

Evidencia y teoría de la EVOLUCIÓN



Godfrey Guillaumin

Darwin encontró evidencia de la evolución biológica –un proceso tan lento que rara vez se percibe en tiempo real– en el registro fósil y en la distribución actual de especies emparentadas, lo que fue posible gracias a los avances en la geología del siglo XIX.

Cada paso importante de la ciencia ha sido una lección de lógica [...] La controversia darwiniana es, en buena parte, una cuestión de lógica.

CHARLES PEIRCE

Introducción

John Herschel (1792-1867), uno de los científicos ingleses más importantes de la primera mitad de siglo XIX, sostenía en una carta a Charles Lyell, en 1836, que “el origen de las especies es el misterio de misterios”. Veintitrés años después, Charles Darwin (1809-1882; Figura 1) publicaba el *Origen de las especies* (1859). El libro, a los ojos de Herschel, no resolvía el misterio de misterios, sino todo lo contrario: era un teoría que se apoyaba en una “ley sin orden ni concierto (*higgledy-piggledy*)” (Hull, 1973). Para Herschel era ininteligible la afirmación de Darwin de que el desarrollo biológico no fuera dirigido por alguna ley que proporcionara orden al desarrollo evolutivo. Darwin, según Herschel, parecía sostener que la evolución se desarrolla ciega y aleatoriamente.

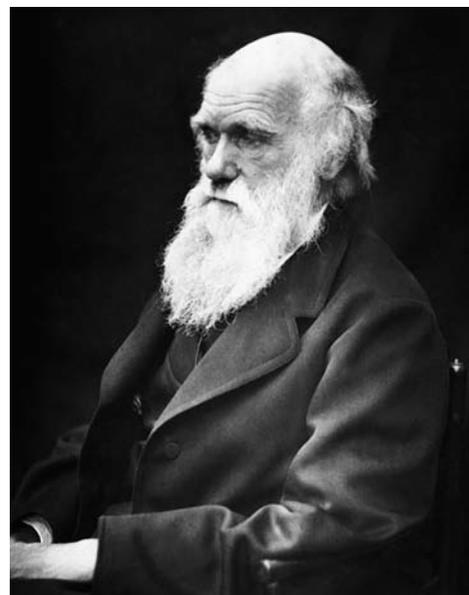


Figura 1. Charles Darwin, quien publicó hace 150 años el libro *Sobre el origen de las especies por medio de selección natural*, construyó su argumento gracias, en parte, a que articuló la evidencia empírica disponible de una manera novedosa hasta entonces: de forma genealógica.



La teoría de Darwin involucra dos temas centrales: la *evolución*, que consiste en el surgimiento de nuevas especies a través de la transformación de antiguas especies (Figura 2); y la *selección natural*, que es el mecanismo que explica la transmutación y afirma que los organismos individuales de una especie presentan variaciones respecto a sus congéneres; algunas de tales variaciones son favorables en la lucha por la vida y se heredan a generaciones futuras. Ahora bien, ni la evolución ni la selección natural se observan directamente, y Darwin “no documenta el origen de una sola especie

ni ofrece un solo caso de selección natural” (Weiner, 1995, p. 6). Darwin era consciente de esta dificultad, al grado de dedicar dos capítulos al análisis de los problemas que el registro fósil presentaba para su teoría.

El registro fósil era importante para Darwin porque era la principal fuente de evidencia empírica que podría apoyar la idea de transmutación de las especies. En el capítulo VI del *Origen*, al final de la sección titulada “Sobre la ausencia o rareza de las variedades de transición”, sostiene que

considerando no un periodo de tiempo determinado, sino todo el tiempo, si mi teoría es verdadera, tienen que haber existido indudablemente innumerables variedades intermedias que enlacen estrechamente todas las especies del mismo grupo; pero el mismo proceso de selección natural tiende constantemente [...] a exterminar las formas madres y los eslabones intermedios. En consecuencia, *la evidencia de su existencia pasada sólo puede encontrarse entre los restos fósiles, los cuales se han conservado [...] en un archivo sumamente imperfecto e intermitente* (énfasis mío).

En el capítulo X, que se titula “De la imperfección del archivo geológico”, reconoce, no obstante la importancia del registro fósil, que hay dificultades:

...la geología, ciertamente, no revela la existencia de tal cadena orgánica insensiblemente gradual; y ésta, acaso, es la objeción más clara y más grave que se haya presentado contra la teoría. La explicación estriba, a mi parecer, en la extrema imperfección del archivo geológico.

Los críticos de Darwin no dejaron pasar estas notables deficiencias empíricas de la teoría. Por ejemplo, el reconocido anatomista Richard Owen (1804-92) sostuvo que “no queremos saber lo que Darwin cree o de aquello que está convencido, sino qué es lo que él *puede probar*” (énfasis mío). La crítica de Owen es precisa: se trataba de distinguir qué de lo que sostenía Darwin eran meras conjeturas y cuáles eran los hechos (Peter Dear, 2006, sostiene que: “La teoría de la selección natural, a pesar de toda la evidencia circunstancial que Darwin colocó en su apoyo, fue fundamentalmente un experimento mental”). A la luz de estas dificultades, podríamos preguntar: ¿cómo y por qué formuló Darwin una teoría de un fenómeno del cual no tenía evidencia directa de su existencia, así como tampoco del mecanismo que permitía explicarlo? Veremos que un elemento fundamental de la respuesta a tal pregunta es que Darwin articuló la evidencia empírica disponible, principalmente en pale-

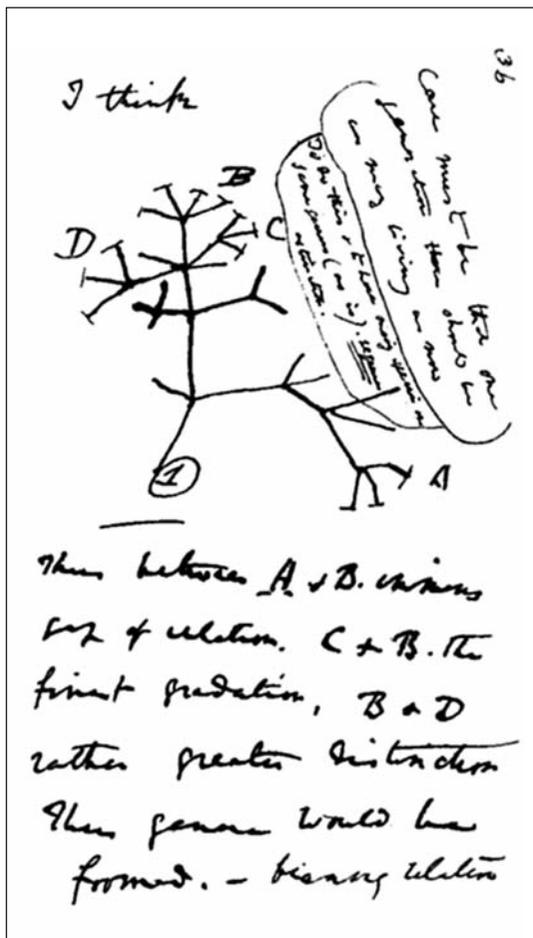


Figura 2. Mucho antes de publicar sus ideas en extenso, Darwin había esbozado su idea de cómo se pueden visualizar las relaciones entre ancestros y descendientes en las especies o los linajes.

ontología, de una manera diferente; específicamente, de una manera *genealógica*.

El surgimiento gradual de la idea de evolución

En primer lugar, no es extraño encontrar en la historia de la ciencia episodios donde se elaboran teorías que explican fenómenos de cuya existencia no hay evidencia empírica directa. El ejemplo más ilustrativo de ello es quizá el movimiento rotacional de la Tierra. Tal movimiento era un *supuesto necesario* del modelo astronómico copernicano, que intentaba sustituir al tolemaico, que sí contaba con evidencia empírica directa de que la Tierra no se movía. De hecho, Galileo Galilei e Isaac Newton desarrollaron teorías físicas del movimiento sin tener evidencia empírica directa del movimiento de la Tierra. La primera prueba experimental directa de la rotación de la Tierra la realizó Jean-Bernard León Foucault hasta 1851.

En realidad, un rasgo cognitivo sobresaliente de la ciencia es el hecho de poder descubrir fenómenos que están fuera de nuestro muy limitado sistema de percepción, con lo cual antes de evaluar si hay evidencia a favor de un fenómeno específico hay que preguntar por qué es razonable o no; plantear la *posibilidad* de la existencia de un fenómeno específico que no es posible observar directamente. La respuesta a esta cuestión tiene que ver con un elemento muy importante del desarrollo histórico de la evidencia empírica, que podemos denominar *conver-*

gencia. Se trata de la idea de que diferentes áreas de conocimiento van acumulando evidencia empírica, la cual en su conjunto indica fuertemente, aunque no de manera concluyente, la existencia de un fenómeno específico.

Muy brevemente, veamos algunos de los principales eventos que conformaron tal convergencia en el caso de la evolución.

Hacia 1790 los geólogos todavía no aceptaban abiertamente que en el pasado de la Tierra hubiera habido grandes cambios, aunque la evidencia geológica se acumulaba a favor de tales cambios. En historia natural, la situación intelectual antes de 1815 había sido típicamente desfavorable para plantear preguntas acerca de un “origen” de las especies en el tiempo. Los naturalistas de finales del siglo XVIII no tenían el alcance necesario para elaborar una explicación histórica comprensiva del desarrollo de la vida orgánica, simplemente porque aún no se aceptaba el hecho de que la Tierra *tuviera* historia.

Muchos de ellos todavía pensaban que la Tierra había sido creada en un solo acto de creación divina, y que había persistido tal como la vemos actualmente desde su creación original. Las preguntas principales acerca de las especies eran más bien sobre la naturaleza de su existencia, más que sobre su origen.

Georges Cuvier (1769-1832), uno de los primeros autores en aceptar que la Tierra sufre cambios geológicos, muchos de ellos catastróficos y repentinos, estableció por primera vez, en su obra titulada *Investigaciones sobre los huesos fósiles de cuadrúpedos* (1812), a la luz del análisis del registro fósil, que la extinción de especies es un hecho recurrente en el pasado geológico de la Tierra. Cuvier desarrolló la anatomía comparada como herramienta paleontológica, y comparó animales existentes con restos fósiles, con lo que para 1820 la paleontología se había convertido en una de las ramas centrales de la geología.

A pesar de que Cuvier no era defensor de la evolución, el hecho de la extinción plan-

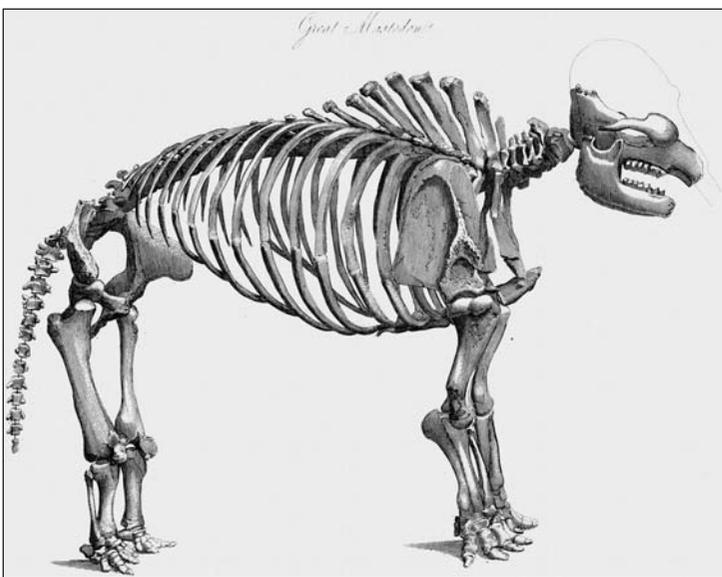


Ilustración del libro *Investigaciones sobre los huesos fósiles de cuadrúpedos*, de Georges Cuvier.

teaba el problema de cómo se creaban nuevas especies para sustituir a las extintas. En otras palabras, cómo después de cada catástrofe se origina una nueva flora y fauna.

Si Cuvier planteó la extinción como un hecho, el trabajo de William Smith (1769-1839) fue fundamental para apoyar la idea de *sucesión* de fósiles a través del tiempo. Smith trabajó para una compañía minera en la construcción de minas de carbón. En las diferentes excavaciones notó que había ciertas sucesiones estratigráficas permanentes, y coleccionó los fósiles orgánicos incrustados en cada una de las capas estratigráficas. En 1794, recorriendo el norte de Inglaterra, encontró secuencias estratigráficas similares a las que previamente había localizado. En 1815 publicó el primer mapa geológico completo de Inglaterra (Figura 3), en el cual, entre otras cosas, mostraba que a lo largo de toda Inglaterra los diferentes estratos contenían las mismas características fósiles. Smith estableció que cada estrato podía ser identificado por los fósiles contenidos en él, y que igualmente era posible establecer la misma sucesión de grupos fósiles.

Con ello estaba desarrollando la moderna estratigrafía, y esa nueva técnica fue el principal recurso metodológico para convertir a la geología en una ciencia *histórica*, puesto que demostró completa y convincentemente cómo las formas de secuencias fósiles pueden ser utilizadas para identificar las continuidades de los estratos en sus órdenes de superposición. La paleontología, de esa forma, jugó un papel fundamental en el desarrollo de la geología. Finalmente era posible estimar la antigüedad comparativa de las formaciones de las diferentes regiones o países. La geología adquiría cada vez más coherencia interna y complejidad. El resultado era que gradualmente se iba dibujando una imagen de la historia geológica de la Tierra a través del testimonio de las cosas.

En 1830, Charles Lyell (1797-1875; Figura 4) publicó el primero de tres tomos de sus *Principios de geología*, los cuales sintetizan los

descubrimientos geológicos de los treinta años anteriores, incluyendo los de Cuvier (Figura 5) y los de Smith, entre otros. Lyell sostenía principalmente que la Tierra experimentaba continua y gradualmente innumerables cambios acumulativos muy pequeños, como consecuencia de fuerzas naturales que actúan de manera uniforme durante periodos inmensamente largos de tiempo. Sin embargo, su teoría tenía una consecuencia que no supo resolver: que gradualmente el mundo orgánico (es decir, biológico), que en muchos sentidos depende y subsiste por y en el mundo geológico, se transformaría gradual y paralelamente. Y es que Lyell no estaba dispuesto a creer en alguna forma de



Figura 3. La publicación en 1815 del primer mapa geológico de Inglaterra, preparado por William Smith, significó también que se difundiera el conocimiento de que los estratos geológicos pueden ser identificados por sus fósiles, lo que constituye un prerrequisito para usar las formaciones geológicas como fuente de información genealógica.

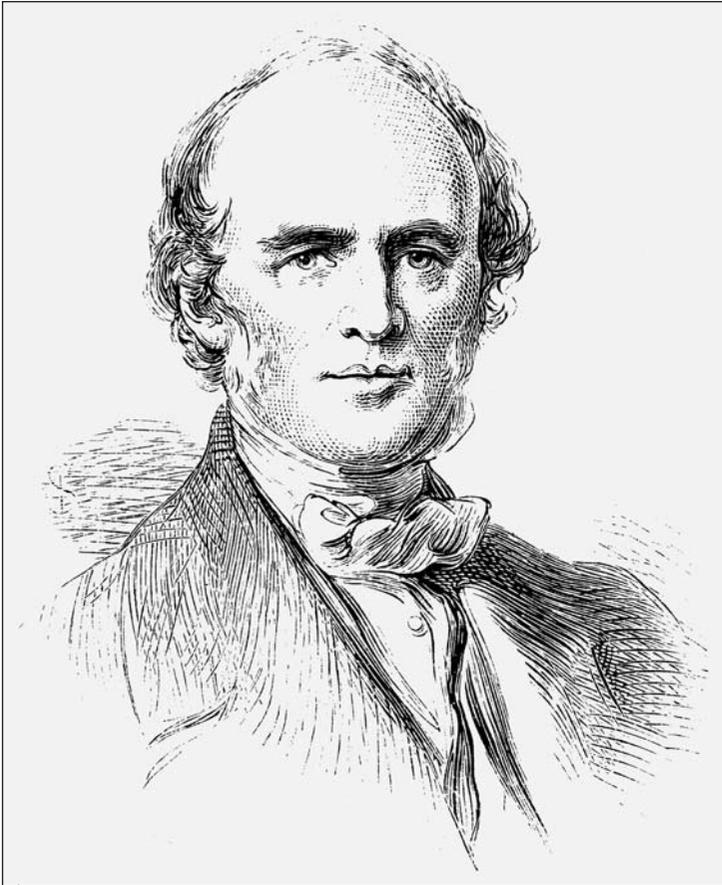


Figura 4. En 1830 Charles Lyell publicó el primero de tres tomos de su obra *Principios de geología*. En ellos, usando evidencia de muchas fuentes (incluyendo a W. Smith y a G. Cuvier), Lyell enfatizó el concepto de que los cambios en la Tierra se acumulan continua y gradualmente. Ése es el escenario que permite utilizar al registro geológico como registro genealógico.

transmutación, al punto que había criticado duramente la teoría de Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829), quien en 1809 había publicado su *Filosofía zoológica*, donde defendía ideas evolutivas. (La teoría evolutiva del cambio orgánico de Lamarck fue parte de una obra más extensa en filosofía de la naturaleza, pero más que llevar a cabo un detallado análisis de la evidencia paleontológica, Lamarck usó los estudios paleontológicos de su época para ilustrar y confirmar sus ideas básicas preestablecidas. En contraste, Darwin analizó críticamente la evidencia empírica, como puede verse en los capítulos del *Origen* titulados “De la imperfección del archivo fósil” y “De la sucesión geológica de los seres orgánicos”.)

Hacia 1830, el problema del origen de las especies se reconocía en la obra de Lyell como una dificultad teórica derivada directamente del desarrollo de la geología, la paleontología y la zoología. (Fue por ello que hacia 1836 Herschel, en la carta

dirigida a Lyell, sostuvo que el origen de las especies era el misterio de misterios.) La obra de Lyell fue muy importante para Darwin. En una carta escribió: “siempre tengo la sensación de que la mitad del contenido de mis libros sale del cerebro de Lyell, y que nunca lo reconozco suficientemente... que el gran mérito de los *Principios* era que alteraba el tono completo del propio pensamiento y, por consiguiente, que cuando se veía una cosa nunca vista por Lyell, uno lo seguía viendo parcialmente a través de sus ojos”.

Específicamente, Darwin adoptó la idea de Lyell de que en geología hay pequeños cambios que conducen a grandes consecuencias. Para Darwin, la idea de cambios pequeños y acumulativos era la clave del origen de nuevas especies. Darwin no aceptó la explicación de Lyell de que el mundo geológico cambiaba de manera gradual mientras que el mundo orgánico no cambiaba. Por el contrario, llevó el gradualismo más lejos de lo que Lyell reconocía.

Para lograr tal extensión del pensamiento y mostrar que era plausible creer en la evolución como un hecho del mundo orgánico, Darwin tuvo que ordenar la evidencia disponible. Pero su estrategia no fue mostrar nuevos “descubrimientos” (como hicieran Cuvier, Smith y Lyell, entre otros). Tampoco construyó un riguroso sistema euclideo de demostraciones, lo cual estaba muy cerca de la idea de explicación científica de Herschel. En vez de eso, Darwin construyó una red de relaciones inteligibles de acuerdo con la evidencia paleontológica, geológica y zoológica disponible. Y esa red era básicamente genealógica.

Herschel sostenía que la ciencia procede mediante el *análisis* de los fenómenos, para encontrar las “leyes” de la naturaleza, y posteriormente la *síntesis*, que es reintegrar las partes para explicar otros fenómenos similares con las mismas leyes. Esas leyes operan permanentemente en la naturaleza. Con el análisis, la evidencia empírica se fragmenta para encontrar las partes constitutivas del fenómeno. Este

Smith estableció que cada estrato podía ser identificado por los fósiles contenidos en él, y que igualmente era posible establecer la misma sucesión de grupos fósiles



Figura 5. Estudiando entre otras zonas la geología de la cuenca de París, George Cuvier concluyó que la extinción de especies es un hecho recurrente y que se necesita una explicación de cómo y por qué surgen las nuevas especies que pueblan los sitios donde se extinguieron las que ahora conocemos sólo por sus restos fósiles. Darwin habría de agregar que normalmente los fósiles recientes de una región son morfológicamente más cercanos a los organismos actuales de esa zona que a los de otras regiones. Esta observación fue también posible gracias a que Cuvier había desarrollado el uso de la anatomía comparada como una herramienta en paleontología.

estilo de razonamiento no permite trazar trayectorias o genealogías a través del tiempo, puesto que lo que se busca son leyes que operan uniformemente a través del tiempo. Una explicación del *origen* de cualquier fenómeno se articula, principal aunque no exclusivamente, con base en el razonamiento genealógico, el cual busca evidencia empírica de dos cosas: del trazo que ha dejado el desarrollo histórico del fenómeno, y de las diferentes transformaciones que el fenómeno bajo estudio ha sufrido a lo largo de su desarrollo (los hallazgos de Smith fueron cruciales para reconstruir estos dos elementos necesarios de las inferencias genealógicas).

Esta doble demanda de evidencia empírica se debe, en otras palabras, a que las inferencias genealógicas capturan las relaciones entre ancestros y descendientes, en donde el descendiente exhibe modificación. El punto importante es que en las inferencias genealógicas la evidencia empírica se utiliza de manera diferente que en el método de análisis y síntesis preferido por Herschel: la principal diferencia es establecer el trazo que dejó el desarrollo histórico del fenómeno. Pero hacia la primera mitad del siglo XIX ya había diferentes disciplinas que desarrollaban inferencias genealógicas.

Uno de los teóricos de tales inferencias fue William Whewell (1794-1866), quien en su *History of inductive sciences* de 1840 afirmaba que las ciencias *palaetiológicas* estudian cómo ciertos “fenómenos en cada etapa [de su desarrollo] se hacen más y más complicados, incorporando los resultados de todo aquello que ha precedido, modificado por agentes supervenientes” (Whewell, [1837](1967), p. 3:399).

Diferentes autores desarrollaron en diversas áreas ciencias palaetiológicas, y vieron el desarrollo genealógico como algo que ocurre de manera *centrífuga*. En embriología, por ejemplo, el embrión se concebía como algo que emana hacia fuera a partir de un punto particular de inicio. A diferencia de un desarrollo histórico lineal, las ciencias palaetiológicas necesariamente involucran arborescencia y, por lo tanto, inferencias genealógicas. Por su parte William Carpenter (1786-1848), en un comentario al trabajo de James Cowles Prichard (1786-1848), *Researches into the Physical History of Man* (1813), sostenía en la revista *Edinburgh Review* de 1848 que la etología y la filología eran ciencias genealógicas, puesto que ambas muestran cómo los idiomas y las razas se abren en abanico desde un origen común y un centro geográfico. Carpenter enfatizaba el *proceso* de arborescencia a través del tiempo que aparecía en diferentes campos. Una manera de operar de las ciencias palaetiológicas era precisamente, en primer lugar, detectar los *patrones* de desa-

rollo de fenómenos específicos, de manera que es importante para las ciencias palaeológicas establecer procesos y patrones.

Así, hemos analizado muy someramente sólo dos elementos del complejo surgimiento de la teoría de Darwin. El primero se refiere al hecho de que el descubrimiento gradual de datos se va transformando en evidencia empírica que hace plausibles ciertas ideas, en este caso la de la evolución. El segundo es que no es suficiente sólo con descubrir datos para apoyar ciertas ideas, sino que es necesario ordenarlos de maneras específicas a través de procesos inferenciales específicos.

Mientras que Cuvier, Herschel, Lyell, Whewell y Darwin tenían frente a sí básicamente la misma evidencia paleontológica y geológica, sólo Darwin aceptó la idea de evolución del mundo orgánico. Claramente, explicar en detalle ambos elementos requiere de otras muchas consideraciones además de las aquí elaboradas, pero el objetivo de esta revisión es únicamente vislumbrar una de ellas: que Darwin ordenó la evidencia empírica disponible de una manera nueva, con base en inferencias genealógicas. “A partir de ahora, el hombre interpretaría los mundos de la geología, la paleontología y la zoología en una nueva forma, de una manera *histórica*” (Toulmin y Goodfield, 1965, p. 211).

Godfrey Guillaumin Juárez obtuvo su doctorado en filosofía por la Universidad Nacional Autónoma de México en 1997, en el área filosofía de la ciencia, y realizó una estancia postdoctoral en el *Center for Philosophy of Science* de la Universidad de Pittsburgh. Actualmente es profesor del Departamento de Filosofía de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Realiza investigación tanto en el área de la historia de la ciencia como en filosofía de la ciencia. Su trabajo gira alrededor de diversos problemas epistemológicos del desarrollo de las ideas metodológicas, específicamente durante los siglos XVII y XIX. Es especialista en epistemología histórica, particularmente en el estudio del desarrollo de criterios de diversos tipos de evidencia científica, tema sobre el cual ha publicado varios artículos especializados así como un par de libros: *El surgimiento de la noción de evidencia* (UNAM, 2005) y *Raíces metodológicas de la teoría de la evolución de Darwin* (en prensa).

godfrey@avantel.net



Bibliografía

- Darwin, Charles [1859] (2004), *El origen de las especies*, Madrid, EDAF.
- Dear, Peter (2006), *The intelligibility of nature. How science makes sense of the world*, Chicago, University of Chicago Press.
- Gale, Barry (1982), *Evolution without evidence. Charles Darwin and The Origin of Species*, Albuquerque, University of New Mexico.
- Guillaumin, Godfrey (2009), *Raíces metodológicas de la teoría de la evolución de Charles Darwin*, (en prensa).
- Hull, David (1973), “Charles Darwin and nineteenth-century philosophies of science”, en Giere, R. N. y R. S. Westfall (editores), *Foundations of scientific method: the nineteenth century*, Indiana, Universidad de Indiana, p. 118.
- Ospovat, Dov (1978), “Perfect adaptation and teleological explanation: approaches to the problem of the history of life in the mid-nineteenth century”, *Studies in the history of biology* 2, 33-56.
- Sober, Elliot (2008), *Evidence and evolution. The logic behind the science*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Toulmin, Stephen y June Goodfield (1965), *The discovery of time*, Chicago, University of Chicago Press.
- Weiner, Jonathan (1995), *The beak of the finch: a story of evolution in our time*, Nueva York, Vintage Books.
- Whewell, William [1837] (1967), *History of the inductive sciences*, Londres, Cass Library of Science Classics.