

Conflictos y paradigmas en la Biología de la segunda mitad del Siglo XIX

JOSE SALA CATALA*

I. INTRODUCCION

Uno de los fenómenos más característicos con que se enfrenta el historiador de la ciencia en su trabajo, es el del cambio en las prácticas y en los procedimientos de investigación que se registran dentro de una colectividad de científicos socialmente organizada en un intervalo de tiempo. En este sentido la obra de T. S. Kuhn **La estructura de las revoluciones científicas**¹, fue pionera en desarrollar las implicaciones teóricas que la adecuada intelección de dichos cambios conllevaba en la historia de la ciencia. Como ya es conocido, la noción de 'cambio de paradigma' fue presentada como una adecuada descripción del modo en que el colectivo investigador procede a evaluar y decidir entre teorías y metodologías experimentales distintas en un periodo típicamente coyuntural y que termina con la oficialización de un paradigma normalizador de la investigación científica. Ahora bien, esta propuesta ha abierto un periodo fecundo de discusiones entre filósofos e historiadores de la ciencia.² De un lado 'la

definición de paradigma' como unidad de cambio en la ciencia se ha mostrado problemática a pesar de los esfuerzos de Kuhn³ sobre todo con vista a un uso historiográfico de la misma; de otro, la racionalidad o irracionalidad del cambio científico. Pienso que las actuales polémicas tienen su origen en el tipo diferente de

explicaciones del cambio científico que desean alcanzar filósofos e historiadores. En general, se recurre a razones de tipo 'individual' y a razones de tipo 'social'.⁴ El problema surge cuando ambas tienen idéntica pretensión de exhaustividad; es

3. T.S. Kuhn. **Segundos pensamientos sobre paradigmas**. Tecnos, Madrid, 1978.

4. En este contexto ubico la disputa entre internalismo *versus* externalismo como tipos de explicación prioritaria en historia de las ciencias.

1. T.S. Kuhn. **La estructura de las revoluciones científicas**. F.C.E. México, 1975.

2. Es una muestra muy representativa la colección de trabajos reunidos por Gary Gutting: **Paradigms and revolutions. Applications and appraisals of Thomas Kuhn's Philosophy of Science**. University of Notre Dame Press. Notre Dame. Indiana, 1980.

* Instituto Arnaldo de Vilanova
Consejo Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.)
Madrid

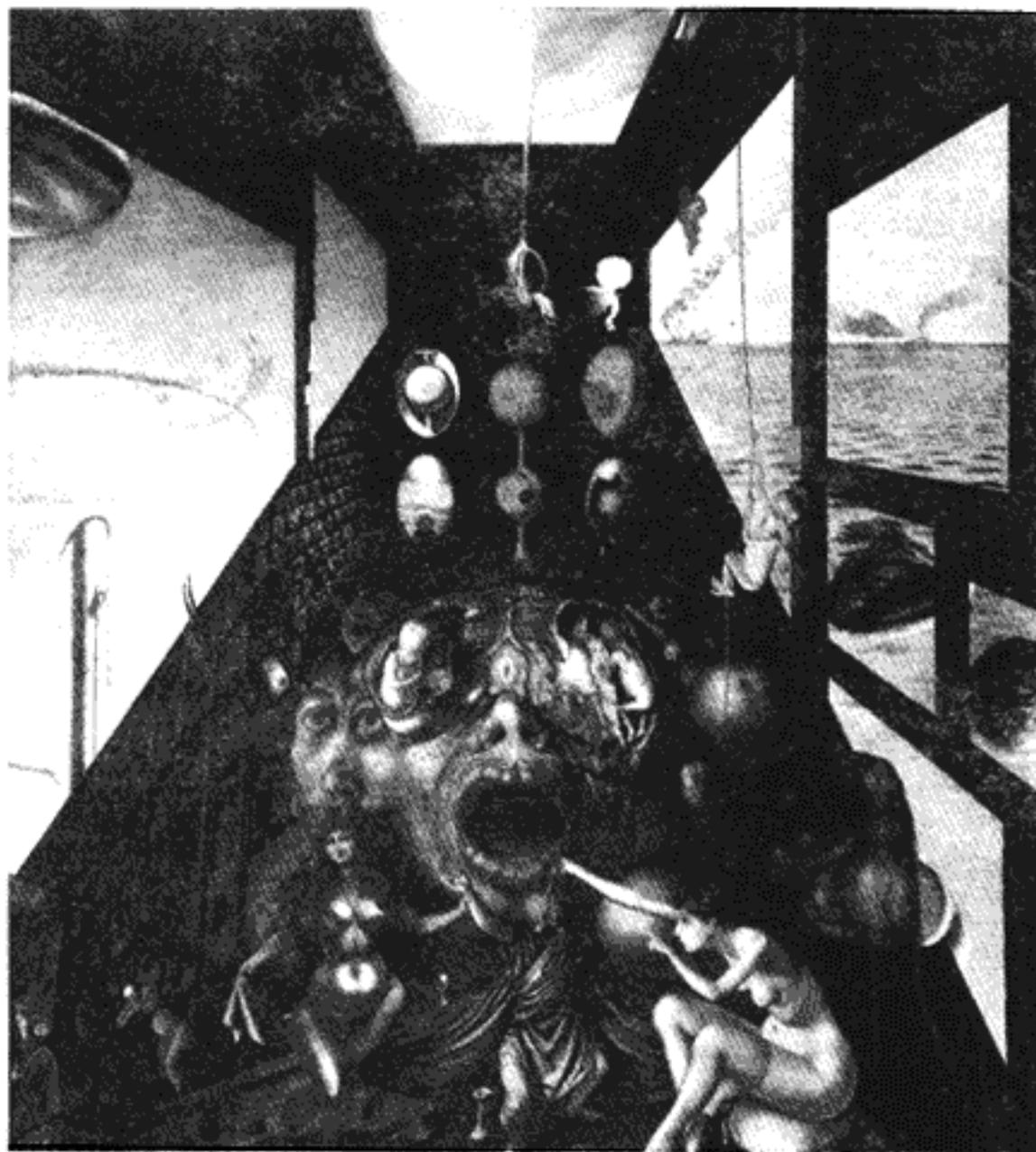


entonces cuando la investigación histórica traiciona una u otra postura. En realidad, al historiador de la ciencia que investiga los procesos del cambio metodológico y teórico que rigen en una sociedad determinada, le es evidente que operan ambos tipos de razones sobre la colectividad científica. Que hay razones tanto individuales como sociales para que teorías y diseños experimentales se generalicen en su uso por los investigadores. Hay razones individuales por las que el científico podría abandonar las teorías y métodos vigentes, pero también hay razones sociales que influyen en su decisión final, de ahí que los grupos de científicos pioneros conscientes de los condicionantes sociales que presiden la generalización de una metodología, promuevan movimientos de presión política hacia la sociedad con el fin de institucionalizar los nuevos procedimientos de investigación.⁵ Como historiador, es este último fenómeno el que me interesa explicar, sin perjuicio de ulteriores investigaciones acerca de las zonas individuales que controlan la aceptación o rechazo de teorías científicas. Ahora bien, ello exige la acotación precisa del conjunto de propuestas metodológicas y de diseño experimental que los científicos esperan de la sociedad garantía jurídica para su ejercicio. Para este propósito la polémica científica se presenta como un fenómeno muy significativo, sobre todo si a las distintas conclusiones enfrentadas subyacen distintos diseños de experimentación.

Por otra parte, el examen de una sola polémica puede ser insuficiente para obtener una noción completa del modo como se aplican los nuevos métodos experimentales a las distintas áreas disciplinares que forman una ciencia. Además, la adecuada intelección de las nuevas propuestas metodológicas por parte del grupo pionero de científicos puede permitir examinar el proceso de su uso generalizado en un entorno social y de este modo iluminar las condiciones sociales que favorecen o dificultan la creatividad científica en dicho entorno.

Con estos supuestos examino en este trabajo un conjunto de polémicas en Biología que acontecen durante la segunda mitad del siglo XIX.

5. Buena evidencia de este fenómeno es mi trabajo: "El evolucionismo en la práctica científica de los biólogos españoles (1880-1907). *Asclepio* XXXIII 1981, pp. 81-125.



II. POLEMICA EN HISTORIA NATURAL

Comentaré dos polémicas que acontecen a lo largo del año 1860, el siguiente al de la publicación de *El Origen de las Especies* de Charles Darwin, y precisamente a propósito de las conclusiones teóricas contenidas en dicho libro, y que tienen lugar en Boston y en Oxford.

En Boston, el 27 de marzo de aquel año hubo un mitin de la Academia Estadounidense de Ciencias con el fin de discutir la teoría darwiniana de la evolución orgánica. Sus principales protagonistas van a ser Louis Agassiz, Francis Bowen, Theophilus Parson y Asa Gray.⁶ Las deficiencias que Agassiz señalara en la teoría de la selección natural, son históricamente importantes porque se trata de la primera

refutación científica del darwinismo, realizada además por uno de los naturalistas más prestigiosos del momento.

Su argumentación central, insistentemente repetida entre taxónomos no evolucionistas de todas las sociedades científicas, es que Darwin ha fallado en distinguir variabilidad individual y variabilidad específica, tomando la segunda como resultado de la primera, siendo que ésta no es "heredable":

"No se puede objetar que los individuos de generaciones sucesivas presenten marcadas diferencias entre ellos: pero estas diferencias, con la totalidad de las monstruosidades que puedan ocurrir, pasan como peculiaridades individuales y las características específicas son preservadas junto con todas las que distinguen al género, la familia, el orden, la clase y la rama a los que el individuo pertenece. Esto no prueba que mientras los individuos son alterables, ellos transmitan de generación en generación, la totali-

6. La polémica ha sido examinada por Peter J. Vorzimmer en su libro *Charles Darwin: The years of controversy*. Temple University Press. Filadelfia, 1970. pp. 135-138 y pp. 53-56.

dad de lo que es específico o genérico, típico, y que por tanto mientras los individuos sólo tienen una existencia material, las especies, géneros, etc., existen únicamente como categorías de pensamiento de la Suprema Inteligencia y por ello tienen existencia verdadera e independiente".⁷

En junio, en el mitin de la Asociación Británica para el Progreso de la Ciencia celebrado en Oxford, el obispo Samuel Wilberforce insistía en la misma argumentación, precisando el fracaso de la selección artificial en producir una diferencia específica:

"Tengo ya mostrado que las variaciones surgidas de la domesticación, nunca llegan por selección natural a fundar una diferencia específica, tienden a desaparecer..."⁸

mación"⁹ de unas especies en otras según el principio de selección natural, ya que la herencia de los caracteres específicos está sometida a leyes fijas dirigidas a conservar la especie. Para asegurar su continuidad en el tiempo, no le es esencial a la organización viviente retener los caracteres particulares derivados de su adaptación al medio exterior, por lo tanto si existe cierta 'lucha por la vida' entre los seres vivos y su entorno, ésta no es creadora de mayor complejidad y eficiencia organizativa. La adaptación al medio no es una condición esencial para la perdurabilidad de la organización viviente y si realmente modifica caracteres individuales siempre lo hace dentro de los límites determinados por los caracteres específicos que son invariables. Cuando ocasionalmente la adaptación ataca estos últimos, entonces sí que la organización no perdura puesto que la fecundidad del viviente

Ahora bien, ¿qué concepciones del organismo subyacen a estas posiciones antidarwinistas? Louis Agassiz era un catastrofista.¹⁰ Creía que las faunas y floras del planeta se sucedían en el tiempo mediante cambios bruscos y repentinos que eran evidenciados por el estado disgregado de los fósiles en los estratos. Después de cada destrucción, nuevas especies eran introducidas por el Creador. Sin embargo, esta innovación no alteraba la "unidad del plan" que presidía la Creación. Las faunas, así como las floras, una vez creadas de acuerdo a un orden taxonómico, eran inalterables hasta su extinción y sustitución después del correspondiente cataclismo. En todo caso, ese orden taxonómico permanecía idéntico y era directa expresión del plan creador que establecía siempre una "armonía" en la Naturaleza.

La armonía de faunas y floras para cada periodo geológico se fundamentaba en la concatenación e interdependencia de todos los seres vivos, que siempre se presentaban como un conjunto natural integrado, caracterizable mediante el examen de los correspondientes restos fósiles.

Esta ordenación histórico-natural se hallaba inscrita en el orden de la organización que exhibían los vivientes. Había cuatro "tipos de organización" animal que encuadraba a las especies de los distintos taxa: Radiados, Articulados, Moluscos y Vertebrados. A su vez, cada tipo de organización se caracterizaba por una armonía interna entre sus órganos. Cuvier describió dicho orden mediante la ley de correlaciones orgánicas... y, desde luego, en dicho autor la acción de un órgano sobre otro se entiende como función orgánica.

Los organismos serían constructos funcionales armónicos, de ahí que una verdadera anatomía científica descubra cuatro tipos distintos e irreductibles de organización donde se halla encuadrada toda la variabilidad posible de la fauna tanto viviente como fósil. Ello permite descubrir las relaciones anatómicas y funcionales de los fósiles e incluso reconstruir sus partes inspirándose en la unidad de plan que preside todo el conjunto. A su vez, las faunas actuales pueden ser tomadas como ejemplo de integración y transferir a las fósiles las funciones necesarias que relacionan unas especies con otras.

Todo este cuadro informador de la Pa-

10. Véase C.C. Gillispie: *Genesis and Geology*. Harper, New York, pp. 165. 1959.



Tanto las posiciones de Agassiz como de Wilberforce recibieron amplia difusión por los medios de comunicación de la época y en su conjunto forman la principal base teórica para refutar el darwinismo desde los supuestos histórico-naturales oficiales, imperantes en la sociedad científica. En resumen, esta posición viene a declarar que no puede haber "transformación"

es anulada por múltiples barreras naturales.

9. La teoría darwiniana de la evolución orgánica que hoy generalmente conocemos con el nombre de *evolucionismo*, durante la segunda mitad del siglo XIX, se conoció en muchos lugares con el nombre de *transformismo*. Véase a este respecto la obra conjunta *The Comparative Reception of Darwinism*. Ed. por T.H. Glick. University of Texas, Press, 1973.

7. *American Journal of Science and Arts*. Julio 1860, p. 500.

8. *Quarterly Review*. Julio 1860, pp. 237-247.

leontología tiene como objetivo final elaborar la historia de la Tierra como la historia de la sucesión de faunas y floras tras grandes cataclismos, evidenciados por la repentina extinción de un gran número de especies animales y vegetales que muestran los conjuntos estratigráficos sucesivos.

Además, los estudios embriológicos de von Baer confirmaron la existencia de cuatro tipos fundamentales de organización animal. Estos trabajos tuvieron una repercusión muy importante entre taxónomos y paleontólogos. Tanto Agassiz como Richard Owen ven el registro fósil como una expresión del desarrollo embriológico.¹¹ Las formas fósiles, dentro de cada tipo varían de las formas más generales a las más específicas y particulares, ocupando así todos los rangos taxonómicos correspondientes.¹² Así se concebía la *unidad de plan de la Creación orgánica*. El primer investigador en iniciar una revisión formal de los principios históricos-naturales expuestos fue Charles Lyell. Su crítica del catastrofismo en Geología implicó de lleno a la Paleontología y con ella la revisión elaborada del organismo que sustentaba esta disciplina.

Ya es conocido que las propuestas geológicas de Lyell recibieron el nombre de actualismo. En el segundo tomo de los *Principles of Geology* donde desarrolla su discusión de los problemas paleontológicos.¹³ Su intención explícita era rechazar un planteamiento evolutivo en la Creación orgánica en consonancia con su defensa de leyes directamente observables hoy para explicar el pasado, pero al hacerlo situaba un problema para la Historia Natural: la distribución geográfica de los seres vivos.

Al fin y al cabo el catastrofismo era un buen expediente para explicar la dispersión geográfica de especies fósiles y actuales. Siempre se podía presuponer que la extinción catastrófica de una fauna era seguida por migraciones nuevas de la fauna sucesiva que en principio podía suponerse reunida en algún centro geográfico único, por otra parte difícil de detectar actualmente al haberse consumado la última catástrofe y expandirse la fauna cuaternaria incluido el hombre; de este modo, al eliminar el catastrofismo, aparece claramente como inexplicada la distribución geográfica de las especies.

Para solventar este punto de un modo

que apoye su posición actualista en Geología, Lyell comienza la discusión biogeográfica desde la variación de los climas en las distintas zonas de la Tierra a fin de observar si guardan alguna correlación con los tipos de especies fósiles o actuales, observando que no la hay. Las zonas con las mismas cualidades climáticas no son habitadas por las mismas especies, es entonces cuando propone que cada especie tendría un centro de creación particular desde el cual iniciaría los movimientos migratorios. Según este punto de vista había muchos *centros de Creación*. Además, para explicar cómo es que la extinción de las especies es un fenómeno natural normal tiene que suponer que la especie al ser creada ya tiene de algún modo inscrita en su organización su duración temporal, ya que no parece que los cambios climáticos se correlacionen con

en el mundo orgánico, ni tampoco de la *constante armonía* de faunas y floras con sus medios de existencia, de modo que la polémica sobre la unidad o pluralidad de centros de creación de faunas y floras se presentaba como científicamente insoluble. Mi impresión es que tanto Agassiz como Lyell no pueden prescindir de la concepción 'funcionalista' de lo viviente elaborada tempranamente por George Cuvier. Si el organismo vivo es un entramado de órganos que desarrollan funciones respectivas, la Anatomía Comparada muestra que el número de tipos de organización es finito¹⁵ y determinado por la necesaria simplicidad y orden que exhiben las faunas y floras tanto en el pasado como en el presente. Ese orden hace posible el desarrollo de la Paleontología como una nueva disciplina de la Historia Natural y es en ella donde se desarrolla-



el tipo de especies extinguidas: de otro lado, para que no se agote el mundo viviente es necesario postular una Creación continuada y diversa de especies para compensar a las extintas.

Pero en realidad, todo este conjunto de hipótesis accesorias no implicaba la puesta en entredicho de los principios histórico-naturales antes citados. Si se examina un **trabajo muy significativo del paleontólogo de la época M. Brown¹⁴**, el actualismo no implica la pérdida de la *unidad de plan*

rán los programas de investigación más significativos desde el punto de vista teórico.

Ahora bien, volviendo a las polémicas de Boston y Oxford, ¿cuál es la posición de Darwin frente a las críticas de Agassiz y Wilberforce? Su posición explícita aparece ya en la segunda edición de *El Origen de las Especies*.

tiempo de formarse la corteza terrestre". *Revista de los Procesos de las Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Madrid, 1859.

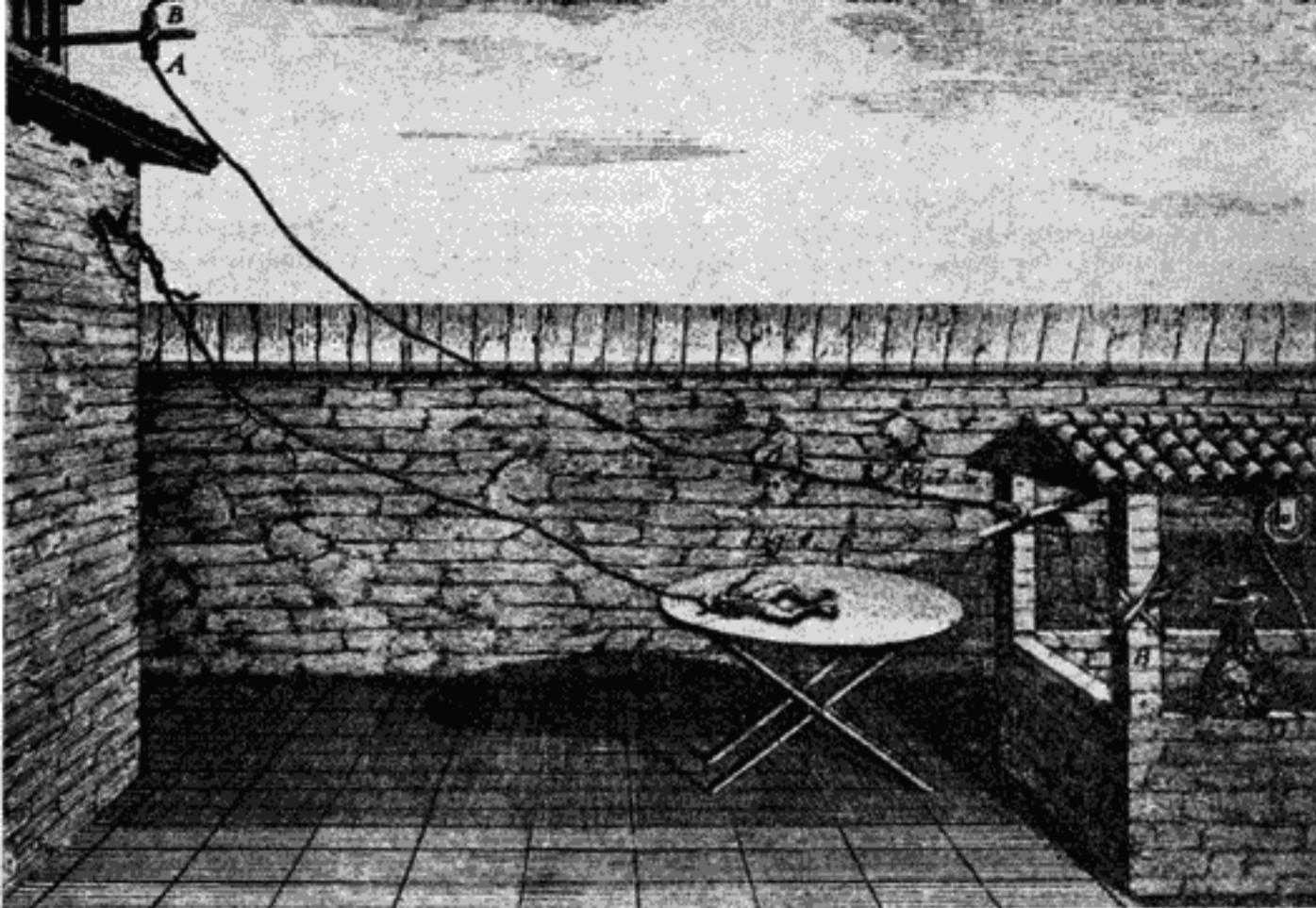
11. E. Owen. *Quarterly Review*. 89. 1851, p. 430.

12. *Ibid.*, p. 419.

13. Charles Lyell. *Principles of Geology*. John Murray. London, 1832.

14. M. Brown: "Trabajo sobre las leyes que rigieron el mundo orgánico al

15. G. Cuvier: *Le Règne Animal*.



"Miro las diferencias individuales, de pequeño interés para los sistemáticos, como de alta importancia para nosotros, siendo tales variedades ligeras de valor en los trabajos sobre Historia Natural. Y yo miro las variedades que son en algún grado distintas y permanentes como marcas de las variedades más estables; y que posteriormente conducen a sub-especies e incluso luego a especies"¹⁶.

Así pues, las variedades son muy dignas de tener en cuenta por el naturalista porque su evidencia declara la existencia misma de lo viviente. La organización viva perdura en tanto se *adapta* a las condiciones exteriores de existencia, si no lo hace, se extingue.

Por lo que sabemos, esta idea fue elaborada a partir de las observaciones sobre las faunas fósiles y actuales, durante su viaje a la Patagonia. Darwin 'vio' el problema de la extinción diferencial de las especies como un problema de adaptación del organismo a sus condiciones de vida¹⁷. Posteriormente, encontró en las Islas Galápagos una situación ideal para afianzar esos puntos de vista, a la vez que descubría que la geografía era un condicionante clave de las distintas adaptaciones. No había por qué recurrir a hipótesis *ad hoc* si se observaba el proceso de adaptación orgánica¹⁸; éste por sí mis-

mo creaba organización sin necesidad de suponer creaciones nuevas esporádicas.

No es aquí mi propósito describir la génesis del principio de selección natural, pero sí puedo decir que es resultado de la búsqueda de una ley, de un orden en dicho proceso natural de adaptación. La lucha por la existencia, inherente a todo individuo, promueve el esfuerzo adaptativo de la organización con su entorno, esfuerzo que tiene siempre un éxito relativo en función, tanto de las características de dicho entorno como de la espontaneidad del organismo en modificar adecuadamente su estructura. El problema biogeográfico debe plantearse allí donde se detecta esa espontaneidad, en las nuevas variedades que quedan retenidas en la especie sin necesidad de considerar algún centro de creación hipotético. Por otra parte, la distribución actual del mundo viviente viene a ser resultado de la distribución existente en el pasado, cuando las modificaciones, actualmente generalizadas, surgieron en determinados espacios geográficos. Los estudios biogeográficos ya no son sólo taxonomía local sino que incorporan las vicisitudes geográficas y ecológicas acontecidas en las faunas y floras actuales, configuradoras del paisaje natural de un entorno, convirtiéndose así en Historia Natural. A su vez, la Biogeografía así formalizada se proyectará sobre la Paleontología y la Taxonomía, replanteando objetivos y métodos de dichas disciplinas y configurando de este modo toda la Historia Natural; de hecho, la estructura de *El Origen de las Especies* sigue claramente el plan de una reforma biogeográfica en la Historia Natural.

Ahora bien, lo que me parece importante destacar es que el razonamiento biogeográfico fundado en el principio de Se-

lección natural se funda en una perspectiva experimental nueva, constituida por el conjunto de experiencias que el investigador adquiere del proceso de adaptación orgánica, una de ellas, muy relevante para Darwin, será el proceso de selección artificial de animales y plantas, efectuado desde muy antiguo por el hombre. Las posiciones tradicionales de la época no ven la supervivencia del organismo en términos de adaptación sino en términos de función orgánica. En este sentido, su perspectiva experimental atiende al proceso funcional exhibido por cada órgano, pasando a concluir la teoría biológica desde esa base experimental.

Propiamente, pues, hay dos *campos observacionales*, un campo observacional que atiende a fenómenos funcionales y otro, más amplio, que atiende a fenómenos adaptativos. Este último es más amplio porque los fenómenos de adaptación orgánica 'contienen' a los fenómenos de función del órgano. Si hay polémica, si hay conflicto, es porque la teoría de la unidad de plan de la Creación, con toda la serie de tesis deducidas de ella para explicar los distintos fenómenos que llegan a la mirada del investigador (epidemias crónicas, duración limitada de la especie, creación continuada, etc.), en realidad cierran a la observación científica fenómenos más amplios, más globales, sobre la continuidad de la organización viviente. De este modo, los biólogos de comienzos del siglo XIX; en la necesidad de explicar coherentemente, desde la Fisiología naciente los fenómenos vitales, 'ideologizan' la realidad de lo viviente¹⁹. Sus propuestas teóricas (ley de la correlación de órganos, unidad de plan, sucesión de catástrofes) a la vez que revelan nuevos hechos respecto al pasado, ocultan otros que serán revelados posteriormente.

Sin embargo, por lo que a nuestro tema concierne, no parece que se trate de un hecho fortuito más que era desconocido, sino de un hecho del que se tiene experiencia en un campo observacional mayor y que por tanto asume el conjunto de hechos de experiencia sobre los que se basaban las teorías vigentes.

Al señalar, durante su viaje a Sudamérica, un nuevo campo observacional en el que acontecían fenómenos esenciales para la supervivencia de los organismos,

19. Aquí empleo la palabra *ideología* no en sentido peyorativo necesariamente. Más bien pienso se trata de un proceso *normal* en las elaboraciones teóricas concluyentes desde hechos de experiencia.

16. Charles Darwin: *The Origin of Species by Means of Natural Selection*. (2a. ed.) John Murray. London, 1860. pp. 66-67.

17. Charles Darwin: *Viaje de un naturalista*. Biblioteca General Salvat. Madrid, 86, 1972.

18. *Ibid.*, p. 207.

Darwin provocó potencialmente una ruptura teórica en el saber biológico tradicional fundado en la fisiología del órgano. Toda investigación que se desarrollara desde esas nuevas observaciones aboca necesariamente a una producción teórica inasumible por parte de un grupo significativo de investigadores de la sociedad científica²⁰ que trabajan desde observaciones más limitadas.

Fue Haeckel el que lúcidamente designó con la palabra Ecología al conjunto de saberes sobre las relaciones de adaptación del organismo con su medio. Las investigaciones posteriores de Darwin, sobre los mecanismos de fecundación de las orquídeas y otros trabajos, pueden ser considerados como trabajos ecológicos tendientes a demostrar la existencia de fenómenos de adaptación, objeto de selección natural. Pero quizá el trabajo ecológico modelo, fue realizado por E.B. Forbes, sobre la relación depredador-presa examinando las implicaciones de la selección en dicha relación ecológica natural.

También la consideración adaptativa del organismo en investigación biológica, abrió nuevos campos de fundamentación en Microbiología y en Parasitología. En Morfología, gracias a los trabajos pioneros de Fritz Müller y Ernst Haeckel, se obtuvo una consideración histórico-adaptativa de la forma de los organismos. La correspondencia entre ontogenia y filogenia postulada, permitía obtener, mediante la descripción comparada del desarrollo de la forma en su historia.

20. Queda totalmente fuera de este trabajo explicitar de modo suficiente el oscurísimo concepto de *sociedad científica*. Aquí sólo puedo indicar que la considero formada por todos aquellos individuos que potencialmente pueden aportar una investigación a los medios de comunicación social pertinentes.

III. POLEMICA EN BIOLOGIA EXPERIMENTAL.

Otra polémica científica muy significativa, se produce a fines de siglo, a propósito de los trabajos fisiológicos de Jacques Loeb. En 1911 dirige una comunicación al I Congreso Internacional de Monistas, reunido por Haeckel en Hamburgo, titulada *La concepción mecanicista de la vida*.

Según Loeb, todos los fenómenos vitales deberían ser reducidos a leyes físicas y químicas. Como destaca Garland E. Allen, sus propios trabajos sobre la partenogénesis artificial y tropismos animales, desarrollados según esos principios, derivaban directamente de la escuela Fisiológica de los años cincuenta del siglo XIX²¹; este es el punto que más me interesa destacar.

Durante los años noventa generalizó sus puntos de vista mecanicistas a la sociedad humana. Los organismos son máquinas químicas, conjunto de leyes deterministas que rigen la generalidad de su conducta. La conducta, según Loeb, es el resultado de reacciones que implican fenómenos físicos y químicos en nuestros receptores sensoriales. Así lo demostró, explicando la reacción fototrópica en insectos o alterando el proceso de fecundación de un huevo de erizo de mar mediante alteración de la concentración salina del agua de mar.

Desde luego, muchos fisiólogos de la época no estuvieron de acuerdo con los puntos de vista de Loeb, pues ellos mantenían ideas reduccionistas en cuanto a la real complejidad de la organización viviente. Entre ellos se destacan: J.B.S. Haldane, I.J. Henderson, W.B. Cannon y A. Pi Suñer, entre otros, y desde luego habría que citar como pionero a Claude Bernard, si hubiera llegado a conocer la

21. Garland Allen. *Life Science in the Twentieth Century*. Cambridge University Press, Cambridge, 1978 pp. 75 s.

obra de Loeb. Pero fue el protozoólogo norteamericano Herbert Spencer Jennings el que demostró explícitamente que ni siquiera en animales unicelulares era sólo y nada más conducta tropista.

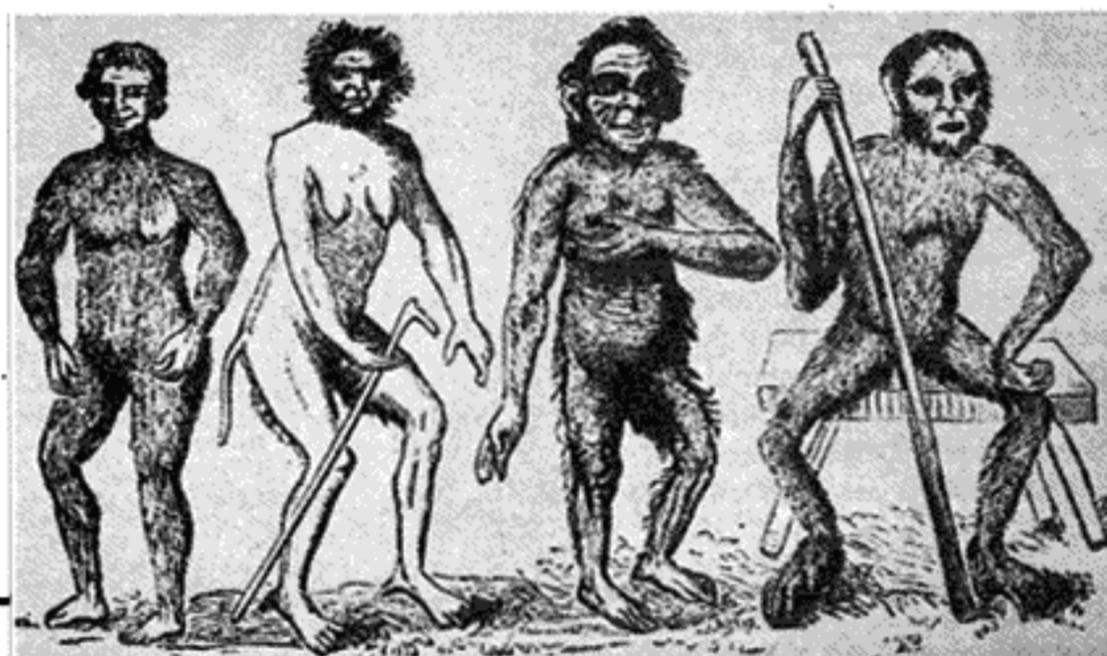
En realidad lo que subyace a esta polémica son, a semejanza de las estudiadas anteriormente, dos formas de considerar lo viviente. Jacques Loeb es heredero de la escuela fisiológica de Helmholtz a través de su maestro Friedrich Leopold Goltz y de la escuela fisiológica de Leipzig de Karl Ludwig a través de Adolph Fick y de Julius Sachs, el fisiólogo vegetal estudioso de los tropismos en las plantas. Con estas influencias podemos entender la visión que tiene Loeb del organismo como una máquina química funcional. Hay que anotar también que esta concepción implica un *orden natural preestablecido* y determinado que incluye al hombre. Los instintos son expresiones de comportamientos determinados estrictamente y que forman la base de la ética. He aquí un ejemplo muy claro de lo que he llamado *idcologización* en ciencias biológicas.

Frente a las posiciones mecanicistas de Loeb se halla la obra de M. S. Jennings²² realizada en Jena y en la Estación Biológica de Nápoles, desde un punto de vista adaptativo. En Fisiología, este enfoque había sido tempranamente desarrollado por Claude Bernard en París, y expuesto en su obra clásica *Introducción al estudio de la Medicina Experimental*²³, en la que desarrolla la noción de organismo, que debe presidir la experimentación fisiológica desde la adaptación al medio circundante. La autonomía que exhibe la organización viva se funda en que sus funciones se autorregulan para evitar los cambios bruscos que como consecuencia de dicha autonomía pudieran acontecer en el *medio interno* del organismo. El experimento fisiológico pues, debe respetar necesariamente la integridad orgánica en el proceso de análisis. Si dicho proceso implica una separación o consideración aislada del órgano, se pierde gran información para el biólogo (aunque quizá no para el físico o el químico).

Se trata, pues, de dos procedimientos de investigación distintos, aunque si la fisiología mecánica excluye a la fisiología general bernardiana o por lo menos no la supone, ésta no excluye a aquélla sino

22. H.S. Jennings. *Behavior of the Lower Organism*. New York. 1906.

23. Claude Bernard. *De la Physiologie générale*. Hachette. Paris. 1872. También en *Introduction...* Bailliere. Paris. 1860.



que la asume en un marco observacional y teórico más amplio. Así lo entendieron explícitamente Sherrington Henderson (traducción de Bernard en Estados Unidos), Cannon, Haldane y Pi Suñer.

Por último, me queda por anotar la polémica entre Wilhem Roux y Hans Driesch, que polarizó desde la última década del siglo de la investigación embriológica.

Como es conocido, Wilhem Roux (1850-1924), fundó y promovió la denominada Embriología Mecánica. Roux, a semejanza de Loeb, veía el proceso de desarrollo y diferenciación del embrión como un fenómeno rigidamente determinado²⁴. En 1885 formuló, con base en experiencias propias, la teoría del mosaico, según la cual la destrucción de un blastómero determinado implicaba mayor o menor daño final dependiendo si se trataba de un blastómero más o menos temprano. Demostró en el huevo de la rana, que si de los dos blastómeros iniciales se mataba uno, la mitad del embrión resultante terminaba desorganizada e indiferenciada.

En 1891 Hans Driesch, trabajando en la estación de Zoología en Nápoles, sometió a prueba la teoría del mosaico con huevos de otro organismo: el erizo de mar. Comprobó que al separar los dos blastómeros de una fase inicial de cuatro, cada uno, separadamente, producía un embrión normal aunque más pequeño. Dedujo que la diferenciación no era un proceso rigidamente determinado sino el resultado de paulatinas respuestas celulares a los cambios de las condiciones externas e internas. La posición de la célula en el embrión, el efecto de la gravedad, su grado de contacto con el exterior, todas eran condiciones causales del desarrollo. Habría un autoajuste continuo del embrión a los cambios externos. Driesch concibe el embrión como un sistema armonioso equipotencial que recibe estímulos del exterior y responde.

Ahora bien, como en los casos anteriores, no sólo se trata de una mera disputa sobre hechos experimentales, sino sobre los procedimientos mismos de investigación. W. Roux está fuertemente influido por un discípulo de Dubois-Reymond y de la escuela de Helmholtz, William Preyer, que desarrolló técnicas fisiológicas de medida para la embriogénesis. Así pues, se describe el desarrollo embrionario como un proceso funcional predeterminado desde la célula. Esta predeterminación

se halla de alguna manera *supraordenada para toda la Naturaleza*.²⁵ Por el contrario, Driesch, tras demostrar la falsedad de la teoría del mosaico, entiende el proceso de embriogénesis en el marco general de la adaptación de cada célula respecto a su entorno²⁶. Se trata, como en los casos anteriores, de dos formas de entender la noción misma del organismo, noción concretada (tras un largo proceso técnico) en el nivel celular.

IV. CONCLUSIONES

Se ha insistido mucho por parte de la tradición en filosofía de la ciencia en que toda teoría acreedora al nombre de científica parte de *observaciones* y quizá ha quedado poco destacada la complejidad del mismo acto de *observar* por parte del investigador.

Todo observar, en tanto es un 'dirigir la mirada en alguna dirección', significa acotar un campo y delimitar un horizonte de experiencia; ser predominantemente sensible a unos fenómenos sobre otros; destacar adecuando la mirada, es decir, efectuando un determinado esquema de movimientos corporales tendientes a la consecución de un fin.

Así pues, en tanto acción primera de una investigación, no se obtienen observaciones por pura pasividad o receptividad corporal; hay que dirigirse hacia... un campo observacional previamente delimitado. El resto de las acciones características de una investigación científica como son hipotetizar y verificar, se encuentran básicamente condicionadas a las observaciones pertinentes realizadas, por tanto, al campo observacional acotado por el investigador.

Este conjunto de ideas nos permite clarificar los conceptos kuhnianos de periodos normales y revolucionarios en la ciencia. Mi propuesta concreta consiste en entender el concepto de paradigma, no tanto referido a una teoría, sino al esquema de actos supuestos en su producción y que en último término tienen como punto de partida un determinado campo observacional.

25. W. Roux: *Gesammelte arbeiten über Entwicklungsmechanik der Organismen*. Leipzig. 1895.

26. H.D. Lriesch. "The potency of the first two cleavage in Echinoderm development. Experimental production of partial and double formations". *Zeit. furwiss. Zool.* 53. pp. 160-178. 1882.

24. Garland Allen. *op.cit.*, p. 29 s.





De este modo, la insolubilidad de las distintas teorías biológicas en conflicto examinadas anteriormente, se funda en que su elaboración respectiva es efectuada desde distintos campos observacionales. Los investigadores ven diferentes fenómenos porque *miran* de diferente modo a las organizaciones vivas. Función y adaptación son considerados como fenómenos de relevancia distinta para la conservación de los organismos. La posición tradicional mantiene a la función orgánica como el proceso más esencial desde ese punto de vista. A su vez, la posición que irrumpe como moderna, reclama la prioridad de la adaptación al medio sobre la funcionalidad particular de cada órgano. El diseño experimental desde una u otra postura, es distinto y por tanto las teorías científicas subsiguientes también lo son.

Así pues, desde un punto de vista historiográfico (aunque quizá no desde uno filosófico), podemos obtener una definición suficiente de un paradigma, explicitando su campo observacional de referencia. En este sentido, las ciencias biológicas, durante la segunda mitad del siglo XIX, operan con dos paradigmas que llamaré, paradigma fisiológico al primero— exhiben una relación espacial. 1850 y paradigma ecológico el segundo, que irrumpiría en la investigación a partir de la publicación de *El Origen de las Especies* de Darwin.

Sin embargo, no parece que el conflicto subyacente al uso de ambos paradigmas por parte de los investigadores, se resuelva en un número corto de años. El conflicto, potencialmente perdura siempre que los campos observacionales de referencia contengan fenómenos nuevos que ofrecer. No obstante, como historiadores podemos esperar obtener, en el análisis concreto de las distintas sociedades científicas, grados de dominancia de un paradigma sobre otro, en tanto cambien paulatinamente las preferencias en los científicos en su trabajo teórico.

Por su parte, la ciencia normal aparece como aquella actividad teórica que se desenvuelve en polémica desde un mismo campo observacional. No es frecuente que una teoría se mantenga invariablemente durante un largo periodo: los distintos investigadores la modifican y recrean constantemente desde el mismo momento de su aparición pública.

Ahora bien, conviene analizar lo que se entiende por campos observacionales di-

ferentes, puesto que ya indiqué que por referirse a un mismo objeto —el organismo— exhiben una relación espacial. El paradigma ecológico es un instrumento de investigación más potente que el paradigma fisiológico ya que su campo observacional de referencia, la adaptación del organismo con su entorno, incluye a todos los fenómenos funcionales del mismo. Hay un progreso real en conocer de este modo al ser vivo respecto al método tradicional, puesto que al trabajar con un campo más amplio, aparecen nuevos fenómenos mayormente descriptivos del proceso vital.

Los puntos de vista ecológico y biogeográfico en la consideración del organismo vivo son inviables desde el paradigma fisiológico de investigación, que al no partir de las observaciones pertinentes en su intento de dar una explicación cabal y conclusa, genera hipótesis conciliatorias con las teorías dominantes, cerrando así a ulteriores investigaciones el campo observacional *periférico* desde donde aparecen anomalías. A esto se le puede llamar *ideologización*. La apertura de un campo mayor, en nuestro caso la adaptación orgánica, permite la articulación de una metodología científica productora de teorías adecuadas a los mismos fenómenos elaborados. Por tanto, abre a su vez la posibilidad de que la elaboración y valoración de las distintas teorías se realicen en 'programas de investigación' institucionalizables por las distintas sociedades.

La apertura del campo observacional supone pues nuevos programas de investigación dominantes y nuevas instituciones científicas que metódicamente los desarrollen. Los *programas paradigmáticos* son aquéllos que específicamente se enderezan a investigar problemas que el nuevo campo abarca. Estos programas son altamente significativos desde un punto de vista metodológico y requieren de un entorno institucional peculiar y propio. En este sentido, las Estaciones de Biología que se crean durante la segunda mitad del siglo XIX son instituciones paradigmáticas para un enfoque ecológico en la investigación biológica, así como el Instituto de Fisiología de Leipzig, fundado por Ludwig, lo será del enfoque mecánico funcional.

La creación de nuevas instituciones de investigación y la reestructuración de las líneas de trabajo desarrolladas en las ya existentes, evidenciarán el reconocimiento social del nuevo paradigma. Este proceso se realiza específicamente en cada entorno social acotado por el historiador. Su adecuada descripción y explicación es tarea propia del historiador de la ciencia.