mundo. Sin embargo, más que un sistema homogéneo, el creacionismo incluyó versiones un tanto dispares que variaron desde una posición atemperada hasta posiciones teístas fundamentalistas. El tema que ha atraído la atención de los investigadores y de los historiadores de la biología ha sido la teoría de evolución por selección natural, el cómo Darwin desarrolló su explicación sobre el cambio orgánico. Sin embargo, dos aspectos que han sido relativamente desatendidos son las ideas con relación a la distribución geográfica, a pesar de que la biogeografía fue prueba contundente a favor de la teoría de la evolución. El objetivo de este trabajo es comparar las explicaciones sobre la distribución geográfica de los organismos elaboradas por Darwin y las ideas de algunos destacados naturalistas del siglo XIX, todos ellos contemporáneos de Darwin como el geólogo escocés Charles Lyell, el naturalista suizo-norteamericano Louis Agassiz y el geólogo y zoólogo norteamericano James Dwight Dana. Nuestro análisis estableció diferencias importantes en sus interpretaciones sobre la distribución geográfica de los organismos. Lyell adoptó el modelo de explicación mediante leyes naturales, concibió la formación de nuevas especies como un asunto sobrenatural y rechazó inicialmente la tesis transmutacionista. No obstante, se opuso a la doctrina de las creaciones independientes y a la tesis de la existencia de centros especiales de creación. Agassiz en cambio, apoyó un creacionismo sin límite. Concibió a las especies como ideas de Dios y admitió la creación milagrosa e independiente de la misma especie en áreas y tiempos diferentes. Sostuvo incluso el origen separado de las distintas razas humanas. De esta forma, su adhesión a la tesis poligénica fue un componente importante en las explicaciones de los centros múltiples de creación. Por su parte, Dana profesó un creacionismo mucho más moderado que el de Agassiz y distinguió dos causas para explicar los patrones biogeográficos: las creaciones locales originales y la migración, admitiendo la primera sólo para los casos más extremos de distribuciones disyuntas. Dana terminó por aceptar un evolucionismo dirigido y su explicación sobre los patrones de distribución incluyó tanto causas naturales como sobrenaturales.

## **ABSTRACT**

The basic premise of creationism is the acceptance of a supernatural intervention on the facts of the world. However, more than a homogeneous system, the creationism included different versions which varied from tempered to fundamentalist theistic positions. The theme that has attracted the attention of researchers and historians of Biology has been the theory of evolution by natural selection, how Darwin developed his explanation about the organic change. However, two aspects that have been relatively neglected are the ideas in relation to the geographical distribution, although biogeography was strong evidence in favor of the evolution theory. The objective of this work is to compare the explanations on the geographical distribution of organisms developed by Darwin and ideas of some prominent nineteenth-century naturalists, contemporaries of Darwin as the Scottish geologist Charles Lyell, the Swiss-American naturalist Louis Agassiz and the American geologist and zoologist James Dwight Dana. Our analysis established important differences in his interpretations on the geographical distribution of organism were found. Lyell adopted the explanation model by means of natural laws. He conceived the new species formation as a supernatural issue and initially rejected the transmutation thesis. Nevertheless he was opposed to the doctrine of independent creations and to the thesis of the existence of special creation centers. On the other hand, Agassiz supported an unlimited creationism. He considered species as God ideas and admitted the miraculous and independent creation of the same species at different locations and times. He even maintained the separate origin of the different human races. In this way, his adhesion to the polygenic theory was an important component in explanations of multiple centers of creation. For his part, Dana professed a much more moderated creationism than Agassiz's and distinguished two causes to explain the biogeographical patterns: the local creations and the migration, admitting the former only for the more extreme cases of disjoint distributions. Dana finally accepted a directed evolutionism and his explanation over the distribution patterns included both natural and supernatural causes.

## INTRODUCCIÓN

A mediados de siglo XIX, la discusión sobre la distribución geográfica giraba principalmente alrededor de ciertas preguntas (Mayr, 1982): ¿cómo podía explicarse la similitud entre faunas que habitaban áreas distintas?, ¿se debía a que las áreas presentaban condiciones físicas similares o bien a que compartían una historia común?; las llamadas distribuciones anómalas, ahora conocidas como disyuntas, ¿se explicaban por dispersión a grandes distancias, por creaciones múltiples o bien por fragmentación de un área anteriormente continua? Las respuestas, fueron atendidas bajo dos enfoques que interpretaban el mundo natural de manera completamente opuesta: el creacionista y el transmutacionista.

La doctrina creacionista afirmaba que la naturaleza tenía una estructura y un funcionamiento perfectos. La adaptación de los animales y las plantas a sus condiciones de vida era clara evidencia de un diseño inteligente y la estructura de cada órgano estaba totalmente determinada por la función que desempeñaba.

Georges Cuvier (1769-1832) había desarrollado en Francia la idea de un determinismo funcional, según la cual las estructuras animales estaban completamente determinadas por la función que desempeñaban. En su ideología deduce cuatro planes básicos o *embranchements* (vertebrados, articulados, moluscos y radiados) y las variaciones que en ellos se presentan surgieron de una adaptación funcional al medio, es decir, cada parte del animal estaba diseñada para contribuir a la totalidad funcional del organismo. Es por ésta razón, que Cuvier podía reconstruir a partir de un sólo hueso fósil todo el animal entero. Cuvier, asegura que en la obra del Creador no era importante la forma, ni tampoco la función de cada parte, lo realmente importante es la correlación entre todas las partes, a lo que él llamo principio de correlación (Asúa, 2009, p. 120). Aunque Cuvier rechazaba la idea de planes abstractos que rigieran el desarrollo de la vida (Desmond, 1989, pp. 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, pp. 110-111).

La obra más influyente en la ideología creacionista inglesa fue *Natural Theology*, publicada en 1802 por William Paley, él sostenía que Dios manifiesta su poder creador en el exquisito diseño de los organismos para su función inmediata.

El pensamiento paleyano sobre el artífice, se resume en la conocida metáfora del reloj y el relojero, la cual menciona lo siguiente: un reloj presenta una compleja relación de las partes, lo que permite concluir, que todas las piezas han sido diseñadas para un mismo propósito y dispuestas para un fin concreto, esto a su vez, pone de manifiesto la inteligencia superior que construyó el reloj directamente para un uso particular, es decir, el hombre. De ésta metáfora, Paley deduce, que los organismos vivos exhiben una complejidad aún mayor y un diseño aún más exquisito, por tanto, han sido modelados por una inteligencia aún mayor (Dios).

La versión más específica de la propuesta de Paley, sostiene que las partes de los organismos existen en concierto no porque las leyes de la forma o la simetría demanden una característica para equilibrar otra, sino por la relación mutua entre las partes en la prosecución de un propósito común, esto es, para explicar la adaptación óptima del conjunto (Gould, 2004, p.143). Cabe mencionar que su obra fue escrita con dos propósitos: 1) el de refutar la versión alternativa de la teología natural sobre las leyes morfológicas y 2) con la intención de atacar las perniciosas ideas transformistas de Buffon (Gould, 2004, p.145) y Erasmus Darwin (Asúa, 2009, p. 99).

Medio siglo después del trabajo de Paley, aparecía *El Origen de las Especies* (Darwin, 1859). Esta tesis transmutacionista contradecía las explicaciones que daba la teología natural sobre el mundo orgánico, incluida la distribución geográfica de los organismos. Es bien conocido que cuando Darwin adoptó la tesis transformista, se dio cuenta de que la distribución geográfica era una pieza fundamental para entender cómo se originaban las especies (Ghiselin, 1969; Limoges, 1970; De Beer, 1971; Gruber y Barrett, 1974; Mayr, 1976). Darwin estableció los puntos generales de un modelo biogeográfico que explicaba la distribución actual de los organismos con base en la migración, el aislamiento y la divergencia.

La interpretación de la variación geográfica de los organismos fue un tema recurrente en las discusiones de las sociedades científicas desde inicios de siglo XIX (England, 1997), tales como: Royal Society, Geological Society of London, Académie des Sciences y Linnean Society. En ese entonces, ya se contaba con una gran cantidad de información sobre la distribución espacial y temporal de diversos grupos de plantas y animales. Asimismo, el estudio de los estratos geológicos reveló que habían ocurrido sucesiones de formas orgánicas así como la extinción de diversos grupos a lo largo de la historia de la tierra. No obstante, los naturalistas ingleses prácticamente no habían desarrollado explicaciones teóricas sobre la distribución orgánica (Kinch, 1980). Por tanto, aunque ya se conocían los principales patrones biogeográficos de plantas y animales, se desconocían sus causas.

Los seguidores del enfoque creacionista, desarrollaron explicaciones sobre la distribución geográfica de los organismos que apelaban a causas metafísicas e intervenciones divinas. Los casos de especies similares que ocupaban tanto áreas vecinas como áreas ampliamente separadas fueron atendidos por la explicación creacionista. La vecindad se entendía bajo la premisa de que había una concordancia entre las características propias de cada especie y las condiciones físicas del lugar que habitaban. De esta manera, las especies ocupantes de áreas vecinas eran similares porque las condiciones físicas de esas áreas eran también similares. Por su parte, las distribuciones disyuntas podían explicarse básicamente de dos maneras. La primera, suponía que la misma especie había sido creada de manera independiente en dos áreas separadas porque solo en esas áreas encontraban las condiciones adecuadas para su existencia, como prueba se encontraban grandes hiatos intermedios en donde las condiciones no les eran favorables. La segunda, admitía que las especies disyuntas, al igual que todas las demás, habían sido creadas originalmente en un sólo centro pero sus miembros se habían dispersado posteriormente hasta alcanzar áreas distantes que les eran propicias (Kitcher, 2001). Sin embargo, el creacionismo enfrentó problemas graves para explicar los casos de especies introducidas que desplazaban a las especies nativas.

El creacionismo, más que un sistema homogéneo, incluyó versiones dispares que variaron desde una posición *light* como la de Charles Lyell, que tomaba con cautela la

intervención divina en los fenómenos naturales, hasta la posiciones extremas como la de Louis Agassiz, que no tenía ningún reparo en admitir soluciones *ad hoc*, para explicar la distribución de los organismos a partir de actos milagrosos e independientes de creación, pasando por una serie de posturas intermedias como E. Forbes, T. Wollanston, W. Swainson y J. D. Dana, entre otros.

Por otra parte, el transmutacionismo, sostenía que los datos empíricos descubiertos por la sistemática, la biogeografía y la paleontología se podían explicar mediante la hipótesis de que las especies actuales provenían de especies pasadas que habían sufrido modificaciones. Del mismo modo, la distribución geográfica actual de las especies podía explicarse como el resultado de migraciones y transformaciones de especies ancestrales. Este enfoque se basaba en causas materiales y leyes naturales para explicar los hechos y fenómenos de la naturaleza. Esta tesis transmutacionista se puede apreciar en *El Origen de las Especies* (Darwin, 1859). Es bien conocido que cuando Darwin adoptó la tesis transformista, se dio cuenta de que la distribución geográfica era una pieza fundamental para entender cómo se originaban las especies (Ghiselin, 1969; Limoges, 1970; De Beer, 1971; Gruber y Barrett, 1974; Mayr, 1976). Darwin estableció los puntos generales de un modelo biogeográfico que explicaba la distribución actual de los organismos con base en la migración, el aislamiento y la divergencia.

El objetivo de este trabajo es realizar una indagación historiográfica sobre diferentes interpretaciones biogeográficas que se manejaron en el siglo XIX, desde el creacionismo moderado de Charles Lyell hasta la versión dura de Louis Agassiz. Además de analizar la postura intermedia de Edward Forbes, James D. Dana, entre otras. Esta indagación tiene el propósito de hacer una caracterización del debate que se dio en el siglo XIX entre los enfoques creacionistas y transmutacionista en torno a la distribución geográfica de los organismos. El dilucidar cuáles fueron las razones por las cuales Darwin y Wallace se decidieron por el modelo dispersionista como la mejor explicación de los patrones biogeográficos es un tema que reviste un gran interés histórico.

Si bien se han hecho análisis históricos sobre la discusión entre creacionismo y transmutacionismo en el siglo XIX, se han enfocado a los debates que sostuvieron estos dos enfoques sobre aspectos tales como el registro fósil (Ruse, 1979, pp. 36-74; Gould, 1987;

Rudwick, 1972; Bowler, 2001, pp. 109-150), la concepción de la evolución progresiva (Bowler, 2001), el diseño y la adaptación de los organismos (Lewens, 2005) y sobre la anatomía comparada (Desmond, 1989). Dado que los datos de la distribución geográfica de los organismos fueron la evidencia dura para apoyar la tesis darwinista, resulta de interés hacer una indagación histórica que aborde específicamente el debate biogeográfico entre transmutacionismo y creacionismo, que contribuya a ampliar el entendimiento histórico sobre la importante discusión que se dio entre los naturalistas de la segunda mitad del siglo, la cual terminó por cambiar radicalmente la visión sobre el mundo orgánico.

## ANTECEDENTES

Los trabajos sobre la historia de la biogeografía son en general escasos. A partir de los trabajos seminales de Nelson, *From Candolle to Croizat: Comments on the History of Biogeography* (1978) y Browne, *The Secular Ark Studies in the History of Biogeography* (1983), se ha dado una mayor atención a la historia de esta disciplina y solo a algunos de sus personajes destacados (Kinch, 1980; Richardson, 1981; Camerini, 1993; Bowler, 1996; Bueno y Llorente, 2001, 2004 y 2006; Williams, 2007).

Nelson (1978), menciona que la biogeografía es una disciplina extraña, en la cual no hay institutos, ni departamentos de la misma, tampoco existen profesores, ni biogeógrafos profesionales, al parecer, según su perspectiva, tiene poca tradición.

Sin embargo, señala, que hay una historia coherente de la disciplina. “Hay algunas ideas generales - algunos principios - y algunos problemas generales” (Nelson, 1978, p.269-270), los cuales deben ser estudiados a profundidad, por lo cual, resulta necesario realizar una intensa labor historiográfica. Sostiene además, que el resurgimiento en el interés en la biogeografía devino, en parte, por el desarrollo de la teoría de la tectónica de placas. Refiere a una marcada importancia en la primera parte del siglo XIX, sobre todo en un ensayo de Augustin Pyrame de Candolle (1778-1841) donde establece los principios y problemas de la distribución geográfica.

En su libro sobre la historia de la biogeografía *Secular Ark*, Janet Browne (1983), describe los estudios realizados sobre la distribución geográfica en el siglo XVII y siglo XVIII, lo que nos permite visualizar el contexto en que se desarrolla el pensamiento biogeográfico en diversas disciplinas de la historia natural como la botánica, la paleontología y la geología en esa época, así como los debates científicos y la maduración del pensamiento biogeográfico alrededor del ambiente pre y principios de la teoría transmutacionista.

Browne (1983, p.224) señala en su texto que “la biogeografía, al igual que otras ramas del conocimiento, tuvo sus fundadores, sus conceptos fundamentales y su historia propia. Sin embargo, la similitud se detiene aquí. No surgieron dogmas, ni paradigmas centrales que marcaran unívocamente su rumbo. Incluso hasta nuestros días, no hay

institutos, ni sociedades internacionales de biogeógrafos. Solo hasta 1974 apareció una publicación periódica importante sobre la materia que mitiga en parte este gran problema”.

Menciona además que la biogeografía, aun sin poseer una identidad tan definida como otras disciplinas biológicas, es un campo fascinante donde se entremezclan una multitud de líneas de pensamiento, de técnicas y de estilos de trabajo. Indica además que la biogeografía sigue siendo: “la menos definida y especializada de las disciplinas de la biología comparada” (Browne, 1983, p.225), por este motivo resulta necesario continuar realizando trabajos sobre esta disciplina.

En México también se ha procurado la reconstrucción histórica de la biogeografía, por ejemplo, Bueno-Hernández y Llorente-Bousquets (1991), analizan la influencia del concepto “centro de origen” en las explicaciones de la distribución de los seres vivos, centrándose en las ideas de Joseph de Acosta, Comte de Buffon, Cárólus Linneo y de Candolle. También analizan la influencia de estas ideas en la mentalidad de los biogeógrafos del siglo XX: Briggs, Hennig, Croizat y Platnick.

Bueno-Hernández, robustece éste trabajo en su tesis de maestría (1997), en la cual realizó un análisis sobre el desarrollo histórico tanto del concepto “centro de origen”, como del concepto “áreas de endemismo”, evaluando los cambios que han sufrido dichos conceptos y el papel que han jugado en las diferentes escuelas contemporáneas de la biogeografía histórica.

En otro trabajo, Bueno-Hernández, Morrone, Luna-Reyes y Pérez-Malvárez (1999), realizaron una reconstrucción de las raíces históricas de la biogeografía dispersionista, abordando principalmente las ideas de San Agustín de Hipona, Athanasius Kircher, Isaac de La Peyrere, Cárólus Linneo, Charles Darwin y Alfred Wallace.

Sostienen, que la primera renovación conceptual que sufrió la biogeografía ocurre en siglo XIX, con Augustin de Candolle (1820) en un trabajo titulado *Essai elementaire de geographie botanique*, a partir del cual se distinguieron dos conceptos complementarios: 1) las *habitaciones* y 2) las *estaciones* que se referían a las condiciones locales bajo las que se desarrollaban. El primer concepto es objeto de estudio de la biogeografía histórica y el segundo enfoque, derivado del concepto de *estación*, es el de la biogeografía ecológica.

Concluyen, que el desarrollo de la biogeografía, se caracteriza por un prolongado período de estasis en que predominó el enfoque dispersionista de Darwin-Wallace en el siglo XIX (Darlington, 1957) y en las últimas décadas han surgido propuestas nuevas y originales (v. gr. el método panbiogeográfico [Croizat, 1958], la biogeografía de la vicarianza [Nelson, 1984; Nelson y Platnick, 1984] y el análisis filogeográfico [Avice, 2000]). En este sentido los elementos que contribuyeron al desarrollo conceptual y metodológico de la biogeografía, son: 1) la validación de la teoría tectónica global, 2) la disponibilidad de una cantidad de datos cada vez mayor y más confiables sobre la distribución tanto actual como pasada de diversos taxones, 3) un número creciente de análisis filogenéticos sobre diversos grupos y 4) un desarrollo sin precedente de métodos computarizados para el análisis de datos (Bueno-Hernández, et al. 1999, p.28).

Actualmente sigue viva la discusión sobre la historia de la biogeografía y como un ejemplo, encontramos una discusión en la revista internacional *Journal of Biogeography*, sobre las ideas de Charles Lyell. Un primer trabajo es el de Wilkinson, D. M. (2002), titulado, *Ecology before ecology: biogeography and ecology in Lyell's 'Principles'* y posteriormente, en esta misma revista se encuentra un trabajo de Bueno-Hernández y Llorente-Bousquets, (2006), rebatiendo las propuestas de Wilson, con el artículo titulado, *The other face of Lyell: historical biogeography in his Principles of geology*. *Journal of Biogeography*.

En otro trabajo, Bueno-Hernández (2003), analiza en particular la obra biogeográfica de Alfred Russel Wallace, así como el origen, el desarrollo y la validación del modelo dispersionista que de las obras de Wallace se desprende. En su trabajo queda representado el debate entre el enfoque creacionista y el transmutacionista en el siglo XIX, girando en torno a los conceptos de dispersión, puentes y centros de creación, este trabajo, se concreta con otra publicación en italiano titulada *L'evoluzione di un evolucionista: Alfred Russel Wallace e la geografia della vita* (2003).

El siglo XIX resulta una época particularmente interesante porque las ideas sobre el cambio geológico, el cambio orgánico, la extinción y el origen de las especies provocaron cambios radicales en la interpretación de los patrones biogeográficos. Por lo que resulta de

interés, analizar los cambios conceptuales y epistemológicos en las diferentes teorías biogeográficas de este periodo.

Continuando con la tradición historiográfica de la biogeografía, que se ha desarrollado en México a partir de los años 70's del siglo pasado, el presente trabajo presenta la controversia entre el enfoque creacionista y transmutacionista sobre la interpretación de la distribución geográfica de los organismos en el siglo XIX, retomando las ideas de Edward Forbes, Charles Lyell, Louis Agassiz, Charles Darwin y Alfred Wallace como las más representativas de ambos enfoques.

## OBJETIVOS

- Objetivo general:

Realizar una caracterización del debate que se dio en el siglo XIX entre el enfoque transmutacionista y los diferentes enfoques creacionistas en torno a la distribución geográfica de los organismos.

- Los objetivos particulares de este trabajo son intentar dar respuesta a dos preguntas que revisten interés histórico:

1) ¿Por qué Darwin y Wallace apoyaron las ideas dispersionistas como la mejor explicación de la distribución geográfica de los organismos?

2) ¿Por qué Wallace y Agassiz, a partir de los mismos datos sobre la distribución geográfica de las especies amazónicas, llegaron a concebir explicaciones tan opuestas?

## Capítulo 1

### **El enfoque creacionista sobre la distribución geográfica de los organismos pre-decimonónico.**

En el mundo occidental, desde antes de iniciarse la Edad Media hasta el llamado *Siglo de las Luces*, prevaleció una “concepción cristiana de la vida” (Templado, 1974), la cual dominó las explicaciones sobre la distribución geográfica de los organismos por muchos siglos, debido al escaso conocimiento acerca de la conformación terrestre, al dominio religioso y al prácticamente nulo conocimiento sobre esta materia. Bajo esta concepción “cristiana” del mundo, se creyó que todas las especies que han vivido en la tierra se originaron por un acto de creación divina en el Edén bíblico, el cual se convirtió en el centro de creación por excelencia (Papavero *et al.* 2004). Pero el mito del Arca, monopolizó sin duda, las explicaciones sobre la distribución (Browne, 1983). No obstante, a finales de siglo XV se inició el periodo de los grandes viajes de exploración. Se pudo acceder entonces a un amplio volumen de información sobre la naturaleza de tierras desconocidas que no tenía precedente. La progresiva acumulación de datos sobre especies animales y vegetales desconocidos llevó a Europa la insospechada realidad de un mundo mucho más vasto, complejo y diversificado de lo que se podría imaginar. Los europeos que llegaron por primera vez a nuevas tierras, quedaron asombrados con el descubrimiento de especies animales y vegetales jamás antes vistas y también con el reconocimiento de especies similares a las que habitan en Europa. Los nuevos hechos no se ajustaban a las narraciones bíblicas de un único centro de creación y con esta incertidumbre se marcó el comienzo de las primeras interrogantes biogeográficas. La noción de endemismo provocó conflictos en la mente de los exploradores europeos que intentaban develar la causa de que las tierras recién descubiertas poseyeran formas propias y únicas. El padre Joseph de Acosta (1540 – 1600) jesuita español llegó por vez primera a América en 1570 y manifestó sus dudas y conjeturas por los nuevos hechos de distribución. En su *Historia natural y Moral de las Indias* (1590, edición preparada por E. O’ Gorman, 1940), al preguntarse sobre el origen de los animales que poblaban América, razonó que los animales del Nuevo Mundo semejantes a los del Viejo Mundo, podían haberse dispersado a América por algún estrecho, aún desconocido, que comunicaba ambas tierras. Aquellos otros animales propios

del Nuevo Mundo le causaron el mayor asombro, pues no encontrándose en el Viejo Mundo lo condujeron a dudar de la suficiencia del mito bíblico de la creación. Resulta admirable cómo el jesuita intenta analizar racionalmente los hechos biogeográficos, haciendo a un lado la hipótesis fantástica de la Atlántida y rechazando la posibilidad de actos de creación múltiple en el espacio y en el tiempo.

Unos años después, Sir Walter Raleigh (*History of the World*, 1614) se adelantaba a la idea que años más tarde sostendría Buffon: los animales que habitaban América, provenían del Viejo Mundo y se habían modificado durante el transcurso del tiempo por efecto del clima hasta transformarse en formas distintas y particulares.

Otro jesuita erudito, el alemán Athanasius Kircher (1602-1680), emprendió una investigación fantástica. Como buen escolástico, estaba convencido de que las verdades de la ciencia servirían para reafirmar las verdades de la fe y que las historias narradas en la Biblia eran perfectamente compatibles con la filosofía natural. Retomó la leyenda de Noé y aceptó la premisa de que el monte Ararat era el centro desde el que se habían dispersado todas las especies para repoblar la tierra. Con base en su conocimiento de las lenguas semíticas, hizo una interpretación original del relato mosaico de diluvio. Construyó diseños de madera del arca y estimó cuántos animales habían sido salvados por Noé. Los dividió en tres categorías. La primera era la de los ‘insectos’, donde se incluía por ejemplo a las serpientes pero se excluía a los escorpiones, ranas e incluso ratones, bajo el argumento de que tales sabandijas “no copulan y acostumbran poner su simiente en el lodo”, de modo que no era necesario salvarlas, ya que bastaba con la materia orgánica transportada por el arca para que volvieran a surgir por *generatio aequivoca*. La segunda categoría era la de los cuadrúpedos, que incluía mamíferos, y la tercera era la de las aves. Kircher excluyó de su lista a animales fabulosos como las quimeras, grifos y sirenas, lo mismo que a los híbridos nacidos de la “versátil aptitud de la pantera para copular con las más variadas bestias” pues eran solo formas degeneradas de las especies originales. El cómputo final de Kircher fue de 196 vertebrados distintos, de los cuales 164 habrían sido salvados del Diluvio, contingente formado por nueve reptiles, 47 cuadrúpedos, siete anfibios y 101 volátiles. Sin embargo, pronto surgieron los críticos del jesuita. ¿Cómo alimentó Noé a los carnívoros que transportaba durante todo el tiempo que duró el diluvio?, ¿llevó herbívoros extra para ello?,

¿cuánta pastura necesitó almacenar para los herbívoros?, ¿de qué tamaño tendría que haber sido un arca con capacidad para albergar esas reservas? Por más reconstrucciones del arca y más agregados *ad hoc*, el creciente número de nuevas especies descubiertas terminó por mandar al olvido las reconstrucciones de Kircher (Papavero, *et al.*, 2004, p.82).

Otra idea del relato mosaico que fue perdiendo vigencia fue la universalidad del diluvio. Isaac de la Peyrère (1594-1676) puso en duda abiertamente el relato mosaico. En su *Systema theologicum de preadamitarum hypothesi* (1655), razonó que el diluvio no había sido universal, que había pueblos preadamitas (chinos y judíos) y que no había necesidad de explicar la distribución de las especies a partir de su dispersión desde el monte Ararat, sino que éstas se habían originado en las mismas regiones donde habitaban actualmente.

En 1699, el botánico francés Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708) fue llamado por el rey Luis XIV, para hacer un gran viaje de expedición diplomática y científica a los países de Oriente. El viaje culminó en Turquía con el escalamiento del Monte Ararat. Justo aquí es donde realiza un gran descubrimiento biogeográfico que después difundiría Humboldt: la zonificación altitudinal de la flora se correspondía con su distribución latitudinal (Papavero *et al.* 2004, pp.125-127).

Carolus Linnæus (1707-1778), inspirado en el estudio de Tournefort sobre la regionalización de las especies cuya causa aparente era la temperatura, publicó en 1744 *Oratio de telluris habitabilis incremento*. Hipotetizó la existencia de una altísima montaña situada en los trópicos, donde las especies se distribuían en cinturones altitudinales convenientes a sus características, y desde la cual se dispersaron a medida que emergió más tierra habitable. En esta obra, Linnæi expone la primera teoría sobre distribución espacial de las plantas a través de la dispersión, bajo la misma pretensión que había seguido para ordenarlos taxonómicamente: descubrir el orden divino impuesto en el mundo natural. Esta tradición se continuó con los naturalistas británicos de mediados del siglo XIX (Papavero, *et al.* 2004, p.129).

## CAPÍTULO 2

### **El creacionismo atemperado de Lyell y su modelo dispersionista**

Lyell fue el iniciador del modelo dispersionista en la biogeografía (Bueno-Hernández, *et al.* 2006). Aunque promovió un modelo de explicación mediante leyes naturales, mantuvo la idea de una creación sobrenatural de las especies. Lyell tomó como base el trabajo de Augustin de Candolle para desarrollar sus ideas biogeográficas. Sabía que las condiciones físicas por sí solas no explicaban satisfactoriamente la distribución espacial de los seres vivos. Aun cuando diferentes áreas compartieran las mismas condiciones físicas, albergaban biotas diferentes. Reconoció también que la superficie terrestre podía dividirse en grandes regiones que se distinguían por su biota peculiar. Al igual que Linnæi, aceptó que las especies se originaban de un solo par de individuos (Lyell, 1830-1833, Vol. II: 170).

La consecuencia de esta premisa era que las distribuciones disyuntas solo se podían explicar por dispersiones a gran distancia. Lyell criticó duramente dos ideas: que una especie pudiera crearse más de una vez y que las especies pudieran modificarse con el tiempo. Propuso un principio ordenador para la creación: cada especie había sido creada en el área donde existían las condiciones propicias para su subsistencia. Cayó así en una contradicción, pues por un lado admitía que la distribución geográfica de las especies no se explicaba por las condiciones físicas y por otro sostenía una creación determinada ecológicamente.

Lyell dedicó la mayor parte del segundo volumen de sus *Principles of Geology* a discutir la distribución geográfica de los organismos y se interesó principalmente por descubrir las leyes que la regulaban. De acuerdo con los cánones inductivistas prevalecientes, propuso que primero había que conocer exhaustivamente la distribución de las especies actuales para después saber cómo se había visto afectada por los cambios que había sufrido la superficie terrestre. Antes de obtener ese conocimiento, la hipótesis transmutacionista no era más que especulación vana.

La versión creacionista de Lyell fue bastante moderada en comparación con las de otros naturalistas. Aunque sostuvo la fijeza de las especies, su creación por medios sobrenaturales y su adaptación de origen, negó que la creación fuera al arbitrio del creador.

Dos ideas merecen destacarse en el modelo creacionista de Lyell: (1) Cada especie fue creada una sola vez, y (2) La creación es un proceso continuo. La segunda difiere de la explicación ortodoxa del *Génesis*. En vez de una creación simultánea de todas las especies en un solo tiempo y una sola área, Lyell concibe la creación como un proceso uniforme, en el cual las diferentes especies van surgiendo en diferentes áreas y diferentes tiempos. De esta manera, Lyell extiende su uniformitarismo geológico a su modelo de creación:

“Cada especie puede haber tenido su origen en una sola pareja o individuo, cuando un individuo era suficiente, y las especies pueden haber sido creadas en ciertos tiempos y lugares donde se pudieran multiplicar y perdurar durante un periodo establecido y ocupar su espacio designado en el mundo” (Lyell, 1830-1833, Vol. II: p. 124).

La regionalización biótica que presenta la superficie terrestre tiene por causa a las barreras naturales, que impiden la expansión ilimitada de las especies: "... Existen muchas grandes barreras naturales que oponen obstáculos comunes al avance de multitud de especies” (Lyell, 1830-1833, Vol. II: 125). Solo algunas especies con la capacidad de superar barreras físicas y climáticas, tienen una distribución cosmopolita, aunque tales excepciones no invalidan la regla general, que es la circunscripción de las especies a ciertas áreas.

Lyell concibe a la creación y extinción de especies como las contrapartes de un proceso continuo. Ambas son componentes del balance natural. Cuando surge una especie nueva, otra se extingue. El resultado se visualiza como un flujo y reflujo incesante de especies, que expanden y contraen sus áreas de distribución de acuerdo al surgimiento o desaparición de barreras. Las especies no se modifican en el tiempo, sino que se crean y extinguen ininterrumpida y sucesivamente. Por tanto, no hay períodos de creación ni de extinción masiva de especies.

Otro rasgo importante del modelo creacionista de Lyell es su antiprogresionismo, al igual que su modelo de cambio geológico. Aunque los estudios estratigráficos ya revelaban

una progresión que iba desde los invertebrados simples hasta los mamíferos, pasando por peces, anfibios y reptiles, Lyell sostuvo que era una mera ilusión. Más que una secuencia lineal, los estratos fosilíferos mostraban amplios ciclos. Lyell creía que los mamíferos habían aparecido ya desde tiempos inmemoriales, se habían extinguido y habían aparecido de nuevo. En un ciclo futuro, las especies volverían a extinguirse y a reaparecer. Sin embargo, no se repetían exactamente las mismas especies, sino solo los mismos grupos. Los ciclos biológicos eran la consecuencia necesaria de los ciclos geológicos. Los mismos grupos aparecerían cada vez que las condiciones físicas del globo les fueran propicias. Del mismo modo en que los continentes se levantaban y desgastaban una y otra vez, los grupos se creaban y se extinguían. Se ha señalado que el uniformitarismo de Lyell implica una uniformidad de estado (Rudwick, 1972), es decir, no hay progresión hacia una meta final. Tanto los cambios geológicos como los biológicos que han ocurrido a lo largo del tiempo geológico no siguen ninguna dirección particular. Por tanto, no es posible distinguir un estado inicial ni uno final. Son solamente cambios continuos, cíclicos, aunque no progresivos.

Como se señaló anteriormente, Lyell rechazó la hipótesis de Lamarck: “Quién imaginó, como hemos visto antes, que cada especie esta dotada de poderes indefinidos para modificar su organización, de acuerdo con los interminables cambios de circunstancias a las que están sujetas” (Lyell, 1830-1833, Vol. II: 169).

Las ideas de Lamarck le parecieron la antítesis de la buena ciencia. No se basaban en causas verdaderas sólidamente establecidas, sino que eran pura especulación. En contra de la tesis lamarckista, Lyell razonó que antes que alguna especie tuviera tiempo para adaptarse a los cambios en las condiciones físicas, otra especie se vería beneficiada por éstos, desplazando a la primera.

El transmutacionismo de Lamarck requería de un tiempo más largo del que podía entender la mente humana (Lyell, 1830-1833, Vol. II: 173-175) y además Lyell evitó tratar el asunto del origen de las especies, tema que se consideraba más allá de la capacidad intelectual humana. Su aspiración era descubrir las leyes inmanentes que regían el mundo natural, pero no investigar cómo se habían originado. De este modo, quedaba fuera de su concepción la perspectiva histórica. No se trataba de reconstruir eventos particulares del

pasado. Así, “un defecto epistemológico de la concepción empirista se convirtió en un ideal metodológico” (Martínez, 1997) y aunque Lyell haya estudiado procesos históricos, como los cambios sufridos por la superficie terrestre, su sistema es paradójicamente antihistórico.

El interés fundamental de Lyell fue buscar las leyes generales que gobernaban la adaptación, la extinción y la creación de especies (Hodge, 1990), semejantes a las leyes mecánicas responsables de los movimientos regulares de los astros (Guillaumin-Juárez, 1997). Quedó fuera de su concepción de ciencia el investigar episodios particulares ocurridos en el pasado.

Sus ideas sobre la creación de especies son más bien vagas. No explica en detalle cómo ocurre el proceso. Lyell razona que es más fácil demostrar la extinción de una especie que anteriormente fue numerosa, que demostrar el origen de una nueva, que surge con solo un par de individuos en un sólo punto geográfico.

La incapacidad de su sistema uniformitarista para dar una explicación convincente sobre cómo se originaban las especies dejó libre el camino para que otros creacionistas más radicales afirmaran que las especies se creaban directamente por la intervención milagrosa de Dios (De Beer, 1964).

Verificar la aparición de una nueva especie, implicaba necesariamente demostrar su registro repentino. Otra condición requerida era que la especie debería pertenecer a un grupo bien estudiado, como los cuadrúpedos o los árboles. Solo así podría notarse claramente su aparición novedosa en áreas inventariadas exhaustivamente. Era además necesario tener la certeza que no habitaba otras regiones y que no existían registros anteriores de ella, condición prácticamente incumplible (Lyell, 1830-1833, Vol. II: 180). De esta forma, Lyell optó por el registro fósil como la única evidencia fáctica confiable. Era necesario hacer una ordenación cronológica de las especies fósiles y hacer su análisis taxonómico para poder saber cuáles se habían extinguido y con base en ello, contestar una pregunta crucial: ¿la creación de especies era sincrónica y sucesiva? En resumen, Lyell desarrolló un modelo de creación monogenético, alocrónico, alotópico y no progresivo (Bueno-Hernández, 2004).

Vale hacer notar otra contradicción importante en la teorización biogeográfica de Lyell. Primero sostuvo que la dispersión jugaba un papel poco importante para la conformación de los patrones biogeográficos. La dispersión no era capaz de alterar el patrón más general de la biogeografía, es decir, la existencia de grandes regiones de endemismo. Si la dispersión fuera efectiva, no existiría ese patrón y las diversas especies estarían entremezcladas por todas partes. La idea de que la dispersión era irrelevante para la conformación de las habitaciones era común entre los naturalistas de mediados del siglo XIX, tanto entre los que se apegaban a explicaciones basadas en leyes naturales como entre los que sostenían intervenciones metafísicas (Bueno-Hernández, 2004).

Entre las diferentes versiones del creacionismo, la doctrina de las creaciones alotópicas y alocrónicas tenía un defecto, pues era la menos parsimoniosa, ya que apelaba no a una, sino a múltiples intervenciones divinas. Así, dentro de la corriente creacionista, surgió el debate respecto a algunas preguntas específicas: ¿Las especies se creaban con una sola pareja inicial o con todos sus individuos sobre toda su área de distribución?, ¿Todas las especies habían sido creadas en un solo centro de creación o existían varios centros especiales de creación?, ¿Las especies habían sido creadas de manera simultánea en un solo período, en varios, o bien se creaban de manera continua y constante?

## CAPÍTULO 3

### **Biogeografía y Transmutacionismo: El Viaje del Beagle**

La experiencia de Darwin en el viaje del Beagle (1831-1836) fue, sin duda, el evento crucial de su vida (Browne, 1999, p. 1), Desde entonces, Darwin manifestó un interés particular por estudiar la distribución geográfica de los organismos. Ello se reflejó en su primer trabajo, conocido popularmente como *El viaje del Beagle* (1839), así como en los dos capítulos dedicados a la biogeografía en *El origen de las especies* (1859). En ese primer trabajo, Darwin se percató de la sucesión espacial de formas semejantes, los llamados ‘tipos representativos’. “Dos especies del género *Attagis* tienen desde todos los puntos de vista las mismas costumbres que el chorlito; una de estas especies habita en Tierras de Fuego en las regiones situadas por encima del límite de los bosques, y la otra precisamente debajo del límite de las nieves de la cordillera en Chile central.” (Darwin, 1839; 1989, p. 94).

Durante el viaje, Darwin se vio influenciado constantemente por el capitán del *Beagle*, Robert FitzRoy, un hombre sumamente religioso que aceptaba cada palabra de la *Biblia* como verdad absoluta e incuestionable, y que intentaba plasmar esta certeza espiritual en los actos de su existencia cotidiana. El capitán tenía un propósito religioso para este viaje, muy común en ese tiempo, el cual era comprobar la verdad de la *Biblia*, sobre todo la del *Génesis*. Para ello creyó conveniente llevar a Darwin, quien era un joven con pretensiones de clérigo. FitzRoy creía que podría encontrar fácilmente muchas pruebas del Diluvio Universal y de la primera aparición de todas las cosas creadas sobre la Tierra, e interpretar así sus descubrimientos científicos a la luz de la *Biblia* (Moorehead, 1980, p.23).

Darwin tenía ya para esta época el conocimiento de otras teorías, las cuales proponían que las especies no eran entidades permanentes, incluidas entre ellas las de su propio abuelo, Erasmus Darwin, además de las teorías de los transmutacionistas franceses el Conde de Buffon y de Jean Baptiste Lamarck. Además, el joven Darwin estaba influido fuertemente por otras teorías, particularmente por el modelo uniformitarista del geólogo escocés Charles Lyell así como por la pasión por el estudio de la naturaleza del célebre Alexander von Humboldt. Todo este acervo de influencias posiblemente incidió para que Darwin, con el transcurso del tiempo, madurara como naturalista y a su vez se fuera

apartando cada vez más de su intención por dedicarse a la vida de clérigo. Su mente se concentraba cada vez más en realizar estudios sobre la geología, la diversidad de plantas y animales y la paleontología de cada región.

Entre todas sus influencias, quizá la más importante fue la de Charles Lyell. Los *Principles of Geology* de Charles Lyell (1830-1833) le proporcionaron un curso avanzado de geología. El primer volumen lo llevaba consigo cuando emprendió el viaje, los volúmenes dos y tres se los envió Henslow a Sudamérica, y llegaron a sus manos a Montevideo, a fines de 1832 y en las islas Falklands, en la primavera de 1834, respectivamente (Sloan, 2003, p. 27). En esta obra el geólogo escocés desarrolló el sistema uniformitarista en la geología, según el cual, los procesos geológicos determinables y activos en el presente son suficientes para explicar la historia de la corteza terrestre.

Durante el viaje, Darwin observó y recolectó toneladas de muestras de rocas y miles de ejemplares vegetales y animales, extrajo numerosos restos fósiles de los acantilados y estudió los arrecifes de coral. La experiencia del viaje le dio pie para cavilar sobre temas como la adaptación de los seres vivos, la diversidad de las especies y sus relaciones mutuas, la lucha por la existencia, la formación de los atolones de coral y la importancia de las barreras y de los mecanismos de dispersión.

A Darwin le pareció particularmente significativa la coincidencia geográfica entre los fósiles de edentados y los armadillos y perezosos actuales. Todos eran exclusivos de Sudamérica. Ocurría lo mismo con los fósiles de marsupiales y los marsupiales actuales. Ambos coincidían en Australia. Parecía improbable que esas coincidencias fueran meramente fortuitas. Si bien la intención inicial del joven Darwin al abordar el Beagle era encontrar evidencias sobre la verdad literal de la *Biblia*, estos patrones de variación espacial y temporal lo decidieron a cambiar de opinión (Moorehead, 1980). Las razones por las cuales Dios había destruido todos los edentados gigantes para suplantarlos por otras especies similares, aunque de menor tamaño y precisamente en el mismo lugar, eran inexplicables. Prefirió suponer que esas afinidades revelaban un parentesco entre los animales extintos y vivientes. Si bien no había desarrollado todavía una hipótesis sobre la causa de las modificaciones en los organismos, le quedó claro que esos patrones temporales de sucesión de formas podían entenderse cabalmente bajo las hipótesis de descendencia con

modificación y de dispersión/divergencia. Las colecciones de fósiles sirvieron a Darwin para apoyar esta tesis:

"Esta relación se aprecia - tan claramente como la que existe entre los fósiles de los marsupiales extintos de Australia y los que actualmente existen allí - en la gran colección trasladada hace poco a Europa procedentes de las cavernas del Brasil. En esta colección se encuentran 28, exceptuando cuatro, de las 32 especies extinguidas de cuadrúpedos terrestres que habitan hoy las regiones en las que se encuentran las cavernas; y estas especies extintas son más numerosas que las actualmente vivas. Hay fósiles de mamíferos, armadillos, pecaríes, tapires, guanacos, osos hormigueros, numerosos monos y roedores sudamericanos y otros animales. Esta maravillosa relación en un mismo continente entre las especies desaparecidas y las vivientes podría sin duda alguna, arrojar más luz que cualquier otra clase de datos sobre la aparición y distribución de los seres orgánicos en nuestra tierra" (Darwin, 1839:1989, p. 163).

Darwin se percató de las limitaciones del creacionismo para explicar la distribución actual de las especies. ¿Por qué los marsupiales habrían sido creados en Australia y, no los placentarios, si las ovejas y perros llevados por los primeros colonizadores podían prosperar perfectamente en el clima australiano? Aceptar que las especies habían sido creadas en áreas determinadas por motivos inaccesibles al conocimiento humano implicaba abandonar todo el programa de investigación articulado por Darwin, con su explicación de la distribución en función de migración, aislamiento y evolución (Bowler, 1989, p. 360).

Además de la sucesión temporal, Darwin obtuvo evidencia de la sucesión espacial y la importancia de las barreras para que se diera la transformación. Formas muy similares de ñandúes se iban remplazando por las diferentes áreas del continente sudamericano. Por ejemplo, al estudiar las aves de la Patagonia se da cuenta de que el ñandú *Rhea americana* habitaba el territorio de La Plata hasta un poco al sur del Río Negro, y en la Patagonia meridional era substituido por otra especie semejante aunque distinta, a la que se le dio el nombre de *Rhea darwini* (Darwin, 1836:1989, pp. 92-93).

En su libro *Viaje de un Naturalista*, Darwin escribió el 23 de marzo de 1835, cuando se encontraba en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes:

“No deja de chocarme la gran diferencia que hay entre la vegetación de estos valles orientales y la de Chile, porque el clima y la naturaleza del suelo son casi idénticos, y la diferencia de longitud geográfica es insignificante. Lo mismo ocurre con los cuadrúpedos, y en grado algo menor a las aves e insectos. Puedo citar como ejemplo al ratón, del que hallo 13 especies en las costas del Atlántico y tan sólo cinco en las del Pacífico; y sólo una de ellas no se parece a las otras. Este hecho concuerda perfectamente con la historia geológica de los Andes; estas montañas, en efecto, siempre han constituido una infranqueable barrera desde la aparición de las razas actuales de animales” (Darwin, 1836:1989, p. 304).

Aunado al cambio geológico, ocurría el cambio orgánico. En la isla de Chiloé, Darwin encontró tres grandes volcanes en erupción y poco después, el 20 de febrero de 1835, un terremoto devastó gran parte de la costa chilena. Darwin, quien se encontraba en el campo de Valdivia, hizo numerosas observaciones al respecto. El epicentro se localizó en Concepción, hacia donde se dirigió el *Beagle* el 4 de marzo. Darwin escribe:

"El efecto más notable de este terremoto fue una elevación permanente de la tierra. La tierra alrededor de la Bahía de Concepción se levantó dos o tres pies. En la Isla Santa María la elevación fue todavía mayor: se hallaron lechos de moluscos pútridos aún adheridos a las rocas a una altura de diez pies sobre el nivel del mar. La elevación de estas regiones es especialmente interesante por haber sido el escenario de otros violentos terremotos y por el gran número de moluscos esparcidos por la tierra hasta una altura de 600 e incluso de 1,000 pies. En Valparaíso, moluscos semejantes se encontraron a una altura de 1,300 pies: es difícil dudar que estas grandes elevaciones se deban a pequeños levantamientos sucesivos" (Darwin. 1839:1989, p. 290).

Desde entonces, Darwin visualizó a las barreras físicas como un elemento importante en la explicación de los patrones biogeográficos.

### 3.1 El modelo permanentista

Un punto que los naturalistas ingleses de mediados del siglo XIX intentaban resolver era si las distribuciones disyuntas se explicaban por creaciones múltiples, por separación secundaria de áreas previamente continuas, o bien por dispersión desde lugares remotos (Mayr, 1982, p. 439).

Durante el viaje, Darwin intentó primero explicar la similitud entre las especies fósiles de mamíferos de América septentrional y meridional mediante un antiguo puente en las Indias Occidentales. Recurrió así a una idea común entre los naturalistas de su tiempo, es decir, postular extensiones terrestres que habían existido en el pasado y actualmente hundidas en los océanos. A esta idea, conocida como *extensionismo* (Fichman, 1977), recurrieron naturalistas reconocidos, entre ellos Edward Forbes, Joseph Dalton Hooker, Philip Lutley Sclater y Alfred Russel Wallace (Bueno-Hernández, 2004). Ello resulta notable si se considera que posteriormente, tanto Darwin como Wallace, fueron partidarios acérrimos del *permanentismo*, enfoque según el cual, la posición relativa de tierras y océanos no había sufrido cambios sensibles al menos desde el Terciario. Sin embargo, en sus inicios como naturalista, Darwin trató de explicar la similitud entre las especies actuales de mamíferos que se encuentran en las zonas templadas de Europa y Asia, así como las semejanzas entre las especies extintas y las actuales de América meridional, por medio de dispersiones a través de antiguas extensiones terrestres. Así lo manifiesta en su *Diario*:

“Cuando América (sobre todo la meridional) poseía sus elefantes, sus mastodontes, su caballo y sus rumiantes de cuernos huecos, se parecía mucho más que hoy, desde el punto de vista zoológico, a las zonas templadas de Europa y de Asia. Como los restos de esos dos generos se encuentran a los dos lados del estrecho de Behring y en las llanuras de Siberia, nos vemos obligados a considerar el lado Noroeste de América del Norte como el antiguo punto de comunicación entre el antiguo mundo y lo que se llama *el nuevo mundo*. Pues bien: como tantas especies vivas y extintas de esos mismos géneros han habitado y habitan aún en el antiguo mundo, parece muy probable que los elefantes, los mastodontes, el caballo y los rumiantes de cuernos huecos de América septentrional hayan penetrado en este país pasando por tierras hoy hundidas junto al estrecho de Behring; y de allí, pasando por tierras también sumergidas después, por las cercanías de las Indias occidentales, esas

especies penetrarían en América del Sur, donde luego de mezclarse durante algún tiempo con las formas que caracterizan a este continente meridional, han acabado por extinguirse” (Darwin, 1839:1989.pp. 128-130).

Darwin conjeturó que el istmo de Panamá pudo haber estado sumergido en otro tiempo, aislando de esta manera a Norteamérica y Sudamérica durante setenta millones de años. Concluyó así que las especies que habían emigrado del Viejo Mundo a América septentrional no habrían podido dispersarse a América Meridional a través del istmo. Entonces postuló una hipótesis extensionista: los mamíferos de Norteamérica y Sudamérica se habían dispersado por una extensión terrestre ahora hundida en lo que es actualmente el mar de las Antillas. Resulta así claro que en sus inicios como naturalista, Darwin, al igual que otros naturalistas, simpatizaba abiertamente con hipótesis extensionistas (Darwin, 1839:1989.p.132).

Las hipótesis extensionistas eran muy populares a mediados del siglo XIX. Por ejemplo, se intentó reconstruir un continente antártico gigante del cual salían penínsulas que se unían con las puntas de Sudamérica, África y Australia. También se propuso un puente directo subatlántico entre África y Sudamérica, un continente (Lemúrida) en el Océano Índico y otro gran continente en el Pacífico.

Las ligeras elevaciones y depresiones verticales de porciones de la superficie terrestre eran procesos comunes en los *Principles of Geology* de Lyell. Sin embargo, suponer que los profundos lechos oceánicos hubieran emergido alguna vez era llevar las cosas al extremo. Sin embargo, Darwin perfiló una teoría geológica para explicar el origen de la cordillera andina, sugiriendo que grandes bloques de la corteza terrestre se movían lentamente hacia arriba y hacia abajo en relación al nivel del mar, y que la cordillera había sido levantada por actividad volcánica en tiempos geológicos relativamente recientes (Browne, 1999, p. 5). Así, Darwin admitía al principio que las elevaciones de hasta siete mil metros de los Andes podían explicarse por la acumulación de ligeros y sucesivos levantamientos.

Años después, Darwin se convertiría en el principal opositor de las hipótesis extensionistas, sosteniendo la postura permanentista de que al menos durante las épocas

recientes, la configuración de océanos y continentes no había sufrido cambios sensibles. Esta posición se puede ver reflejada en una carta escrita a Hooker, una década antes de la publicación de *El Origen de las Especies*, en ella Darwin asume un rechazo total a los puentes hipotéticos:

“Me reí de su ataque a mi mezquindad respecto a los cambios de nivel de Forbes, siendo tan liberal conmigo mismo, pero debo decir que nunca he hundido o elevando la superficie de nuestra madre tierra, con el fin de explicar ningún fenómeno, y creo que rara vez lo he hecho sin alguna otra evidencia. “Así que sigo creyendo que es un paso temerario”, se quejó Darwin, “hundir en las profundidades del océano, dentro del periodo de las especies existentes, un tramo tan grande de superficie... debo decir que me gustaría tener una mejor evidencia que la identidad de unas pocas plantas, que posiblemente (no digo probablemente) podrían haber sido transportadas de otro modo” (Darwin, 10 sep. 1845, en Burkhardt, 1998, p. 89).

Darwin mostraba ahora de manera clara su rechazo a las hipótesis que postulaban continentes hundidos por considerarlas ligadas a posiciones creacionistas y catastrofistas.

Un trabajo que tuvo una influencia importante sobre Darwin fue el del geólogo norteamericano James Dwight Dana (1856), quien afirmó que la forma general de los continentes y océanos había quedado definida desde los primeros tiempos de la historia geológica de la Tierra, sin haber sufrido posteriormente cambios sensibles. Así, Darwin cambió sus explicaciones sobre cómo había ocurrido la dispersión de especies al Nuevo Mundo. Las especies no se habían expandido gradualmente a través de puentes terrestres, sino mediante dispersiones por saltos. Darwin evitó hacer cualquier referencia al hundimiento de tierras para explicar casos particulares de distribución en su etapa madura (Bowler, 1996, pp. 408-409).

### 3.2 El modelo dispersionista

Cuando Darwin se encontraba haciendo su recorrido por las Galápagos, quedó impactado por la rareza de los individuos que habitaban este lugar, por ejemplo, plantas, insectos y reptiles que nunca había visto, enormes tortugas con hábitos tan extraños que le parecían verdaderos animales antediluvianos, además de encontrarse también una gran cantidad de aves en tonos oscuros a los cuales no les prestó mucha atención en ese momento. Estos hechos dieron origen a que Darwin creyera que ahí se encontraba la respuesta al origen de las especies. Según sus propias palabras: “Así pues tanto en el tiempo como en el espacio, nos encontramos frente a frente del gran fenómeno –ese misterio de los misterios- la primera aparición de nuevos seres sobre la tierra” (Darwin, 1839:1989, 347). Estas formas de las Galápagos tenían una semejanza clara con formas de Sudamérica. A partir de entonces, Darwin intentó integrar la geología, la biogeografía y el proceso causal del cambio orgánico. Este interés fue previo incluso al desarrollo de su teoría evolutiva.

A pesar de la rareza de los habitantes de las Galápagos, Darwin quedó sorprendido de la gran similitud que éstos mantenían con las especies de América del Sur. Al referirse a este hecho, él comenta que “no hay cosa tan sorprendente como verse rodeado de nuevos reptiles, aves, conchas, insectos y plantas, sin evitar sentirse transportado, por decirlo así, a las templadas llanuras de la Patagonia y a los muy cálidos desiertos del norte de Chile” (Darwin, 1839:1989 p. 358). Esto lo menciona al darse cuenta de la semejanza en innumerables pequeños detalles de conformación entre los habitantes del archipiélago y los de Sudamérica, que en el caso de las aves se aprecia incluso hasta en la voz y en el plumaje.

Así, Darwin comenzó a desarrollar la idea de que los habitantes del continente pudieron haberse dispersado hacia las islas estériles y, con el paso del tiempo, estas especies fueron diferenciándose mediante un proceso de descendencia con modificación, hasta quedar conformadas como se encuentran actualmente. Como prueba en favor de esta hipótesis, Darwin llamó la atención sobre la presencia de restos de vegetación en las orillas de las islas pertenecientes a las especies actuales que habitaban en el continente, además de la ausencia de grupos enteros como mamíferos y batracios, que tenían en común una capacidad muy pobre para cruzar grandes extensiones de mar.

Es claro que Darwin estableció la posible dispersión de las especies del continente hacia las islas como la causa que explicaba la similitud de las especies entre áreas tan lejanas y diferentes en sus condiciones físicas. Darwin había leído cuidadosamente los *Principles of Geology* de Lyell, donde se abordaban profusamente los diversos modos y medios de dispersión que presentaban diferentes tipos de organismos.

Darwin reafirmó la idea de que las especies se diferenciaban en aislamiento, después de que el subgobernador de las Galápagos, Mister Lawson, llamó su atención sobre el hecho de que cada isla poseía una forma de tortuga distintiva y cuando posteriormente realizó el ordenamiento de sus colecciones. Él se dio cuenta entonces de la gran variedad de formas que se presentaban en el archipiélago, así como de la notable particularidad de los habitantes de cada isla de las Galápagos, a pesar de la corta distancia que había entre ellas y de la gran similitud en las condiciones físicas entre las islas. La gran variedad de estructuras en los picos de los pinzones, adaptados a los diferentes alimentos aprovechables en cada una de las islas era un caso claro de variaciones sobre un *leitmotif*. Notó también otro patrón interesante: entre más aislada estuviera una isla, sus formas eran más divergentes.

Queda claro que aunque Darwin tenía ya la idea de que las especies se diferenciaban en cada una de las islas, aún desconocía el mecanismo por el cual ocurría este proceso, tal como lo menciona en su diario: “sorprende todavía la energía de la fuerza creadora, si así puede decirse, que se ha manifestado en estas isletas estériles y pedregosas; y aun se admira más esa acción diferente, aunque análoga, de la fuerza creadora en puntos tan próximos entre sí.” (Darwin, 1839:1989, 347).

A Darwin se le dificultaba aclarar la relación entre el grado de similitud de las biotas insulares y la distancia que había entre las islas del Archipiélago (como lo menciona en *El origen de las especies*), debido a que él compartía la idea entonces común de la adecuación perfecta entre los organismos y las condiciones físicas del área que habitaban. Así lo expresó él mismo:

“¿Cómo es que muchos de los inmigrantes se han modificado de un modo diverso, aunque sólo en grado menor, en islas situadas a la vista entre sí, que tienen la misma naturaleza geológica, la misma altura, clima, etc.?. Esto me pareció durante largo tiempo gran

dificultad; pero surge principalmente del consagrado error de considerar las condiciones físicas de un país como las más importantes” (Darwin, 1859, p. 382).

Darwin se dio cuenta entonces de que las condiciones físicas no explicaban la similitud de las especies en distintas regiones. En su diario él compara las islas Galápagos y las de Cabo Verde, las cuales se parecían en todas sus condiciones físicas y además tenían el mismo origen geológico, aunque no tenían ninguna especie en común. Sin embargo, le llamó la atención que las especies de ambos archipiélagos tenían una similitud sorprendente con las especies del continente más cercano, Sudamérica y África respectivamente, pero a su vez todas las especies de los islotes eran producciones únicas (endemismos). Al referirse a las formas que habitaban los distintos islotes de las Galápagos, Darwin destaca su singularidad y se interesa en particular por preguntarse de qué manera surgieron:

“Si este carácter procediese sólo de la inmigración americana, nada habría de particular en el hecho; pero hemos visto que la inmensa mayoría de los animales y más de la mitad de plantas son producciones indígenas (...). Como es que estos pequeños islotes, que todavía hasta hace poco, geológicamente hablando, debían estar cubiertos por aguas del océano, formados de lavas basálticas, y que difieren por tanto, del carácter geológico del continente americano, además de hallarse situadas bajo un clima particular, cómo es repito, que en estos islotes, siendo tan diferentes los habitantes, por el número y por la especie de los del continente, y reaccionando, por consiguiente, el uno sobre el otro de tan distinto modo, han sido creados por el tipo americano? Es probable que las islas de Cabo Verde se parezcan por todas sus condiciones físicas a las Galápagos mucho más de lo que éstas se parecen físicamente a la costa de América, y sin embargo, los habitantes indígenas de los dos grupos son muy diferentes: los de Cabo Verde tienen el sello de África, como los de Galápagos llevan el de América” (Darwin, 1839:1989, pp. 358-360).

La idea de que las condiciones físicas no eran la causa principal de la distribución orgánica no era nueva. Darwin conocía el trabajo del naturalista suizo Agustín de Candolle, durante sus años de estudiante en Cambridge, cuando llevaba el curso de botánica que impartió Henslow de enero de 1828 a junio de 1831 (Sloan, 2003, p. 23). Así, Darwin conocía bien esta idea. Si no eran las condiciones climáticas ni físicas, que además eran esencialmente semejantes en todas las islas del archipiélago, entonces los patrones

biogeográficos de las Galápagos podían ser explicados por los procesos de migración y divergencia. Ello era congruente con el hecho de que la divergencia se acentuaba con el mayor grado de aislamiento y con el tiempo transcurrido desde el aislamiento. La gran profundidad del océano entre las islas indicaba que éstas no habían estado nunca unidas. Por lo tanto, las especies forzosamente tuvieron que ir migrando a cada una de las islas y con el paso del tiempo fueron diferenciándose durante su aislamiento. La distribución geográfica de los habitantes de las islas fue tal vez la consideración de mayor importancia en la que Darwin se basó para establecer su teoría sobre el surgimiento de nuevas especies.

Dos meses después de haber regresado de su viaje, Darwin se dedicó a clasificar la enorme cantidad de material geológico y mineralógico con la ayuda de Henslow. Richard Owen, quien trabajaba en el Museo Británico, estudió y describió los fósiles que Darwin había colectado en Sudamérica. Solo hasta que Darwin ordenó sus colecciones, pudo percatarse de la gran variedad de formas que se presentaban en las islas Galápagos, así como de la notable particularidad de los habitantes de cada isla del archipiélago, a pesar de la corta distancia que había entre ellas. Solo hasta entonces se dio cuenta de que entre más aislada estuviera una isla, mayor era la divergencia morfológica de sus habitantes.

Es claro que el análisis de la variación geográfica fue fundamental para que Darwin articulara su teoría de la especiación geográfica. Las nuevas especies se formaban como poblaciones que quedaban aisladas de la especie parental. Si los escasos individuos colonizadores provenientes de un solo antepasado sudamericano podían originar varias especies en las islas Galápagos, era posible que todos los pinzones continentales pudieran haber surgido de una sola especie ancestral. La consecuencia aparecía con claridad: la diversidad completa de la vida podía haberse originado de una sola especie primigenia.

Aunque tradicionalmente se ha aceptado la versión dada por el propio Darwin en su *Autobiografía*, según la cual durante su viaje en el *Beagle*, ciertos hechos le llevaron a la conclusión de que las especies se modificaban a lo largo del tiempo, la evidencia historiográfica indica que más bien al inicio de su viaje tenía la intención de reafirmar las ideas transformistas que había conocido a través de una serie de lecturas (Desmond *et al.* 2008).

En su diario de viaje y en sus obras posteriores, Darwin reconoció que su conversión en teórico de la evolución se debió ante todo a sus observaciones realizadas en Islas Galápagos:

"En julio abrió su primer libro de notas sobre "la transmutación de las especies".- Había sido alcanzado en gran medida unos meses anteriores a marzo - sobre el carácter de los fósiles de Sudamérica y las especies en Archipiélago de Galápagos -. Estos hechos originaron (especialmente esta última) todos sus puntos de vista" (*Journal*, 1837, en Burkhardt, 1998, p. 59).

A partir de esta experiencia, Darwin rompe con las ideas de Lyell sobre la creación de especies fijas y preadaptadas a su área de origen y adopta la hipótesis de la transmutación de las especies. No sorprende que en sus primeros años como naturalista, Darwin concibiera a la biogeografía como una disciplina central que podía revelar "las leyes de la creación".

Darwin intuyó su teoría de la descendencia con modificación entre julio de 1837 y octubre de 1839. Posteriormente, elaboró de forma completa su teoría de evolución por selección natural en unas 900 páginas de notas privadas (Cohen, 1985, p.93; Hodge, 1990, pp. 249-251; Hodge, 2003, pp. 40-.41).

A fines de la década de 1830, cuando Darwin escribía sobre la ley de la sucesión de los tipos, ya había encontrado la explicación a este patrón: las especies compartían el mismo tipo debido a su ancestría común (Sloan, 2003, p.18).

De este modo, los hechos biogeográficos, geológicos y paleontológicos que encontró durante su travesía los trató de explicar desde una perspectiva transformista. Los restos fósiles de gliptodontes gigantes en América meridional, tan similares a las especies de armadillos actuales, la similitud entre las especies de las Galápagos y las de Sudamérica y el patrón al que se refirió como "ley de sucesión de los tipos", eran todos ellos hechos que podían explicarse bajo la tesis de la descendencia con modificación. Darwin contrastó las ideas creacionistas contra la tesis transformista: ¿Por qué razón particular Dios había decidido destruir a todos los edentados gigantes y por qué motivo creó especies similares justamente en el mismo lugar pero de menor dimensión? Para

Darwin fue más razonable postular que los animales gigantes se dispersaron por distintos medios y con el paso del tiempo fueron diferenciándose hasta quedar conformados como se encuentran actualmente, que mantener la idea de que Dios actúa de manera caprichosa desapareciendo y creando especies en cualquier tiempo y lugar. Darwin se mantuvo firme a la idea de dispersionismo por varias razones. En primer lugar, no podía admitir hipótesis extensionistas porque no había ninguna evidencia fáctica clara que las apoyara. Ningún caso de distribución orgánica justificaba postular grandes elevaciones o hundimientos de la superficie terrestre. Para Darwin resultaba más sencillo explicar las distribuciones disyuntas por transporte accidental a gran distancia que recurrir a la costosa hipótesis del hundimiento o elevación de extensas porciones terrestres. Al adoptar una postura permanentista, el único camino que le quedó a Darwin para explicar las distribuciones disyuntas fue el de recurrir al transporte accidental de organismos por vía de corrientes marítimas, eólicas e incluso por masas de hielo a la deriva.

En segundo término, porque su premisa monogenética también implicaba la dispersión, ya que si cada especie se había originado una sola vez en un área particular, la única forma de explicar las distribuciones discontinuas era mediante dispersiones a gran distancia, salvo los casos de extinción de las poblaciones en las áreas intermedias. Sin embargo, la extinción en las áreas intermedias era inaplicable en las distribuciones disyuntas de especies terrestres separadas por grandes extensiones marinas. La formación de una especie era un acontecimiento único, singular, irreplicable y sobre todo, local, por lo que la dispersión era necesaria para explicar cómo cada especie, originada en una sola área, había llegado a ocupar su área de distribución actual (Bueno-Hernández y Pérez-Malvárez, 2006).

Darwin cambió radicalmente su perspectiva de ver el mundo, después de racionalizar los datos que había obtenido en las islas Galápagos, principalmente, los datos sobre la distribución orgánica.

## CAPÍTULO 4

### Los patrones biogeográficos y sus explicaciones

En la Inglaterra del siglo XIX era muy común el pensar que la creación de las especies se explicaba a partir de intervenciones sobrenaturales. La premisa de esta postura era aceptar fuera de toda duda la veracidad del *Génesis* bíblico. No obstante, hubo dos naturalistas que si bien mantuvieron sus creencias religiosas, intentaron explicar la creación de especies desde una posición racionalista, recurriendo a leyes naturales. Uno de ellos fue Charles Lyell y el otro Edward Forbes (1815-1854)

E. Forbes fue reconocido por los geólogos británicos más eminentes de la época. Fue *fellow* distinguido del selecto grupo que incluía a personajes como Charles Lyell, Roderick Murchison, Leonard Horner y Thomas H. Huxley. Este último consideraba a Forbes como persona de un gran intelecto, como un pensador agudo y sutil que entendía variados y diversos campos de investigación. En 1841 Forbes obtuvo un puesto temporal como naturalista al mando del capitán Thomas Graves, con quien navegó en el Egeo, ocupándose en realizar extensos dragados marinos, esbozos de acuarelas y la exploración arqueológica en las ruinas de Licia. Desafortunadamente el viaje se vio truncado cuando Forbes contrajo Malaria. Más adelante consiguió un nombramiento como curador de colecciones en la *Geological Society* gracias a la ayuda de sus amigos Lyell y Horner.

En 1843 Forbes presentó los resultados sobre su expedición en un artículo titulado *Mollusca and Radiata of the Aegean Sea*. En este trabajo articula sus fundamentos sobre la distribución geográfica de los organismos. Afirmó que la profundidad a la que se encontraba una planta o animal marino era proporcional con su distribución geográfica, pone como ejemplo la distribución del molusco *Arca lactea*:

“El molusco *Arca lactea* es un nativo auténtico de las faunas de todas las profundidades en el Egeo y de una franja que se estrecha hacia el norte hasta las aguas Británicas y hacia el sur más allá de Gibraltar. Su amplia área de distribución implica cierta capacidad para soportar una variedad de condiciones más amplia que la mayoría de las especies” (Forbes, 1844, p.171).

En este mismo artículo menciona que existen zonas en el fondo marino similares a las zonas que se encuentran en la ladera de una montaña. Cada región contiene flora y fauna análogo a su paralelo latitudinal: “Parallels in latitude are equivalent to regions in depth, correspondent to that law in terrestrial distribution which holds that parallels in latitude are representative of regions of elevation” (Forbes,1844, p.175). Este axioma resultó ser importante para su trabajo posterior sobre las especies disyuntas.

En 1846 publicó una compilación de memorias con el título *On the connexion between the distribution of the existing fauna and flora of the British Isles, and the geological changes which have affected their area, especially during the epoch of the northern drift*, que fue la obra más detallada hasta ese momento para intentar correlacionar los patrones actuales de flora y fauna de Europa con los eventos geológicos y hundimientos del pasado. Esta obra le dio gran prestigio e incluso le valió la presidencia en la Geological Society en 1853. Al año siguiente fue invitado a impartir la cátedra de historia natural en Edimburgo, en la que sucedió a su antiguo maestro Robert Jameson, aunque solo por unos cuantos meses, pues debido a una insuficiencia renal, le sobrevino la muerte.

En sus memorias *On the connexion...*, Forbes pretende explicar el origen de las plantas y los animales británicos. Introduce el concepto de lo que él llama “*specific centres*” parafraseando a los “*creation centres*”, en los cuales, las especies surgieron “in aboriginal pairs at one particular location”. Forbes creía que las especies se creaban originalmente con solo dos individuos en un único punto, desde el cual habían ampliado su área de distribución debido al aumento del número de individuos por reproducción normal. Había varias razones para creer en este proceso aunque no todas fueron incluidas explícitamente en sus memorias: 1) reflejaba indirectamente un argumento bíblico importante para un hombre religioso como Forbes y 2) tenía la elegante simplicidad, característica de una hipótesis científica, 3) existía evidencia empírica al respecto, ya que según Forbes, pares de individuos actuales habían sido introducidos en nuevos hábitats por el hombre, colonizando nuevas áreas con éxito. Por lo tanto, no había razón para pensar que las cosas hubieran ocurrido de manera diferente en el pasado. Continuando con su razonamiento, mencionaba que el mismo fenómeno podría ser visto en retrospectiva a una escala más amplia en un arreglo de floras y faunas, donde grupos de especies extendieron

sus áreas después de la desaparición de puentes o barreras geográficas. De esta forma infería que la capacidad de expansión de las poblaciones había sido restringida principalmente por causas físicas.

A partir de la idea de centros específicos y únicos de creación, Forbes deduce también el proceso de la *extinción gradual*. Razona que cuando en un área queda un número limitado de individuos, éste se puede reducir hasta quedar un único par de individuos. Si éstos logran reproducirse, la población ampliará nuevamente su área de distribución; de lo contrario, la especie se extinguirá. Así, la extinción no es más que el proceso lógico contrario a la expansión que sigue a la creación de una nueva especie. Se puede apreciar en el modelo de Forbes un sentido uniformitarista Lyelliano. Causas actuales, como las introducciones de especies en países extranjeros llevadas a cabo por los colonizadores europeos, son suficientes para explicar lo que ocurrió en el pasado. La maquinaria del mundo trabaja a un ritmo constante e imperturbable. En ese sentido, Forbes sostiene una visión contraria al modelo catastrofista, según la cual, la extinción era un suceso en el que todos los individuos perecían abruptamente al momento que ocurría un cataclismo.

En su afán por explicar los eventos biogeográficos a partir de leyes naturales y también con la intención de reforzar la idea de que las especies crecen en un sólo lugar a partir de un único par de individuos, Forbes recurrió a las hipótesis extensionistas para explicar el origen de la biota británica. Propone que las poblaciones de los diferentes “elementos” de flora y fauna británica se originaron en países vecinos y posteriormente llegaron a las islas británicas en diferentes momentos y desde diferentes direcciones, dependiendo de las fluctuaciones de tierra y de mar, a través de un hipotético puente terrestre al que se refiere como “Atlantis”, que en el Mioceno unió la costa Ibérica con las Azores e Irlanda. De acuerdo con Forbes, este evento podría explicar claramente la docena de plantas asturianas pertenecientes en su mayoría a la familia *Saxifragaceae* que habitan las tierras británicas.

Forbes menciona en sus memorias que sólo existían tres modos posibles para que una zona aislada pudiera poblarse de animales y plantas: 1) por creación especial en esa área, 2) por dispersión y 3) por migración. (Pelayo, 2009, p.18). Distingue así entre

*dispersión*, como un fenómeno que implica saltar barreras, y *migración*, como un proceso de expansión gradual. Cabe aclarar que para Forbes la *Atlantis* no era una idea descabellada, ya que las especies no podían haberse dispersado a través de corrientes marinas ni a partir del transporte de semillas por el aire. Así, entre las tres posibilidades que planteaba para explicar la presencia de especies continentales en Irlanda, la que le pareció más plausible fue la existencia de una antigua conexión terrestre entre el oeste de Irlanda y el norte de España, como lo menciona a continuación:

Así, la hipótesis que propongo para explicar esta flora notable es ésta – que en un período antiguo, una época anterior a la de cualquiera de las floras que ya hemos revisado, hubo una unión geológica o una estrecha proximidad del oeste de Irlanda con el norte de España; que la flora de la tierra intermedia era una continuación de la flora de la Península; que el límite más norteño de esa flora estuvo probablemente en la línea de la región oeste de Irlanda; que la destrucción de la tierra intermedia ocurrió antes del período glacial; y que durante el último periodo nombrado, los cambios climáticos destruyeron la masa de esta flora sureña que permanece en Irlanda, siendo las sobrevivientes las especies más resistentes, como saxífragas, brezales, plantas tales como *Arabis ciliata* y *Pinguicula grandiflora*, las cuales son actualmente los únicos relictos de nuestras floras isleñas más antiguas (Forbes, 1846: 348)

Como prueba de este evento geológico de gran magnitud, Forbes destaca el hecho de que las plantas de las islas Atlánticas, el banco de algas del Golfo y la tierra firme del Viejo Continente tienen en común el pertenecer a una flora de tipo mediterráneo, peculiar por poseer ciertas especies endémicas (Forbes, 1846, 348-349. En Pelayo, 2009).

Las ideas extensionistas de Forbes influyeron en el reconocido botánico Joseph Dalton Hooker (1817- 1911), quien planteó que la distribución geográfica de especies locales raras en Sudamérica y Nueva Zelanda, no podía explicarse satisfactoriamente por dispersión (transporte aéreo, corrientes oceánicas, etc.), ya que las semillas no podían soportar la exposición al agua salada durante períodos prolongados, además de que eran demasiado pesadas para ser transportadas por el aire. Por lo tanto Hooker especuló que la enigmática distribución actual de la flora austral se podía explicar suponiendo la existencia de una flora que se había extendido en tiempos pasados a través de un tramo de tierra

continuo que unía las porciones meridionales de los continentes del hemisferio sur. Así, Hooker aplicó la hipótesis de Forbes para explicar la flora de Nueva Zelanda:

“...En otro tiempo existió una comunicación por tierra a través de la cual hubo un intercambio de plantas chilenas; que en la misma época o en otra distinta se añadió la flora australiana, y en una tercera época, la antártica y en una cuarta la del Pacífico. No hace falta suponer que para este intercambio existiera una conexión continua entre cualquiera de estos lugares, ya que pudo haber una tierra intermedia entre Nueva Zelanda y Chile, poblada con alguna o todas las plantas comunes a ambas, en un tiempo en que ninguno de estos dos países se había levantado por encima de las aguas...” (Hooker, 1853. p. XXIII).

Así como había naturalista que aceptaban la propuesta extensionista de E. Forbes, había quien las rechazaba, como fue el caso de Darwin. Como se ha comentado anteriormente, Darwin simpatizaba con la hipótesis monogenética, con la dispersión de las especies a partir de un único centro de creación y con la idea de una edad de la tierra más extensa, pero difería con la idea de la fijeza de las especies que sostenía Forbes y con la propuesta de la existencia de centros múltiples de creación.

En una carta dirigida a Charles Lyell el 16 de junio de 1856, Darwin le recrimina por las propuestas extensionistas de sus discípulos Forbes, Hooker y S. Woodward (1821-1865).

Mi querido Lyell

Voy a hacer la cosa más imprudente del mundo. Pero mi sangre se enciende y se congela alternadamente con las estridencias geológicas de las que hablan muchos de sus discípulos

Por un lado, el pobre Forbes construyó un continente hasta Norteamérica y otro (o el mismo) hasta el Golfo. - Hooker construyó otro de Nueva Zelanda hasta S. América que rodeaba el mundo por el archipiélago Kerguelen. Por otro lado, Wollaston habla de Madeira y P. Santo, “como un testigo seguro y certero” de un continente anterior. Por otro lado, está Woodward escribiéndome que si usted acepta un continente de entre 200 ó 300

millas de profundidad oceánica- (como si eso no fuera nada) por qué no extender un continente hacia todas las islas de los océanos Pacífico y Atlántico!

Y todo esto considerando especies actualmente existentes! Si usted no detiene esto, y hay una región inferior para el castigo de los geólogos, creo, mi gran maestro, usted irá a parar allí. Por qué sus discípulos de una manera lenta e insidiosa golpean a todos los catastrofistas que alguna vez vivieron. - Usted vivirá para ser el gran jefe de los catastrofistas!

Me he hecho a mí mismo un gran bien y he explotado mi pasión.

Así que, mi maestro, perdóneme y créame siempre suyo. C. Darwin ...

No responda a esto, lo hice para aliviarme a mí mismo.- (Burkhardt, 1998, pp. 155-156)

En *El Origen...* (Capítulo X, de la imperfección de los registros geológicos) comenta que Forbes había ido un poco lejos al sugerir que Europa y América o Europa y África habrían estado conectadas en un tiempo geológico no muy lejano, al igual que otros naturalistas que habían levantado puentes hipotéticos en todos los océanos y proponían que casi todas las islas debían haber estado unidas a algún continente.

“Realmente, si hay que dar fe a los argumentos empleados por Forbes, tenemos que admitir que apenas existe una sola isla que no haya estado unida a algún continente. Esta opinión corta el nudo gordiano de la dispersión de una misma especie a puntos sumamente distantes y suprime muchas dificultades; pero, según mi leal saber y entender, no estamos autorizados para admitir tan enormes cambios geográficos dentro del período de las especies actuales. Me parece que tenemos abundantes pruebas de grandes oscilaciones en el nivel de la tierra o del mar; pero no de cambios tan grandes en la posición y extensión de nuestros continentes para que en período reciente se hayan unido entre sí y con las diferentes islas oceánicas interpuestas. Cuando se admita por completo, como se admitirá algún día, que cada especie ha procedido de un solo lugar de origen, y cuando, con el transcurso del tiempo, sepamos algo preciso acerca de los medios de distribución, podremos discurrir con seguridad acerca de la antigua extensión de las tierras. Pero no creo

que se pruebe nunca que dentro del período moderno la mayor parte de nuestros continentes, que actualmente se encuentran casi separados, hayan estado unidos entre sí y con las numerosas islas oceánicas existentes sin solución, o casi sin solución, de continuidad.” (Darwin, 1859, p. 348)

Darwin se oponía a la hipótesis que consideraba a las islas como restos de continentes hundidos, debido a que su estructura geológica era mayoritariamente volcánica. Si las islas fueran los remanentes de antiguas cordilleras continentales, deberían haber estado conformadas por granito, esquistos metamórficos, rocas fosilíferas antiguas, pero no por rocas ígneas extrusivas (Darwin, 1859, pp. 348-349).

También Darwin menciona algunos hechos de la distribución geográfica de los organismos que contradecían al extensionismo, como por ejemplo, la diferencia entre las faunas marinas de los lados opuestos de casi todos los continentes, la estrecha relación entre ejemplares fósiles del Terciario con sus correspondientes actuales y el grado de afinidad entre mamíferos isleños y los del continente más cercano, que a su vez mostraba una relación inversa con la profundidad del mar que había de por medio.

Antes del trabajo de Forbes, el naturalista inglés William Swainson (1789-1855), sostuvo que habían ocurrido varias creaciones en las diferentes áreas de la superficie terrestre. La vida de Swainson refleja hasta qué punto la historia natural se había convertido en toda una empresa comercial en la Inglaterra de las décadas de 1820 y 1830. En sus mejores años, Swainson obtuvo emolumentos principalmente de sus litografías a color, técnica en la cual fue pionero. Pero sus aspiraciones eran más que artísticas. En taxonomía, desarrolló el místico sistema quinario inventado por William MacLeay. Su temperamento difícil le valió salir en malos términos con la mayoría de las personas que conoció (Knight, 1985, pp. 83.84), pero su mayor decepción fue ser rechazado para ocupar el puesto directivo del departamento de zoología del Museo Británico (Swainson, 1840, p. 346). Swainson fue fijista tanto en taxonomía como en biogeografía. Al referirse a Lamarck, escribió: “Sus especulaciones... pueden caracterizarse brevemente, no sólo como extravagante, sino como absolutamente absurdas (Swainson, 1840, p. 230). En biogeografía, Swainson reconoció cinco áreas independientes de creación, que se correspondían con los cinco continentes y las cinco razas humanas. Cada una de estas

grandes regiones estaba habitada también por diferentes tipos de animales. El origen, la delimitación y el mantenimiento de estas áreas de creación habían sido impuestos por Dios Omnipotente: "Los límites de cada animal se han fijado por un mandato Todopoderoso. Hasta aquí llegarás, pero no pasarás más allá" (Swainson, 1835, p. 3). Las áreas, junto con sus habitantes, eran fijas e inalterables. Las diferentes razas conservaban su tipo, aun si migraban a otras regiones. Ni los españoles que habían colonizado América, ni los *boors* holandeses que habitaban desde hacía tiempo Sudáfrica, habían cambiado su tipo racial original, a pesar de estar sometidos a temperaturas, dietas y costumbres distintas a las de sus países de origen (Bueno-Hernández *et. al.* 2006). Sin embargo, admitía sin mayor objeción la variación racial de las especies. Al dar las guías para el establecimiento de una colección, señalaba la necesidad de tener especímenes representativos de toda el área de distribución de una especie: "Ejemplos de la misma especie de diferentes localidades deben ser adquiridos, con el fin de ilustrar su distribución geográfica, así como los cambios producidos por los alimentos, el clima u otras causas locales" (Swainson, 1840, p. 72). Así, queda claro que Swainson le concedía gran importancia a la variación geográfica.

Swainson refutó la tesis linneana de la dispersión a partir de un centro único de creación. Incluso los animales que tenían grandes capacidades para dispersarse, no habían logrado expandirse a todas las áreas donde existían condiciones favorables para su existencia. Por tanto, quedaba claro que la dispersión no era la causa de los patrones biogeográficos. En cambio, la idea de centros de creación independientes tenía la ventaja de hacer innecesarias las extravagantes hipótesis de dispersión de los organismos a través de barreras que parecían insuperables.

#### **4.1 El creacionismo extremo de Louis Agassiz**

Uno de los naturalistas más influyentes de Norteamérica, el suizo Louis Agassiz (1807-1873), sostuvo, en contraposición directa a la tesis monogénica de Lyell, que la misma especie podía ser creada en diferentes áreas (Agassiz, 1854). Agassiz aplicó esta hipótesis poligénica a todas las especies, incluida la humana. De este modo, se podía entender a las diferentes razas humanas como el producto de actos separados de creación (Agassiz, 1854). Esta posición lo ubica como uno de los creacionistas más radicales de la época. En el

fondo, la premisa que subyace las ideas Agassiz es simple: Dios interviene de manera directa e ilimitada para imponer el orden natural:

“... Sólo hay una manera de explicar la distribución de los animales tal y como los encontramos, a saber, suponiendo que son *autochthonoi*, es decir, que se originaron como las plantas, en el suelo donde se encuentran. Con el fin de explicar la distribución particular de muchos animales, estamos incluso conducidos a admitir que deben haber sido creados en varios puntos de la misma zona, según debemos inferir a partir de la distribución de los animales acuáticos, especialmente la de los peces” (Agassiz, 1848, en Richardson, 1981, p. 13).

Así, Agassiz sostuvo un creacionismo que procedía mediante creaciones especiales y sobrenaturales. Es más, no solamente las especies, sino también los taxones de categoría superior (géneros, familias, órdenes e incluso los *phyla*) habían sido creados de manera independiente, cada uno con caracteres inmutables y propios de su nivel. La variación es entendida como una característica universal de los organismos, pero con límites. Los organismos solo podían variar en características secundarias, pero los caracteres esenciales, a nivel de especie o de categorías taxonómicas superiores, nunca variaban (Morris, 1997, pp. 125-126). Retrocedía así Agassiz a una concepción tipológica de especie. De hecho, empleó la existencia de variabilidad como una evidencia en contra de la tesis transmutacionista de Darwin, razonando que si bien los individuos variaban, nunca se apartaban del tipo original. Presentó como evidencia empírica de su aserto la revisión meticulosa de un género de caracoles. Después de haber revisado 27,000 conchas de dos especies muy parecidas del género *Neritina*, Agassiz afirmaba no haber encontrado dos que fueran idénticas, ni tampoco un solo individuo que se desviara del tipo de su propia especie hasta el punto de confundirse con la especie hermana (Morris, 1997, p. 127).

Aunque Agassiz había sido alumno de Cuvier durante apenas seis meses, el anatomista francés influyó fuertemente en su formación. Agassiz defendió siempre los tipos de organización fundamentales o *embranchements* concebidos por su maestro, también dentro de una concepción esencialista. Aunque Agassiz admitía que el registro fósil mostraba una sucesión de faunas diferentes, sostenía que los tipos fundamentales permanecían y que sólo cambiaban las especies representantes de cada tipo fundamental a

lo largo de las épocas. Los grupos más amplios del reino animal jamás se habían modificado. Sólo cierto tipo de caracteres variaban en su estado natural, pero nunca hasta el grado de modificar las especies ni los grupos de nivel superior.

El saber cuál era el propósito de fondo del estudio de la naturaleza era una cuestión perfectamente clara para Agassiz: conocer los pensamientos del Creador “Natural history must, in good time, become the analysis of the thoughts of the Creator of the universe as manifested in the animal and vegetable kingdom” (Agassiz, en Mayr, 1976).

Vio en cada parte de la naturaleza una manifestación del plan divino de Dios e incluso definió a las especies como pensamientos de Dios:

“La combinación en tiempo y espacio de todas esas razonadas concepciones muestra no solo intención, sino también premeditación, poder, sabiduría, grandeza, presciencia, omnisciencia, providencia. En una palabra, todos esos hechos en su conexión natural proclaman sonoramente al Dios Único, a quien el hombre puede conocer, adorar y amar; y la Historia Natural debe llegar a convertirse, en sus buenos tiempos, en el análisis de los pensamientos del Creador del Universo...” (En Morris, 1997, p. 123).

En un trabajo sobre la distribución geográfica de los animales, Agassiz (1850) señaló la falsedad de las narraciones sobre la dispersión de todas las especies a partir de un único centro de origen, incluida la del *Génesis*. Llamó la atención sobre la existencia de hombres anteriores a Adán y Eva, según podía deducirse fácilmente del propio *Génesis* (Caín, el primogénito de Adán y Eva, el primer ser humano nacido fuera del paraíso, fue condenado a vagar como extranjero luego de asesinar a su hermano Abel, y se casó con una mujer de la tierra de Nod). Hizo notar también la presencia de animales en la tierra que no provenían del Arca de Noé. Estas inconsistencias en el libro del *Génesis* corroboraban la existencia de múltiples centros de creación anteriores a Adán y Eva y mostraban también que el requisito para entender la distribución actual de los organismos era conocer lo que había existido en épocas geológicas pasadas, pues había una sucesión ordenada en el plan de la creación (Agassiz, 1850, p. 182).

Así Agassiz pensaba que un examen taxonómico minucioso y exhaustivo junto con exámenes cronológicos y biogeográficos, eran requisito indispensable para entender la

magnífica gradación que Dios había empleado al crear las diferentes especies, tanto extintas como actuales. Razonaba que siendo la armonía de la naturaleza era tan grandiosa, era absurdo considerar su arreglo como el resultado de un proceso tan azaroso como la dispersión. La contingencia no tenía cabida en el plan de Dios. Usando el mismo razonamiento de Lyell (anteriormente mencionado), hacía notar que lo que más llamaba la atención era el hecho de que los animales, a pesar de estar dotados del poder de la locomoción, se distribuían dentro de límites fijos:

“La ley universal es que todos los animales se circunscriben dentro de límites definidos. No hay ninguna especie que se extienda uniformemente por todo el mundo, ya sea entre las razas acuáticos, o entre los terrestres” (Agassiz, 1850, p. 194).

Aducía así la imposibilidad de que los marsupiales de Nueva Holanda (actualmente Australia) y América del sur pudieran haberse desplazado desde un supuesto centro de origen situado en las tierras altas de Irán, y se preguntaba cómo los animales polares podrían haber cruzado desiertos ominosos sin antes morir en el intento.

Sin embargo, mientras que Lyell explicaba la circunscripción de los grupos a ciertas áreas por medio de barreras físicas, Agassiz lo hacía recurriendo a la intención divina.

El estudio de las épocas pasadas revelaba claramente, según Agassiz, que ni las condiciones físicas ni la dispersión explicaban la distribución actual. Propuso por tanto que había ocurrido una sucesión de creaciones de plantas y animales en cada período geológico, que vivieron y se multiplicaron hasta ser reemplazados por otros tipos. Concluía que sin sombra alguna de duda, los animales habían sido creados a lo largo y ancho de todo el mundo, en distintas épocas. Cada especie había surgido de un acto de creación especial, acorde con el plan divino.

Agassiz criticó la idea, común entre los naturalistas y los geólogos, de que las especies y los géneros de plantas y animales eran más numerosos en la actualidad que en cualquier período geológico pasado. Señaló que para hacer tal comparación, tendrían que tomarse áreas de igual tamaño. A partir del estudio del registro fósil concluyó que en cada época geológica, la diversidad y variedad de formas orgánicas había sido igual si no es que mayor que en la actualidad. Diversos grupos tanto de invertebrados como de vertebrados

mostraban haber tenido una amplia diversidad en el pasado, lo cual, según la interpretación de Agassiz, refutaba definitivamente la “teoría del desarrollo”, como llamaba a la teoría evolutiva, ya que ésta implicaba una diversificación progresiva a lo largo del tiempo:

“Antes de que pudiera aceptarse que la gran variedad de tipos que existieron en periodos pasados hayan surgido a partir de una diferenciación sucesiva de algunos tipos aún anteriores, debería demostrarse que, en realidad, en épocas anteriores los tipos eran menos y estaban menos diversificadas, y ahora hemos demostrado que esto está muy lejos de ser el caso, que en muchos casos lo contrario es realmente cierto” (Agassiz, 1854, p. 10).

Como habíamos mencionado anteriormente, Agassiz refutó la hipótesis monogénica según la cual cada especie se había originado a partir de una sola pareja, citando casos como el de las abejas. Un panal no podría funcionar con una sola pareja inicial y no podría de este modo preservarse la especie. Otras especies, como la del faisán o incluso la de los gallos domésticos, tampoco podrían haberse originado de una sola pareja, pues como bien se sabe, en ellas hay un macho sirve a varias hembras, de modo que iría contra su naturaleza que se hubieran iniciado con un macho y solo una hembra.

En resumen, según Agassiz, los animales no se crearon a partir de un solo centro ni a partir de una sola pareja: “la mayoría de los animales y las plantas deben haber surgido originalmente en toda la extensión de su distribución natural” (Agassiz, 1850, p. 190). Cada especie fue creada completa, con todos sus individuos, en el área que ocupa actualmente. Los casos de aquellas especies vegetales y animales que habían sido llevadas tanto del Viejo Continente a América como del Nuevo Mundo a Europa y habían colonizado con éxito las nuevas tierras, extendiéndose y propagándose, no eran casos que atemorizaran a Agassiz. En vez de tomarlos como una refutación a su tesis antidisersionista, Agassiz razona chapucera que no son sino las excepciones que confirman la regla. No hay dispersión. Los animales viven en las áreas donde fueron creados. Continuando con su inconsistencia, Agassiz concluye que la raza blanca y solo ella, tiene por destino la dispersión.

Las ideas de Agassiz plantean un panorama incierto para el conocimiento del mundo natural. Si bien reconoce el patrón biogeográfico más general, es decir, la división

de la superficie terrestre en regiones con formas propias, su explicación no es accesible empíricamente, sino que sólo puede entenderse conociendo el designio divino, asunto en el que Agassiz parece particularmente avezado:

“...estos hechos más que cualquier otro indicarían que la adaptación especial de los animales a distritos particulares de la superficie de nuestro globo no es ni accidental, ni depende de las condiciones físicas, sino que está implícita en el plan primitivo de la creación misma (Agassiz, 1850, p. 200).

Su sistema es además irrefutable, pues cualquier contraejemplo a sus afirmaciones podría ser desestimado con el argumento *ad hoc* de que son las excepciones que confirman la regla.

James Dwight Dana (1813-1895), un geólogo estadounidense del siglo XIX, profesó un creacionismo más moderado que el de Agassiz. Admitía al igual que éste, la intervención directa divina en la creación de especies, aunque asignaba un papel importante a la migración como causa de la distribución actual. Recurrió a las creaciones independientes solo en casos excepcionales. Uno de ellos era el de dos especies de camarón del género *Palaemon*, prácticamente idénticas, que habitaban en las distantes áreas de Europa y Nueva Zelanda. En tales casos era forzoso recurrir directamente “la agencia creativa para el poblamiento de los mares de Nueva Zelanda, así como los británicos, y ver, en ambos, cómo la sabiduría, y como adaptabilidad de la vida a la naturaleza física.... y muestra al menos, que una aproximación muy cercana a la identidad puede ser compatible con la Sabiduría Divina” (Dana, 1856, p. 48)

Sin embargo, Dana apoyaba la doctrina del diseño y su determinismo ecológico implícito: “It is in accordance with Divine wisdom to create similar and identical species in different regions where the physical circumstances are alike;” (Dana, 1856, p. 48).

Dana concluyó su trabajo sobre la distribución de los crustáceos con una alabanza al Creador, con una actitud bastante más mesurada que la de Agassiz sobre el conocimiento de los designios divinos: “El Creador, en su infinita sabiduría, adaptó cada especie a su lugar, y a todas en un sistema de admirable armonía y perfección. En Su sabiduría, cualquier diferencia en las condiciones físicas y tipo de comida disponible, es suficiente

para requerir alguna modificación de la estructura íntima de las especies, y esta diferencia se expresa en la forma del cuerpo o de los miembros, a fin de producir una exactitud de adaptación, que estamos muy lejos de percibir y comprender plenamente con nuestro conocimiento actual de las relaciones de las especies con sus hábitats” (Dana, 1856, p. 49).

Con esta mezcla de leyes naturales y designios divinos, Dana se planteó como propósito principal de su investigación biogeográfica, distinguir en qué casos había operado la creación especial y qué otros había ocurrido dispersión:

“Dónde termina (la migración), y donde han tenido lugar las creaciones independientes, es el gran problema de nuestro estudio” (Dana, 1856, p. 50).

## CAPÍTULO 5

### **El Amazonas y la biogeografía: Creacionismo vs. Transmutacionismo**

El estudio de la distribución geográfica de los organismos fue una pieza fundamental en el debate creacionista-evolucionista. Ambos enfoques reconocían una estrecha correlación entre la variación morfológica y la variación geográfica y cada uno confiaba en que la biogeografía iba a dar sustento empírico a su propio enfoque. El estudio de la variación geográfica podía finalmente dilucidar si las especies se originaban por creación o por transmutación. Llama la atención que Wallace y Agassiz, con posiciones tan divergentes, hayan coincidido en su afán por estudiar detalladamente la distribución de las especies de la región amazónica, aunque sus intenciones fueran totalmente opuestas. Wallace fue a Brasil con el propósito de encontrar la clave de la transmutación de las especies (Bueno *et al.*, 2004), mientras que a Agassiz lo movió el afán de demostrar su falsedad (Winsor, 1991, p. 67). Así el objetivo de este capítulo es intentar dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cómo es que Wallace y Agassiz, a partir de los mismos datos sobre la distribución geográfica de las especies amazónicas, llegaron a concebir explicaciones tan opuestas?

#### **5.1 La biogeografía del Amazonas bajo el contexto transmutacionista**

El naturalista inglés nacido en Gales, Alfred Russel Wallace (1823-1913), considerado por algunos autores como “el padre de la biogeografía” (Smith, 2005, p. 1509), 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.

Wallace, fue el octavo de nueve hijos. Su educación fue casi autodidacta por su decisión de 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 característica 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 entablo 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. En 1846 Wallace vivía en Neath, lugar donde leyó el tratado sobre los *Vestiges of the natural History of Creation* de Robert Chambers, *El viaje del Beagle* de C. Darwin y *Principles of geology* de C. Lyell.

Las crónicas de viajeros como Darwin, Alexander Von Humboldt (1769-1859) y William Henry Edwards (1822-1909) ejercieron gran influencia sobre Wallace. Este último, fue un entomólogo neoyorkino reconocido, que realizó un viaje al Amazonas en 1846 y publicó *A voyage up the River Amazon, including a residence at Pará* (1847), en el que elogiaba las ventajas del buen clima y el fácil acceso de 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.

Wallace realizó el viaje junto con Bates (abril de 1848-agosto de 1852), con el fin de resolver el problema del origen de las especies (Bates, 1863; Wallace, 1905), asunto sobre el que se discutía frecuentemente en las sociedades científicas inglesas. En este viaje, Wallace se propuso específicamente conocer la distribución completa de algún grupo, porque pensaba daría la clave para resolver el problema sobre la transmutación de las especies, tema que se venía discutiendo desde hacía unas décadas atrás, por autores como el Conde de Buffon, Erasmus Darwin y Jean Baptiste Lamarck, entre otros. Existe evidencia que desde 1845 Wallace ya se interesaba por ese asunto. En una carta que le envió a Bates le comentaba que los *Vestiges of the Natural History of Creation*, más allá de sus exageraciones, podía tomarse como inspiración para una investigación más seria y 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 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). La obtención de los datos sobre variación geográfica era esencial para probar su idea, nacida a partir de la lectura de los *Vestiges...de*

Robert Chambers, de que las especies surgían por leyes naturales y no por actos individuales de creación.

El 25 de abril de 1848 Wallace y Bates, que tenían 25 y 23 años respectivamente, partieron del puerto de Liverpool hacia Sudamérica. A fines de mayo llegaron a Pará (actualmente Belém), donde 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 Manaus), 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 habitaban 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 otros muchos 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, 1992 p. 362-363).

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 quizá 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, 1992: 98-99).

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 piassaba*. Incluso realizó una publicación en 1853, titulada *Palm Trees of the Amazon and their uses* (Wallace, 1853b) con los pocos apuntes y dibujos que pudo salvar después del desafortunado incendio del *Helen*, el barco en el que iba a regresar 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.

Otro evento que despertó la atención de Wallace fue encontrar especies de mariposas totalmente distintas en áreas cercanas, incluso adyacentes, que compartían prácticamente las mismas condiciones de topografía, clima y suelo. 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 incluyó un capítulo con el título de *Geographical Distribution of the animals*, aspecto al que se refirió como el más interesante e instructivo de la Historia Natural.

A Wallace le resultaba claro que no bastaban las circunstancias, es decir, las condiciones físicas del entorno, para explicar la distribución espacial de los seres organizados.

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; y 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 haya barrera alguna de por medio.

En un artículo sobre los monos amazónicos que envió Wallace a la *Zoological Society of London* (Wallace, 1852) amplió algo más el tercer principio, con sus observaciones acerca del papel que jugaban los ríos como barreras. Son dos las ideas centrales que trata en ese breve escrito: (1) Plantea la hipótesis de que los ríos grandes actúan como barreras en la distribución de las especies amazónicas y (2) Señala la importancia que tiene el registrar la localidad exacta de cada ejemplar colectado. De la determinación precisa del área de distribución de los animales depende resolver una serie de interrogantes de interés:

“¿Las especies estrechamente afines han estado alguna vez separadas por un tramo amplio? ¿Qué características físicas determinan los límites de las especies y de los géneros? ¿Las líneas isotérmicas siempre limitan con precisión el área de distribución de las especies, o son totalmente independientes de ellas? ¿Cuáles son las circunstancias que hacen que ciertos ríos y algunas sierras establezcan los límites para numerosas especies, mientras que para otras no? Ninguna de estas preguntas puede ser contestada satisfactoriamente hasta que hayamos determinado con toda precisión el área de distribución de numerosas especies” (Wallace, 1852: 110).

Wallace determinó con gran cuidado la localidad donde se presentaban las distintas especies, y se dio cuenta de que los grandes ríos, como el Amazonas, el Río Negro y el Madeira eran barreras infranqueables para algunos organismos. Los pobladores indígenas lo sabían claramente. Conocían perfectamente en qué lado de un río podían encontrar cada tipo de animal, y sabían también que nunca lo podían encontrar en el lado opuesto. Wallace se dio cuenta que este fenómeno no sólo se presentaba en el caso de los monos, sino

también en las aves y en los insectos, lo cual no dejaba de ser sorprendente, dada la capacidad de vuelo de estos organismos. También se dio cuenta de que al remontar los grandes ríos, su anchura disminuía y cesaban de actuar como barreras, por lo que muchas especies se podían hallar a ambos lados. Una década después, a Bates también le llamaba la atención el hecho de que las especies de insectos fueran diferentes a cada lado del Río Solimões (Bates, 1863). Aunque parecidas, eran ‘formas representativas’, es decir, las especies o razas de uno de los márgenes tomaban el lugar de la otra especie o raza relacionada que habitaba el margen opuesto. Bates concluyó que no había existido ninguna conexión terrestre entre las dos riberas al menos durante el último período geológico.

Al concluir su viaje al Amazonas, Wallace hizo dos grandes generalizaciones sobre la distribución geográfica de sus habitantes: (1) La distribución orgánica no se relacionaba directamente con las condiciones climáticas, (2) La gran mayoría de las especies estaban circunscritas a un área particular, independientemente de sus capacidades de dispersión. Aunque Wallace ya se había inclinado por la idea de la transmutación de las especies, no había llegado todavía a entender la causa de estos dos patrones.

En el trabajo que realizó sobre un ave conocida popularmente como pájaro sombrilla (*Cephalopterus ornatus*) (Wallace, 1850), 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. Intentó sin éxito constatar el dicho de los indígenas sobre la existencia de otra especie distinta de pájaro sombrilla de color blanco aguas arriba (en Papavero *et al.*, 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 a Bates: “la conexión entre la sucesión de afinidades y la distribución geográfica del grupo, trabajada especie por especie, nunca ha sido demostrada de la manera en que seremos capaces de hacerlo” (Bedall, 1988). La pregunta que lo intrigaba era saber cuál era la causa de la correlación entre progresión

morfológica y progresión geográfica (Papavero *et al.*, 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 hecho 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.

Wallace terminó su viaje al Amazonas sin tener todavía clara la relación que había entre aislamiento y divergencia. Sabía que los grandes ríos actuaban como barreras, pero no que las poblaciones aisladas desarrollaban a lo largo del tiempo diferencias particulares. 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).

## **5.2 La biogeografía del Amazonas: la interpretación creacionista de Louis Agassiz**

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 y Ignaz Dölliger, los cuales eran adeptos de la *Naturphilosophie*, una filosofía romántica alemana 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 mostró 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.

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 base en el sistema nervioso, dividió al reino animal en cuatro ramas o *embranchements* (Ochoa y Barahona, p. 40): Vertebrata, Insecta, Vermes y Radiata. Cada *embranchement* era independiente y no había ninguna relación formal entre ellos (Ochoa y Barahona, p. 51). En el siglo XIX, se desarrolló en la filosofía idealista la idea de que existía un triple paralelismo entre la gradación estructural en jerarquías lineales, los cambios durante el desarrollo embrionario y la sucesión geológica (Bowler, 1989). Agassiz desarrolló esta tesis 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 *embranchement*, 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.

En su *Essay on Classification*, publicado en 1859, Agassiz establecía que:...los fenómenos de la vida animal se corresponden uno con otro, ya sea que comparemos su rango tal y como está determinado por su complejidad estructural con las etapas de su crecimiento, o con su sucesión en las edades geológicas pasadas; ya sea que comparemos

su sucesión con su crecimiento relativo, o todas esas distintas relaciones entre sí y con la distribución geográfica de los animales sobre la tierra. Las mismas series en todas partes! (Agassiz, 1859: 196).

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 esos conceptos razonados muestra no solamente intención, sino también premeditación, poder, sabiduría, grandeza, presciencia, omnisciencia, providencia. En una palabra, todos esos hechos en su conexión natural proclaman sonoramente al Dios único, cuya creatura puede conocer, adorar y amar; y la Historia Natural deberá, en sus buenos tiempos, convertirse en el análisis de los pensamientos del Creador del Universo, tal y como se manifiestan en los reinos animal y vegetal, lo mismo que en el mundo inorgánico (Agassiz, 1859: 205).

Agassiz descubría el plan divino en todas las manifestaciones de la naturaleza, y como antievolucionista contumaz, rechazó frontalmente la interpretación de Haeckel sobre el desarrollo embrionario junto con su ley de la recapitulación.

Agassiz continuó defendiendo el catastrofismo para explicar las sucesiones faunísticas. Propuso que la tierra era azotada periódicamente por catástrofes mundiales, después de las 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, inconsecuente 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 glaciaria, 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. De hecho, uno de sus principales propósitos al hacer su postrero viaje 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). El otro gran propósito que llevaba en mente era encontrar 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:

El origen de la vida es la gran pregunta actual. ¿Cómo llegó a alcanzar su estado actual el mundo orgánico? Nuestro propósito debe ser dar alguna luz sobre este asunto por medio del presente viaje. ¿Cómo llegó a ser habitado Brasil por los animales y plantas que actualmente viven aquí? ¿Quiénes fueron sus habitantes en tiempos pasados? ¿Qué razón hay para creer que la condición actual de cosas en este país ha derivado en cualquier sentido de la pasada? El primer paso en esta investigación debe ser establecer con certeza la distribución geográfica de los animales y plantas actuales (Agassiz, 1868, p.8).

Pero más allá de este interés meramente académico había en Agassiz una intención más profunda: demostrar que la teoría del desarrollo, como solía llamar a la teoría de Darwin, 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 publica en 1868, *A journey in Brazil*. En su texto reitera sus ideas creacionistas y le concede al estudio de la distribución geográfica de los organismos un papel fundamental para encontrar las relaciones entre los seres vivos.

Por ejemplo, menciona que los adeptos de la teoría transmutacionista discuten sobre la imperfección del registro geológico. Sin embargo, Agassiz considera que por más fragmentario que sea el conocimiento paleontológico, su carácter incompleto no invalidaba ciertos puntos importantes. Razonó que si la corteza terrestre se divide en varias capas, las cuales contienen restos de distintas poblaciones, cada una de ellas poseería ciertas características propias, las cuales serían explicadas por los transmutacionistas como transformaciones graduales, rechazando que hubieran surgido mediante actos independientes de creación. Continúa con su argumentación: todo mundo está de acuerdo con que, traspasado un límite, se llega a un estrato inferior en el que no se encuentra ningún rastro de vida. Invita después a imaginar que la vida no apareció por vez primera en el Cámbrico, sino en una época anterior a la que llamó Sistema Laurenciano, que estuvo precedido incluso por otras épocas todavía más antiguas. Sería necesario admitir que a final de cuentas, la geología siempre nos llevará a un nivel en que el carácter de la corteza haya hecho la vida orgánica imposible. Si se concede, como la lógica lo exige, el origen de los animales por desarrollo es imposible porque no había ancestros de los cuales descendieran, y por tanto, no podría haber ninguna transmutación:

Este es el verdadero punto de partida, y hasta que tengamos algunos hechos para probar que el poder, cualquiera que éste sea, que ha originado a los primeros animales ha cesado de actuar, no veo razón para referir el origen de la vida a otra causa. Admito que no tenemos la evidencia sobre tal poder creativo, tal y como lo requiere la Ciencia para una demostración positiva de sus leyes, y que no podemos explicar los procesos en los que radica el origen de la vida. Pero si de nuestra parte estos hechos son insuficientes, de la otra están absolutamente ausentes. Ciertamente no podemos considerar como probado el desarrollo de la teoría, aunque algunos pocos naturalistas piensen que sea plausible: les parece plausible solamente a algunos pocos, y no ha sido demostrada por ninguno. Someto esta materia ante usted no para apremiarlo a que se decida por tal y cual teoría, por más fuertes que sean sus propias convicciones. Solo quiero advertirle no contra el desarrollo de la teoría misma, sino sobre lo endeble de los métodos de estudio sobre los que se basa. Cualesquiera que sean sus opiniones finales sobre esta materia, deje que se basen en hechos y no en argumentos, por plausibles que parezcan. Esta no es una cuestión para ser argumentada, sino para ser investigada (Agassiz, 1868, pp. 43-44).

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 coleccionar exhaustivamente, con el fin de conocer con precisión el área de distribución de las especies. Agassiz se interesó particularmente por estudiar la variación geográfica.

Además de su interés por encontrar pruebas de una anterior glaciación, la pregunta central que buscaba resolver en su viaje a Brasil 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 habitan áreas separadas, se habían originado de manera independiente o bien si habían derivado de un ancestro común. Aunque su forma notablemente similar pareciera sugerir 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: “Me preguntan con frecuencia cuál es mi propósito principal en este viaje a Sudamérica. En general, sin duda es coleccionar materiales para un estudio futuro. Pero la convicción que me atrajo de manera irresistible es que el arreglo de animales en el continente, donde las faunas son tan características y tan distintas de otras, me proporcionará los medios para demostrar que la teoría de la transmutación carece totalmente de fundamentos en los hechos” (Agassiz, 1868, p. 33).

Pronto llegó a algunas conclusiones congruentes con su doctrina 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: “Está claro a partir de ahora que el número de los peces que habitan en el Amazonas supera todo lo que habíamos imaginado hasta ahora y que en todos su distribución está estrictamente limitada, aunque un pequeño número de especies las encontramos desde Pará y otras en un área 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 en diferentes áreas de la cuenca. La Sra. Agassiz, quien le acompañó en su viaje a Brasil, confirma 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 podía refutar la creencia común de que los peces, debido a su gran capacidad de migración y a la gran interconexión entre los ríos amazónicos, se distribuían por toda la cuenca del Amazonas. Encontró que la extensión de área que ocupaban las especies de peces estaba condicionada por la elevación y el caudal (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 2,000 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 variaban, 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 se volvieron a observar 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”. El estudio de la distribución geográfica de los organismos en regiones como Australia y Brasil revelaba que tanto animales como plantas, ya fueran actuales o extintos, habitaban solamente ciertas regiones particulares, 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. Continuando la idea de Cuvier, mantenía 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, Agassiz sostuvo la tesis conocida como creación especial: Dios había creado cada especie en un tiempo y lugar particulares. Admitía 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 *Essay on Classification*, había dejado en claro su visión del mundo: al describir la naturaleza, la mente humana simplemente traducía al lenguaje humano los pensamientos divinos, los cuales se expresaban como realidades vivientes de la naturaleza:

“Todos los seres organizados muestran en sí mismos todas las categorías de estructura y de existencia en las que se basa un sistema natural, de tal manera que, al irlo develando, la mente humana simplemente traduce al lenguaje humano los pensamientos

Divinos que se expresan en la naturaleza como realidades vivientes...(Agassiz, 1859, p. 204).

El concepto de “localización del tipo” de Owen 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. Se podían distinguir varias grandes regiones biogeográficas, cada una con su flora y fauna particular:

“Es bien conocido que los Edentata son característicos de la fauna actual de Brasil, que es el hogar de perezosos (*Bradypus*), armadillos (*Dasybus*), osos hormigueros (*Myrmecophaga*); también se han encontrado allí géneros extintos extraordinarios, el *Megatherium*, el *Mylodon*, el *Megalonix*, el *Glyptodon* y muchos otros géneros descritos por el Dr. Lund y el Professor Owen, todos los cuales pertenecen al mismo orden de los Edentata. Algunos de estos géneros extintos de Edentata tuvieron también representantes en Norte América durante el mismo período geológico, lo cual muestra que, aunque limitados a un área similar, el área de distribución de este tipo ha sido diferente en diferentes épocas. Australia, que en la actualidad es casi el hogar exclusivo de los Marsupiales, ha producido también un número considerable de especies igualmente notables y dos géneros extintos de ese tipo” (Agassiz, 1859, 153).

Si bien Humboldt había asociado los “arreglos” de plantas a ciertas condiciones ambientales particulares, para Agassiz las causas últimas responsables de los patrones biogeográficos permanecían desconocidas.

La idea de Agassiz de la naturaleza como el escenario donde se desarrolla un plan previsto por la mente divina queda 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:

“En realidad, las palmas, con sus hojas colosales, de número reducido, pueden considerarse como diagramas ornamentales de las leyes primarias de acuerdo a las cuales

las hojas de todas las plantas a través de todo el reino vegetal han sido ordenadas; leyes actualmente reconocidas por los botánicos más destacados, y designadas por ellos como Filotaxis” (Agassiz, 1868, pp. 334-335).

Se revela así un Agassiz seguidor de la tradición pitagórica y la *Naturphilosophie*, que descubre en los patrones matemáticos del arreglo de las hojas el sentido oculto del gran plan. Toda la enorme diversidad de formas vivientes podía entenderse como el producto de ligeras variaciones de unas cuantas formas elementales.

De esta forma, 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.

Al final, las ideas de Agassiz dejaban un panorama desconcertante, una incertidumbre en el conocimiento del mundo natural, pues aunque 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: “... estos hechos, más que cualesquiera otros, indican que la adaptación especial de los animales a distritos particulares de la superficie de nuestro globo no es ni accidental ni dependiente de las condiciones físicas, sino que está implícita en el mismo plan primitivo de la creación” (Agassiz, 1850, p. 200).

## DISCUSIÓN

### 1) Distribuciones disyuntas

#### Extensionismo

En mucha de la literatura que existe sobre la vida de Darwin, incluyendo su autobiografía, encontramos la descripción de un joven influenciado por las ideas creacionistas de la época, un Darwin dedicado al estudio de la teología. Incluso cuando se embarca en el *Beagle*, su intención inicial era encontrar evidencias a favor de la verdad literal de la Biblia. Sin embargo, después de encontrar restos fósiles de animales gigantescos de edentados en América meridional cambia su intención inicial. Algunas de las preguntas que Darwin se hizo durante la travesía, según se desprenden de su texto *El viaje del Beagle* son: ¿Por qué razón Dios había destruido a todos los edentados gigantescos y cuál había sido el motivo de crear especies similares en el mismo lugar pero de menor tamaño? ¿Cuál era la razón de que esos fósiles gigantescos mantuvieran una afinidad tan estrecha con las especies actuales de armadillos, las cuales vivían precisamente también en América del Sur? Probablemente para Darwin fue más razonable postular que los edentados gigantes se habían ido diferenciando con el paso del tiempo hasta adquirir su forma actual, que mantener la idea de un Dios que actuaba de manera caprichosa desapareciendo y creando especies en cualquier tiempo y lugar. Aunque no había desarrollado una hipótesis convincente que explicara la causa de la divergencia, queda claro que los patrones temporales y espaciales de la distribución de los organismos los entendía como el resultado de un proceso de descendencia con modificación. Cabe señalar que para esta época ya había leído sobre los diversos medios pasivos y activos de dispersión en los *Principles of Geology* de Lyell.

Al regreso de su viaje, y una vez convencido de que las especies no eran fijas, se dedicó a buscar pruebas a favor de su postura transmutacionista. Como resultado, propuso su hipótesis de la dispersión/aislamiento/divergencia para explicar el cambio, vislumbrada a partir de los patrones biogeográficos, la cual se resume en tres puntos: 1) las especies se originan en un solo lugar, 2) se dispersan desde su centro de origen y 3) se diferencian en las nuevas áreas ocupadas. Esta explicación era más convincente a juicio de Darwin, para dar cuenta de la variación geográfica de las especies y las distribuciones disyuntas, que las

hipótesis derivadas de posiciones creacionistas, ya sea que postularan uno o varios centros de creación independientes.

Darwin también rechazó el extensionismo por las siguientes razones.

No pudo encontrar ninguna evidencia fáctica a favor de la existencia de puentes terrestres, además de la evidencia circunstancial que proporcionaban las distribuciones disyuntas en las costas opuestas del Atlántico.

Rechazó que las islas oceánicas fueran los picos remanentes de continentes hundidos, aduciendo que la mayoría son de naturaleza volcánica y atribuyó a la dispersión por saltos la presencia de sus habitantes (Darwin, 1859, pp. 388-406).

El postular elevaciones o hundimientos de amplias porciones terrestres era una clara apelación al sistema catastrofista que tan duramente había criticado Charles Lyell.

Darwin rechazó la hipótesis de los centros múltiples de creación por las siguientes razones.

Desde el punto de vista metodológico, no podía aceptar las intervenciones caprichosas de Dios. Darwin intentó conscientemente apearse a los cánones metodológicos aceptados en su época, desarrollados por William Whewell y John Herschel.

Su compromiso con la hipótesis monogenética. El monogenismo era uno de los principios básicos de su teoría.

Existía mucha evidencia a favor de la dispersión tanto continua como por grandes saltos. La segunda podía explicar sin mayor problema los casos de distribuciones disyuntas; la primera también, sólo que requería la extinción de las poblaciones intermedias.

Forbes y Hooker rechazaron también los centros múltiples de creación y estuvieron de acuerdo con Darwin en lo general, salvo en la explicación de las distribuciones disyuntas por medio de dispersiones a gran distancia, pues creían que el mar representaba una barrera infranqueable para la distribución tanto de animales como de plantas. Las semillas, por ejemplo, no podían resistir la alta salinidad del agua marina. Por ello, consideraron que la única explicación en los casos en que había grupos relacionados en áreas separadas por

grandes distancias marinas, era la existencia de antiguas extensiones terrestres actualmente sumergidas (Hooker, 1853: p. XXIII;).

En *El Origen de las Especies*, Darwin rechazó directamente este argumento. Afirmó que el mar no era una barrera infranqueable para las plantas, pues las semillas sí podían resistir períodos prolongados sumergidas en agua salada sin perder su capacidad de germinación. En 1855 Darwin llevó a cabo una serie de experimentos con semillas. Compró agua marina a un químico. Tomó semillas de las hortalizas de su huerto: de rábanos, berros, calabazas, lechugas, zanahorias y apios y las metió dentro de frascos con agua salada. Puso algunos en el jardín y otros en un tanque con nieve en el sótano, para ver el efecto del frío. Tomó muestras de semillas cada cierto tiempo y las puso a germinar sobre unos platos que colocó en la repisa de la chimenea. Sorprendentemente, los berros, lechugas, zanahorias y apios habían germinado bien después de cuarenta y dos días de inmersión, los rábanos poco y las calabazas no habían germinado. Investigó que las corrientes del Atlántico podían desplazarse treinta y tres millas náuticas por día, de modo que en cuarenta y dos días, una semilla podía recorrer unas 1,400 millas. Después halló que algunas semillas de berros seguían germinando después de ochenta y cinco días y que otras de pimienta resistían casi cinco meses en agua salada fría (Desmond *et al.*, 1991. pp.423-424).

En *El Origen...*, Darwin dio el resultado resumido de sus experimentos con semillas:

“En resumen: de 94 plantas secas, 18 flotaron más de veintiocho días, y algunas de estas 18 flotaron durante un período muchísimo mayor; de manera que, como 64/87 de las especies de simientes germinaron después de veintiocho días de inmersión, y 18/94 de las distintas especies con frutos maduros -aunque no todas eran las mismas especies que en el experimento precedente- flotaron, después de secas, más de veintiocho días, podemos sacar la conclusión -hasta donde puede deducirse algo de este corto número de hechos- que las semillas de 14/100 de las especies de plantas de una región podrían ser llevadas flotando por las corrientes marinas durante veintiocho días y conservarían su poder de germinación. En el Atlas físico de Johnston, el promedio de velocidad de las diferentes corrientes del Atlántico es de 33 millas diarias -algunas corrientes llevan la velocidad de 60 millas

diarias-; según este promedio, las semillas del 14/100 de las plantas de un país podrían atravesar flotando 924 millas de mar, hasta llegar a otro país, y, una vez en tierra, si fuesen llevadas hacia el interior por el viento hasta sitio favorable, germinarían” (Darwin, 1859, p.350)

También explica que pudieron ser transportadas a través de otros medios como: leños flotantes, aves, peces, entre otros:

“Pero las semillas pueden ser transportadas ocasionalmente de otras formas. En la mayor parte de las islas, incluso en las que están en el centro de los mayores océanos, el mar arroja leños flotantes... (...) Además puedo demostrar que los cuerpos muertos de las aves, cuando flotan en el mar, a veces son devorados inmediatamente, y muchas clases de semillas conservan, durante mucho tiempo, su vitalidad en el buche de las aves que flotan... (...) Las aves vivas apenas pueden dejar de ser agentes eficacísimos en el transporte de las semillas; podría citar muchos hechos que demuestran lo frecuente que es el que aves de muchas clases sean arrastradas por huracanes a grandes distancias en el océano... (...) Introduje muchas clases de semillas en estómagos de peces muertos, y después los di a águilas pesqueras, cigüeñas y pelicanos; estas aves, después de muchas horas, devolvieron las semillas en pelotillas, o las expulsaron con sus excrementos, y varias de estas semillas conservaron el poder de germinación...” (Darwin, 1859, pp. 350-352).

Las faunas insulares representaban una prueba sólida a favor de la dispersión como causa de los patrones de distribución, ya que carecían de animales con bajas capacidades dispersoras, como batracios y mamíferos. En cambio, las islas que sí estaban habitadas por estaban conectadas a algún continente por un mar somero. Si la dispersión explicaba la similitud biótica entre áreas disyuntas, la ausencia de dispersión explicaba la disimilitud. Así, la diferencia marcada entre los mamíferos de Europa, Australia y Suramérica, quedaba explicada por las limitaciones en los mecanismos de dispersión:

¿Cómo es que no encontramos ni un solo mamífero común a Europa y Australia o América del Sur? Las condiciones de vida son casi iguales; de tal manera, que una multitud de animales y plantas de Europa han llegado a naturalizarse en América y Australia y algunas de las plantas indígenas son idénticamente las mismas en estos puntos tan distantes

del hemisferio norte y del hemisferio sur. La respuesta es, a mi parecer, que los mamíferos no han podido emigrar, mientras que algunas plantas, por sus variados medios de dispersión, han emigrado a través de los grandes e ininterrumpidos espacios intermedios” (Darwin, 1859, p.345)

En general, la postura dispersionista era muy común y contaba con muchos adeptos. En el siglo XVIII, la habían seguido Linneo, Buffon, y Lamarck; en siglo XIX, De Candolle, Humboldt, Forbes y Wollaston. Pero el problema que no pudo explicar el dispersionismo hasta antes de Darwin fue el de las distribuciones disyuntas. Por eso Buffon, en 1766, en el volumen XIV de la *Histoire naturelle*, publicó el artículo *Dégénération des animaux* en el que intenta explicar ese patrón a partir de leyes naturales:

“...es más razonable pensar que antaño los dos continentes [América del sur y África] eran contiguos o continuos, y que las especies que se acantonaron en las regiones del Nuevo Mundo, porque encontraron la tierra y el cielo más conveniente a su naturaleza, quedaron ahí encerradas y separadas de las otras por la irrupción de los mares cuando estos dividieron a América de África. Esta causa es natural y se puede imaginar otras semejantes, que producirían el mismo efecto” (Papavero, pág. 160).

A mediados del siglo XIX, las hipótesis extensionistas se volvieron muy populares a raíz de la publicación del trabajo de Forbes en 1846. Llama la atención que en *El Origen* ..., Darwin hace referencia explícita solamente a E. Forbes al referirse a las hipótesis extensionistas, mientras que no menciona el nombre de ninguno de sus seguidores:

“Edward Forbes ha insistido sobre el hecho de que todas las islas del Atlántico tienen que haber estado, en época reciente, unidas a Europa o África, y también Europa con América. De igual modo, otros autores han levantado puentes hipotéticos sobre todos los océanos, y han unido casi todas las islas con algún continente. Realmente, si hay que dar fe a los argumentos empleados por Forbes, tenemos que admitir que apenas existe una sola isla que no haya estado unida a algún continente...” (Darwin, 1859, 348).

## 2) Centros múltiples de creación

Darwin se opuso radicalmente a incluir explicaciones metafísicas, incluidas las creaciones milagrosas, dentro de la filosofía natural. Rechazó en especial la doctrina de las creaciones múltiples, como se muestra a continuación en *El origen*.

“Nos vemos así llevados a la cuestión, que ha sido muy discutida por los naturalistas, de si las especies han sido creadas en uno o en varios puntos de la superficie de la Tierra. Indudablemente, hay muchos casos en que es muy difícil comprender cómo la misma especie pudo haber emigrado desde un punto a los varios puntos distantes y aislados donde ahora se encuentra. Sin embargo, la sencillez de la idea de que cada especie se produjo al principio en una sola región cautiva la inteligencia. *Quien la rechace rechaza la vera causa de la generación ordinaria con emigraciones posteriores, e invoca la intervención de un milagro*”

(Darwin, 1859, p. 344)

Aunque no menciona el nombre de Agassiz, la alusión es muy clara. Agassiz era una figura de gran renombre dentro de la ciencia, y el principal defensor y representante de la postura creacionista en esta época. La propensión por recurrir a Dios en la explicación de los fenómenos naturales se manifestó de nuevo en Agassiz cuando intentó dar cuenta de las distribuciones disyuntas.

Agassiz rechazaba la idea de un único centro de creación por las siguientes razones:

1) Creía en la fijeza de las especies. Por tanto, la variación geográfica de las especies no tenía un significado especialmente relevante.

2) Los organismos no se dispersaban fuera de la región en la que habían sido creados, aun cuando tuvieran la capacidad de hacerlo. En ello coincidía con Swainson. Ponía como ejemplo a los peces, que aunque tuvieran la capacidad de locomoción suficiente para desplazarse grandes distancias, y aunque no existieran barreras que les impidieran su distribuirse ampliamente por redes fluviales interconectadas, permanecían en áreas limitadas.

3) Era seguidor del catastrofismo de Cuvier, aunque ajustado a sus intereses, para sostener las múltiples intervenciones caprichosas de Dios. En particular, difería de su maestro en que las distintas creaciones hubieran sido masivas y sincrónicas. Agassiz, anteponiendo la omnipotencia divina, sostenía que las especies se creaban individualmente y en cualquier tiempo.

4) Sostenía la tesis poligenética. La misma especie podía surgir en distintos tiempos y en distintas áreas.

5) El registro fósil evidenciada creaciones y extinciones múltiples. Agassiz hacía notar que el registro fósil no mostraba transiciones graduales. Por ello lo consideró como la evidencia fáctica más sólida en favor tanto de las creaciones múltiples como de la fijeza de las especies. Ello contrastaba con la idea de Darwin, quien consideraba al registro fósil como esencialmente incompleto y a nuestro conocimiento sobre él muy deficiente:

La manera brusca como grupos enteros de especies aparecen súbitamente en ciertas formaciones, ha sido presentada por varios paleontólogos -por ejemplo, por Agassiz, Pictet y Sedgwick- como una objeción fatal para mi teoría de la transformación de las especies...(...)Pero de continuo exageramos la perfección de los registros geológicos, y deducimos erróneamente que, porque ciertos géneros o familias no han sido encontrados por debajo de un piso dado, estos géneros o familias no existieron antes de este piso.(Darwin, 1859, pp. 303-304)

J. D. Dana también aceptó las creaciones múltiples, aunque con mucha mayor reserva. Sólo recurrió a ellas en los casos extremos de distribuciones disyuntas.

...el hecho aún más llamativo de que vivan en el Mediterráneo y en los mares del Japón muchos crustáceos -según se describe en la admirable obra de Dana-, algunos peces y otros animales marinos muy afines, a pesar de estar completamente separadas estas dos regiones por un continente entero e inmensas extensiones de océano. Dentro de la teoría de la creación, son inexplicables estos casos de parentesco próximo entre especies que viven actualmente o vivieron en otro tiempo en el mar, en las costas orientales y occidentales de América del Norte, en el Mediterráneo y el Japón, y en las tierras templadas de América del Norte y Europa.(Darwin, 1859, 359-360).

### **3) La Interpretación de la Variación**

Tanto en el enfoque creacionista como en el evolucionista se reconocía una estrecha correlación entre la variación morfológica y la variación geográfica, de modo que los partidarios de cada uno confiaban en que la biogeografía daría sustento empírico a su propio enfoque. El estudio de la variación geográfica podía finalmente dilucidar si las especies se originaban por creación o por transmutación.

La variación resultó ser una prueba contundente de cambio y aparentemente determinante en favor de transmutación. Aunque Darwin y Wallace fueron los representantes más reconocidos de la interpretación transmutacionista de la variación geográfica, no fueron los primeros en llamar la atención sobre este fenómeno. Ya desde el siglo XIX, otros naturalistas, como el propio abuelo de Darwin, Erasmus Darwin, Buffon y Lamarck, habían puesto su atención en las diferencias entre individuos de la misma especie que habitaban diferentes localidades.

Para Darwin, la variabilidad de las especies era evidente e importante porque: 1) Era una evidencia a favor de la hipótesis de la descendencia con modificación; 2) Era una propiedad ubicua de los seres vivos, pues se presentaba tanto a nivel intraespecífico como supraespecífico; 3) Los caracteres mostraban variación adaptativa en cada área donde se distribuía la especie. De esta forma, la variabilidad, entendida en un contexto evolutivo, podía explicar la semejanza entre las especies fósiles y las actuales, los patrones biogeográficos de distribución. Asimismo, la variabilidad, como fenómeno espontáneo natural, era la materia prima para producir variedades domesticadas tanto de plantas como de animales.

Es sorprendente cómo la misma evidencia fáctica de la variabilidad pudo interpretarse de manera completamente diferente bajo una visión fijista: ciertamente, las especies mostraban variación geográfica infraespecífica, pero solo en los caracteres secundarios, nunca en los esenciales. Ninguna variación podía trascender el límite de especie. Agassiz admitió la variación intraespecífica en las especies animales, aunque no en la especie humana. Consideró a las distintas razas humanas como especies diferentes, producto de creaciones independientes, y con características invariables.

#### **4) Monogenia**

Darwin cambió radicalmente su perspectiva de ver el mundo después de racionalizar sus observaciones en las islas Galápagos y en Sudamérica. El análisis de la distribución geográfica de los organismos lo indujo a plantearse las preguntas que lo conducirían a idear su teoría sobre el origen de las especies. No sorprende que desde sus primeros años como naturalista, Darwin concibiera a la biogeografía como una disciplina central que podía revelar “las leyes de la creación”. A partir del análisis de la distribución espacial y temporal de las especies, Darwin terminó de romper con las ideas de Lyell sobre la creación de especies fijas y adaptadas *ab initio*, y adopta la hipótesis alternativa de la transmutación de las especies. A partir de entonces, Darwin defendió la idea de que cada especie se había originado en una sola localidad y después se había extendido hasta alcanzar su área de distribución actual.

## CONCLUSIONES

El estudio de la distribución geográfica de los organismos fue una pieza fundamental en el debate creacionista-evolucionista. Ambos enfoques reconocían una estrecha correlación entre la variación morfológica y la variación geográfica y cada uno confiaba en que la biogeografía daría sustento empírico a su propio enfoque. El estudio de la variación geográfica podía finalmente dilucidar si las especies se originaban por creación o por transmutación.

Las discusiones sobre la distribución geográfica de los organismos se presentan inicialmente entre los círculos científicos que apoyaban la intervención directa de Dios en la naturaleza, girando en torno a ciertas cuestiones específicas:

¿Las especies se creaban con una sola pareja inicial o con todos sus individuos sobre toda el área de distribución que ocupa cada especie actualmente?

¿Todas las especies habían sido creadas en un solo centro de creación o en varios centros de creación?

¿Las especies se crearon todas de manera simultánea, hubo varias épocas de creación o se creaban de manera continua y constante?

Estas preguntas fueron revisadas, en un inicio, bajo un enfoque creacionista moderado, que intentaba explicar el origen y la distribución de las biotas a partir de leyes naturales. Por ejemplo:

Lyell, sostenía que cada especie había surgido por un acto único e irrepetible de creación, rechazando frontalmente la extravagante idea de los centros de creación múltiple. Concibió la distribución actual de los organismos como el resultado combinado de los cambios que habían ocurrido en la superficie terrestre y de las dispersiones de los organismos. A lo largo de milenios, unas barreras surgían mientras otras se desvanecían, impidiendo o permitiendo que los organismos mudaran de áreas según sus propias capacidades de dispersión. Por esta razón, asignó sólo un papel subsidiario a la dispersión, ya que no alteraba el patrón general de regiones con identidad biótica propia, además de

que la dispersión no podía expandir las áreas de distribución de las especies ni producir mezclas entre habitantes de diferentes regiones.

Forbes, al igual que Lyell, refutó la hipótesis de las creaciones múltiples y explicó la similitud entre la flora de las islas británicas y la de Europa postulando la existencia de una masa terrestre ubicada en lo que hoy es el océano Atlántico, por la cual las plantas habían migrado desde España hasta Irlanda (Forbes, 1846). Sin embargo, Forbes, a diferencia de Lyell, mantuvo el principio del determinismo ecológico. Ya fuera que las especies hubieran emigrado desde un único centro de origen o que hubieran sido creadas en su área de distribución actual, aceptaba que las especies vivían en perfecta adaptación con las condiciones físicas de su entorno. Además, admitía que las especies habían sido creadas con un cierto grado de variabilidad, pero las seguía considerando como creaciones definidas y fijas.

Las posturas más extremas del enfoque creacionista se manifiestan después de la publicación de los trabajos de Darwin, en los que sostiene una posición transmutacionista, la cual, explicaba la distribución actual de plantas y animales con la hipótesis dispersión-aislamiento-divergencia. Darwin sostuvo esta posición por las siguientes razones: 1) no admitía hipótesis extensionistas porque no había ninguna evidencia fáctica clara que las apoyara, 2) porque creía que las barreras eran un factor clave relacionado con la divergencia de las poblaciones y 3) porque él aceptó una hipótesis monofilética, lo que implicaba que la distribución actual de cada especie se habría alcanzado necesariamente por dispersión desde su centro de origen. Darwin buscó explicar los fenómenos naturales sólo mediante leyes físicas, porque sostenía la *verae causae* como condición indispensable de explicación y se opuso radicalmente a incluir creaciones milagrosas dentro de las explicaciones de la filosofía natural.

Wallace adoptó la ideología de Darwin y se adhirió al modelo dispersionista, desarrollo ese modelo seis años después de la presentación conjunta de sus trabajos en 1858, dotándolo de un mayor sustento tanto empírico como teórico a lo largo de las dos décadas siguientes. El modelo biogeográfico elaborado por Wallace marcó el rumbo de la investigación biogeográfica y se constituyó en el enfoque dominante desde la segunda mitad del siglo XIX. El protocolo de investigación que desarrolló el dispersionismo puede

sintetizarse en dos puntos: 1) localizar los centros de origen de los diversos grupos de plantas y animales, y 2) rastrear las rutas de dispersión que habían seguido hasta alcanzar su distribución actual.

Antes de que Wallace desarrollara su modelo biogeográfico, la idea de la dispersión era un factor de poca importancia en la distribución orgánica, pero en el enfoque transmutacionista, es un argumento indispensable para explicar el cambio orgánico.

En segunda mitad de siglo XIX, se origina otra variante del creacionismo, la doctrina adoptada y difundida por Luis Agassiz, que se vuelve la menos simple de las versiones, pues requería múltiples intervenciones divinas para explicar las creaciones en diferente lugar y diferente tiempo.

No obstante, el núcleo de la oposición de Agassiz contra el transmutacionismo de Darwin no se basó exclusivamente en argumentos metafísicos, como se percibe comúnmente. Se ha hecho notar que Agassiz se basó en evidencia empírica del registro fósil. En primer término, Agassiz atacó el postulado de gradualidad, pues en secuencias estratigráficas temporalmente largas, no se apreciaban cambios morfológicos paulatinos. Por el contrario, los tipos fósiles mostraban estabilidad morfológica durante largos períodos de tiempo. En segundo término, Agassiz refutó la idea de la ancestría común. La evidencia fósil no mostraba indicios de convergencia de líneas evolutivas en ancestros comunes. Los nuevos taxones parecían surgir simultáneamente, sin formas intermedias que los unieran en estratos más antiguos. Finalmente, tampoco había evidencia de ningún patrón de cambio progresivo. Si bien Darwin no planteó en su modelo de evolución la noción de progreso, esta idea fue común en muchos de sus seguidores (Morris, 1997, pp. 131-133).

Si bien los argumentos dogmáticos religiosos fueron perdiendo peso en el debate creacionista-transmutacionista, los argumentos fácticos del registro fósil señalados por Agassiz se han seguido empleando recurrentemente para atacar específicamente la idea de la gradualidad del modelo darwiniano (Eldredge y Gould, 1977) o bien como pseudoargumentos del renombrado movimiento del Diseño Inteligente contra la teoría de la selección natural, con el propósito de lograr en la percepción pública la aceptación de lo sobrenatural como parte de la ciencia (Forrest & Gross, 2004).

## LITERATURA CITADA

- Agassiz, L.** [1807-1873], 1850. Geographical distribution of animals. *Christian Examiner and Religious Miscellany* 48(2): 181-204. A.T.: zoological provinces.
- Agassiz, L.** 1854a. Sketch of the natural provinces of animal world and their relation to the different types of man. *Edinburgh New Phil. J., 2nd ser.*, 57: 347-363.
- Agassiz, L.** 1854b. The primitive diversity and number of animals in geological times. *American Journal of Science and Arts* 17: 271-292.
- Agassiz, L.** 1859. *An essay on classification*. Illocution: Longman, Brown, Green, Longmans & Roberts and Trubner & Co.
- Agassiz, L.** 1868. *A journey in Brazil*, Ticknor and Fields. Boston
- Asúa, M.** 2009, De cara a Darwin: La teoría de la evolución y el cristianismo. Lumen México.
- Avise, J. C.**, 2000. *Phylogeography, The History and Formation of Species*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts & London, England.
- Bates, H. W.** 1863. *The naturalist on the River Amazons*. John Murray. Londres.
- Bedall, B.** 1988. Wallace annotated copy of Darwin's Origin of Species. *J. Hist. Biol.*, 21(2): 265-289.
- Bryant, H. N.** 1995. The threefold parallelism of Agassiz and Haeckel, and polarity determination in systematic phylogenetics. *Biology and Philosophy* 10. 197-217.
- Bowler, P. J.** 1989. *Evolution: The History of an Idea*. University of California Press. Berkeley and Los Angeles.
- Bowler, P. J.** 1996. *Life's Splendid Drama*. University of Chicago Press. London.
- Bowler, P. J.** 2001. *Reconciling Science and Religion*. University of Chicago Press. Chicago and London.
- Browne, J.** 1983. *The secular ark: studies in the history of biogeography*. Yale, University Press. New Heaven & Londres. 273 p.
- Browne, J.** 1999. Darwin como viajero y escritor. *Ciencia al Día* 2(4): 1-6.
- Bueno-Hernández, A.; J. J. Morrone; M. M. Luna-Reyes y C. Pérez-Malvárez.** 1999. Raíces históricas del concepto de centro de origen en la biogeografía dispersionista: del Edén bíblico al modelo de Darwin-Wallace. *Sciences et techniques en perspective* 3(1): 25-45
- Bueno-Hernández, A. y J. Llorente-Bousquets.** 2001. Síntesis histórica de la biogeografía. En: J. Llorente-Bousquets y J. J. Morrone (eds.).2001. *Introducción a la*

*biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. Las prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. Pp. 1-14.

**Bueno-Hernández, A.** 2004. *Dispersionismo, puentes continentales y centros de creación: un análisis histórico de la conformación del modelo dispersionista de la biogeografía histórica en la segunda mitad del siglo XIX, con especial referencia a la obra de Alfred Russel Wallace*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

**Bueno-Hernández, A. y J. Llorente-Bousquets.** 2004, *L'evoluzione di un evolucionista. Alfred Russel Wallace e la geografia della vita*, A cura di Mario Zunino, Torino, bollati boringhieri.

**Bueno-Hernández, A. y J. Llorente-Bousquets.** 2006. The other face of Lyell: Historical biogeography in his *Principles of Geology*. *Journal of Biogeography* 33: 549-559.

**Bueno-Hernández, A. y C. Pérez-Malváez.** 2006. Metáforas Biogeográficas del Imperialismo. *Ciencias* 84: 14-24.

**Burkhardt, F.** 1998. *Charles Darwin's Letters: A selection 1825-1859*. Canto. Cambridge.

**Camerini, J. R.** 1993. Evolution, biogeography, and maps. An early history of Wallace's line. *Isis* 84: 700-727.

**Cohen, I. B.** 1985. *Revolution in Science*. Belknap Press. Cambridge

**Cox, C. & P. Moore.** 2009. *Biogeography: An Ecological and Evolutionary Approach*. John Wiley & Sons, 440 p.

**Croce, P. J.** 1998. Probabilistic Darwinism: Louis Agassiz vs. Asa Gray on Science, Religion, and Certainty. *Journal of Religious History* 22(1): 35-58.

**Crisci, J. V.; L. Katinas y P. Posadas.** 2003. *Historical Biogeography. An Introduction*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts & London, England.

**Croizat, L.,** 1958. *Panbiogeography*. Vols. 1, 2a y 2b. Publicados por el autor. Caracas, Venezuela.

**Dana, J. D.** 1856. On the Origin of the Geographical Distribution of Crustacea. *Annals and Magazine of Natural History* 17(2nd ser.): 42-51.

**Darlington, P. J. Jr.** 1957. *Zoogeography: The geographical distribution of animals*. John Wiley and Sons, Nueva York, Londres, Sidney. 675 p.

**Darwin, C.** 1859. *On the Origin of Species: A Facsimile of the First Edition*. (<http://www.esp.org/books/darwin/origin/facsimile/>)

**Darwin, C.** 1989 (1839). *Viaje de un naturalista alrededor del mundo*. Grech. Madrid.

- Dawkins, R.** 1986, *The Blind Watchmaker*. Penguin. London. En: Hull, D. & M. Ruse (Eds.). *The Philosophy of Biology*. Oxford University Press p. 178.
- Dawkins, R.** 1998, Universal Darwinism. En: Hull, D. & M. Ruse (Eds.). *The Philosophy of Biology*. Oxford university Press. p. 178
- Desmond, A. J.** 1989. *The Politics of Evolution: Morphology, Medicine, and Reform in Radical London*. University of Chicago Press. Chicago and London.
- Desmond, A. J. & J. Moore.** 1991. *Darwin. The Life of a Tormented Evolutionist*. W. W. Norton & Company. New York & London.
- De Beer, G.** 1971. "Charles Robert Darwin". In: *Dictionary of Scientific Biography*. Vol. III. Charles Scribner's Sons, Nueva York.
- England, R.** 1997. 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.* **30**: 267–290.
- Espinos-Organista, D., J. Morrone, J. Llorente-Bousquets y J. Flores-Villela.** 2002. *Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica*. Las prensas de ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Farber, P. L.** 2000, *Finding order in Nature: The naturalist tradition from Linnaeus to E. O. Wilson*. The Johns Hopkins University Press. Baltimore & London.
- Fichman, M.** 1977. Wallace: Zoogeography and the problem of land bridges. *J. Hist. Biol.* 10(1): 45-63.
- Forbes, E.** 1844, Report on the Mollusca and Radiata of the Aegean Sea, and on their distribution, considered masmbearing on Geology, "reports of the British Association for the Advancement of Science 1843. En: J. Browne, 1983. *The secular ark: studies in the history of biogeography*. Yale University Press. New Heaven & Londres. 273 p.
- Forbes, E.** 1846. *On the connexion between the distribution of the existing fauna and flora of the British Isles, and the geological changes which have affected their area, especially during the epoch of the northern drift*. Memoirs of the Geological Survey of Great Britain 1 (1846): 336-432
- Ghiselin, M.** 1969. *The triumph of the Darwinian Method*. University of California Press, Berkeley & Los Angeles.
- Gould, S. J.** 1987. *Time's Arrow/Time's Cycle: Myth and Metaphor in the Discovery of Geological Time*. Harvard University Press. Harvard.
- Gould, S. J.** 2004. *La evolución de la teoría de la evolución*. Matatemas. Barcelona.

- Gruber, H. E. y P. H. Barrett.** 1974. *Darwin on Man: A psychological study of scientific creativity*. E. P. Dutton, Nueva York.
- Guillaumin-Juárez, G.** 1997. Metodología y causas verdaderas en la Filosofía Natural (1672-1859). Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. p.314.
- Hempel, C. G.** (1965). *Aspects of Scientific Explanation and other Essays in the Philosophy of Science*. New York: Free Press.
- Hodge, J. M.** 1990. Darwin studies at work: a re-examination of three decisive years (1835-37). En: Levere, T. H. y W. R. Shén (Eds.). *Nature, Experiment, and the Sciences*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Hodge, J. M.** 2003. The notebook programmes and projects of Darwin's London years. En: Hodge, J. y G. Radick (Eds.). *The Cambridge Companion to Darwin*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Hooker, J. D.** 1853-1855, *Florae Novae Zelandie*, Londres, Pags. XXIII-XXV: En: Sanchez, J. M. 2009. El Origen de los Continentes y Océanos. Crítica Barcelona. Madrid.
- Hull, D.** 1975. Central subjects and historical narratives. *History and Theory*. 14: 253-274
- Janvier, P.** 1984. Cladistics: Theory, purposes, and evolutionary implications. En: J. W. Pollard (ed.), *Evolutionary theory: Paths into the future*. John Wiley and Sons, Nueva York.
- Kinch, M. P.** 1980. Geographical distribution and the origin of life: The development of early Nineteenth-Century British explanation. *J. Hist. Biol.* 13(1): 91-119.
- Kitcher, P.** 2001. *El avance de la ciencia*. Inst. Inv. Filosóficas, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 578 p.
- Knight, D.** 1985. William Swainson: Types, Circles, and Affinities. *International Archives of the History of Ideas* 110: 83-94).
- Ledesma-Mateos, I.** 2000. Historia de la Biología. AGT Editor. México. 659 p.
- Limoges, C.** 1970. *La sélection naturelle: étude sur la premiere constitution d'un concept*. Presses Universitaires de France, Paris.
- Lyell, C.** 1830-1833. *Principles of geology, being an attempt to explain the former changes of the earth's surface, by references to causes now in operation*. 3 volúmenes. John Murray, Londres. Facsimile of the first edition of Lyell's. The University of Chicago Press, 1990, Chicago.
- Llorente-Bousquets, J., N. Papavero y A. Bueno-Hernández.**, 2000, Síntesis Histórica de la Biogeografía. *Revista Academia Colombiana de la Ciencia* 24(21): 255-278.

- Lomolino, M. V.; B. R. Riddle & J. H. Brown.** 2009, *Biogeography*. Sinauer Associates, Incorporated. 845 p.
- Martínez, S.** 1997. *De los efectos a las causas. Sobre la historia de los patrones de explicación científica*. Paidós-Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 190 p.
- Mayr, E.** 1976. *Evolution and the diversity of life: Selected essays*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Mayr, E.** 1982. *The growth of biological thought*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge & London. 974 p.
- McKinney, H. L.** 1969. Wallace's earliest observations on evolution: 28 December 1845. *Isis* 60: 370-373.
- McKinney, H. L.** 1972. Alfred Russel Wallace. Pp. 133-140. En: Gillespie, C. C. (ed.) *Dictionary of Scientific Biographies*. Vol. XIV. Charles Scribner's Sons, Nueva York.
- Minaka, N.** 1987, Branching diagrams in cladistics: their definitions and implications for biogeographic analyses. *Bulletin of the Biogeographical Society of Japan* 42 (10): 65-78.
- Moorehead, A.** 1980. *Darwin: La expedición en el Beagle (1831-1836)*. Reseña. Barcelona.
- Morris, P. J.** 1997, Louis Agassiz's arguments against Darwinism in his additions to the French translation of the Essay of Classification. *Journal of the History of Biology* 30: 121-134.
- Myers, T. P.** 1992. Introducción. En: A. R. Wallace. *Una narración de viajes por el Amazonas y el Río Negro*. Traducción al español de Rafael Lassaletta y José Alvarez. de la edición de Dover, 1972. IIAP-CETA. Iquitos, Perú.
- Nelson, G.** 1970. Outline of a theory of comparative biology. *Systematic Zoology* 19:373-384.
- Nelson, G.** 1978. From Candolle to Croizat: comments on the history of biogeography. *Journal of History of Biology* 11: 269-305.
- Nelson, G. y N. Platnick.** 1981. *Systematics and Biogeography, Cladistics and Vicariance*. Columbia University Press, Nueva York.
- Nelson, G.** 1984. Cladistics and biogeography. En: Duncan, T. y T. F. Stuessy (eds.), *Cladistics: perspectives on the reconstruction of evolutionary history*. Columbia University Press, Nueva York. P. 273-293.

- Nelson, G. y N. Platnick.** 1984. *Biogeography*. Oxford/Carolina Biology Readers Series No. 119 (J. J. Head, Ed.). Carolina Biological Supply Co., Burlington, North Carolina.
- Ochoa, C. y A. Barahona.** 2009. El debate entre Cuvier y Geoffroy, y el origen de la homología y la analogía. *Ludus Vitalis* XVII (32): 37-54
- O'Hear,** 2005. *Philosophy, Biology and Life*. Cambridge University Press. United Kingdom. 327 p.
- Papavero, N., J. Llorente-Bousquets y O. Flores-Villela.** 1994. Nacimiento de la teoría evolutiva de Wallace. En: N. Papavero y J. Llorente-Bousquets (eds.). *Principia Taxonomica*. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. V. Wallace y Darwin. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias. México.
- Papavero N., J. Llorente-Bousquets y J. Minoro.** 1997. *Fundamentos de Biología Comparada*. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Papavero N., D. M. Texeira, J. Llorente y A. Bueno.** 2004. *Historia de la biogeografía en el periodo preevolutivo*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Papavero, N. y J. Llorente (Eds.).** 1994. *Principia Taxonomica*, Vol. V. Wallace y Darwin. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México.
- Pelayo, F.** 2009. *Introducción*. En: Sanchez, J. M. 2009. *El Origen de los Continentes y Océanos*. Crítica Barcelona. Madrid.
- Richardson, R. A.** 1981. Biogeography and the genesis of Darwin's ideas on transmutation. *Journal of the History of Biology* 14(1): 1-41.
- Rudwick, M. J. S.** 1972. *The meaning of fossils*. Macdonald. London.
- Ruse, M.** 1979. *The Darwinian Revolution*. The University of Chicago Press. Chicago and London. Pp. 36-74.
- San Agustín.** 1614:1992. *La Ciudad de Dios* (Versión de Editorial Porrúa, 11ª. Edición). Porrúa, México. 625 p.
- Simberloff, D.** 1983. Biogeography: the unification and maturation of a science. In Brush A. H. y G. H. Clark, Jr. (eds.), *Perspectives in ornithology*, pp. 411- 455. Cambridge University Press, Cambridge.
- Sloan, P.** 2003. The making of a philosophical naturalist. En: Hodge, J. and G. Radick (Eds.). *The Cambridge Companion to Darwin*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Swainson, W.** 1835. *A treatise on the geography and classification of animals*. Longman, Rees, Orme, Brown, Green and Longman, London. p.367.

- Swainson, W.**, 1840. Taxidermy, Bibliography, and Biography. In: Lardner, D.(Conductor). The Cabinet Cyclopaedia Longman, Ormer, Brown, Green & Longmans. London
- Smith, C. H.** 2005. Alfred Russel Wallace, past and future. *Journal of Biogeography* 32:1509-1515
- Templado, J. S.** 1974. *Historia de las teorías evolucionistas*. Alhambra, Madrid. 170 p.
- Wallace, A. R.** 1850. On the Umbrella Bird (*Cephalopterus ornatus*), “Ueramimbé,” L. G. *Proc. Zool. Soc. London* 18: 206-207.
- Wallace, A. R.** 1852. On the monkeys of the Amazon. *Proc. Zool. Soc. London*, 20: 107-110.
- Wallace, A. R.** 1853. *A narrative of Travels on the Amazon and Rio Negro*. Reeve and Co., London.
- Wallace, A. R.** 1853b. *Palm trees of the Amazon and their use*. Van Voorst, London.
- Wallace, A. R.** 1855. On the law which has regulated the introduction of new species. *Ann. Mag. nat. Hist.* 2d. Ser., 16: 184-196 (trad. de Schmidt, W.; A. Bueno-Hernández y J. Llorente-Bousquets) en: Papavero y Llorente-Bousquets (ed.). 1994. Principia Taxonómica, Vol. V. Wallace y Darwin. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias
- Wallace, A. R.** 1905. *My life : a record of events and opinions*. 2 vols. Chapman & Hall, Ltd. London. En: Knapp, S.; L. Sanders & W. Baker. 2003. Alfred Russel Wallace and the Palms of the Amazon. *Palms*. 46(3): 2002
- Wallace, A. R.** 1992. *Una narración de viajes por el Amazonas y el Río Negro*. Traducción al español de Rafael Lassaletta y José Alvarez. de la edición de Dover, 1972. IIAP-CETA. Iquitos, Perú.
- Williams, D. M.** 2007, Ernst Heackel and Louis Agassiz: Trees That Bite and Their Geographical Dismension. En Ebach, M. C. & R. S. Tangney (eds). 2007. *Biogeography in a Changing World*. CRC Press. London & New York, pp. 212
- Winsor, M.** 1991. *Reading the shape of nature: comparative Zoology at the Agassiz Museum*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Zunino, M. y A. Zullini.** 1995. *Biogeografía*. Casa Editrice Ambrosiana, Milano. 310 p.