



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CARRERA DE BIOLOGÍA

Análisis de las interpretaciones de la distribución orgánica por disyunciones de Alfred Russel Wallace y contemporáneos del siglo XIX

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA
P R E S E N T A
RAÚL IVÁN PEÑALOZA GARCÍA

JURADO DE EXAMEN

DIRECTORA: DRA. FABIOLA JUÁREZ BARRERA
ASESOR: DR. A. ALFREDO BUENO HERNÁNDEZ
ASESORA: MTRA. GUADALUPE BRIBIESCA ESCUTIA
SINODAL: DR. DAVID NAHUM ESPINOZA ORGANISTA
SINODAL: DR. CARLOS PÉREZ MALVAEZ

PROYECTO PAPIIT IA 400622, PAPIIME PE 210224 Y PE 210024



CIUDAD DE MÉXICO

MARZO 2024



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.

AGRADECIMIENTOS

Manifiesto mi total agradecimiento y reconocimiento al apoyo que se me brindó por parte de proyecto PAPIIT IA 400622, PAPIME PE 210224 Y PE 210024 para realizar este trabajo.

Agradezco profundamente a mi comité tutor: Dra. Fabiola Juárez Barrera, Dr. Alfredo Bueno Hernández, M. en C. Guadalupe Bribiesca Escutia, Dr. David Nahum Espinosa Organista y al Dr. Carlos Pérez Malvaez quienes han sido mis guías y mentores en este camino y por quienes opté por dirigirme a esta área gracias a sus extraordinarias clases. ¡Gracias por su disposición!

DEDICATORIAS

A mi madre Bertha García Rodríguez por ser prácticamente todo el sostén que necesito en mi vida.

A mis hermanos Anilú Olvera García y Roberto Olvera García por su apoyo y confianza en este camino.

A mis “perrhijos” Dominic, Negra, Ayoka y Kranky por ser mi apoyo moral.

A los profesores que fueron el efecto mariposa para que esto sucediera, principalmente la Doctora Fabiola Juárez, al Doctor Alfredo Bueno Hernández y a la M. en C. Guadalupe Bribiesca Escutia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen.....	8
Abstract.....	10
Introducción.....	12
Antecedentes.....	15
Justificación.....	21
Hipótesis.....	22
Objetivo General.....	23
Contenido	
“Distribuciones anómalas” desde la perspectiva metafísica.....	24
a) Implicaciones del génesis en la biogeografía	
b) Primeras impresiones de la distribución disyunta	
c) Louis Agassiz y el poligenismo	
Identificación de los primeros patrones biogeográficos.....	34
a) Georges Louis Leclerc, conde de Buffon	
b) Alexander Von Humboldt	
c) Augustin Pyrame de Candolle	
d) Joseph Dalton Hooker	
e) Charles Lyell	
El trabajo de Alfred Russel Wallace.....	42
a) La distribución geográfica de los animales	
b) Viaje por el Archipiélago Malayo	
Las disyunciones en el período Darwin-Wallace.....	46
a) El paradigma dispersalista	

b) Modelo extensionista vs modelo permanentista

c) Paralelismo

Discusión.....	58
Conclusión.....	63
Bibliografía.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.....	7
Figura 2.	15
Figura 3	29
Figura 4.	31
Figura 5.....	44
Figura 6.....	46
Figura 8.....	49
Figura 9.....	55



Figura 1. Darwin y Wallace creado con la I.A. de Midjourney

Resumen

La distribución disyunta ha sido un patrón que ha atraído la atención de los biogeógrafos debido a la peculiaridad que taxones relacionados estén en áreas separadas, siendo interpretadas por distintos estudiosos como anomalías, es decir, como una desviación a los patrones biogeográficos naturales o regulares.

Durante el siglo XIX encontramos cuatro grandes enfoques que trataron de resolver las disyunciones: creacionismo, extensionismo, permanentismo y paralelismo.

El creacionismo defendido por Louis Agassiz trató de explicar por qué las especies con características similares ocupaban áreas o vecinas, o alejadas entre sí por distancias que sobrepasan las capacidades de dispersión de los organismos a través de una reinterpretación del *Génesis*, proponiendo actos separados de creación (poligenismo) y una permanencia inmutable. Por otro lado, Charles Robert Darwin proponía que la distribución de los organismos sucedía por dispersión a través de una geografía estable (tesis permanentista) y por su parte Alfred Russel Wallace, en su trabajo *El archipiélago Malayo* (1864), desde una posición inicialmente extensionista, planteó la emersión y sumersión de puentes intercontinentales como la causa de la distribución; una tesis que propone cambios en la geografía, aunque finalmente, en *La distribución geográfica de los animales* (1876) cambia su postura defendiendo ahora el permanentismo de Charles Darwin.

El objetivo de este estudio es examinar y profundizar en las razones por las cuales se llegaron a diferentes interpretaciones. Se concluye que no solo la evidencia empírica jugó un papel determinante en las conclusiones, sino que también las

influencias intelectuales y los sesgos cognitivos fueron factores cruciales en la formación de las mismas. Es importante tener en cuenta estos factores en la interpretación de los datos y en la construcción de teorías para obtener una comprensión más completa y precisa del tema en cuestión.

Abstract

The disjunct distribution has been a pattern that has attracted the attention of biogeographers due to the peculiarity that related taxa are in separate areas, being interpreted by different scholars as anomalies, that is, as a deviation from natural or regular biogeographic patterns.

During the 19th century we find three major approaches that tried to resolve the disjunctions: creationism, extensionism, permanence, and parallelism.

The creationism defended by Louis Agassiz tried to explain why species with similar characteristics occupied areas that were either neighboring, or separated from each other by distances that exceed the dispersal capacities of organisms through a reinterpretation of Genesis, proposing separate acts of creation (polygenism) and an immutable permanence. On the other hand, Charles Robert Darwin proposed that the distribution of organisms occurred by dispersal through a stable geography (permanentist thesis) and for his part Alfred Russell Wallace, in his work *The Malay Archipelago* (1864), from an initially extensionist position, raised the rise and submersion of intercontinental bridges as the cause of the distribution; a thesis that proposes changes in geography, although finally, in *The geographical distribution of animals* (1876) he changes his position, now defending the permanence of Charles Darwin.

The objective of this study is to examine and delve into the reasons why different interpretations were reached. It is concluded that not only empirical evidence played a determining role in the conclusions, but also intellectual influences and cognitive

biases were crucial factors in their formation. It is important to take these factors into account when interpreting data and building theory to gain a fuller and more accurate understanding of the issue at hand.

Introducción

La distribución espacial de la biodiversidad en la Tierra fue un eje de discusión vehemente durante el siglo XIX, cuando se trataban de dar explicaciones opuestas a las dictadas en el auge del creacionismo. Incluso para las concepciones religiosas existían diversas explicaciones sobre la distribución de los taxones en el espacio: en el libro del *Génesis* se encuentra la teoría biogeográfica más antigua y la que más duración tuvo, donde surge la idea de un centro de origen y su posterior dispersión (Papavero, 2004). Durante este siglo se consolidó la idea que la biodiversidad que habita la Tierra muestra una distribución espacial no azarosa (Juárez-Barrera et al., 2018).

Para los naturalistas del siglo XIX, el modelo dispersionista predominó como paradigma para explicar la distribución orgánica; según la división en la historia de la biogeografía de Nelson y Platnick (1984), el modelo quedó establecido durante 1860 a 1960 en el período Darwiniano-Wallaceano. Previo a este período, la dispersión de los seres vivos desde un centro de origen también era el único modo de resolver la distribución de la biota pero desde la concepción judeo-cristiana.

Louis Agassiz (1807 – 1873), quien era un radical de las ideas evolucionistas de Darwin y Wallace, y un ardiente defensor del creacionismo, propuso un razonamiento distinto al impuesto por el libro del *Génesis*: el poligenismo. Agassiz estableció que las regiones biogeográficas eran representaciones de áreas de creaciones independientes que fueron realizadas en diferentes periodos de tiempo por la voluntad divina y, cada una de ellas, se encontraba habitada por una flora u

fauna única y singular. Así surgió un debate entre los naturalistas que explicaban los patrones de distribución por causas naturales como la dispersión y los que recurrían a intervenciones sobrenaturales (Juárez-Barrera et al., 2016).

El creacionismo trató de explicar por qué las especies con características similares ocupaban áreas o vecinas o alejadas entre sí por distancias que sobrepasan las capacidades de dispersión de los organismos (**distribución disyunta**) bajo la idea del determinismo biológico, donde se explicaba que estas áreas aisladas compartían la misma biota, ya que compartían las mismas condiciones físicas del ambiente. Otra explicación que se daba era la idea de las creaciones independientes, donde Dios podía crear a la misma especie o especies muy parecidas en áreas diferentes. (Pérez-Malvárez y Escutia, 2018).

En la historia de la biogeografía existen algunos naturalistas que contribuyeron de manera importante al reconocimiento de los patrones biogeográficos, como Alexander von Humboldt, quien es considerado precursor del pensamiento más influyente en la biogeografía por sus estudios sobre la distribución de las plantas; Augustin de Candolle quien en un ensayo clasificó las regiones botánicas reconociendo hasta 20 regiones; Buffon, quien establece la primera ley biogeográfica: “en áreas diferentes existen especies diferentes”, uno de los principios más importantes en la disciplina y a partir del cual se ha desarrollado el concepto de endemismo.

Este debate sobre los patrones de distribución, mantuvo el choque de dos tesis: la primera era la geografía estable (permanetismo), que recurría a la dispersión como causa de la distribución actual de la biota y en contraparte, la tesis de los

cambios en la geografía (extensionismo) por emersión y sumersión de puentes intercontinentales. (Fichman, 1977; Kinch, 1980; Bueno & Llorente-Bousquets, 2004).

La distribución geográfica de fauna y flora fue un factor clave para Darwin como una evidencia clara y concisa de que las especies evolucionan y cuando se consolidó la teoría de la evolución, el debate de los patrones biogeográficos se extendió a otro terreno donde se dio precedencia a la movilidad de las especies, la variación de los factores ambientales y la selección natural resultaba el proceso por el cual se explicaban los patrones biogeográficos (Darwin, 1859).

En este trabajo se analizarán los trabajos de distintos naturalistas del siglo XIX que trataron de explicar las distribuciones disyuntas y las interpretaciones que se les dieron a estos patrones, haciendo hincapié a los trabajos de Alfred Russel Wallace.

Antecedentes

La distribución disyunta ha sido un patrón recurrente en la biología y ha capturado la atención de los biogeógrafos desde hace mucho tiempo. El hecho de que especies similares se encuentren en áreas geográficas distantes entre sí ha sido interpretado, en su mayoría, como una anomalía y ha sido considerado como un desafío interesante para explicar.

Alfred Russel Wallace fue uno de los naturalistas más influyentes y reconocidos del siglo XIX, y su legado científico sigue siendo relevante en la actualidad. Aunque es conocido principalmente por su coautoría de la teoría de la evolución por selección natural junto a Charles Darwin, sus contribuciones al campo de la biogeografía son igualmente importantes.



Figura 2. Alfred Russel Wallace

Distintos estudios en la biogeografía han investigado los patrones de distribución geográfica de las especies. De acuerdo a

Simberloff (1983), los principales intereses de esta disciplina son descubrir los patrones generales en la distribución espacial de la biota actual y extinta e investigar las causas que producen estas distribuciones; así se reconocen dos campos: la biogeografía histórica y la biogeografía ecológica.

En este apartado, se presentará una revisión de algunos de los estudios realizados por distintos biogeógrafos a lo largo del tiempo, con el objetivo de analizar las causas de la distribución de especies desde una perspectiva histórica. Estos estudios han sido realizados por diferentes autores, en diferentes épocas y desde diferentes enfoques, lo que permitirá una visión amplia y completa del tema. Desde que se asumía la distribución espacial de los seres vivos bajo concepciones teológicas, ya se encontraban “trabas” que no iban completamente de acuerdo al dispersionismo. Por ejemplo, el jesuita español Joseph D’ Acosta (1540 – 1600) en su obra “*Historia Natural y Moral de las indias*” se mantenía fiel a la tesis de la dispersión del Génesis, sin embargo en dicha obra reconoce especies propias y exclusivas, lo que en siglos posteriores representaría un problema para la dispersión: endemismos.

Dentro de toda la literatura científica en la disciplina biogeográfica se han revisado los patrones de distribución constantemente. Darwin y Wallace, quiénes serían los personajes más representativos del paradigma dispersalista abordaron la dispersión desde diferentes enfoques en la geografía, sin embargo, Wallace, posteriormente, bajo el nuevo modelo de continuidad-vicarianza, explicaba algunos casos de

distribuciones disyuntas no mediante continuidad terrestre anterior, sino mediante dispersión, competencia y selección natural (Bueno, 2003), resultaba necesario inferir los sucesos de rupturas en tiempos geológicos recientes aplicado a islas continentales y oceánicas. Durante el viaje por el Archipiélago Malayo, entre las islas de Bali y Lombok, Wallace notó un patrón que le sorprendió y propuso una línea imaginaria al reconocer dos avifaunas: al norte con formas asiáticas y al sur con formas de Australasia. En uno de sus artículos sobre el Archipiélago Malayo, señala que, a pesar de la gran similitud de condiciones entre Borneo y Nueva Guinea, tienen biotas completamente diferentes

Considerando algunos estudios del siglo XX, se han señalado repetidamente los problemas que enfrentaba la dispersión: Mayr en 1892 señala dos puntos clave, el primero es si la semejanza entre especies diferentes de una misma localidad se debía a un desarrollo bajo las mismas condiciones ambientales o a que compartían una misma historia y el segundo punto, es si las distribuciones disyuntas se podían explicar por múltiples creaciones, por dispersión de lugares remotos o por separación de áreas que previamente estaban continuas.

En unos de los trabajos más recientes “*Reconociendo los patrones espaciales de la biodiversidad durante el siglo XIX: las raíces de la biogeografía contemporánea*” de Juárez Barrera (2018) se revisan a tres autores predarwinianos; Alexander von Humboldt, Agustín de Candolle y Alphonse de Candolle, naturalistas cuyos trabajos de regionalización y búsqueda de patrones hizo posible que surgiera la cuestión sobre sus relaciones.

En este trabajo, se profundiza en el tema de la distribución espacial de las especies y se analiza cómo, a pesar de los cambios significativos en las prácticas y métodos de la biogeografía, el interés en el estudio de estos patrones sigue siendo una prioridad en la actualidad.

La biogeografía es una disciplina científica que ha evolucionado a lo largo del tiempo, y su desarrollo ha sido influenciado por diferentes factores, como el surgimiento de nuevas tecnologías, el surgimiento de nuevos enfoques y la incorporación de nuevos conocimientos en diferentes campos. Estos cambios han permitido una mayor comprensión de los patrones de distribución de las especies y una mayor precisión en su análisis.

Distribución disyunta

"Un patrón de distribución disyunta consiste en dos o más áreas ocupadas por un mismo taxón (o varios taxa relacionados) que se encuentran separadas entre sí por una distancia que excede la capacidad de dispersión del taxón. Esto significa que existe una disyunción geográfica, representada por barreras geográficas que producen aislamiento reproductivo (Llorente y Morrone 2001)."

En los tipos de distribución disyunta, debido a la amplia separación geográfica entre las áreas donde se encuentran las poblaciones, es probable que algunas de ellas no puedan cruzarse entre sí, incluso a través de poblaciones intermedias. La posibilidad de que exista intercambio de flujo génico entre las poblaciones dependerá del umbral de disyunción, es decir, del grado de separación geográfica entre las áreas donde se encuentran las poblaciones. Si el umbral de disyunción es

bajo, es más probable que exista intercambio de flujo génico entre las poblaciones, ya que las condiciones ambientales y las barreras geográficas permiten que las especies se crucen entre sí. Sin embargo, si el umbral de disyunción es alto, es menos probable que exista intercambio de flujo génico entre las poblaciones, ya que las barreras geográficas y ambientales son más difíciles de superar.

Cuando se encontraba una especie en diferentes áreas, se concluía que estas áreas eran similares y que esto favorecía la especiación homóloga (determinada por factores ecológicos). Durante el siglo XIX, se prestó atención a los patrones de endemismo y disyunción. La congruencia entre las áreas de distribución y los patrones de distribución disyunta lleva a un tipo especial de homología, conocida como "homología geográfica" o "homología espacial" (Grehan, 1988 y Nelson, 1989).

De Candolle en 1820 planteó que el estudio de los patrones de endemismo debería ser estudiado como producto de eventos geo históricos.

Las grandes disyunciones de grupos relacionados fueron una atracción principal para los estudiosos del siglo XIX hasta la actualidad, desde Buffon, De Candolle, Sclater, Darwin, Wallace y Hooker hasta Simpson, Henning, Darlington, Croizat, Nelson y Platnick etc. (Aguilar et. al. 2001)

Darwin, desde su postura permamentista, trataba de explicar las disyunciones a través del transporte accidental por vías marítimas, viento y masas de hielo a la deriva (Fichman, 1977).

Joseph Dalton Hooker a mediados del del siglo XIX propuso el viento como mecanismo de dispersión para explicar la presencia de organismos en las islas que visitó durante su viaje antártico, además había descubierto que, paradójicamente, tanto la dispersión como la vicarianza podían emplearse para explicar las mismas disyunciones. Un ejemplo mencionado por Morrone en 2002 es que podemos tener una especie que habita dos áreas, lo cual puede deberse a que se encontraba distribuida ampliamente cuando ambas se encontraban unidas - explicación por vicarianza - o que se originó en alguna de ellas y de allí se dispersó a la otra - explicación por dispersión.

Durante el siglo XIX y gran parte del siglo XX, hubo una gran discusión entre los biogeógrafos acerca de cuál proceso biogeográfico era el más importante para explicar la distribución de las especies: la dispersión o la vicarianza. La hipótesis de la vicarianza, propuesta en los años setenta por León Croizat, Gareth Nelson y Donn E. Rosen, sostenía que las similitudes y diferencias actuales de floras y faunas dependían de la historia geológica de los continentes.

En su libro de 2001, "*Abusing Science: The Case Against Creationism*", el filósofo de la ciencia Philip Kitcher propone una teoría para explicar la distribución disyunta de las especies. Según Kitcher, las especies disyuntas, al igual que todas las demás, habían sido creadas originalmente en un solo centro geográfico, pero sus miembros se habían dispersado posteriormente hasta alcanzar áreas distantes que les eran propicias para su supervivencia y reproducción.

Justificación

A través de un análisis histórico de la biogeografía del siglo XIX, este trabajo busca examinar los esfuerzos de los biogeógrafos para explicar la distribución de la biota a través de la disyunción. Se enfoca en las interpretaciones de estos fenómenos de disyunción de parte de Alfred Russel Wallace y sus contemporáneos.

El objetivo de esta revisión histórica es profundizar en la comprensión de los fenómenos de disyunción, lo que permitirá analizar las diferentes interpretaciones que se dieron a estos patrones y entender las razones detrás de esas interpretaciones. Además, esto nos ayudará a comprender cómo ha evolucionado el pensamiento biogeográfico a lo largo del tiempo y cómo ha influenciado en las teorías y enfoques actuales de estudio de la distribución de la biota.

Según Nelson y Platnick (1981), la biogeografía darwiniana recibió varias críticas, lo que llevó al surgimiento de nuevas teorías y enfoques en la biología comparada. Esto, a su vez, ha generado nuevas líneas de investigación en la biogeografía histórica contemporánea.

Los patrones biogeográficos son una recurrencia de información de la cual debe reconocer las conexiones y relaciones de dichos patrones. Identificar las disyunciones y establecer las relaciones determinan el quehacer puro de la biogeografía.

Hipótesis

Las interpretaciones de la distribución disyunta de Alfred Russel Wallace y sus contemporáneos del siglo XIX se vieron influenciadas por una combinación de factores científicos y no científicos, como el estado del conocimiento en la época, las influencias intelectuales y los sesgos cognitivos. A través de un análisis detallado de las publicaciones y correspondencia de Wallace y sus contemporáneos, se busca comprender qué tanto la evidencia empírica y la influencia de Darwin (en el caso particular de Wallace) influenciaron en sus interpretaciones de la distribución disyunta y cómo esto a su vez ha influenciado también en el desarrollo de la biogeografía como disciplina científica.

Objetivos

General:

- Analizar las interpretaciones de las disyunciones en la segunda mitad del siglo XIX con especial referencia a Alfred Russel Wallace

Particulares

- Analizar los debates que se dieron para poder explicar las distribuciones disyuntas
- Contrastar las interpretaciones de disyunciones de naturalistas contemporáneos a Wallace

Distribuciones anómalas” desde la perspectiva metafísica.

Implicaciones del *Génesis* en la biogeografía

Las explicaciones sobrenaturales para explicar la diversidad y distribución de especies han sido una tradición común en muchas religiones a lo largo de la historia. En especial, las creencias judeo-cristianas, basadas en la interpretación literal de escritos canónicos, han propuesto la intervención divina como una de las principales causas de la diversidad y distribución de especies en la Tierra. Esta visión se ha traducido en la propuesta de hipótesis biogeográficas que buscan justificar una intención sobrehumana en la población de la Tierra, enfatizando la "belleza" de la creación y romantizando cualquier ser vivo como una obra divina moldeada a la perfección.

Es en el libro del *Génesis* donde encontramos estas primeras teorías biogeográficas que satisficieron, por más tiempo que cualquier otra teoría, la distribución espacial de los organismos:

a) El paraíso terrenal: El paraíso terrenal es un concepto bíblico que se encuentra en el *Génesis*, el primer libro del Antiguo Testamento de la Biblia. El relato del paraíso terrenal se encuentra en los capítulos 2 y 3, en los que se narra la creación del hombre y la mujer por parte de Dios, y su vida en el jardín del Edén.

En estos capítulos, se describen a Dios como el creador del cielo y la tierra, y se relata cómo creó al hombre y la mujer a su imagen y les dio el mandato de cuidar y cultivar el jardín del Edén. El jardín se describe como un lugar de paz y armonía, donde el hombre y las especies animales vivían en armonía y no había dolor, sufrimiento ni muerte. Además, se narra que Dios proporcionó todo lo necesario para la vida del hombre y la mujer, incluyendo árboles con frutos comestibles. Han sido dos versiones, la sacerdotal y la yavista, que relatan dicho acto de creación en secuencias invertidas.

b) El mito del diluvio: El mito del diluvio universal es un relato bíblico que narra un evento catastrófico en el que Dios destruye a gran parte de la humanidad y las especies animales debido al pecado y la maldad de las personas. Este relato se encuentra en el Génesis, el primer libro del Antiguo Testamento de la Biblia, en los capítulos 6 al 9.

Según el relato bíblico, Dios se arrepiente de haber creado al hombre debido a la maldad y la perversión en el mundo. Entonces, decide destruir a gran parte de la humanidad y las especies animales mediante un diluvio universal. Sin embargo, Dios elige a Noé, un hombre justo y virtuoso, para salvarse a él y a su familia, así como una pareja de cada especie de animal. Noé construye un arca para refugiarse del diluvio y allí se salva, junto a su familia y las especies animales.

c) El mito de Babel: Este un relato bíblico que se encuentra en el Génesis, el primer libro del Antiguo Testamento de la Biblia, en el capítulo 11. El relato narra cómo los seres humanos, después del diluvio universal, deciden construir una torre con el

objetivo de llegar al cielo. Según el relato, todos los habitantes de la tierra hablaban un solo idioma y se habían trasladado a una llanura en Shinar para construir la torre.

Dios, al ver esto, se preocupa de que los humanos alcancen un poder demasiado grande y decide confundir sus idiomas, lo que dificulta la comunicación y la cooperación entre ellos. Como resultado, la construcción de la torre es interrumpida y los habitantes se dispersan por toda la tierra, hablando diferentes idiomas.

El relato de la torre de Babel es considerado una explicación mitológica de la diversidad de idiomas y culturas en el mundo. A menudo se interpreta como una advertencia contra la arrogancia y la ambición humana, y la necesidad de depender de Dios y no de la propia habilidad. El relato también se ha interpretado como una manera de explicar cómo se originaron las diferentes culturas y lenguas en el mundo.

El común denominador de cada relato es que sitúa un solo centro de origen donde posteriormente se dispersarían las especies, esta concepción de “centros de origen” de acuerdo con Croizat (1974), hace referencia a un sitio particular del planeta donde se originó un determinado taxón. Así, las tres teorías biogeográficas del *Génesis* atribuyeron a un sitio particular el origen de la vida y desde allí comenzaría un proceso de dispersión para poblar otras áreas. Sin embargo, cuando surgen los primeros descubrimientos de patrones disyuntos, las interpretaciones de las distribuciones comienzan a variar apeándose aún a la intervención divina.

Tal es el caso de Carl Linneo, quien, en su apego a sus concepciones creacionistas, interpretó la naturaleza como una obra escrita por Dios. De esta forma, la versión

linneana del Edén rechaza el monte Ararat como centro de origen, en su lugar planteaba la existencia de una montaña tropical muy alta en medio del océano donde se habría originado toda la vida incluyendo al ser humano. Esta modificación al mito bíblico en cierto modo resolvía cuestiones inexplicables del Arca de Noé, por una parte, omitía toda existencia de un arca, sus implicaciones en el transporte de las especies y una acción imperfecta ante un Dios perfecto, además queda explícito un único centro de origen que por dispersiones explicaba la distribución actual y dichos patrones de distribución quedan determinados por las condiciones ecológicas. (Bueno et al., 1999)

Primeras impresiones de la distribución disyunta

San Agustín de Hipona (354-430) fue un filósofo, teólogo y obispo de la Iglesia Católica, considerado uno de los más importantes pensadores de la tradición cristiana occidental. Nacido en la ciudad de Tagaste en lo que hoy es Argelia, Agustín estudió en Cartago y luego se trasladó a Roma y Milán antes de regresar a su ciudad natal y convertirse al cristianismo. Más tarde, se convirtió en obispo de Hipona y escribió varias obras importantes, incluyendo "*Confesiones*" y "*La ciudad de Dios*", que son consideradas como algunas de las obras más importantes de la literatura cristiana y la filosofía, mismas donde también abordó el tema de la distribución de las especies; En su obra *Confesiones* afirmaba que todas las especies existentes en el planeta en aquella época habían sobrevivido en el diluvio universal. Todos los seres vivos habían sido dispersados gracias al arca de Noé, o como propone en *De Civitate Dei* (La ciudad de Dios), ayudados por ángeles (Bousquets et al, 2001; Zunino, 2003).

Un corolario de esta tesis es que sólo hubo una creación, de modo que el caso problemático de la presencia de animales en lugares aislados y remotos San Agustín la resolvió recurriendo al transporte, ya fuera hecho por los hombres o, si hacía falta, por los mismos ángeles (Llorente et al., 2000).



Figura 3. Ángel transportando un león creado con I.A. Midjourir

En el siglo XVI Joseph de Acosta fue un jesuita español, naturalista y misionero que vivió en el siglo XVI. Fue uno de los primeros naturalistas europeos en estudiar y escribir acerca de la biodiversidad y geografía de América Latina. En 1590 publicó la obra “Historia Natural y Moral de las Indias”, en la cual presentó una descripción detallada de la fauna, flora y cultura indígena de América, así como también sus propias teorías sobre la historia natural de las regiones americanas.

En su obra, Acosta se basa en su experiencia personal y en las observaciones que hizo durante sus viajes a América Latina. En ella, se preocupa por explicar la relación entre la naturaleza y la cultura, y la forma en que ambas influyen en la vida de las personas. También hace una comparación entre las especies encontradas en América y las de Europa, y reflexiona sobre cómo la distancia geográfica y las diferencias climáticas podrían haber afectado a la distribución de especies. Joseph señala: "There are lions, tigers, bears, wild boars, foxes and other wild beasts of which we made a strong argument in the first book, that it is not probable that they passed by sea in the Indies, since swimming the ocean is impossible, and men embarking them with them It is madness, it follows that somewhere where one orb continues and approaches the other, they have penetrated and little by little populated that new world. Well, according to Divine Scripture, all these animals were saved in Noah's ark and from there they have spread throughout the world..

Louis Agassiz y el poligenismo

La teología natural permaneció fuertemente en el siglo XIX en algunos naturalistas, tal es el caso de Jean-Louis-Rodolphe Agassiz (1807-1873), un naturalista suizo-estadounidense, anatomista comparativo, paleontólogo, glaciólogo, y geólogo suizo, experto en el estudio comparado de los peces - fundamento de la ictiología- y el análisis del movimiento de los glaciares.



Figura 4. Louis Agassiz a la edad de 19 años (Tomado de Cary, 1885)

Nacido en 1807 y fallecido en 1873, Agassiz es considerado uno de los precursores de la glaciología y uno de los principales defensores de la teoría del cataclismo.

Agassiz llegó a Estados Unidos en 1846 y se estableció en Harvard, donde fundó el Museo de Historia Natural de Harvard. Allí, Agassiz realizó estudios sobre los peces de agua dulce de Norteamérica, y en 1857 publicó su libro "*Recherches sur les Poissons d'eau douce de l'Amérique du Nord*". Agassiz también fue uno de los principales defensores de la teoría de la glaciación, que sostenía que gran parte de

Europa y América del Norte habían sido cubiertas por glaciares durante una época de frío intenso en el pasado. Esta teoría fue ampliamente aceptada en la segunda

Agassiz era un creacionista y un defensor del catastrofismo, mientras que Darwin era un evolucionista y defensor de la teoría de la selección natural. Agassiz rechazaba la teoría de Darwin de la evolución y argumentaba que las especies eran fijas e inmutables, y que habían sido creadas por Dios tal y como eran. Moldeó sus estudios en la distribución de los animales acorde a sus creencias religiosas, por consecuencia es señalado como el principal enemigo de Charles Darwin y Alfred Russel Wallace al rechazar la tesis transformista¹.

Siendo uno de los creacionistas más radicales de la época, Agassiz aplicó la hipótesis poligénica a todas las especies, incluyendo la humana. Al respecto escribe: "...There is only one way to explain the distribution of animals as we find them, namely by supposing that they are autochthonoi, that is, that they originated like plants, in the soil where they are found. In order to explain the particular distribution of many animals, we are even led to admit that they must have been created at various points in the same area, as we must infer from the distribution of aquatic animals, especially that of fishes." (Agassiz, 1848, en Richardson, 1981, p. 13)

A pesar de su gran influencia en Estados Unidos, otros naturalistas norteamericanos, Asa Gray (1810-1888) y James Dwight Dana (1813-1895) que previamente glorificaban a Agassiz, en su momento fue considerado un teísta

¹ El transformismo implica el cambio de las especies a través del espacio-tiempo, de modo que los organismos proceden de antecesores comunes.

excesivo por parte de Gray. Con Agassiz surge la interpretación de las disyunciones bajo la hipótesis de las creaciones múltiples e independientes (poligenismo) arraigada a su interpretación ortodoxa creacionista, negando asimismo que la dispersión fuera la causante de los patrones disyuntos.

James Dwight Dana (1813-1895), un geólogo, mineralogista y naturalista estadounidense, conocido por su trabajo en la biogeografía y geología marina. Fue miembro fundador de la National Academy of Sciences y profesor en la Universidad de Yale.

Dana se destacó por su trabajo en el campo de la geología marina, en el cual realizó estudios sobre la estratigrafía, la geología de los fondos marinos y la geología histórica. También realizó estudios sobre la biogeografía marina, en el cual investigó la distribución de los organismos marinos y su relación con los cambios en el clima y la geología. Al igual que Louis Agassiz también planteaba las creaciones especiales para el caso extremo de ciertas disyunciones.

Identificación de los primeros patrones biogeográficos

Georges-Louis Leclerc de Buffon

Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788) fue un naturalista, matemático y cosmólogo francés que hizo importantes contribuciones en el campo de la biología y la geología. Es conocido por su obra monumental "Historia Natural" que abarcó 36 volúmenes.

En su obra, Buffon planteó la idea de que las especies no son fijas e inmutables, sino que pueden variar y evolucionar a lo largo del tiempo. También planteo la idea de que la distribución geográfica de las especies está relacionada con el clima y el ambiente en el que viven, y que las especies que viven en climas similares se parecen entre sí.

Buffon también planteó la idea de que las especies podrían haberse originado a través de un proceso de "degeneración", en el cual las especies se habrían deteriorado a medida que se adaptaban a ambientes diferentes. Sin embargo, esta idea no fue bien recibida por otros naturalistas de su época, quienes sostenían que las especies eran fijas e inmutables.

Aunque Buffon no desarrolló una teoría de la evolución similar a la de Darwin y Wallace, su obra sentó las bases para el pensamiento evolutivo y sus ideas sobre la variabilidad y la distribución geográfica de las especies influyeron en el desarrollo de las teorías evolutivas posteriores.

En Francia, el conde de Buffon tenía diferencias significativas con Linneo en cuanto a su sistema de clasificación. Buffon criticaba la clasificación de Linneo por considerarla superficial y propuso una clasificación "práctica" basada en la distribución y el lugar de origen de los animales. Al principio, Buffon compartía la opinión generalizada de su época de que cada fauna era el resultado de la región en la que vivía, afirmando que "La tierra forma a las plantas; la tierra y las plantas forman a los animales" (en Nelson, 1978). Sin embargo, Buffon hizo una de las contribuciones más importantes a la biogeografía al distinguir que las faunas de mamíferos del Viejo y Nuevo Mundo eran diferentes, incluso en lugares con condiciones ecológicas similares (Espinosa y Llorente, 1993; Papavero et al., 2004). Este principio, conocido como la Ley de Buffon, fue verificado posteriormente por Humboldt y otros naturalistas (Papavero et al., 2004).

Agustín D´Candolle

A. P. De Candolle (1820) propuso que existen "regiones botánicas", las cuales son áreas que contienen un cierto número de especies que les son particulares, denominadas "aborígenes". De Candolle dividió el mundo en 20 regiones botánicas, reconocidas por poseer una o más especies aborígenes. Asimismo, reconoció que existen algunos taxones que habitan en una sola región, llamados endémicos (Espinosa y Llorente, 1993; Papavero et al., 2004).

En 1824, publicó la primera parte de su sistema taxonómico, con el título de *Regni vegetabilis systema naturale* (Sistema de la naturaleza del reino vegetal). En esta gran obra clasificó más de 90.000 especies, en un sistema más consistente y más moderno que el de Linneo, y aunque no pudo acabarla, tras su muerte, la obra fue

finalizada por su hijo, Alphonse Pyrame de Candolle con el nombre de *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis* (Introducción a la sistemática natural del reino vegetal, 1844-1873).

En las obras de Augustin de Candolle sienta las bases científicas de la biogeografía y aporta grandes ideas que influenciarán más tarde, a las nuevas generaciones, como Darwin, que le menciona en su libro de *El origen de las especies*.

Indicó la existencia de barreras naturales que impiden la distribución y la dispersión de las especies, y señaló la importancia de los factores o medios de transporte, como el agua, el aire, los seres vivos, que facilitan la dispersión de las plantas. Sus aportaciones más importantes fueron:

1. Propuso una clasificación sociológica: La clasificación sociológica de Candolle fue propuesta por el botánico suizo en su libro "Théorie élémentaire de la botanique" de 1813 y es un sistema de clasificación de las plantas basado en su relación con el medio ambiente y su relación con los seres humanos. En este sistema, las plantas se clasifican en tres grupos principales: plantas cultivadas, plantas silvestres y plantas salvajes. Las plantas cultivadas son aquellas que son criadas y domesticadas por los seres humanos para su uso como alimento, medicina o decoración. Las plantas silvestres son aquellas que se encuentran en estado natural pero que no son cultivadas por los seres humanos. Por último, las plantas salvajes son las que no son cultivadas y no están en estado natural.

2. Descubrió, que como afirmaba la ley de Buffon, pocas especies fanerógamas se extienden por todo el globo de manera natural, y que las plantas europeas que los viajeros creían ver en América, eran en realidad distintas.
3. Realizó aportes en la clasificación moderna de las plantas, acuñó el término taxonomía (del griego Taxis, clasificación; y Nomos, tratado, conocimiento), consideró como carácter taxonómico fundamental la complejidad del aparato vegetativo y dividió a las plantas en vasculares y celulares.
4. Elaboró una clasificación de las regiones botánicas del planeta. Definió estas regiones como: “espacios cualesquiera que, exceptuadas las especies introducidas, ofrecen un cierto número de especies que les son particulares. Las plantas de una región allí se distribuyen, según su naturaleza, en las localidades que les conviene y tienden, con mayor o menor energía, a sobrepasar sus límites y diseminarse en todo el mundo; pero ellas son impedidas en la mayoría por mares o por desiertos, o por cambios de temperatura, o sólo porque encuentran espacios ya ocupados por las plantas de otra región. Por lo tanto hay regiones perfectamente circunscritas y determinadas; hay otras que sólo se pueden apreciar por un cierto conjunto o una cierta masa de vegetales comunes”, y dividió la Tierra en 20 regiones botánicas, aunque después, él y su hijo Alphonse, ampliaron el número de territorios para incluir algunas islas y archipiélagos con especies endémicas muy características (Bousquets et al, 2001). Además Augustin De Candolle introdujo y definió otros conceptos muy importantes como: endemismo, especies esporádicas, hábitat... (Bousquets et al, 2001)

Alexander Von Humboldt

Hace dos siglos, en 1805, Humboldt escribió un libro que llevaba por título *Ideen zu einer Geographie der Pflanzen* (Sugerencias para una geografía de las plantas) y años más tarde, en 1817, otro titulado *De distributio geographica plantarum* (De la distribución geográfica de las plantas).

Alexander Von Humboldt es un importante naturalista que a través de sus expediciones y el estudio de la geografía de plantas reconoce la existencia de información que sostiene posibles conexiones de masas terrestres e islas a ciertos continentes. Durante la expedición de Humboldt que hizo desde Norteamérica hasta Guatemala, reconoce patrones de disyunción, así como la similitud entre especies vegetales de Asia Oriental con México y California (Humboldt, 1805: 19)

Joseph Dalton Hooker

Joseph Dalton Hooker fue un naturalista y botánico británico quien en su estudio sobre la taxonomía de las floras australes planteó una afinidad geográfico-histórica entre ellas. Encontró que había una relación más estrecha entre las floras de Australia, Sudamérica y Sudáfrica, que entre cualquiera de ellas y las floras norteamericanas. Después de considerar los posibles mecanismos de dispersión, quedó convencido de que la dispersión no era la causa de tales relaciones. De ello dedujo que había ocurrido una disyunción primaria latitudinal, que separó las floras de los hemisferios septentrional y austral, seguida de separaciones entre las tierras sureñas. Hooker sugirió que las distribuciones disyuntas de grupos vegetales meridionales podían explicarse muy bien por separación de los continentes

La correspondencia de Darwin entre 1856 y 1875 es particularmente prolífica en anotaciones relacionadas con biogeografía. Por ejemplo, durante las revisiones previas a la publicación de *El Origen...*, le escribía a J. D. Hooker (Stauffer, 1975:531):

Please read this first. I want, especially to know whether Botanical facts are fairly accurate. 2d. any general or special criticisms... if your criticisms run to any length, I would gladly & gratefully come to Kew, to save you writing. I really hope no other chapter in my book (is) will be so bad; how atrociously bad it is, I know not; but I plainly see it is too long, & dull, & hypothetical. Do not be too severe, yet not too indulgent... It is only fragment of chapter, & assumes some points are true, which will require much explanation, – as to close relation of plants to plants rather than to conditions: again I am unfortunately forced not to admit continental extension as you know.

C. Darwin y J. D. Hooker compartían el rechazo hacia la teoría de las regiones árticas como centros de origen; por ejemplo, Hooker, al comentar el capítulo de distribución geográfica de Darwin (Stauffer, 1975:575) señaló: *-I am against making arctic regions centres of creation either by variation or by specific creation-*. Al respecto, Darwin enfatizaba el aislamiento austral como factor importante en el origen de las plantas con flor.

Charles Lyell

Charles Lyell (1797-1875) analizó los factores que influyen en la distribución y creación de los seres vivos para argumentar sus teorías geológicas (Llorente-Bousquets et al, 2001; Zunino, 2003) y refutó muchas ideas científicas basadas en la biblia como el catastrofismo (que opinaba que la Tierra habría sido modelada por una serie de grandes catástrofes en un tiempo relativamente corto) o el jardín del Edén de Linneo (Bousquets et al, 2001).

Lyell afirmaba que la Tierra se habría formado lentamente a lo largo de extensos períodos de tiempo (muchísimo antes de lo que aseguraba el *Génesis*) y había sufrido cambios a partir de las mismas fuerzas físicas que rigen hoy los fenómenos geológicos (uniformismo): erosión, terremotos, volcanes, inundaciones, etc. Opinaba que los cambios que ocurren en la Tierra no llevan ninguna dirección predeterminada, es decir, no implican ninguna progresión, Sino que se repiten en ciclos larguísimos que se repiten interminablemente.

Estas ideas geológicas, las aplica en un sentido biológico y biogeográfico (concretamente en el capítulo V del volumen II de *Principles of Geology*), y de forma paralela, asegura que la vida en la Tierra también se habría producido poco a poco, y de manera paulatina a través de períodos sucesivos de extinción y creación de especies (Papavero et al, 1997; Llorente-Bousquets et al, 2001). Según Lyell, los cambios aleatorios podían llenar las cuencas oceánicas o se podían formar cordilleras y podían cambiar el nivel del mar, entendiendo que las masas terrestres no se movían. En los continentes se habrían originado profundos cambios climáticos, y muchas especies, al no poder emigrar o competir con otros grupos

biológicos, se habrían extinguido, y habrían sido sustituidas por otras, creadas mediante leyes naturales, y sin que hubiera una tendencia a la perfección como afirmaba Cuvier y muchos otros científicos. De esta forma, según Charles Lyell existe un ciclo geológico y biológico perpetuo producido por cambios graduales y continuos, y al igual que los relieves se levantan y se erosionan hasta desaparecer, las especies se crean y acaban extinguiéndose (Llorente-Bousquets et al, 2001).

Además, Lyell pensaba que cada especie se había originado en un único centro de origen (y a partir de una sola pareja o de un individuo asexual), al que llama birth-place (lugar de nacimiento), que determina las adaptaciones de esa especie a los factores ambientales, y a partir del cual cada ser vivo se ha ido desplazando por el territorio motivado por los cambios climáticos y geográficos, y gracias a los mecanismos de dispersión propios y externos (Llorente-Bousquets et al, 2001; Zunino, 2003)

La existencia de regiones con identidad biótica propia fue uno de los temas centrales en la explicación biogeográfica que desarrolló Lyell (1832: 67):... *that each separate region of the globe, both of the land and water, is occupied by distinct groups of species, and that most of exceptions to this general rule may be referred to disseminating causes now in operation, is eminently calculated to excite curiosity, and to stimulate us to seek some hypothesis respecting the first introduction of species which may be reconcilable with such phenomena*

El trabajo de Alfred Russel Wallace

Viaje por el Archipiélago Malayo

Alfred Russel Wallace realizó un viaje por el archipiélago malayo entre 1854 y 1862. Durante su viaje, Wallace se dedicó a recolectar ejemplares de plantas y animales, y estudió la geología y el clima de la región. También se interesó por la cultura y la historia natural de las islas.

En particular, Wallace estudió la biodiversidad del archipiélago malayo, recolectando cientos de ejemplares de plantas y animales, incluyendo mariposas, lémures, murciélagos, aves, reptiles y peces. Además, realizó observaciones detalladas sobre la ecología y la distribución geográfica de las especies.

Durante su viaje, Wallace descubrió un patrón interesante en la distribución de las especies en el archipiélago malayo. Observó que algunas especies se encontraban solo en una o pocas islas, mientras que otras se encontraban en varias islas. Esta observación le llevó a proponer la teoría de la distribución geográfica de las especies, en la que sugería que la distribución de las especies estaba relacionada con la historia geológica de las islas y con las barreras geográficas que impiden su dispersión.

Para 1862, Wallace había contribuido con más de 50 artículos científicos y notas sobre variados aspectos de la historia natural del archipiélago. Como recolector de fauna, envió 125,000 ítems a Inglaterra (Lloyd et al. 2010). Uno de sus trabajos, con la descripción de 20 nuevas especies de mariposas de la familia Papilionidae, le sirvió para poner a prueba hipótesis evolutivas (Mallet 2009).

Previo a la publicación del libro *The Malay Archipelago*, en un artículo de Wallace de zoogeografía, ya mostraba una postura extensionista. En junio de 1865, Wallace se encontraba en una expedición entre las islas de Bali y Lombok, donde llama particularmente su atención que a pesar de la cercanía, ambas regiones contenían fauna propia: Bali con fauna de Asia y Lombok con marsupiales de Australia. Era un contraste muy particular faunísticamente hablando y resultaba más impactaba porque la geología era prácticamente homogénea. Esta situación contradecía de cierta manera la “Ley Sarawak” que enuncia que toda especie ha empezado a existir coincidiendo en el espacio y tiempo con otra especie preexistente afín.

A partir de esta expedición surge la llamada “Línea Wallace”, que establece entonces una separación entre los continentes Asia y Oceanía que señalaba dicha distinción de fauna (y flora en menor medida) independientemente de la proximidad geográfica (15 millas).

Durante el viaje al Archipiélago Malayo, Wallace presenció un caso de disyunción muy notoria; se trataba de Célebes, una isla de Indonesia con especies propias, mismas que no se encontraban en las proximidades geográficas sino en la lejana región etiópica. Aquí comienza a formarse la idea de puentes intercontinentales para explicar los casos de discontinuidades biogeográficas. Al respecto Wallace escribe: *“I believe the western part to be a separated portion of continental Asia, the Eastern the fragmentary prolongation of a former Pacific continent.”*

Ya en esta circunstancia, Wallace entiende que la dispersión *no puede ser la causa de los patrones distribucionales.*

En esta obra Wallace se muestra afín a la tesis extensionista

2. La distribución geográfica de los animales

En 1876, publicó la obra base de la zoogeografía, los dos volúmenes de *The Geographical Distribution of Animals* (La distribución geográfica de los animales), en los que basándose en la clasificación de Sclater (1858) dividió a la Tierra en una serie de reinos y regiones zoogeográficas (que prácticamente se mantienen en la actualidad), y en la que incluye su famosa “línea de Wallace”, una zona

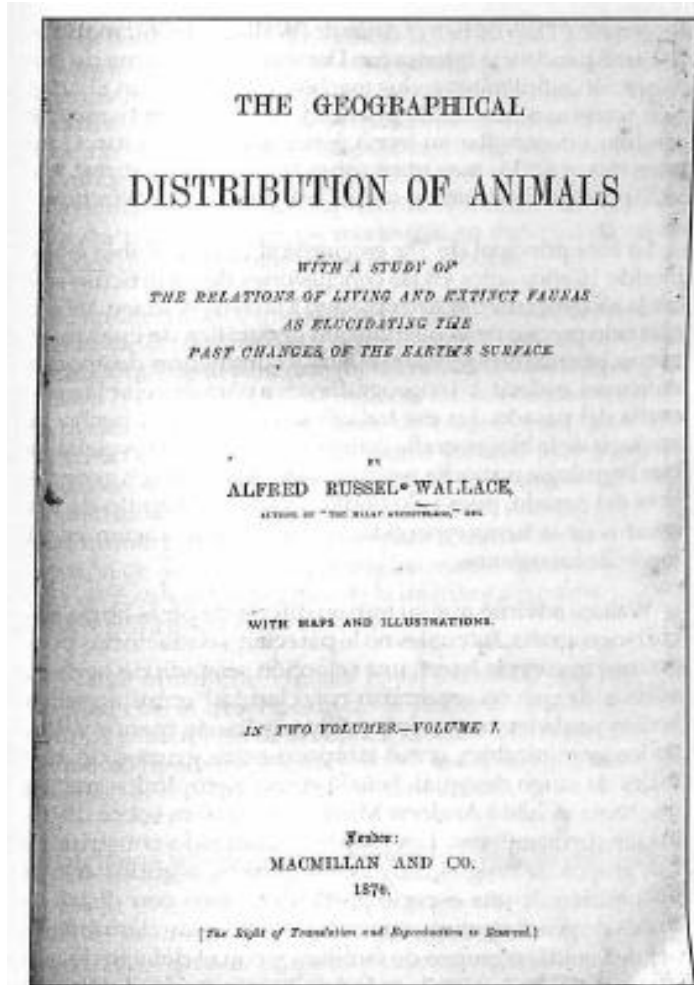


Figura 5. Libro “*The Geographical Distribution of Animals*”.

de transición biogeográfica situada entre Malasia, Indonesia y Papúa que separa la fauna y la flora asiática de la australiana u oceánica (Wallace, 1860 y 1876).

La obra de Wallace ha trascendido como la obra más relevante en la biogeografía durante el siglo XIX, incluso Charles Darwin la consideró como brillante a pesar de sus diferencias en la teoría evolutiva. En esta obra se consolida la transición de la

postura extensionista a la permanentista de Wallace (Bueno-Hernández, Llorente Bousquets, 2003).

En el *pensamiento biogeográfico de Alfred Rusell Wallace* (2003), se menciona: Las bases de Wallace se puede resumir en los principios de Candolle y de Lyell. De este último, toma la idea del cambio permanente de la Tierra y sus habitantes, aunque a diferencia de Lyell, Wallace discriminó explícitamente entre rasgos mudables y permanentes de la superficie terrestre. Pero ahora Wallace agregó otro principio fundamental: la evolución orgánica que él y Darwin habían propuesto. No hay hasta aquí nada que no hubiera dicho ya en el Archipiélago Malayo. Sin embargo, ahora apareció un cambio notable respecto a sus concepciones anteriores, pues hizo un ataque directo a las concepciones extensionistas. Así, razonó que estos principios nos permitirán:

...to see the bearing of many facts In the distribution of animals that would otherwise be insoluble problems; and what is hardly less valuable, will teach us to estimate the comparative importance of the various groups of animals, and to avoid the common error of cutting the gordian knot of each difficulty by vast hypothetical changes in existing continents and oceans - probably the most permanent features of our globe. (Wallace, 1876:9).

Las disyunciones en el período Darwin-Wallace

El paradigma dispersalista



Este mapa en color pertenece a la edición ilustrada de John Murray de 1890 de *The Geographical Distribution of Animals*.

Quizá el acontecimiento más relevante en la formación intelectual de Darwin fue el viaje en el HMS Beagle que zarpó el 27 de diciembre de 1831 y que duró aproximadamente 5 años. Acompañado de la obra de Lyell, los *Principios de Geología* en su viaje, es notoria la influencia del geólogo escocés entendiendo el principio que los fenómenos del mundo son explicables mediante causas estrictamente naturales (Bueno-Hernández y Llorente-Bousquets 2006).

Los hechos que llamaron la atención de Charles Darwin durante su viaje en el Beagle fueron sin duda los relacionados con el registro fósil en Argentina y el sismo que presencié en Chile. Estos acontecimientos manifestaron aún más su interés por la biogeografía y marcaron un precedente en sus interpretaciones de la distribución orgánica. A pesar de que uno de los principales objetivos del capitán FitzRoy era corroborar los mitos bíblicos debido a sus concepciones religiosas, en lugar de confirmar supuestos del Génesis, al regreso del viaje, Darwin tenía más dudas que respuestas sobre la creación divina y la evolución natural. Cada hecho observado en el viaje, incluyendo el registro fósil y el sismo, determinó una confirmación en la relación entre las especies y en su teoría de la evolución por selección natural. El modelo dispersalista surge con Darwin y Wallace a partir de dos principios:

1. Establecer centros de origen
2. A partir de los centros de origen descubrir las rutas de dispersión

Este modelo, que permaneció durante un siglo, resolvía toda la distribución orgánica a través del proceso CODA (Centro de Origen + Dispersión + Adaptación), una interpretación desde la perspectiva evolutiva.

Dentro de las premisas básicas del dispersalismo, de acuerdo a Morrone (2002), la dispersión de cada taxón es dependiente del azar y de sus medios de dispersión, por lo cual no existen patrones generales de distribución. Las disyunciones en el dispersalismo significaban un problema, sin embargo Hooker (1844-60) satisfacía la paradoja de las disyunciones pudiendo explicarlas por grandes dispersiones conjuntas o por vicarianza.

De acuerdo a Juárez Barrera (2018), las distribuciones disyuntas entonces se podían explicar de dos maneras:

1. El área de distribución era originalmente continua y después se había fragmentado, o
2. La especie se había originado en una de las áreas y desde allí se había dispersado hasta otra u otras áreas lejanas atravesando barreras (Juárez-Barrera et al., 2016).

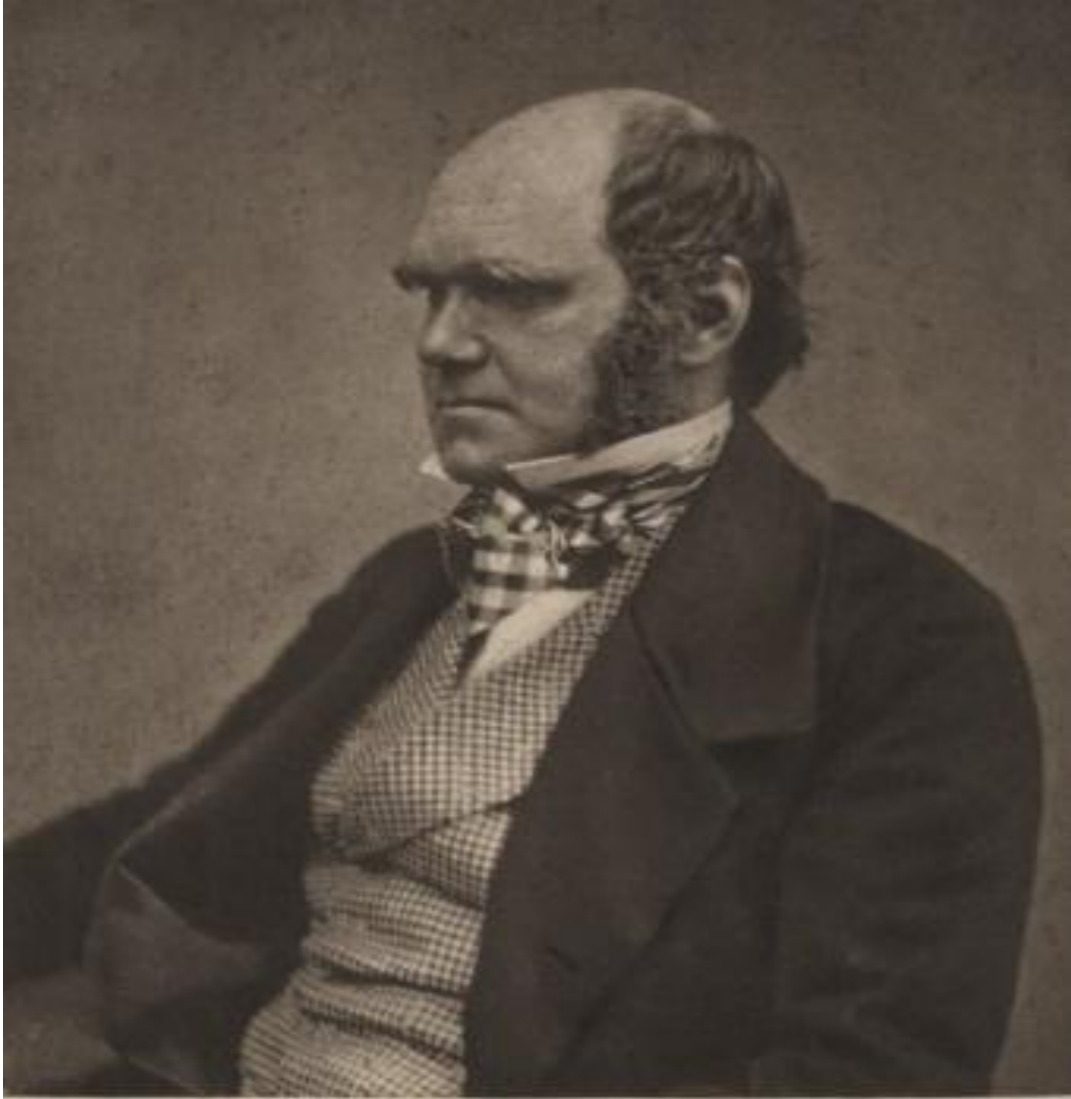
Respecto al descubrimiento de los casos de distribuciones “anómalas” (conocidas así las disyunciones en ese entonces) en el período Darwin-Wallace, Jahn (1989) también menciona la distinción de dos tipos de dispersión que podrían resolver los casos de distribución disyunta:

- 1) Las dispersiones que consistían en la simple expansión de los individuos de una especie, sin barrera alguna de por medio, seguidas por la extinción de las poblaciones intermedias; los hallazgos paleontológicos ya generaban ejemplos y este proceso conducía al aislamiento entre poblaciones originalmente continuas, y 2) dispersiones aleatorias e improbables a través de barreras, que provocaban un aislamiento inmediato entre poblaciones. (Jahn et al., 1989)

Modelo extensionista vs modelo permanentista

Si habláramos de un desacuerdo entre Charles Darwin y Alfred Wallace, aunque ambos presentaron sus teorías sobre la evolución de las especies en la Sociedad

Linneana de Londres en 1858 llegando a conclusiones similares de manera independiente, hubo un cierto "choque" en cuanto a las explicaciones que dieron para la distribución de las especies en la geología.



Fotografía de Charles Darwin en 1857 por Maull & Polyblank, tomado de John van Wyhe , ed. 2002-.

Mientras que Darwin, mediante un pensamiento biogeográfico, sostenía que la distribución de las especies se debía a la dispersión considerando aspectos

estables y permanentes de la geología a lo largo del tiempo. Por su parte Wallace sostenía que la distribución se debía a la dispersión en una geología dinámica proponiendo puentes intercontinentales. Esto sugería la necesidad de resolver la organización de la biota a través de la dispersión. Aunque ambos científicos tenían puntos de vista diferentes, ambos aportaron importantes contribuciones a la teoría evolutiva y sus trabajos combinados ayudaron a establecer la teoría de la evolución por selección natural como una de las principales explicaciones para la variación y la distribución de las especies en la naturaleza.

Darwin consideró que la hipótesis alternativa que apelaba a grandes cambios continentales para explicar las relaciones bióticas estrechas entre áreas ampliamente separadas carecía de evidencia empírica, de modo que se decidió por un modelo inmovilista de la superficie terrestre, según el cual la disposición de tierras y mares había permanecido esencialmente constante a través del tiempo. (Bueno, 2003)

Su influencia más notoria de este pensamiento se puede observar en *El origen de las especies* (1859) desde la problemática en la falta de evidencia de las formas intermedias o eslabones intermedios que resultaban como una imperfección de datos geológicos. Esto conducía a Darwin a apoyar períodos de larga duración y una extensa edad de la Tierra que podía determinar la lentitud con la que las especies se modificaban.

Bajo la perspectiva permanentista (Fichman, 1977), Charles Darwin establece esta noción de que la geología había permanecido estable en el tiempo reciente y esta

configuración resultaba una evidencia empírica de que la similitud de las formas era efecto de la dispersión.

La premisa de Charles Darwin para proponer el permanentismo consistía en la estabilidad de la superficie terrestre sosteniendo que no habían ocurrido grandes cambios que alteraran la posición relativa de océanos y tierras emergidas a lo largo del tiempo geológico. (Bribiesca, 2008)

La concepción permanentista también apoyó el surgimiento de explicaciones expansionistas, por ejemplo: “If we accept the configuration of the Earth as permanent, a continuous and progressive dispersal of species from the center to the circumference, that is, towards the south, seems inevitable. If an observer were to place himself at some point in St. George's Channel, from which one half of the globe was visible, he would see as much land as possible stretching out in the shape of a kind of star figure. The maritime supremacy of the English race may have flowed from the central position of their abode. That such an arrangement would have facilitated a centrifugal migration of terrestrial organisms is obvious anyway, and climatic conditions operating from the pole would provide effective means of propulsion.” (Thiselton-Dyer, en Nelson, 1978)

En el desarrollo de las concepciones biogeográficas de Charles Darwin (Bribiesca, 2008) se citan un par de textos dirigidos a Lyell y Hooker en rechazo a puentes hipotéticos. Hacia Hooker Darwin escribe: *“I Laughed ad your attack my stinginess in changes of level towards Forbes, being so liberal towards myself; but I must maintain, that I have never let down or upheaved our mother earth's surface, for the sake of explaining any one phenomenon, &I trust I have very seldom done so without*

some distinct evidence. So I must still think it a bold step, (perhaps a very true one) to sink into depths of ocean, within the period of existing species, so large a tract of surface. But there is no amount or extent of change of level, which I am not fully prepared to admit, but I must say I sh. like better evidence, than the identity of a few plants, which possibly (I do not say probably) might have been otherwise transported..." (Darwin, 10 sep. 1845 en Burkhardt, 1998, p. 89.)

Este rechazo a las propuestas extensionistas lo retoma en otro escrito a Lyell: *"I am going to do the most imprudent thing in the world. But my blood gets hot with passion & runs cold alternately at the geological strides which many of your disciples are taking.*

Here, poor Forbes made a continent to N. America & another (or the same) to the Gulf weed. – Hooker makes one from New Zealand to S. America & round the world to Kerguelen Land. Here is Wollaston speaking of Madeira & P. Santo (as if that was nothing) why not extend a continent to every island in the Pacific & Atlantic oceans!

And all this within the existence of recent species! If you do not stop this, if there be a lower region for the punishment of geologists, I believe, my great master, you will go there. Why your disciples in a slow and creeping manner beat all the old catastrophists who ever lived.- You will live to be the great chief of the catastrophists!

There, I have done myself a great deal of good & have exploded my passion. So my master forgive me & believe me. Ever yours. C. Darwin. Don't answer this, i did it to ease myself..." (Darwin, 16 de junio 1856, en Burkhardt, 1998, pp. 155-156).

En *el origen de las especies* de Darwin en 1859, Charles adopta una postura abierta para aceptar la unión de islas a continentes que pudieran facilitar el paso de organismos. Al respecto escribe: “Admito sin reserva la existencia anterior de muchas islas, sepultadas hoy en el mar”. Sin embargo, la concepción de Darwin de la geología no llega a ser extensionista al afirmar que, dentro del período moderno, nunca se probaría que la que la mayor parte de los continentes que actualmente se encuentran separadas, hayan estado unidos entre sí (Darwin, 1859). El abandono de la hipótesis extensionista se pone en manifiesto al afirmar que solo existía evidencia de movimientos verticales en la superficie terrestre, como las elevaciones y las depresiones.

James Dwight Dana (1856) estuvo particularmente influido por la geología de Darwin, debido a que tampoco proponía cambios en la superficie manteniendo que los océanos y continentes se definieron desde los inicios de la historia geológica.

En el caso de las distribuciones disyuntas, Darwin se vio en la necesidad de explicarlas por medio del transporte accidental mediante el viento o corrientes marítimas. Dichas discontinuidades solo podían resolverse por dispersiones de distancias considerables exceptuando la extinción de poblaciones intermedias.

Durante su viaje por las islas Galápagos, notó que los patrones biogeográficos podían ser explicados por migración y divergencia (Bribiesca, 2008), ya que ni el clima ni las condiciones físicas implicaban una solución *per se* de la distribución orgánica tal como proponían Lyell y Agustín d Candolle. De esta forma comenta: *“In the case of those species which have undergone little change over entire geological periods, it is not very difficult to believe that they have migrated from the same region,*

for during vast geographical and climatic changes which have occurred since ancient times almost any amount of migration is possible.” (Darwin, p. 322).

En contraste con la tesis permanentista, la antítesis extensionista de Alfred Rusell Wallace propone cambios en la geografía especialmente por emersión y sumersión de puentes intercontinentales (Fichman, 1977; Kinch, 1980; Bueno & Llorente-Bousquets, 2004). Antes de Wallace ya existían naturalistas que respaldaban la concepción extensionista, interpretando que la distribución de la biota podía explicarse con estas masas de superficie terrestre que facilitaban la dispersión orgánica.

Tal como Darwin en sus inicios, otros autores también habían planteado la teoría de puentes hipotéticos uniendo islas con continentes, Edward Forbes (1815-1854) fue un naturalista y botánica inglés que al respecto escribió *“All the islands of the Atlantic must have been, in recent times, united with Europe or Africa and also Europe with America”*. Pero a diferencia de Wallace, la postura de Forbes era totalmente creacionista afirmando que cada especie había sido creada una sola vez y en un mismo sitio, rechazando la doctrina de las creaciones múltiples. Así para explicar las discontinuidades biogeográficas, Forbes razonaba que tenía que haber existido unión entre áreas disyuntas.

Desde su interpretación creacionista, Forbes expresa: *The specific identity, to any extent, of the flora and fauna of one area with those of another, depends of both areas forming, or having formed, part of the same specific centre, or on their having derived their animal and vegetable population by transmission, through migration,*



Figura 6. Extensión terrestre hipotética creada con Midjourney

over continuous or closely contiguous land, aided, in the case of alpine floras, by transportation on floating masses of ice. (Forbes, 1846: 350).

Wallace recurrió a un elemento geológico, además del biogeográfico, para sustentar sus hipótesis extensionistas (Bueno A, Llorente J, 2003). La conexión entre el golfo de Siam y la parte sur de China, y la baja profundidad del mar Java del estrecho de Malasia además de la comparación de Célebes con Gran Bretaña respaldaban su interpretación.

Evolución paralela

La evolución paralela es un fenómeno en el cual dos o más líneas evolutivas diferentes desarrollan características similares debido a similitudes en su ambiente o presión selectiva. Esto puede ocurrir cuando diferentes especies o líneas evolutivas están expuestas a similares condiciones ambientales y, como resultado, desarrollan características similares para adaptarse a esas condiciones. Este fenómeno es diferente de la convergencia evolutiva, en la cual diferentes líneas evolutivas desarrollan características similares debido a una solución similar para un problema biológico específico.

Este paralelismo es impulsado en el siglo XIX por Angelo Heilprin (1853 – 1907), un geólogo, paleontólogo y explorador estadounidense de origen polaco. Es conocido por su trabajo en la exploración y estudio de los glaciares y su relación con la geología y la evolución. También fue uno de los primeros en investigar la historia geológica de los Grandes Lagos de Norteamérica y en estudiar los fósiles encontrados en las rocas alrededor de los lagos. Además, Heilprin viajó a través de Europa, Asia y América del Sur, llevando a cabo estudios geológicos y paleontológicos en estos continentes. Richard Lydekker (1849 – 1915), un naturalista y paleontólogo inglés, conocido por su trabajo en la descripción de fósiles de vertebrados de la India y África. También fue un escritor popular y un miembro del British Museum. Nacido en 1849 y fallecido en 1915, Lydekker publicó varios libros y artículos sobre geología, paleontología y biología, incluyendo una serie de volúmenes de la "*Catalogue of Fossil Mammals, Birds, Reptiles, and Fish*" del British Museum "y Karl Alfred von Zittel (1839 – 1904), un paleontólogo y geólogo alemán,

conocido principalmente por su trabajo en la clasificación y descripción de los fósiles de reptiles marinos extintos. También fue profesor de geología en la Universidad de Munich y escribió varios libros importantes sobre paleontología, incluyendo "*Handbuch der Paläontologie*" y "*Grundzüge der Paläontologie*".

Jazmín Santillan (2011) menciona que la idea que tenían era que la existencia de fósiles de caballos en ambos lados del océano Atlántico no podía ser explicada solamente por migración, por lo que plantearon la idea de que los caballos habían evolucionado por separado en dos regiones. Además, Heilprin incluso sugería que la misma especie podría haber evolucionado de manera independiente en diferentes zonas geográficas y en períodos geológicos distintos. (Bowler, 1996, página 375).

Discusión

La distribución disyunta se refiere a cuando las poblaciones están tan alejadas entre sí que el intercambio genético es muy limitado o nulo. Como resultado, las diferencias en la composición genética de estas poblaciones pueden dar lugar a especiación incipiente o una estructura genética poblacional significativa. Esto está relacionado con factores como el flujo genético, las distancias de dispersión, la movilidad, el tamaño de los organismos, las barreras geográficas y el tiempo durante el cual las poblaciones han permanecido aisladas (Scoble & Lowe, 2010).

De acuerdo a Mayr (1982) la idea de la dispersión ortodoxia bíblica se fue fragmentando por dos controversias específicas 1) aclarar si las semejanzas entre diferentes especies de la localidad se debían a una misma historia o bien a que se desarrollaban bajo las mismas condiciones ambientales, y 2) resolver si las distribuciones disyuntas se explicaban por creaciones múltiples, por separación secundaria de áreas previamente continuas, o bien por dispersión desde lugares remotos (Bueno, 2003).

Las primeras observaciones de distribución disyunta fueron consideradas un fenómeno de dispersión biológica, el hecho que dos especies relacionadas se encuentran en dos áreas geográficas diferentes y distantes, sin una zona intermedia donde coexistan, manifestaba un problema para explicarse mediante concepciones metafísicas. Si bien los primeros filósofos defendieron la metafísica como una forma legítima de conocimiento sosteniendo que es posible conocer la verdad acerca de la naturaleza del ser y de la realidad a través de la razón y la reflexión, dejaba

“huecos” que solo a partir de la evidencia empírica podrían llenarse y este patrón de disyunción fue uno de ellos. De acuerdo a Kant (Lorenzo, 2009) el hombre no puede renunciar a hacer metafísica, por eso, aunque las disyunciones presentaban serios problemas para la explicación canónica de la dispersión desde un único centro de origen, se recurría a interpretaciones divinas que satisficieran la cuestión.

Agassiz es el claro de ejemplo de esta necesidad: un estudioso del mundo natural en una posición privilegiada con grandes influencias intelectuales, en tiempos donde el paradigma creacionista ya no se encontraba en un auge tan ortodoxo, se inclinó a reinterpretar el *Génesis* a un poligenismo. Esta tendencia sistemática e inconsciente en la forma en que las personas procesan la información pueden afectar la toma de decisiones, la percepción y la interpretación de la información, y pueden conducir a conclusiones inexactas o a la adopción de puntos de vista equivocados. Es importante ser consciente de estos sesgos de confirmación y tratar de limitarlos para tomar decisiones más precisas y objetivas.

Agassiz nunca aceptó la idea de que todos los organismos tienen una estructura básica similar, ni que las especies pueden variar, ni que todos los seres vivos fueron creados de una sola vez. Atribuir diferentes centros de origen no solo resolvía la explicación de la distribución disyunta, sino que situaba cada raza humana con un linaje divino diferente y que no hay un ancestro común para todos los seres humanos. Agassiz creía que los negros y los blancos no podían tener un ancestro común y que cada raza había sido creada por separado. Nuevamente una interpretación que no se basaba en evidencias científicas sino en suposiciones racistas.

Durante el siglo XVIII las disyunciones ya eran un patrón recurrente en las expediciones, sin embargo, antes de examinar la forma en que una especie se distribuye, es importante tener en cuenta que hay varios factores que afectan cómo se define esa área de distribución. Dicha presencia o ausencia de una especie en un área específica está determinada por factores como la biogeografía, la fisiología y la ecología (Maciel, 2015). Aunque en este siglo las conjeturas ya no implicaban la misma solidez que en siglos previos para respaldar argumentos en la distribución de especies, la propia evidencia empírica basada en la observación y experimentación tampoco era suficiente para resolver las disyunciones.

En el paradigma dispersionista de Darwin-Wallace las influencias intelectuales tuvieron un impacto significativo en la formación de criterios y en la aparición de sesgos cognitivos. Con Darwin, por ejemplo, su criterio evolutivo se sitúa desde Jean-Baptiste Lamarck, las ideas de Thomas Malthus sobre la población y la supervivencia del más apto, y las teorías geológicas de Charles Lyell. También estuvo influenciado por los viajes y las observaciones que hizo durante su viaje en el Beagle, así como por las lecturas de trabajos científicos y filosóficos de su época.

Quizá una de las principales influencias en el desarrollo de las concepciones biogeográficas de Darwin fue cuando leyó "*Principles of Geology*" de Lyell durante su viaje a bordo del Beagle, además Alexander von Humboldt, considerado como uno de los precursores de la ecología, fue un gran influyente en el pensamiento de Darwin sobre la diversidad de la vida y la distribución geográfica de las especies. Humboldt, quien viajó extensamente por América del Sur y recopiló una gran cantidad de información sobre la biología y la geografía de la región, compartió sus

observaciones y conclusiones con Darwin. En particular, Humboldt habló de la relación entre el clima, el suelo y la biología de las regiones que visitó, lo que ayudó a Darwin a desarrollar su teoría de la selección natural. Además, Humboldt también ayudó a Darwin a entender mejor cómo los organismos se adaptan a su entorno y cómo las especies se distribuyen geográficamente. Incluso su hermana, Caroline Darwin destacó también la influencia que Humboldt tuvo sobre su pensamiento biogeográfico. Darwin mostró un gran interés por los libros hechos por Humboldt sobre sus viajes (Bribiesca, 2008). En una carta le escribe: *“I thought that in the first part (of this last diary) you had, probably from reading Humboldt so much, you got his phraseology and occasionally made use of a kind of French expressions that he uses, instead of your own much nicer simple style. and direct. I have no doubt that you have incorporated his poetic language into your ideas without realizing it, and because he is a foreigner in him it does not sound artificial”* (Chirino y Yudilevich, 1999, p. 3,4).

Estas influencias intelectuales también formaron los pensamientos biogeográficos de Alfred Russel Wallace. Durante el período comprendido entre 1845 y 1870, la evolución del pensamiento de Wallace se caracterizó principalmente por un cambio en su perspectiva sobre cómo se relacionaban las leyes fundamentales de la naturaleza con la idea de un objetivo final.

Con Wallace no solo Darwin destaca como su principal influencia intelectual, sin embargo, fue Darwin quien consolidó un sesgo en Wallace en la selección natural llevándolo a un radical hiperseleccionismo. En cuanto a la distribución de las especies, si bien difirieron en la premisa de la geología dinámica o geología inmóvil

para explicar las disyunciones por grandes dispersiones, al final optó por apoyar la tesis permanentista de Darwin.

Aunque pudiera parecer una afirmación muy contundente del cambio radical de Wallace al permanentismo de Darwin por influencia intelectual o admiración profesional, también se pudiera poner sobre la mesa un pensamiento pragmático por parte Wallace yéndose a una idea quizá más razonable de la que él abogaba. Las lecturas actuales a interpretaciones pasadas están sujetas a un sesgo de la información a partir de nuestra experiencia propia que puede ser explicada desde diferentes perspectivas científicas y filosóficas. Por ejemplo, según la psicología cognitiva, nuestra mente tiende a procesar la información de manera selectiva y sesgada debido a la influencia de factores cognitivos, emocionales y motivacionales. Estos sesgos cognitivos, como la confirmación, la disponibilidad o el sesgo de retrospectiva, nos llevan a buscar y favorecer información que confirme nuestras creencias existentes y a interpretarla de manera consistente con nuestra perspectiva previa. Por otro lado, desde la perspectiva neurocientífica, se argumenta que nuestras experiencias y conocimientos previos están representados en nuestra estructura neuronal. Esto implica que, al recibir nueva información, nuestro cerebro la interpreta y procesa a través del filtro de nuestras experiencias pasadas, lo que puede llevar a interpretaciones sesgadas.

Conclusión

Este proyecto tuvo como objetivo analizar las interpretaciones de las distribuciones disyuntas de los principales personajes desde los cuatro enfoques: creacionista, extensionista, permanentista y paralelismo. Dichos enfoques prevalecieron en el siglo XIX para explicar las distribuciones disyuntas.

Se concluye que las diferentes interpretaciones sobre la distribución biogeográfica disyunta no solo fueron determinadas principalmente por la evidencia empírica, sino por las influencias intelectuales y teóricas que cada investigador traía consigo. Estas influencias, ya sea en términos de enfoques teóricos, metodologías o simplemente perspectivas previas, jugaron un papel crucial en cómo se interpretaron y explicaron los patrones de distribución de los organismos. A pesar de que la evidencia empírica es esencial para cualquier investigación, se debe tener en cuenta que las interpretaciones de esta evidencia están influenciadas por factores subjetivos y, por lo tanto, es importante ser conscientes de estas influencias y considerarlas cuando se interpretan los resultados.

El hincapié o la especial referencia que se hace a Alfred Russel Wallace es por su interés particular en el estudio de la distribución geográfica de los organismos, donde se puede observar claramente sus diferentes posturas: desde un permanentismo hasta un extensionismo. Sin embargo, Wallace no fue el único en pasar por estas etapas, el mismo Darwin inicialmente mantenía ideas extensionistas, aunque finalmente se adecuó al permanentismo, esto lo podemos

revisar en el *“Desarrollo de las concepciones biogeográficas de Charles Darwin”* de Bribiesca (2008).

La transición de Alfred Russel Wallace del extensionismo al permanentismo que también se vio reflejada en sus trabajos, representa el ajuste de concepciones acorde a las influencias intelectuales.

Si bien el paralelismo no fue una concepción que estuviera presente en Darwin y Wallace, ambos naturalistas ya concebían evidencias que hubieran dado hincapié a formar una hipótesis paralelista de las disyunciones, sin embargo, as interpretaciones de adecuan al momento histórico y la escasas de herramientas para análisis filogenéticos limitaban el salto a hipótesis fuera de su propio contexto.

Independientemente del enfoque, la distribución disyunta fue quizá el patrón de distribución que provocó más controversia en las interpretaciones al requerir una perspectiva integrada de diferentes disciplinas.

Bibliografía

- Agassiz, L. 1850b. Geographical distribution of animals. *Christian Examiner and Religious Miscellany* 48:181-204.
- AGUILAR AGUILAR, R. & R. CONTRERAS MEDINA.. 2001. La distribución de los mamíferos de México: Un enfoque panbiogeográfico, p. 5-6. In: J. LLORENTE BOUSQUETS & J. J. MORRONE, 2001. *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: Teorías, conceptos, métodos y aplicaciones*. México, Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM
- Bowler P. J.1996. *Life`s splendid Drama*. The University of Chicago. E. U. A.. pp.525
- Bueno, A.A. & J. Llorente Bousquets. 2004. *L´evoluzione di un evoluzionista. Alfred Russel Wallace e la geografia della vita*. A cura di Mario Zunino. Torino. Bollati Boringhieri. Italia. 174 p
- Bueno A, Llorente J. *El pensamiento biogeográfico de Alfred Russel Wallace*. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Bogotá, Colombia. 2003. 191 p.
- Buffon GLL de. 1787. *Histoire naturelle*. Imprimerie Royale, Paris.
- Bribiesca, G. 2008. *Desarrollo de las concepciones biogeográficas de Charles Robert Darwin*. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza
- Candolle AP de. 1820. *Essai élémentaire de géographie botanique*. Levrault, Strasbourg.

- Darwin, C. 1859. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. John Murray. Londres. 440 p.
- Espinoza, D; Morrone, J.; Llorente, J. y Flores, O. (2002). *Introducción al Análisis de Patrones en Biogeografía Histórica*. Las Prensas de las Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 133 pp.
- Fichman, M. 1977. Wallace: Zoogeography and the problem of land bridges. *Journal of the History of Biology* 10(1):5-63.
- Grehan, J. 1989. Panbiogeography and conservation science in New Zealand. *New Zealand J. Zool.*, 16: 731-748.
- Jahn, I., R. Lbtery K. Senglaub. 1989. *Historia de la biología. Teorías, métodos, instituciones y biografías breves*. Labor, Barcelona. 780 p.
- Juárez Barrera F, Bueno, Hernández A, Morrone JJ, Barahona Echeverría A, Espinosa D. Reconociendo los patrones espaciales de la biodiversidad durante la Siglo XIX: Las raíces de la biogeografía contemporánea.
- John van Wyhe , ed. 2002-. *La obra completa de Charles Darwin en línea* (<http://darwin-online.org.uk/>)
- Juárez Barrera, Fabiola; Bueno-Hernández Alfredo; Llorente-Bousquets, Jorge Enrique. *El creacionismo de Louis Agassiz y sus concepciones biogeográficas*. Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 2016.
- Kitcher P. *El avance de la ciencia*. Inst. Inv. Filosóficas: Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.; 2001. 578 p.

- Kinch, M.P. 1980. Geographical distribution and the origin of life: The development of early Nineteen-Century British explanation. *Journal of the History of Biology* 13(1):91-119.
- Llorente-Bousquets, J. y Morrone J. (2001). *Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Las Prensas de Ciencias, México, 277 pp.
- Lloyd D, J Wimpenny & a Venables (2010) Alfred Russel Wallace deserves better. *Journal of Biosciences* 35: 339-349.
- Maciel-Mata, Carlos Alberto, Manríquez-Morán, Norma, Octavio-Aguilar, Pablo, & Sánchez-Rojas, Gerardo. (2015). El área de distribución de las especies: revisión del concepto. *Acta universitaria*, 25(2), 03-19
- Morrone, J. (2001). *Sistemática, Biogeografía y Evolución: los patrones de la biodiversidad entiempos-espacio*. Las Prensas de las Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM. México. 124 pp.
- Vicente-Burgoa, Lorenzo. (2009). Límites del conocimiento metafísico, según Kant y Tomás de Aquino. *Tópicos (México)*, (37), 161-202
- Nelson, G. 1978. From Candolle to Croizat: Comments on the history of biogeography. *Jour. Hist. Biol.*, 11(2): 269-305.
- Nelson, G. y N. I. Platnick. 1981. *Systematics and biogeography: Cladistics and vicariance*. Columbia University Press, New York.
- Nelson, G. & N. Platnick. 1984. *Biogeography*. Oxford / Carolina Biology Readers Series (J.J. Head, ed) Carolina Biological Supply Co. Burlington, Carolina del Norte. 16 p.

- Papavero, N., D.M. Teixeira, J. Llorente Bousquets & A. Bueno Hernández. 2004. Historia de la Biogeografía en el periodo preevolutivo. Fondo de Cultura Económica. México. 271 p.
- Pérez-Malvárez C, Bribiesca Escutia G, Bueno Hernández AA. El amazonas y la biogeografía: creacionismo contra transmutacionismo. Acta biol. Colomb. 2018;23(3):225-234
- Simberloff, D. 1983. Biogeography: The unification and maturation of a science. En: A. H. Brush y J. H. Clark, Jr. (eds.), Perspectives in ornithology. Cambridge University Press, Cambridge. P. 411-485
- Stauffer rc, editor. Charles Darwin's Natural Selection. Being the Second Part of his Big Species Book Written from 1856 to 1858. Cambridge: Cambridge University Press; 1975.