

## **Darwin: el hombre y su obra, en relación con el contexto geológico y paleontológico de la época**

**Alberto C. Riccardi**

División Paleozoología Invertebrados, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, e-mail riccardi@fnym.unlp.edu.ar

**RESUMEN.** Hasta Darwin los análisis y explicaciones sobre la estructura física del mundo y de los procesos de la vida se habían desarrollado por vías paralelas. Estas dos tradiciones recién confluyeron en la teoría del origen de las especies de Darwin, en cuya formación fueron fundamentales las ideas, por un lado de Malthus con respecto al efecto limitante del espacio y el alimento en relación al incremento poblacional de los animales y plantas en la naturaleza y por otro, de Lyell sobre la regularidad, durante tiempos prolongados, en la intensidad y velocidad de los procesos geológicos. Ellas dieron contexto explicativo a las observaciones que realizó Darwin durante el viaje del Beagle. En este último Darwin adquirió el entrenamiento que según él le permitió hacer todo lo que hizo en el campo de la ciencia y para el cual la Geología resultó de fundamental importancia. Básicamente debido al razonamiento requerido en esta disciplina, que es imprescindible para hacer inteligible la estructura geológica de una región. Merced a ello pudo resolver el problema del origen de los diferentes tipos de arrecifes, determinar el levantamiento gradual de los Andes, descubrir las relaciones especiales entre los animales y las plantas existentes en las Galápagos y de todos ellos con las vivientes en América del Sur, descubrir en la formación Pampeana grandes animales fósiles cubiertos por corazas similares a las de los armadillos vivientes y observar la forma en que animales estrechamente relacionados se reemplazan unos a otros a medida que se avanza hacia el sur del continente americano. De las críticas iniciales a la Teoría de la Selección Natural, centradas en la ausencia de transiciones entre los grandes grupos de organismos, las causas de la variación orgánica y la aparente carencia del tiempo necesario para que se produjesen las modificaciones que se postulaban, la primera y la última fueron invalidadas posteriormente sobre la base de evidencias paleontológicas y geológicas. La segunda ya había sido resuelta por Gregorio Mendel, en vida de Darwin. El caso de Mendel, al igual que el de Alfred Wallace, en comparación con el de Darwin, es así significativo para el estudio de las características del desarrollo del conocimiento científico. En Darwin sobresale la perseverancia que tuvo para concentrarse en sus objetivos, la amplitud de sus conocimientos e investigaciones, su habilidad para acumular una amplia variedad de datos a través de la observación, experimentos y correspondencia con otros naturalistas, y su capacidad para sintetizar todos estos hechos en un todo coherente. Todo ello sumado a su posicionamiento en el centro del escenario científico de su época y a su relación con un conjunto de destacados naturalistas que apoyaron sus actividades y teoría. La coincidencia en el tiempo de esta propuesta con ideas evolucionistas como las de Herbert Spencer, hicieron que el evolucionismo se impusiese sobre la base de la teoría de la selección natural y bajo el nombre de Darwin. Así Darwin logró convencer al mundo de la existencia de la evolución y transformó la visión existente acerca de nuestro lugar en el Universo. La confluencia posterior de la Teoría de la Selección Natural, la teoría genética de Mendel y las evidencias paleontológicas dieron lugar a la Síntesis Moderna o Teoría Sintética de la Evolución.

**Palabras claves:** *Darwin, Biografía, Geología, Paleontología*

**ABSTRACT.** Until Darwin the analysis and explanations on the World physical structure and on the life processes were developed along two parallel tracks. They merged in Darwin's theory of natural selection, for

which were fundamental the ideas, on one side of Malthus with regard to the limitation imposed by space and food in relation to the increase of animal and plant populations in nature, and on the other of Lyell, on the long regularity in the intensity and velocity of geological processes. These ideas gave an explicative context to the observations recorded by Darwin during the voyage of the Beagle. In this trip Darwin acquired the training on which he could accomplish all he did in science, and for which Geology was important due to the reasoning it requires, basically to make intelligible the structure of any region. Thus, Darwin could offer sound explanations for the origin of coral reefs, the intermittent elevation of the Andes, the singular relations of the animals and plants inhabiting the several island of the Galapagos archipelago, and of all great-fossil animals covered with armour like that of the existing armadillos, and to the manner in which closely allied animals replace one another in proceeding southwards over the South American continent. Of the initial criticisms to the Theory of Natural Selection, centered in the absence of transitional forms between large animal groups, the origin of the organic variation and the apparent lack of the necessary time to produce the proposed changes, the first and last were later disregarded on the basis of paleontological and geological evidences. The second was resolved by Mendel, in Darwin's life time. Circumstances surrounding the relative success of Mendel and Wallace contributions, especially in comparison to that of Darwin, are significant to understand the development of scientific knowledge. Outstanding features in Darwin were his perseverance to concentrate in his goals, the amplitude of his knowledge and research, his foresight of never letting exception pass unnoticed, his industry to gather a wide variety of data through observation, experiment, and exchange of information with other naturalists and his capacity to synthesize all these facts in a coherent whole. All these qualities were favored by his positioning at the center of the scientific scenery of his time and his acquaintance with a number of outstanding naturalists that supported his activities and his theory of natural selection. The coincidence of this theory with Herbert Spencer evolutionist ideas, resulted in the acceptance of evolutionism, but as exposed in the theory of Natural Selection and under Darwin's name. On that basis Darwin could convince the World about the existence of evolution and thus he changed the vision we have of our place in the Universe. The subsequent merging of Theory of Natural Selection, Mendelian genetics and paleontological evidences resulted in the Modern Synthesis or Synthetic Theory of Evolution.

**Key words:** *Darwin, Biography, Geology, Paleontology*

## Introducción

Es evidente que la resultante del accionar de los hombres está condicionada no solo por las características personales de los mismos, sino también por el contexto en el que les toca vivir.

Así la historia de la ciencia demuestra que los científicos realizan descubrimientos siguiendo pautas cuyo orden y complejidad dependen de numerosos factores. Entre los cuales resultan fundamentales la propia capacidad y la formación intelectual, cimentada en gran medida en las lecturas realizadas.

Por otro lado es un hecho demostrado que la ciencia es esencialmente una empresa social y que la comunidad científica, o "Colegio Invisible" que la lleva a cabo, está sujeta en cada época a un clima intelectual determinado, en el cual no son menos importantes que el comportamiento de la comunidad en sí y el conjunto de conocimientos existentes, las influencias filosóficas, históricas, políticas y económicas de la sociedad que la rodea.

Por eso en lugar de mencionar hechos mayormente conocidos de la vida de Darwin, quizás sea conveniente y más importante enfatizar aspectos relacionados con el contexto en el que ella se desarrolló. De esa manera tal vez resulte posible obtener una visión más completa de su carácter y de su obra.

### **Las ideas geológicas y paleontológicas anteriores a Darwin entre los Siglos XVII y XVIII**

En lo que hace a la biología y a la paleontología la figura dominante de esa época (véase Rudwick, 1972), que la Revolución Francesa definió como la Era de la Razón, fue G. Cuvier (1769-1832), quien desde los 25 años se comenzó a desempeñar como Profesor de Anatomía en el Museo de Historia Natural de París.

Los principios teóricos que sustentaban la investigación de Cuvier intentaban explícitamente expresar al mundo orgánico con la precisión y simplicidad lograda por la Física de Newton y la Química de Lavoisier. Su metodología se basaba en la recolección rigurosa de muchos datos y en la búsqueda de las leyes de la naturaleza, supuestamente simples, que subyacerían la gran variedad de fenómenos de la vida natural. Así esta variedad podría ser reducida a un sistema de clasificación con bases racionales.

Los organismos eran vistos como máquinas a las que se trataba de explicar en términos físico-químicos. La extinción era introducida como un fenómeno general de la historia de la vida y las discontinuidades existentes entre las faunas de diferentes estratos, sobre las que se basaron las llamadas "revoluciones" de Cuvier, dieron origen a la utilización de los fósiles en estratigrafía y correlación, al tiempo que las "revoluciones" fueron explicadas, sobre la base de una supuesta regularidad, como un ejemplo más de la invariabilidad de las leyes naturales del sistema newtoniano.

En el mismo espacio y tiempo Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), Profesor de Zoología de Invertebrados del mismo Museo, propuso sus teorías evolucionistas, según las cuales la transformación de las especies no solamente excluía toda posibilidad de extinción sino que se originaba en supuestas tendencias internas dentro de una temporalidad infinita, al tiempo que cada generación recibía caracteres físicos adquiridos por la generación precedente.

La metodología de Cuvier y su marco teórico, en el contexto de los profundos cambios provocados por la Revolución Francesa y las guerras napoleónicas, explican su éxito en la confrontación con las teorías evolucionistas de Lamarck. Pues la transformación de las especies propuesta por Lamarck no respondía a evidencias tangibles y estaba basada en un apriorismo metafísico incompatible con el marco teórico de referencia aceptado por la ciencia de la época.

Igual suerte sufrieron posteriormente las propuestas de Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844), según las cuales, por un lado las posiciones relativas de los órganos eran siempre las mismas en cualquier estado de desarrollo, y por otro la existencia de modificaciones anatómicas se debía a la influencia del medio ambiente. Los ejemplos inadecuados usados por Saint Hilaire para fundamentar sus ideas, entre los que se hallaba una supuesta homología entre los peces y los cefalópodos, fueron fácilmente desacreditados por Cuvier. Todo lo cual significó la postergación de las teorías evolutivas durante las siguientes décadas.

Un tema de vital importancia en todas estas discusiones fue la concepción existente en la época con respecto al tiempo involucrado desde el origen de la Tierra.

Hasta el Siglo 18 todavía se consideraba que la Tierra solamente tenía algunos miles de años de antigüedad, una limitación en la escala temporal que era paralela a la del espacio universal de la cosmología de Ptolomeo e incluso de Copérnico. Dentro de esta concepción, los medios científicos de la época, incluidos los de la Universidad de Cambridge, consideraban validas estimaciones tales como las realizadas por James Ussher en el Siglo 17, basadas en una exégesis literal del Antiguo Testamento, según las cuales la Tierra había sido creada 4004 años antes de Cristo. En esta Tierra de aproximadamente 6000 años de antigüedad pensadores como Descartes y Leibniz no habían encontrado ningún problema en acomodar una historia lineal a partir de una masa incandescente, la cual por enfriamiento progresivo había dado lugar a una corteza formada sucesivamente, por rocas no fosilíferas aflorantes en regiones montañosas, a las que se denominó Primario o Primitivo, por rocas estratificadas fosilíferas aflorantes en montañas bajas y originadas en un océano universal, a las que se denominó Secundario y por depósitos superficiales generalmente no consolidados que fueron denominados "terciario".

Para 1778 esta cronología limitada había sido extendida por Georges-Louis Leclerc de Buffón (1707-1788), en su libro “*Las Épocas de la Naturaleza*”, a 75.000 años. Buffon había concluido, mediante experimentos realizados usando como modelo el tiempo de enfriamiento de cuerpos esféricos de hierro y otros materiales calentados al rojo vivo, que debían haber transcurrido 36.000 años hasta que la temperatura alcanzara valores que permitieran la existencia de vida y otros 39.000 en alcanzar los niveles actuales, separando con esta extensión cronológica la historia de la totalidad de la vida de la historia humana.

Es en este contexto que se conocieron las propuestas realizadas por James Hutton (1726-1797), un médico escocés graduado con una tesis sobre el sistema circulatorio, devenido posteriormente en agricultor, amigo de Adam Smith y de James Watt, conocido también de Erasmus Darwin, abuelo de Charles y uno de los fundadores de la *Royal Society of Edinburgh* (véase Baxter, 2003).

Hutton, en su obra “*Teoría de la Tierra*”, publicada en 1795, expuso sus ideas contrarias a las predominantes en ese entonces, debidas a la escuela “*Neptunista*” liderada por el alemán Abraham Werner (1749-1817), según las cuales las rocas se habrían originado por depositación a partir de un océano universal. Según Hutton los procesos que actúan hoy en día sobre las rocas deben haber actuado también en el pasado y lo harán en el futuro y sobre tal consideró que rocas como el granito y el basalto no se originan en el agua sino a partir de sustancias calientes en estado fluido, posición que luego sería sostenida por la escuela geológica denominada “*Vulcanista*”.

La idea de Hutton de que los cambios ocurridos en la corteza terrestre se deben a los procesos naturales que se observan hoy día lo llevo a suponer la existencia de ciclos de duración indefinida y a afirmar en consecuencia que no se observan en la naturaleza ni vestigios de un origen ni perspectivas de un final. En sus ideas se integraban una concepción de la Tierra acorde, por un lado con el ordenamiento Newtoniano del Universo y con la mecánica de una maquina de vapor como la inventada por su amigo Watt y por otro con ciclos de renovación similares a los provistos por el sistema circulatorio de Harvey. La prueba crucial de que la superficie terrestre fue moldeada por ciclos de erosión, consolidación y levantamiento la halló Hutton en la región de Siccar Point, Escocia, donde la formación de las diferentes rocas del Paleozoico y la discordancia que las separa dan testimonio de los diferentes procesos ocurridos y de los vastos tiempos involucrados en ellos.



**Figura 1.** James Hutton (1726 – 1797)

Cabe mencionar que en sus escritos se encuentra la siguiente afirmación, premonitoria de la propuesta de Darwin sobre la Selección Natural: “en relación con la infinita variedad de los individuos de una especie podemos asegurar que aquellos que se apartan de la construcción mejor

adaptada serán los que tengan la mayor posibilidad de perecer, mientras que aquellos que tengan la mejor constitución para las circunstancias existentes serán los mejor adaptados a sobrevivir y a multiplicar los individuos de su especie”.

La ideas de James Hutton no recibieron adecuada atención, debido quizás al estilo poco claro en el cual fue expuesta, pero fueron rescatadas del olvido por algunos amigos más jóvenes, entre ellos John Playfair (1748-1819) con su obra “*Ilustraciones de la Teoría Huttoniana de la Tierra*”, publicada en 1802, y por James Hall, quien en 1824 mostraría a Charles Lyell la discordancia de Hutton en Escocia. A través de estos fieles y consecuentes amigos las ideas de Hutton pasaron a la siguiente generación, en la cual descollaría Charles Lyell, el geólogo más influyente del Siglo 19, nacido también en Escocia unos pocos meses después de la muerte de Hutton.

Aunque Cuvier no se había ocupado del origen de la especies, sus investigaciones demostraban claramente la existencia de sucesiones de diferentes conjuntos de organismos. Observaciones similares, realizadas al mismo tiempo por William Smith en Inglaterra y en años siguientes por otros geólogos destacados llevaron a reconocer la utilidad de estas faunas sucesivas para caracterizar y correlacionar estratos y sobre tal base construir los primeros mapas geológicos (véase Berry, 1968).

Es en este contexto que Charles Lyell, sobre la base de sus observaciones geológicas tomó como marco teórico explicativo el concepto del gradualismo, el cual expuso en su obra “*Principios de Geología*”, subtitulada “un intento de explicar los cambios que han ocurrido en la superficie de la Tierra por causas operantes en la actualidad”, en la cual aceptaba como básica la uniformidad de la naturaleza, excluía la existencia de agentes supranaturales y establecía la autonomía de la ciencia. El gradualismo de Lyell sin embargo comprendía dos principios diferentes: el del *Actualismo*, según el cual los procesos que actuaron en el pasado son los mismos que actúan en el presente, y el de la *Uniformidad*, según el cual la intensidad y velocidad de los procesos actuantes durante la historia de la Tierra no han variado a través del tiempo. Hoy en día sabemos que el primero es una expresión de dos principios generales de la Ciencia, el de Legalidad y el de Simplicidad, y que el segundo es falso.



**Figura 2.** Charles Lyell (1797 – 1875)

Esta visión sobre la intensidad y velocidad de los procesos geológicos implicaba un modelo de regularidad durante tiempos prolongados, según el cual el mundo se hallaba en equilibrio y la escala y el carácter de los procesos geológicos no habían diferido de los actuales. Según Lyell el mundo físico y el orgánico se hallaban en un estado de estabilidad dinámica. No había progresión de la vida

y la aparente evidencia en tal sentido era simplemente una ilusión debida a la imperfección del registro fósil.

Hasta aquí las tradiciones explicativas se habían desarrollado en dos vías paralelas, por un lado en el análisis de la estructura física del mundo y por otro en el estudio de los procesos de la vida. Estas dos tradiciones recién confluirían en la teoría del origen de las especies, que sería propuesta por C. Darwin, en cuya formación las ideas de Lyell fueron, como veremos, de fundamental importancia, por más que las ideas de Darwin resultaran finalmente, en el campo de lo orgánico, en un rechazo a la visión más extrema del gradualismo de Lyell, visión que ya en 1830 había sido invalidada por las conclusiones de Louis Agassiz (1807-1873), quien había demostrado que los valles del norte de Europa eran de origen glacial y no se debían a la acción de los ríos que corren por ellos en la actualidad.

### **Vida de Darwin hasta su viaje en el *Beagle***

Carlos Darwin nació el 12 de febrero de 1809 en el seno de una familia con excelentes antecedentes intelectuales que pertenecía a las clases medias altas que habían prosperado con la revolución industrial (F. Darwin, 1892; Berra, 2009). El abuelo Erasmus Darwin (1731-1802) también fue médico y se había interesado además por la filosofía natural y la poesía, publicando en 1794 un libro, "*Zoonomía*", en el cual se ocupó de la fecundación de las plantas y la domesticación de los animales, mientras que en otras obras comentó el mecanismo de la herencia y la selección sexual, incluyendo apreciaciones con un ligero tinte evolucionista.

La vida de Darwin se desarrolló fundamentalmente bajo el reinado de la Reina Victoria, que se extendió de 1837 a 1901. La biología y la geología eran campos de actividad propios de la clase media acomodada, la cual poseía los medios para dedicarse sin apremios a viajar y recorrer el campo, o a residir en él para observar la naturaleza.

Darwin fue enviado por su padre, médico y financista exitoso, a estudiar medicina en Edimburgo, donde durante dos años asistió a clases de Geología y Zoología, hasta que su padre consideró que no hacía progresos y decidió que debía ser clérigo de la Iglesia Episcopal y con tal finalidad lo mandó a estudiar a Cambridge. Allí Darwin estuvo tres años y desarrolló una estrecha amistad con el clérigo y profesor John Stevens Henslow (1796-1861), quien poseía un gran conocimiento en Botánica, Entomología, Química, Mineralogía y Geología y lo incentivó a leer la descripción de Alexander von Humboldt de su viaje a la parte norte de América del Sur, realizado entre 1799 y 1804, y finalmente lo convenció de que debía estudiar Geología. Henslow también le pidió a Adam Sedgwick (1785-1873), un renombrado profesor de geología en Cambridge, también clérigo anglicano, que llevara a Darwin en uno de sus viajes de campo y le enseñara a realizar prospecciones y descripciones geológicas.

Así en Julio de 1831 Darwin estaba, según sus propias palabras, trabajando en geología "como un tigre" y tratando de confeccionar un mapa geológico de Shropshire, tarea que encontró no tan fácil como había esperado.

Finalizados sus estudios en Cambridge en 1831, a los veintidós años, Darwin regresó al hogar paterno. Allí recibió una carta de Henslow en la que le informaba que el Capitán Robert Fitz-Roy (1805-1865) estaba dispuesto a compartir su camarote con algún joven caballero que se ofreciera como voluntario para viajar con él como acompañante y naturalista, pero sin paga, en el viaje que haría el *Beagle* para completar estudios previos realizados en las costas de Patagonia, Tierra del Fuego, Chile, Perú y varias islas del Pacífico. La oferta fue rechazada en un principio siguiendo la opinión paterna, pero aceptada luego de que su tío materno interviniera en su favor.

El *Beagle* dejó Plymouth un 27 de diciembre de 1831, en un viaje que se convertiría en uno de los más famosos e importantes de la historia científica contemporánea (Darwin, 1860; Engel, 1962). Darwin tenía 22 años y llevaba consigo el primer volumen de la obra "*Principios de Geología*" de Lyell, el segundo volumen le llegó durante el viaje y el tercero lo aguardaba en Inglaterra a su regreso. En sus propias palabras esta obra le prestaría excelentes servicios, en un

viaje que “fue por lejos el hecho más importante de su vida y determino toda su carrera posterior”. Su otro libro de cabecera fue el “*Paraíso Perdido*” de Milton.

Entre 1832 y 1834 Darwin visitó numerosos lugares de la Argentina: Punta Alta, cerca de Bahía Blanca, el canal de Beagle y Tierra del Fuego, Las islas Malvinas, Puerto Deseado y San Julián, las barrancas del Paraná hasta Santa Fe, y recorrió a caballo el trayecto entre Carmen de Patagones y Buenos Aires. Entre el 13 de abril y el 4 de mayo de 1834, Fitz Roy, Darwin y parte de la tripulación intentaron remontar en bote el río Santa Cruz hasta sus fuentes, pero fracasaron a solo pocos kilómetros del lago que le da origen y a la vista de los cerros que lo circundan, que Fitz Roy llamó Hobler y Castillo. Más de cuarenta años después, en 1877, sería el Perito Moreno quien haciendo el mismo recorrido llegaría al lago que llamaría “Argentino”.



**Figura 3.** El “Beagle” en Santa Cruz

En estos recorridos Darwin realizó numerosas observaciones geológicas, describiendo las diferentes unidades litológicas halladas. Asimismo describió las características y discutió el origen de los denominados “rodados patagónicos”, efectuó aportes sobre la constitución de las unidades terciarias aflorantes en las costas y coleccionó fósiles que a su regreso a Gran Bretaña serían descritos por autores como Sowerby, Forbes y Owen.

Los principios expuestos por Lyell fueron corroborados por Darwin en el sur de Chile, donde pudo observar evidencias de la elevación gradual de la costa y de los Andes en la presencia de restos de invertebrados marinos decenas de metros por arriba del nivel actual, hecho corroborado durante el terremoto de febrero 1835, que lo sorprendió en la Bahía de Concepción.

A fines de marzo de 1835 estando en Santiago de Chile, Darwin cruzó la Cordillera a lomo de mula y visitó Mendoza. En este recorrido, en el que pasó por Puente del Inca, Uspallata y Villavicencio, confeccionó un perfil geológico de la región y documentó la presencia de un bosque petrificado de araucarias.

El 27 de abril de 1835 el *Beagle* dejó Valparaíso y se dirigió a las costas del norte de Chile y el Perú y en septiembre del mismo año alcanzó el archipiélago de las Galápagos, donde Darwin realizó observaciones y colecciones que luego resultarían fundamentales para su teoría de la selección natural. Allí observó la presencia de gran variedad de lagartos y tortugas de gran tamaño y reconoció una familia de aves compuesta por una serie de especies, con variaciones en sus picos, adaptadas a diferentes dietas y habitats.

De las Galápagos el *Beagle* cruzó el Pacífico en dirección a Nueva Zelanda y Australia y luego se dirigió al Índico donde en la isla de Cocos (o Keeling), ubicada al noroeste de Perth, Australia, Darwin realizó una serie de observaciones que le servirían para desarrollar su teoría sobre el origen de los arrecifes.

Darwin consideró que los atolones constituían la última etapa de un proceso que comenzaba con la formación de un arrecife sobre la costa de una isla que podía o no ser volcánica.

Posteriormente, con la subsidencia progresiva de la isla, el arrecife costero se convertía primero en un arrecife de barrera y finalmente, con el hundimiento total de la isla, en un atolón.

El *Beagle* regresaría a Inglaterra el 22 de octubre de 1836, completando la circunnavegación al globo, casi cinco años después de su partida. De esos años, tres fueron dedicados a recorrer la parte austral de América del Sur.

### **La Teoría de la Selección Natural y el contexto en el cual fue propuesta**

Según la visión de Darwin, las grandes satisfacciones que obtuvo de este viaje fueron, el resolver el problema de las islas con arrecifes, determinar la estructura geológica de ciertas islas y el descubrir las relaciones especiales entre los animales y las plantas existentes en las Galápagos y de todos ellos con las vivientes en América del Sur. Según su hijo Francis, Darwin siempre decía que nada la había producido más placer que la geología de América del Sur.

En lo que hace a la incidencia del viaje en su Teoría de la Selección Natural, Darwin considero importante la impresión que le produjo el descubrimiento en la formación Pampeana de grandes animales fósiles cubiertos por corazas similares a las de los armadillos vivientes; la forma en que animales estrechamente relacionados se reemplazan unos a otros a medida que se avanza hacia el sur del continente, y finalmente el carácter de la fauna de las islas Galápagos, especialmente por la forma en que tienden a tener pequeñas diferencias en cada una de las islas, por más que las islas no parecían ser muy antiguas desde el punto de vista geológico.

Al regresar a Inglaterra Darwin fue precedido por las descripciones de sus observaciones, fundamentalmente geológicas en las que había aplicado los principios expuestos por Lyell en su obra "*Principios de Geología*". Ya próximo al fin del viaje, su antiguo profesor Sedgwick adelantaba, sobre la base de los informes enviados por Darwin, que éste llegaría a ubicarse entre los más importantes científicos de la época.

No es de extrañar entonces que a su regreso a Londres Darwin hiciera amistad con Lyell, entonces Presidente de la Sociedad Geológica de Londres, a la que fue inmediatamente incorporado y en la que presentó en enero de 1837 su primera conferencia sobre la elevación de las costas de Chile. Además de la amistad de Lyell, Darwin se enriqueció con la del destacado botánico Joseph Dalton Hooker (1817-1911), la cual también se convertiría en íntima con el correr del tiempo.

En los años siguientes a su viaje Darwin publicó una serie de libros de carácter geológico. En 1842 su descripción de la estructura y distribución de los arrecifes coralinos y en 1846 sus observaciones geológicas sobre las islas volcánicas y partes de Sudamérica.

El prestigio y vinculaciones adquiridos por Darwin hasta ese entonces serían la base sobre la cual se proyectaría su Teoría de la Selección Natural, los primeros esbozos de la cual se remontaban a julio de 1837, cuando comenzó su primer libreta de notas sobre el tema. Su trabajo se caracterizó, según sus propias palabras, en principios baconianos, sin ninguna teoría, coleccionando datos en gran escala. Su idea era seguir el ejemplo de Lyell en geología, coleccionando todos los datos posibles relacionados con la variación de las plantas y animales, tanto en estado natural como doméstico. Tardó unos dos o tres años en llegar a la conclusión de que las especies eran mutables y que la selección era la clave del éxito humano en producir razas útiles de animales y plantas.

En este inferencia jugo un papel central la lectura que Darwin efectuara en 1838, como pasatiempo, del "*Ensayo sobre el principio de la Población*" del economista Thomas Malthus (1766-1834). Allí le llamo la atención la afirmación de que la población humana crece mucho más rápidamente que los recursos disponibles para sus necesidades. Aquí es de destacar que aunque la publicación de Malthus, realizada en 1798, es fundamentalmente un ensayo de tipo socio-económico hay en los primeros capítulos una referencia explícita al efecto limitante del espacio y el alimento con respecto al incremento poblacional de los animales en la naturaleza (Malthus, 1798). De allí dedujo Darwin que en tales circunstancias las variaciones favorecidas tenderían a preservarse y las menos favorecidas serían destruidas, resultando en la formación de nuevas

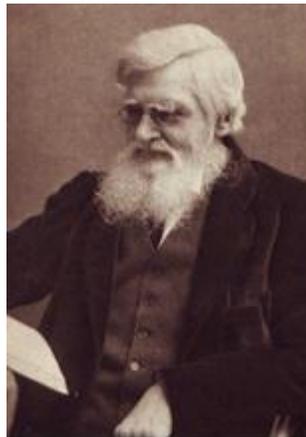
especies. Diría Darwin en su *Autobiografía*: “Así al final tenía una teoría por la cual trabajar” (F. Darwin, 1892).

Sin embargo pasarían otros cuatro años para que redactase treinta y cinco páginas sobre el tema, y otros dos hasta que en 1844 pudo completar un total de 230 páginas escritas, con lo cual consideró terminado el bosquejo de su teoría sobre las especies. El manuscrito fue guardado junto con una suma de dinero e instrucciones para su esposa, para que fuese publicado en el caso de que muriese, con la recomendación de que Lyell y Hooker fuesen los encargados de editarlo.

Mientras tanto se dedicó a realizar un estudio sistemático sobre los cirripedios vivientes y fósiles, que cimentarían su prestigio como conocedor de problemas relacionados con variaciones intra- e inter-específicas. Aunque su monografía sobre este tema fue publicada en 1851 y 1854, para 1856 todavía dudaba, en cartas a Hooker y Lyell, si era oportuno seguir el consejo de Lyell y publicar aunque más no fuese una síntesis de sus ideas sobre el origen de las especies. Este consejo de Lyell se había originado en una publicación efectuada en 1855 por Alfred Russell Wallace (1823-1913), en la que se adelantaban conclusiones similares a las de Darwin. El problema residía en que Darwin no era proclive a escribir una obra corta, pues le preocupaba dejar de lado todos los datos y referencias bibliográficas que apoyaban sus conclusiones. Incluso en 1857 le escribía al mismo Wallace, sobre este tema haciendo referencia a su natural lentitud para redactar y a principios de 1858 decía que trataría de escribir un libro tan perfecto como fuera posible y que todavía pasarían como mínimo dos años hasta que lo terminase.

Pero sus planes de redactar una obra extensa y documentada se vieron alterados cuando el 18 de junio de 1858 recibió una carta de Wallace acompañada por un ensayo de su autoría titulado “*La tendencia de las variedades a diferenciarse indefinidamente del tipo original*”, que contenía exactamente la misma teoría en la que el trabajaba.

Inmediatamente Lyell y Hooker convencieron a Darwin en publicar en 1858 un resumen de sus ideas, conjuntamente con el ensayo de Wallace. Ambos ensayos fueron presentados por Lyell y Hooker, en ausencia de Darwin y Wallace, en la Sociedad Linneana de Londres e inmediatamente publicados en los *Proceedings* de esa institución el 20 de agosto de 1858 (Darwin y Wallace, 1858).



**Figura 4.:** Alfred Russel Wallace (1823 – 1913)

En la opinión de Darwin y de otros autores de la época, la presentación fue tomada en consideración y no recibió ninguna crítica de importancia debido al peso de la autoridad de quienes la hicieron, especialmente de Lyell. Inmediatamente, siguiendo el consejo de Lyell y Hooker, Darwin comenzó a preparar una síntesis más extensa sobre el tema. Finalmente, luego de trece meses de trabajo, el 24 Noviembre de 1859, se publicó “*El Origen de las Especies por medio de la Selección Natural*”, cuya primera edición de 1.250 ejemplares se vendió en un solo día. Para 1876

se habían vendido 16.000 copias en Inglaterra solamente y la obra había sido traducida a varios idiomas, incluido el español.

La obra publicada constaba de 13 capítulos, de los cuales ocho estaban dedicados a la variabilidad de los animales domésticos y salvajes y a discutir la analogía entre selección artificial y natural. Solamente en los cinco capítulos finales se considera la aplicación de esta analogía a las evidencias del registro fósil, a la biogeografía, la anatomía comparada y la embriología.

Como el registro fósil no mostraba evidencias de formas temporalmente intermedias entre especies similares y especialmente entre las clases mayores de organismos, Darwin atribuyó esta evidencia negativa a la imperfección del registro. Este tema fue discutido en detalle en el Capítulo 9 de su obra. Allí se preguntaba Darwin: “¿Por qué cada una de las formaciones geológicas y cada uno de los estratos no están llenos de variedades específicas transicionales?”, y se respondía: “La Geología ciertamente no revela tan fina gradación de la cadena orgánica; y esta es quizás la mas obvia e importante objeción que puede ser presentada contra mi teoría. La explicación se halla, según yo creo, en la extrema imperfección del registro fósil”. Paralelamente Darwin, siguiendo a Lyell, a quien atribuía haberle “regalado el tiempo”, recurrió a un tiempo enormemente vasto para explicar la diferenciación evolutiva de las formas actualmente vivientes. Tras un minucioso análisis de los procesos sedimentarios y erosivos actuantes y de su relación con los espesores existentes, Darwin concluyó para el caso particular de rocas continentales cretácicas que la erosión de las mismas en ciertas localidades había demandado 300 millones de años, con lo cual tal era la antigüedad que, erróneamente, atribuía al Cenozoico.

Tal como había hecho con su discusión sobre el origen de los arrecifes, en su obra sobre el *Origen de las Especies* se reflejan claramente las características principales del estilo de argumentación de Darwin. Un análisis riguroso de todos los datos disponibles, falsación de hipótesis alternativas y fundamentación rigurosa de las propias.

Según Darwin el suceso del libro se debió en parte a su tamaño moderado y a que constituía una síntesis en la que se habían incluido los hechos y conclusiones más importantes. De esta manera la obra por su tamaño, brevedad, estilo y carácter no técnico trascendió el ámbito científico y resultó accesible a otros estamentos cultos de la sociedad.

El mismo Darwin reconoció en tal sentido su deuda con Wallace, pues el ensayo de éste lo llevó a apresurar la publicación de sus ideas. Decía Darwin, que de haber esperado a publicar la obra según sus planes originales la misma habría sido cuatro o cinco veces mas larga y pocos habrían tenido la paciencia de leerla.

Darwin expresó cabalmente además el hecho de que el éxito alcanzado en el ámbito de los naturalistas se debió a que la teoría presentada posibilitó que una gran cantidad de hechos conocidos encontraran en ella su apropiado lugar. Diríamos hoy día que se trataba de una teoría unificadora y con gran poder explicativo, hecho indicativo según Kuhn (1970) del grado de madurez de una disciplina científica.

Su publicación en 1871 de “*El Origen del Hombre y de la Selección en relación al sexo*” fue una consecuencia directa del “*Origen de las Especies*”. Diría Darwin “cuando me convencí de que las especies era mutables no pude evitar considerar que el hombre debía caer bajo la misma ley”, aunque aclaró que en el “*Origen de las Especies* nunca se discute la derivación de ninguna especie en particular”.

A partir de la publicación del “*Origen de las Especies*”, Darwin comenzó a preocuparse por la cabal aceptación de sus ideas. Decía Darwin que ninguna creencia es vivida cabalmente hasta que no es compartida por otros.

La difusión de la Teoría de Darwin y su aceptación se debió, no solo a los hechos señalados por Darwin sino también a la defensa que de ella hicieron personalidades como Hooker y Thomas Huxley en Inglaterra, Asa Gray en Estados Unidos y Haeckel en Alemania. Aquí es de remarcar que Darwin siguió recluido en Down, mientras sus amigos asumían la defensa de su teoría, tal como lo hizo Huxley en la reunión de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia, presidida por

Henslow y realizada en Oxford el 30 de junio de 1860 ante un público que se estimó en casi 1.000 personas, donde se ganó el mote de “el perro guardián de Darwin”.

Es interesante señalar que Huxley a partir de 1852 había mantenido con Herbert Spencer (1820-1863), un evolucionista convencido, numerosas discusiones, oponiéndose a la idea sobre la base de la insuficiencia de las evidencias y de lo inadecuado de las causas propuestas. Spencer a su vez, influido también por Malthus, había publicado en 1852 su “*Teoría de la Población*” en la que acuñó la famosa frase de “que la lucha por la existencia conduce a la supervivencia de los más aptos”. A partir de allí Spencer aplicaría la idea de evolución a todos los campos de la ciencia. Su obra “*Primeros Principios*” publicada en 1862, fue junto con “*El Origen de las Especies*”, tal como lo ha señalado Durant (1957), el centro de una gran batalla en la cual Huxley, que también se había hecho amigo de Spencer, figuró como generalísimo de las fuerzas del darwinismo.

Sin embargo otros científicos no aceptaron la teoría de buen grado. Tal el caso de su antiguo profesor de geología Sedgwick, cuyos comentarios incluidos en una carta de fines de 1859, deben haber sido dolorosos para Darwin considerando la fuerte impresión que aquel le había causado en su juventud.



**Figura 5.** Thomas Henry Huxley (1825-1895)

La correspondencia de los años siguientes muestra claramente que Darwin siguió en detalle todo el debate posterior llegando incluso a realizar listas de los adherentes agrupados por especialidad o a buscar los antecedentes de quienes sostenían haber propuesto la misma teoría con anterioridad a él. Se puede decir que Darwin no participó públicamente de ese debate, ni en persona ni mediante publicaciones. Incluso reconoció que no habría sido capaz de sostener las discusiones públicas que habían mantenido Huxley y Hooker. Sin embargo Darwin hizo su propia defensa de dos modos diferentes, por un lado a través de los comentarios y análisis de diferente tipo que enviaba a quienes asumían su defensa pública y por otro introduciendo las modificaciones que consideraba necesarias en las seis ediciones que se publicaron de su obra entre 1859 y 1872. Así la expresión “supervivencia de los más aptos”, debida a Herbert Spencer, que no figuró en la primera edición, fue incluida en las posteriores.

Luego de la publicación del *Origen de las Especies*, Darwin mencionaba que muchas veces sus ideas habían sido mal interpretadas, rechazadas con enojo y ridiculizadas, pero consideraba que ello había sido hecho de buena fe. Ante estos hechos se alegraba de haber seguido el consejo de Lyell de no entrar en controversias, las que, en su opinión, raramente producían algo bueno y solamente significaban una miserable pérdida de moderación y de tiempo. Pese a ello sostenía que

tenía el coraje de expresar sus opiniones en todo tipo de cuestiones y disfrutaba de las discusiones científicas con Lyell y Hooker.

Aquí cabe señalar el hecho llamativo de que la palabra “evolución” no figura ni en “*El Origen de las Especies*” ni en “*El Origen del Hombre*”, pese a que es obvio que Darwin conocía la palabra. La primera referencia de Darwin al “Principio de la Evolución”, recién se halla en la última edición de “*El Origen de las Especies*”. La ausencia inicial del término probablemente se debió a que en la época en que Darwin elaboraba su propia doctrina sobre el origen de las especies, el mismo ya estaba en uso para expresar algo totalmente distinto a lo que Darwin tenía *in mente*.

Es evidente que la palabra “evolución” había ido cambiado su significado a través del tiempo, a partir de su sentido literal como desarrollo de algo dado, hasta llegar a las propuestas de Spencer, pasando por Lamarck, y que para Darwin tales ideas resultaban inaceptables.

Para Spencer la evolución era una doctrina filosófica universal, de la cual la evolución biológica era solamente una parte. Por ello, en la medida que el término fue reducido a la evolución orgánica, Spencer se opuso enfáticamente, al igual que se opuso a que la evolución orgánica fuese restringida a la selección natural, pues ésta, en su opinión, solamente representaba uno de los mecanismos posibles. Para Spencer, que aceptaba la teoría lamarckiana de la herencia de los caracteres adquiridos, la eventual refutación de la selección natural no hubiera afectado la teoría de la evolución orgánica.

Así, paradójicamente, el evolucionismo se fue imponiendo vinculado a la teoría de la selección natural y bajo el nombre de Darwin y la representación colectiva del Darwinismo se constituyó en una mezcla entre una doctrina filosófica y una teoría científica, con la generalización de la primera y la capacidad demostrativa de la segunda, a lo que se sumaron intereses parciales de todo tipo (véase Gilson, 1978).

### **Problemas sin respuestas inmediatas**

En el campo científico subsistían sin embargo varios problemas, pues pese a que resultaba evidente la existencia de una progresión de la vida a través del tiempo geológico, no había evidencias tangibles en el registro fósil que mostrasen la existencia de formas transicionales entre las grandes clases de organismos. Las explicaciones usuales recurrían a una temporalidad enorme para las etapas iniciales de la Tierra durante las cuales se habrían diferenciado los distintos grupos de organismos, a las que se superponía la imperfección del registro que debía representar dicha etapas. No obstante también se consideraba que nuevos descubrimientos cubrirían en parte muchos de los vacíos existentes. Es en este contexto que se produjo, en 1861, un famoso hallazgo de restos fósiles en el Jurásico superior del sur de Alemania, uno de ellos perteneciente a la especie que fue denominada *Archaeopteryx lithographica*, con características esqueléticas reptilianas asociadas con plumas de ave, y el otro correspondiente a un reptil de pequeño tamaño con características esqueléticas propias de un ave. Estas evidencias fueron usadas por Huxley en 1868 para demostrar la existencia de formas transicionales entre dos grandes grupos de organismos, los reptiles y las aves.

Hubo sin embargo en vida de Darwin dos argumentaciones científicas que solamente serían resueltas después de su muerte. Una de ellas provino del campo de la física y se debió a William Thomson (1824-1907), más conocido como Lord Kelvin, quien en la década de 1860, al reconsiderar los cálculos que había hecho el matemático Jean Fourier a principios del Siglo 19 sobre el gradiente térmico de la Tierra a la luz de las leyes de la termodinámica, y asumiendo que la Tierra se había enfriado paulatinamente a partir de su estado inicial, llegó a la conclusión de que el tiempo transcurrido desde la solidificación de la corteza era de 98 millones de años (véase Rudwick, 1972; Gribbin, 2000).

Las conclusiones de Lord Kelvin, producidas en otro contexto, originadas en una de las disciplinas científicas básicas y arropadas en una rigurosa demostración matemática, pusieron en problemas a la suposición adoptada por Darwin con respecto al enorme tiempo requerido para la

diferenciación de todos los grupos vivientes. Esta crítica se vería refutada entre 1896 y 1903, cuando Becquerel descubrió la radioactividad del Uranio y Pierre y Marie Curie demostraron que el Uranio mantiene una temperatura mayor que el medio que lo rodea. Todo lo cual sirvió de base para demostrar, por un lado que la pérdida de calor de la superficie terrestre ha sido más o menos la misma por mucho tiempo y por otro que la edad de la Tierra estimada mediante el decaimiento de elementos radioactivos, es de 4.540 Ma. Diría el físico neocelandés Ernest Rutherford en 1903: “El descubrimiento de los elementos radioactivos... incrementa el límite posible de la duración de la vida sobre el planeta, y permite la extensión del tiempo que los geólogos y biólogos consideran necesaria para el proceso evolutivo”.

El otro cuestionamiento de importancia a la teoría de Darwin se relaciona con un problema fundamental, i.e. su desconocimiento de las causas de la variación heredada, lo cual llevó a Darwin, en ciertos momentos, a aceptar la idea lamarckiana de la herencia de caracteres adquiridos. Pero el aspecto central es que Darwin propuso una teoría de la herencia en la que consideraba que la naturaleza intermedia de los híbridos era la resultante de una mezcla de fluidos de los progenitores. Esta suposición fue criticada, en vida de Darwin, por el físico e ingeniero Fleeming Jenkin, quien en 1867 demostró matemáticamente que la mezcla hereditaria haría inviable la selección natural. Una crítica para la que Darwin no tuvo respuesta por más que, como se verá más abajo, ésta ya la había dado Gregorio Mendel en 1865.

### Darwin y Wallace

Resulta interesante desde el punto de vista de la historia del conocimiento científico observar la diferente trascendencia que tuvieron para la posteridad los aportes de Darwin y Wallace. Así el hecho de que la teoría de la selección natural fue propuesta independientemente por Alfred Russel Wallace, resulta poco conocido fuera de los ámbitos académicos. Esto ejemplifica de alguna manera la importancia que determinadas circunstancias tienen en la historia del desarrollo del conocimiento científico.

Wallace era catorce años más joven que Darwin y provenía de una familia de escasos recursos, por lo que tuvo que ganarse la vida en el interior de Inglaterra (véase Bronowsky, 1973). Se dedicó a trabajos de medición de tierras que no requerían educación universitaria y durante la vida al aire libre se comenzó a interesar por las plantas y los insectos. A los veinticinco años decidió convertirse en naturalista y mantenerse con la venta de ejemplares coleccionados en ultramar. Así en 1848 viajó a América del Sur y remontó el Amazonas hasta Manaos. Su viaje por la jungla del Amazonas lo llevó a plantearse el origen de la variedad de los organismos que lo rodeaban. Después de cuatro años decidió regresar, pero el barco en el que viajaba se incendió con lo cual perdió todas las colecciones. A pesar de tantas adversidades viajó al archipiélago malayo en 1854, donde durante ocho años coleccionó ejemplares para vender en Inglaterra. Para ese entonces Wallace ya estaba convencido de que las especies no son inmutables y en 1855 publicó un ensayo titulado “*Sobre la Ley que ha regulado la Introducción de Nuevas Especies*”. Este artículo llegó a manos de Lyell quien se lo mostró a Darwin, pues tenía semejanzas con los bosquejos inéditos de Darwin de 1832 y 1844. Lyell urgió a Darwin a publicar un resumen de sus ideas pero Darwin seguía pensando en publicar una obra mucho más larga y documentada.

Finalmente en febrero de 1858 estando Wallace en una pequeña isla de las Molucas, entre Nueva Guinea y Borneo, en una noche en la que sufría de una fiebre intermitente, recordó el libro de Malthus y, al igual que Darwin muchos años antes, llegó a la conclusión de que las variaciones mejor adaptadas son las que sobreviven.

Inmediatamente escribió sus ideas en un ensayo que tituló “*Sobre la tendencia de las Variedades a diferenciarse indefinidamente del tipo original*” y se las envió a Darwin, con quien había mantenido alguna correspondencia sobre su anterior ensayo. El mismo día que Darwin lo recibió le escribió a Lyell: “¡Nunca vi una coincidencia más remarcable; si Wallace hubiera visto el bosquejo de mi manuscrito escrito en 1842, no podría haber hecho un resumen mejor!”.

Wallace, que siguió en contacto con Darwin, diría muchos años después, en 1887. “Yo tenía la idea de trabajar en el tema al regresar a Inglaterra, pero no imaginaba que Darwin se había anticipado de tal forma. Puedo decir ahora que me alegra que haya sido así, porque yo no tengo el amor al trabajo, a los experimentos y al detalle que eran tan destacados en Darwin, y sin los cuales cualquier cosa que hubiera escrito no hubiese convencido al mundo”.

### **Darwin y Mendel**

Hay otro hecho vinculado a Darwin que merece ser mencionado por su trascendencia desde el punto de vista de la historia de la evolución del conocimiento científico. El mismo se vincula con la falencia, ya mencionada, que presentaba la Teoría de original de Darwin en lo que hace al origen de la variación. Falencia que había sido remarcada por Jenkin en 1865 y para la cual Darwin no tuvo respuesta.

Como ya se señaló la respuesta la había dado Gregorio Mendel en un trabajo de 44 paginas publicado en 1866 en las Actas de la Sociedad de Historia Natural de Brunn (Mendel, 1866; Kříženecký, 1965), Moravia, entonces parte del imperio austro-húngaro y hoy parte de la República Checa.

Mendel era hijo de un granjero que se crió en la pobreza y obtuvo alguna educación al hacerse monje. Para ello fue enviado por su Abad a la Universidad de Viena para estudiar de maestro. Sus profesores consideraron que carecía de perspicacia y claridad de conocimientos, por lo cual volvió al Monasterio de Brunn. Allí este monje-granjero se dedicó a experimentar con plantas de arvejas, tema en el que trabajó durante 8 años.

El trabajo que finalmente publicó ha sido calificado de sorprendente (véase Bronowsky, 1973), no solamente porque es prácticamente increíble que Mendel lo haya concebido sin saber cuál era el resultado que iba a obtener, sino por el número significativamente exacto de los caracteres elegidos, el simbolismo algebraico y la estadística usados y por la claridad con que está escrito. Este trabajo, que es la base de la genética moderna, no solamente pasó desapercibido para Darwin sino para toda la comunidad científica y solamente sería redescubierto 34 años más tarde, a principios del Siglo XX. Todo ello pese a que Mendel trató de dar difusión a su trabajo enviándolo a numerosas universidades. Hoy día diríamos que la revista en la que fue publicado no tenía un índice de impacto adecuado por lo cual el trabajo no merecía ser leído.

Resta señalar que Mendel debió conocer la obra de Darwin pues tenía en su biblioteca una traducción al alemán, publicada en 1863. En lo que hace a la evolución, en la introducción de su trabajo Mendel señalaba que se había embarcado en ese proyecto porque era la única forma de obtener respuestas a un problema que consideraba de esencial importancia para la evolución de las formas orgánicas. Sin embargo, en pleno auge evolucionista la comunidad científica no alcanzó a comprender el trabajo de Mendel. Como alguien señaló, pocas veces se ha visto una incompreensión tan grande por parte de la comunidad científica dominante con respecto a un descubrimiento científico trascendental.

### **La “Síntesis Moderna”**

En la primera mitad de siglo XX la combinación de la Teoría de la Selección Natural de Darwin con la teoría genética desarrollada a partir de los experimentos de Mendel fue paulatinamente dando lugar a lo que Julián Huxley, nieto de gran amigo de Darwin, denominó “Síntesis Moderna de la Evolución” (Huxley, 1942; véase Simpson, 1949, 1953; Mayr, 1963), a la que también se ha aplicado la denominación de Teoría Sintética de la Evolución.

Esta teoría, en la que el aporte de la Paleontología se ha evidenciado en una reconstrucción histórica de detalle variable que ha servido para documentar modificaciones y tendencias evolutivas de gran escala, combina la variabilidad hereditaria debida fundamentalmente a las replicaciones y mutaciones del ADN – o sea mediante saltos y discontinuidades ajenos a la continuidad propuesta

por el darwinismo original – y la acción de la selección natural. Así cada bifurcación en el árbol de la vida se considera el resultado fortuito de una mutación dada y de las condiciones ambientales, en las que éstas dan oportunidad a aquellas de originar cambios viables. Esto ha llevado a sostener que los fenómenos comprendidos son productos accidentales del azar.

Es evidente sin embargo que el azar no implica un número ilimitado de posibilidades. Simplemente significa que la elección entre posibilidades existentes esta regida estrictamente por sus probabilidades. De donde se concluye que el azar no excluye que resulte inevitable una limitada cantidad de posibilidades.

Lo expuesto debe ser considerado en relación con la distinción existente entre micro- y macroevolución (véase DeDuve, 2004). La primera, que también ha sido denominada evolución horizontal, involucra cambios genéticos menores que no modifican de manera básica el plan corporal de los organismos. Se trata de variaciones sobre un mismo tema, donde pequeños grupos aislados pueden desarrollar rasgos particulares en relación con variaciones ambientales, tal como lo ejemplifican los pinzones de las Galápagos. En definitiva la microevolución produce biodiversidad.

La macroevolución, también llamada evolución vertical, comprende en cambio modificaciones genéticas más raras y exigentes que han llevado a reorganizaciones más importantes del plan corporal, lo cual en muchos casos implica un aumento de complejidad. De forma tal que la cantidad de genes que probablemente se vean envueltos en la evolución se ve progresivamente reducida a un conjunto de “supergenés” y el número de cambios posibles de estos genes, compatibles con la continuación de la evolución, es menor, puesto que la forma mutante debe ser viable y capaz de producir suficiente progenie bajo las condiciones dominantes, si es que ha de ser conservada por la selección natural.

Esto significa que, de acuerdo con la estructura misma del genoma, hay una mayor limitación de posibilidades en la evolución vertical que en la horizontal y que en el primer caso ello se incrementa con la complejidad.

Tal vez este tema deba verse a la luz del hecho, comprobado por los físicos, de que si cualquiera de las cuatro constantes atómicas fundamentales, que definen las interacciones fuerte, débil, electromagnética y gravitatoria, hubiera tenido valores ligeramente distintos de los que tienen, nuestro universo podría no haber tenido las condiciones materiales necesarias para que la vida surgiera, subsistiera y evolucionara.

Así surge, que el alto grado de ordenamiento (entropía negativa) de la vida ha sido condicionado en última instancia en procesos de orden cósmico. De esta manera, dadas las condiciones de nuestro planeta, tales como la gravedad, la composición de la litosfera, hidrosfera y atmósfera, la temperatura y disposiciones de materiales y energía, la vida solamente pudo evolucionar en un limitado número de direcciones y formas, en las cuales mediante nuevas variaciones, se abrió el camino a la utilización óptima de las posibilidades existentes (cf. Riccardi, 2008).

### **La personalidad de Darwin**

Finalmente resulta oportuno destacar algunas de las características de la personalidad de Darwin. En tal sentido su *Autobiografía* y correspondencia (F. Darwin, 1892) ofrecen la posibilidad de pasar revista a sus aspectos más sobresalientes a lo largo de su vida.

En lo que hace a su infancia Darwin se describió a sí mismo como poseedor de ciertas cualidades prometedoras, tales como sus fuertes y diversificados intereses, el empeño que ponía en todo aquello que le interesara y su gran placer en entender cualquier tema o materia compleja.

Sus estudios de medicina en Edimburgo, sin embargo, no fueron exitosos. Las clases de Geología y Zoología le resultaron tan aburridas que decidió que nunca más en su vida leería un libro de Geología. Debido a ello cuando fue a Cambridge nunca fue a las clases de Sedgwick, de lo que se lamentaría después, por considerar que si lo hubiera hecho probablemente se habría convertido en geólogo desde un principio.

Durante el viaje del *Beagle* la necesidad de orden en el limitado espacio disponible fomentó en Darwin sus hábitos metódicos de trabajo y la importancia de tomar en cuenta los minutos para poder ahorrar tiempo. Según Darwin los estudios realizados en el viaje no tuvieron tanta importancia como el que adquiriera el hábito de trabajar con energía y concentración en lo que tuviera que hacer. Todo lo que pensaba y leía era relacionado directamente con lo que veía o estaba por ver. De forma tal que al final de su vida consideraba que este entrenamiento fue el que le permitió hacer todo lo que hizo en el campo de la ciencia.

Durante el viaje la Geología le resultó muy importante debido al razonamiento que implica. Decía Darwin: cuando se examina una región por primera vez nada parece mas desesperanzador que el caos de las rocas, pero al registrar la estratificación y la naturaleza de las rocas y fósiles en muchos lugares, razonando e infiriendo qué se encontrará en otros lugares, se comienza a hacer la luz sobre la región y la estructura de todo el conjunto se hace mas inteligible.

Darwin había contraído matrimonio el 29 de enero de 1839 con su prima Emma Wedgwood (1808-1896), una mujer de fortuna y excelente instrucción que dedicó su vida a atenderlo, pues requería una especial atención en razón de su trabajo y de la enfermedad que lo comenzó a aquejar en esos años y que lo acompañaría el resto de su vida. Darwin tenía 29 años y Emma treinta. A fines de 1839 nació el primero de sus diez hijos, seis varones y cuatro mujeres, de los cuales siete llegarían a la adultez.

En 1842 Darwin envió a los editores su libro sobre los arrecifes de coral (Darwin, 1842) y en Septiembre del mismo año la familia se mudó a Down House, en el pueblo de Downe en Kent, 25 km al sur de Londres. Allí viviría Darwin hasta su muerte en 1882, salvo por ocasionales salidas a establecimientos de “curas de agua”. Darwin en su autobiografía, señala que durante esos 40 años su principal alegría y actividad fue el trabajo científico, por lo que no había nada que mencionar salvo la publicación de sus libros.

En 1851 y 1854 publicó los dos volúmenes de su estudio sobre los cirripedios, en 1859 el *Origen de las Especies por medio de la selección natural*, en 1862 la “*Fertilización de las orquídeas*”, en 1868 su libro sobre la “*Variación de los Animales y Plantas domesticados*”, en 1871 “*El Origen del Hombre y de la selección en relación al sexo*”, en 1872 “*La expresión de las emociones en los animales y en el hombre*”, en 1875 las “*Plantas insectívoras*”, en 1876 “*Los efectos de la fecundación cruzada y de la autofecundación en las plantas*”, en 1877 “*Las diferentes formas de las flores y las plantas de la misma especie*”, en 1880 el “*Poder de movimiento de las plantas*” y, finalmente, en 1881 un trabajo sobre la acción de las lombrices en la mejora de la calidad del suelo.

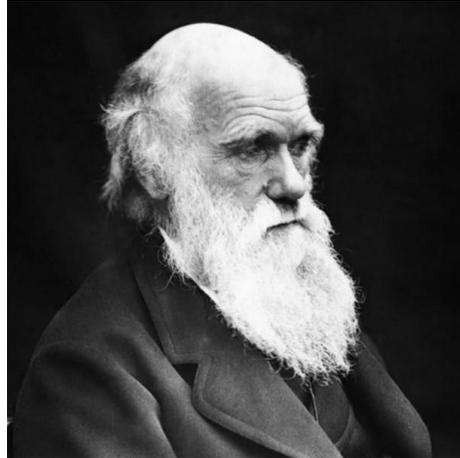
La enfermedad de Darwin, que según él le producía ataques de excitación, palpitaciones en el corazón, temblores violentos y vómitos, nunca fue diagnosticada en su época y ha dado lugar a varias suposiciones. Una de ellas es que Darwin contrajo la enfermedad de Chagas-Mazza en el transcurso de su visita a Mendoza en marzo de 1835. Más concretamente durante una noche que pasó en Lujan de Cuyo. Darwin describe en detalle, “el ataque”, según él, al que fue sometido y el asco que sintió cuando las vinchucas se movían sobre su cuerpo. Otra suposición es que los problemas físicos de Darwin eran de origen psicosomático, debidos al estrés causado por sus ideas. Tal como lo dijo su hijo Francis, durante casi cuarenta años Darwin no tuvo un solo día con la salud de un hombre común, por lo cual su vida fue una larga lucha contra la preocupación y tensión producida por su enfermedad.

Darwin sostenía que había trabajado tanto y tan bien como sus fuerzas y habilidades se lo habían permitido y que no podría haber concretado más de lo que hizo. Esa capacidad de trabajo había corrido en paralelo con su capacidad para observar y coleccionar datos.

En su opinión su éxito como hombre de ciencia se había debido a sus cualidades y condiciones mentales complejas y diversificadas, la mas importantes de las cuales habían sido, el amor a la ciencia, ilimitada paciencia para tener prolongadas reflexiones sobre cualquier tema, laboriosidad para observar y coleccionar hechos, una buena capacidad inventiva y sentido común.

En lo relativo a la religión Darwin pensaba que se trataba de una cuestión fundamentalmente privada que solo concernía a cada uno y no quería expresarse públicamente en un tema sobre el cual consideraba que no había pensado con suficiente profundidad como para justificar algún tipo de publicidad. Pese a que se definía como un agnóstico sostenía que la Evolución era compatible con la creencia en Dios y que resultaba imposible sostener que el Universo y la humanidad se habían producido al azar.

Durante los cuarenta años que Darwin vivió en Down House la rutina diaria fue siempre la misma y ha sido descrita en detalle por su hijo Francis. Esta regularidad de su vida diaria le resultaba esencial para sentirse bien. En 1846 le escribía a Fitz Roy: “Mi vida es como un reloj y estoy pegado al lugar en el que la terminaré”.



**Figura 6.** Charles Darwin, Foto, Downe

Y tal como lo había previsto murió en Down el 19 de abril de 1882 a los 73 años de edad. Fue enterrado en la Abadía de Westminster, en proximidad a los sitios donde yacen Isaac Newton y su amigo de toda la vida Charles Lyell, ante la presencia de científicos, representantes de numerosos países y de amigos personales, como Hooker, Huxley y Wallace.

### **Consideraciones finales**

Para finalizar cabe destacar que en la vida y obra de Darwin resultan notables la perseverancia que tuvo para concentrarse en sus objetivos, la amplitud de sus conocimientos e investigaciones, su habilidad para acumular una amplia variedad de datos a través de la observación, experimentos y correspondencia con otros naturalistas, y su capacidad para sintetizar todos estos hechos en un todo coherente.

Sobre tal base Darwin logró convencer al mundo de la existencia de la evolución y así transformó la visión existente acerca de nuestro lugar en el Universo.

### **Referencias**

- Baxter, S. 2003. *Revolutions in the Earth. James Hutton and the true age of the world.* Orion Books Ltd. London. 245pp.
- Berra, T.M. 2009. *Darwin, la historia de un hombre extraordinario.* Tusquets Editores. Buenos Aires. 160 pp.
- Berry, W.B. 1968. *Growth of a Prehistoric Time Scale.* W.H. Freeman and Company. San Francisco. 158 pp.

- Bronowsky, J. 1973. *The Ascent of Man*. British Broadcasting Corporation, London. 448 pp.
- Darwin, C. 1842. *The structure and distribution of coral reefs. Being the first part of the geology of the voyage of the Beagle*. Smith, Elder. London.
- Darwin, C. 1846. *Geological observations on the Volcanic Islands and parts of S. America visited during the voyage of H.M.S. Beagle*. 2nd. Edition 1876. London.
- Darwin, C. 1851-1854. *A Monograph of the Sub-Class Cirripedia, with Figures of All the Species*. Vol. 1 (1851): 400 pp., Vol. 2 (1854): 684 pp. Ray Society. London.
- Darwin, C. 1859. *On the Origin of Species by means of Natural Selection or the reservation of Favored Races in the struggle for life*. 1966. A Facsimile of the First Edition with an Introduction by Ernst Mayr. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. 490 pp.
- Darwin, C. 1860. *The Voyage of the Beagle*. 1962. Natural History Library Edition. Doubleday & Co. Inc. New York. 524 pp.
- Darwin, C. 1862. *On the various Contrivances by which British and Foreign Orchids are Fertilized by Insects, and on the Good Effects of Intercrossing*. John Murray. London. 365 pp.
- Darwin, C. 1865. *On the Movements and Habits of Climbing Plants*. *Journal of the Proceedings of the Linnaean Society of London (Bot.)* 9(33-34): 1-118.
- Darwin, C. 1868. *The Variation of Animals and Plants under Domestication*. John Murray. London. Vol. 1: 411 pp., Vol. 2: 486 pp.
- Darwin, C. 1870-1871. *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*. John Murray. London. Vol. 1 (1870), vol. 2 (1871).
- Darwin, C. 1872. *The Expression of Emotions in Man and Animals*. John Murray. London. 374 pp.
- Darwin, C. 1875. *Insectivorous Plants*. John Murray. London. 462 pp.
- Darwin, C. 1876. *The Effects of Cross- and Self-Fertilisation in the Vegetable Kingdom*. John Murray. London. 482 pp.
- Darwin, C. 1877. *The Different Forms of Flowers on Plants of the Same Species*. John Murray. London.
- Darwin, C. 1880. *The Power of Movement in Plants*. John Murray. London. 592 pp.
- Darwin, C. 1881. *The Formation of Vegetable Mould, through the Action of Worms, with Observations on their Habits*. John Murray. London. 326 pp.
- Darwin, C. & Wallace, A.R. 1858. *On the tendency of species to forms varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection*. *Journal of the Linnaean Society (Zool.)* 3: 45-62.
- Darwin, F., ed., 1892. *The Autobiography of Charles Darwin and Selected Letters*. Dover Publications Inc. New York 1958 (Unabridged and unaltered republication of the work first published in 1892). 365 pp.
- DeDuve, Ch., 2004. *La vida en evolución*. Ed. Crítica. Barcelona.
- Durant, W. 1957. *Historia de la Filosofía*. J. Gill ed. Buenos Aires. 643 pp.
- Engel, L. 1962. *Darwin and the Beagle*. En: Darwin, C., 1860. *The Voyage of the Beagle*. Natural History Library Edition: 1962. Doubleday & Co. Inc. New York. pp. IX-XXII.
- Gilson, E. 1978. *De Aristóteles a Darwin (y vuelta)*. Ediciones Universidad de Navarra, S.A. (EUNSA). Barñain, Pamplona, España. pp. 346.
- Gribbin, J. 2000. *El nacimiento del tiempo*. Ed. Paidós. Barcelona. 233 pp.

- Huxley, J.S. 1942. *Evolution, the modern Synthesis*. Allen and Unwin, London. Traducción al castellano: 1965, Editorial Losada. Buenos Aires. 593 pp.
- Kříženecký, J., Ed., 1965. *Fundamenta Genetica*. Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences. Prague. 400 pp.
- Kuhn, T. 1970. *The structure of scientific revolutions*. University Chicago Press. 2nd ed. (traducción al castellano: Fondo de Cultura Económica, México, 1972).
- Malthus, T.R. 1798. *An Essay on the Principle of Population, as it affects the Future Improvement of Society*. J. Johnson, London. The Michigan University Press Edition. Ann Arbor. 1959. 139 pp.
- Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts. Traducción al castellano: 1968, Ediciones Ariel, S.A. Barcelona. 808 pp.
- Mendel, G. 1866. *Versuche über Pflanzhybriden*. Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn, Abhandlungen 4 (1865): 3-47. Reproducido en Kříženecký, J., Ed., 1965. *Fundamenta Genetica*. Publishing House of the Czechoslovak Academy of Sciences, Prague. 15-56 pp.
- Riccardi, A.C. 2008. *Vida en la Tierra*. *Ciencia Hoy* 18(103): 7-21.
- Rudwick, M.J.S. 1972. *The meaning of fossils*. Macdonald and American Elsevier Inc. London & New York. 287 pp.
- Simpson, G.G. 1949. *The meaning of evolution*. Yale University Press. New Haven and London. 364 pp.
- Simpson, G.G. 1953. *The major features of evolution*. Columbia University Press. New York. 434 pp.