

LA INTRODUCCIÓN
DE LOS PARADIGMAS
DE LA BIOLOGÍA EN MÉXICO
Y LA OBRA
DE ALFONSO L. HERRERA

Ismael LEDESMA MATEOS
Universidad Nacional Autónoma de México
Campus Iztacala
Centre de Sociologie de l'Innovation,
École Nationale Supérieure des Mines de Paris

PARTIENDO DEL PENSAMIENTO DE THOMAS S. KUHN la biología se constituye como ciencia hasta el momento en que cuenta con verdaderos paradigmas, lo cual ocurre en un proceso que tiene lugar durante la segunda mitad del siglo XIX y el inicio del XX. Estos paradigmas son: la teoría celular de Schleiden y Schwann (1836), la teoría de la homeostasis de Claude Bernard (1856 y 1878), la teoría de la evolución de Darwin (1859) y la teoría de la herencia de Mendel (1866) y de Correns, Tschermack y De Vries (1900).¹

Este proceso ocurre en diferentes países de Europa donde existen comunidades científicas² consolidadas y no debe

Fecha de recepción: 13 de septiembre de 2001

Fecha de aceptación: 18 de febrero de 2002

¹ LEDESMA-MATEOS, 1993, pp.70-77 y LEDESMA-MATEOS, 2000, pp. 6-24.

² Una comunidad científica es un conjunto de científicos que se mantienen unidos por ciertos compromisos, reglas y valores. Los científicos tienden a formar comunidades autorreguladas, y existe una multiplicidad de esas comunidades por la existencia de una norma de individualismo y de una diversidad de especialidades que hacen que sus miembros se estimen incapaces de juzgar las especialidades vecinas. En las comunidades científicas existe una estratificación que involucra un

pensarse que se trata de eventos únicos que llevaron a la aceptación inmediata de tal o cual teoría en cada país. Así, la teoría celular es formulada por Scheleiden y Schwann en Alemania, donde pocos años después es complementada por Virchow o la teoría de la evolución por selección natural es propuesta por Darwin —y Wallace— en Inglaterra, sin que eso signifique su conocimiento y aceptación inmediata en los demás países. Por ello debe entenderse que lo que se llama constitución de una ciencia —el surgimiento de los paradigmas que le permiten presentarse como un cuerpo conceptual coherente— es diferente al fenómeno de su introducción en distintos ámbitos, lo que tampoco es sinónimo de su asimilación o su consolidación lo que involucra su plena aceptación y utilización por parte de las comunidades científicas locales, procesos sujetos a dinámicas sociológicas complejas.

Partiendo de lo anterior, estudiar la manera en que se da la movilización de ideas, conceptos y en suma de paradigmas entre distintas comunidades científicas —y en diferentes países— resulta de gran importancia para entender la historia de las ciencias y la dinámica en la que se entrelaza con la historia y la realidad de cada país, yendo más allá de las descripciones cronológicas tradicionales y permitiendo acercarnos a la posibilidad de entender la manera en la que realmente la ciencia se hace y cómo operan las comunidades científicas.

Dado que México es un país donde los paradigmas de la biología no se produjeron, sino que fueron introducidos, el estudio de la manera cómo ocurrieron estos procesos es de gran interés para entender la manera cómo se constituyen las comunidades científicas y el papel preponderante

sistema diferencial de recompensas. Son comunidades establecidas en torno a un cuerpo estabilizado de conocimientos. Se trata de agrupamientos de investigadores que piensan y trabajan según determinados esquemas y que comparten ciertos conceptos, compromisos, modelos o valores. Desde una perspectiva kuhniana, a partir del momento en que una ciencia se ha constituido como tal, una comunidad científica está constituida por individuos que comparten un mismo paradigma. Véanse al respecto BARBER, 1952; KUHN, 1971, y VINCK, 1995.

de individuos que, como Alfonso L. Herrera, son el vehículo para la movilización y transformación de las ideas científicas entre diferentes países, tal como se verá más adelante.

DE LA CONSTITUCIÓN DE UNA DISCIPLINA
HASTA SU INSTITUCIONALIZACIÓN Y PROFESIONALIZACIÓN:
LA COMPLEJA ARTICULACIÓN DE COMPONENTES
INTRACIENTÍFICOS Y EXTRACIENTÍFICOS

Una representación simplificada de los procesos que van de la constitución de una disciplina hasta su institucionalización y profesionalización sería la de un esquema de círculos concéntricos, en el que al centro se encuentre el proceso de constitución de una ciencia que involucra tanto componentes lógicos y epistemológicos (intracientíficos) como históricos y sociales (extracientíficos), en tanto que los niveles exteriores: introducción, asimilación, consolidación, institucionalización y profesionalización, implican una mayor participación de componentes extracientíficos.

Sin embargo, la realidad es mucho más compleja, dado que existe todo un gradiente de influencias y zonas de intersección entre lo que se ha dado en llamar intracientífico y lo denominado extracientífico, como el caso de la aceptación o rechazo de una teoría por parte de una comunidad científica, lo que por sí mismo es un fenómeno sociológico, pero con dinámicas particulares propias de las ciencias o de las disciplinas con un tipo específico de comunidades que son las científicas y que es diferente a la aceptación o rechazo de una teoría por parte de la sociedad en general. Tal fue el caso del pensamiento evolucionista, que en un determinado país pudo ser aceptado por la comunidad científica, pero no por el conjunto de la sociedad en función de ideas religiosas o políticas.

Al estudiar la historia de una ciencia y las condiciones en que ocurre, nos enteramos de que la separación entre factores intracientíficos y extracientíficos resulta artificial debiendo entenderse que en el proceso de construcción de la ciencia hay operaciones de traducción "que transforman

por ejemplo las cuestiones políticas en cuestiones técnicas y viceversa”,³ existiendo múltiples vínculos, heterogéneos e impredecibles.

El problema de la producción y reproducción de las comunidades científicas en diversos lugares del mundo no es algo trivial y no puede explicarse como la simple traslación mecánica de ideas, teorías, textos, modelos o estilos de trabajo. No se trata de una simple difusión, sino por el contrario, de una serie de fenómenos más complicados que involucran operaciones de traducción, esto es de ajustes, adecuaciones, alianzas, movilizaciones hacia tal o cual idea o intención, fusión de intereses, incluso contradictorios, que permitan la composición de una nueva mezcla. Siguiendo las operaciones de traducción es posible ver “como en la práctica, las dos historias (social e intelectual) se mezclan la una con la otra”.⁴

De igual forma, participan operaciones de convicción, que

[...] movilizan en una misma controversia [sobre la forma de la Tierra, por ejemplo] una mezcla de actores humanos y no humanos [instrumentos, cartas, tablas de cifras, ecuaciones, etc.], con el propósito de transformar un enunciado [...] en un hecho científico aceptado por los otros. El gran principio de esta movilización, principio que constituye en cierta manera la base de toda la historia social, es el carácter necesariamente colectivo de esta convicción.⁵

Dicha colectividad tiene como sustrato a cada comunidad científica con su propia y particular historia. Esta visión, completamente alejada de la ingenuidad, nos permite ver a las ciencias de otra manera, más real, cruda y descarnada, la “ciencia tal como ella se hace”,⁶ con todas sus dimensiones.

De acuerdo con esto, un modelo más complejo para explicar la interacción de los diferentes factores que participan en la construcción de una ciencia ha sido plasmado

³ LATOUR, 2001, p. 120.

⁴ LATOUR y POLANCO, 1990, p. 55.

⁵ LATOUR y POLANCO, 1990, p. 56.

⁶ A este respecto véanse LATOUR, 1987 y CALLON y LATOUR, 1990.

por Bruno Latour en un modelo en forma de rosácea que muestra la "circulación de los hechos científicos" como una intrincada conjugación de componentes que los estudios sobre la ciencia deben considerar para empezar a comprender de qué trata una disciplina científica dada: instrumentos, colegas, aliados, público; así como los vínculos o nudos del esquema, que son: la movilización del mundo (que implica los instrumentos), la autonomización (que involucra la formación y la existencia de colegas), las alianzas, la representación pública de la ciencia y los vínculos, elementos vinculantes o nudos⁷ que implican el contenido conceptual de las ciencias y que unifican y dan coherencia al conjunto de bucles de la rosácea e impiden que se desmadeje.

Estos planteamientos deben ser tomados en cuenta al momento de abordar el problema de la introducción de las teorías científicas en diferentes países, para poder así comprender cuáles son los obstáculos o las condiciones favorables para que tal fenómeno ocurra. Éste es sin duda un campo de estudio prolífico para la investigación en historia y sociología de las ciencias, en el que se han obtenido avances interesantes para el caso de la teoría de la evolución en biología,⁸ sin que se haya abundado al respecto de otros paradigmas fundamentales de esta ciencia.

El término introducción implica entrada, que algo llega de fuera, que penetra, de ahí que si hablamos de una teoría o de una disciplina se entienda que fue generada en otro sitio desde donde siguió un camino para llegar al lugar en cuestión. Así, aunque el pensamiento darwinista surge en Inglaterra, su introducción en un país vecino como Francia tardó un tiempo mayor que en Alemania, país donde Ernest Haeckel⁹ desempeñó un papel determinante para su llegada y aceptación.

La introducción de una disciplina, un concepto o una teoría implica la participación de otros componentes socio-

⁷ LATOUR, 1989, pp. 504-513 y LATOUR, 2001 pp.120-136.

⁸ Tal como se encuentra en las obras de CONRY, 1974; PAUL, 1979; MORENO DE LOS ARCOS, 1984; RUIZ, 1987, o GLICK, 1988.

⁹ RADL, 1988 y LEDESMA-MATEOS, 1992 y 2000.

lógicos como son la “difusión” y la “traducción”. De tal forma, estos procesos de introducción no dependen ni de la carga conceptual ni de la veracidad de las teorías o conceptos, ni de la distancia geográfica entre el punto de origen —o de emisión— y el de recepción, sino de fenómenos sociales complejos que involucran la historia particular de las comunidades científicas y de las sociedades donde esto ocurra.

La introducción de un concepto, de una teoría o de un paradigma involucra su presencia real en el momento de la historia que se aborda, y no solamente su instrumentación o práctica generalizada en el seno de una comunidad científica, debiendo entenderse que existen introducciones fallidas, donde una asimilación no ocurrió, o bien que los procesos de traducción y de convencimiento tomaron otros caminos. Así, la introducción de una teoría no puede ser reducida, como lo propuso Yvette Conry, a su “valor operativo”, y si por ejemplo se acepta su postulado de que “el darwinismo será introducido donde y cuando haya devenido en instrumental”,¹⁰ tal como señala Harry W. Paul, “puede concluirse que el darwinismo no fue introducido en ninguna parte en el siglo XIX”, lo cual considera una tesis absurda.¹¹

EL CASO DE MÉXICO

Si entre los países de la Europa del siglo XIX hay divergencias en los tiempos y las formas de introducción y en los grados de asimilación de las diferentes teorías que condujeron la constitución de la biología como ciencia, más complejo es el planteamiento de su introducción en países periféricos —o semiperiféricos— como son los americanos, entre los que se encuentra México.¹² A este respecto debe consi-

¹⁰ CONRY, 1974, p. 23.

¹¹ PAUL, 1979, p. 22.

¹² Siguiendo el planteamiento de POLANCO, 1990, pp. 16-17, los países europeos más desarrollados, como, Francia aparecerían como un “centro”, España como una “semiperiferia”, y países como Colombia o México serían “periferias” dentro de su modelo de “Ciencia-Mundo”,

derarse tanto las situaciones histórica, política, económica, social, cultural del país, como las influencias a las que puede ser susceptible.

En el México independiente, una de las reacciones contra España fue el acercamiento a la cultura francesa, lo cual además se fortaleció por la influencia que tuvieron en el inicio de la revuelta las ideas tomadas de las obras filosóficas de Rousseau y Voltaire. Cuando se removieron los obstáculos para recibir obras extranjeras, los textos franceses fueron los preferidos.¹³

Como sostiene Pérez Siller, la presencia francesa en México se inscribe en la tendencia de las inmigraciones en el sentido amplio (personas, capitales, objetos, ideas) que se dan en contextos geopolíticos determinados. Si bien desde el siglo XIX hasta principios del XX Inglaterra fue el centro de la economía del mundo, en el ámbito cultural, entre la época de la Ilustración y la revolución de 1879, Francia se convirtió en el faro de los modelos políticos y sociales de la modernidad. París se transformó en la "ciudad luz", en la capital mundial de la cultura, a la que todos debían ir para cultivarse y estar en el grado más alto de civilización.¹⁴

El filósofo Samuel Ramos sostuvo que:

Francia llamó la atención de los mexicanos por sus ideas políticas a través de las cuales el interés se generaliza a toda la cultura francesa. La pasión política actuó en la asimilación de esta cultura, del mismo modo que antes la pasión religiosa en la asimilación de la cultura española.

inspirado en la noción de "Economía-Mundo" presente en las obras de Braudel y Wallerstein. España, aun en los tiempos en que era la metrópoli de un imperio colonial era una "semiperiferia" de la Europa sapiente. No obstante, en el caso de México, valdría la pena preguntarse y discutir si durante el siglo XX ocurre una transformación en la que se convierte en periferia de un nuevo centro científico que es Estados Unidos. Véase SALDAÑA, 1990 o incluso, durante la parte final del siglo XIX y los inicios del XX, pudo ser, para el caso de algunas ciencias, una periferia de Europa, idea que esbozo en este artículo.

¹³ BELTRÁN, 1982, pp. 60-61.

¹⁴ PÉREZ SILLER, 1998, p.11.

Ante la pregunta ¿cuáles son esas afinidades entre el mexicano y el francés? Ramos responde:

El espíritu revolucionario de Francia ofrece a la juventud avanzada de México los principios necesarios para combatir el pasado. Contra la opresión política, el liberalismo; contra el Estado monárquico, la república democrática; contra el clericalismo, el jacobinismo y el laicismo. El grupo más inteligente y activo de la sociedad mexicana se propone utilizar la ideología francesa como arma para destruir las viejas instituciones.¹⁵

Como señala Pérez Siller:

El afrancesamiento fue el curso más idóneo que adoptaron las elites mexicana y latinoamericana durante el siglo XIX para integrarse en los procesos de mundialización. Esto se debe a que ambas culturas, ibérica y francesa, comparten raíces comunes: católicas y latinas, pero también al papel que jugó la experiencia histórica francesa como paradigma para las antiguas colonias ibéricas [...] entre los modelos anglosajón —materialista, liberal, dinámico y eficiente— y español —fanático, despótico y decadente— las elites prefirieron el afrancesamiento para acompañar la independencia, encaminarse hacia el “progreso” y alcanzar así lo que se llamó “la civilización”.¹⁶

La influencia francesa se da en diversos ámbitos de la cultura, pero de manera muy importante en el campo de la medicina y las ciencias. De tal manera, durante el gobierno de Valentín Gómez Farías, médico de profesión, se dio una reforma de la enseñanza de la medicina, creando en 1833 el “Establecimiento de Ciencias Médicas”, de acuerdo con las tendencias de la educación imperantes en Francia, incluyendo una cátedra de fisiología e higiene, apoyada por textos y prácticas utilizadas en aquel país;¹⁷ en ese mismo año, la reforma educativa decretada por el mismo Gómez Farías sustituyó el Colegio de Minería por el Establecimiento de Ciencias Físicas y Naturales, donde se ins-

¹⁵ RAMOS, 1951, pp. 41-42.

¹⁶ PÉREZ SILLER, 1998, p.12.

¹⁷ FLORES Y TRONCOSO, 1888, p. 481.

tauraron cátedras de zoología, geología y zoología, y posteriormente de zoología comparada (en 1859),¹⁸ que tuvieron una clara influencia francesa.

A pesar de los graves problemas del México independiente, de la efervescencia política, de las guerras de invasión, de los descalabros económicos, durante el siglo XIX existía una actividad incipiente de docencia e investigación científica, con destacados personajes como Joaquín Velázquez de León, Pío Bustamante y Rocha, Javier Stavoli, Agustín Barroso, Próspero J. Goyzueta, Rafael Chovell, Juan Luis Berladier —de origen suizo y discípulo de De Candolle— J. J. Arriaga, Antonio del Castillo, F. del P. Cordero y Hoyos, Alfonso Herrera, Gumesindo Mendoza, Antonio Peñafiel, Leopoldo Río de la Loza, Jesús Sánchez, Manuel Urbina o Manuel María Villada, muchos de ellos mantuvieron un estrecho contacto con el extranjero, particularmente con Francia. Debe destacarse que dos de los principales naturalistas del siglo XIX en México, Alfredo Dugés y Eugenio Dugés eran de origen francés, y el primero fue corresponsal de la *Société de Biologie de France*.

Un elemento que contribuyó a consolidar la presencia de la influencia francesa en la ciencia mexicana fue la instauración, en 1864, de la Comisión Científica, Literaria y Artística de México creada por el imperio de Maximiliano, así como la *Commission scientifique du Mexique*, creada en París por decreto de Napoleón III, que trabajaría sobre la base de la información enviada por los “corresponsales” que formaban parte de la expedición colonialista, quienes eran extranjeros residentes en México o bien mexicanos incorporados al gabinete imperial.¹⁹

Con la caída del imperio de Maximiliano y la restauración de la República, que coincide con alguna diferencia de tiempo con la caída del imperio de Napoleón III y el establecimiento de la tercera República francesa, los nexos intelectuales entre los dos países se hicieron más estrechos, de acuerdo con la influencia de la ideología liberal y la ma-

¹⁸ BELTRÁN, 1982, p. 59.

¹⁹ MALDONADO-KOERDELL, 1964, pp. 242-243.

sonería. Durante el gobierno de Juárez, la Escuela Nacional Preparatoria fue fundada por Gabino Barreda, discípulo de Augusto Comte, siendo el positivismo la filosofía dominante en el mundo intelectual mexicano.

En el porfiriato, el nexo fue también estrecho y en 1883 se creó la Comisión Científica Mexicana²⁰ dirigida por Alfonso Herrera, que aprovechó el modelo de la *Commission scientifique du Mexique* en beneficio del conocimiento de los recursos naturales de nuestro país. Como es bien sabido, la afinidad de Porfirio Díaz con Francia llegó al grado de que cuando fue desterrado decidió establecerse en París y sus restos reposan hasta la fecha en el cementerio de Montparnasse. El vínculo con Francia en esta segunda mitad del siglo XIX y los inicios del XX no es algo trivial pues tendrá un fuerte peso en los fenómenos de introducción de los paradigmas de la biología en nuestro país.

Hay dos vertientes en las que es necesario abordar la introducción de los paradigmas de la biología en la nación. Una es la relativa a la importación de algunos de ellos por parte de la comunidad médica antes de que sea posible referirse a la biología (durante el siglo XIX), y la otra, que se ubica en los inicios del siglo XX y que tiene que ver con la emergencia de la primera cátedra y el primer libro de la materia, es su mención en los programas de estudios y el intento por establecer instituciones de enseñanza e investigación expresamente dedicadas a la biología, con ese nombre.

ALFONSO L. HERRERA Y LA CONCEPCIÓN DE LA BIOLOGÍA
COMO UNA NUEVA CIENCIA

En sentido estricto, la introducción de los paradigmas de la biología en México tiene que ubicarse en el siglo XX e implica referirse a la obra de Alfonso L. Herrera, quien es el personaje determinante para comprender el desarrollo de la biología en nuestro país durante el periodo que se es-

²⁰ *Memoria*, 1887, pp. 443-445.

tudia. A. L. Herrera, hijo del naturalista Alfonso Herrera Fernández, marca una ruptura con la tradición naturalista, descriptiva y taxonómica representada por su padre; transforma la cátedra de la historia natural, sustituyéndola por la primera cátedra de biología, que establece en la Escuela Normal para profesores en 1902. Ante la carencia de un libro de texto para la misma escribió *Nociones de Biología*, que se editó en 1904, siendo el primer libro de la disciplina en el país. En dicha obra Herrera da cuenta del cúmulo de conocimientos biológicos existentes en el país, que paradójicamente no se encuentran asentados en una comunidad científica y que pueden considerarse producto de la iniciativa personal de búsqueda y de comunicación científica del autor, que afirma es el resumen de sus estudios iniciados desde 1888.

Considerado el principal introductor del pensamiento darwinista en el país, y autor del primer texto estrictamente darwiniano, *Recueil des lois de la biologie générale*, publicado en 1897, pugnó toda su vida por el desarrollo de una biología entendida como una disciplina autónoma. Luchó por el establecimiento de una instancia específica dedicada a la investigación biológica: la Dirección de Estudios Biológicos de la Secretaría de Fomento (1915-1929), que al desaparecer dio origen al Instituto de Biología de la UNAM, pero con la correlativa exclusión de Herrera, tal como se ha detallado en otros trabajos.²¹

El libro *Nociones de Biología* es determinante para comprender la orientación que Herrera pretende dar a la biología que se aboca a introducir, de ahí el valor de analizar tanto el contenido del texto como sus fuentes. Afortunadamente el autor anota una relación de las obras que le sirvieron de base para su redacción y que son las siguientes: *La Biologie* por Letourneau, *Le Darwinisme* por Ferrière, *Nociones de Biología* por Conn, *Principes de Biologie* por Spencer, *L'origine des espèces* por Darwin, *La descendance de l'homme* por

²¹ Para mayor información acerca de la obra de A. L. Herrera y su importancia, véanse LEDESMA-MATEOS, 1999; LEDESMA-MATEOS y BARAHONA, 1999, y LEDESMA-MATEOS, 2002.

Darwin, *La variación* por Darwin, *Le Darwinisme* por Wallace, *L'évolution du sexe* por Geedes y Thomson, *Animal Life* por Jordan y Kellog, *La Cellule* por Henneguy, *The protozoa* por Calkins, *Histoire de la Création* por Haeckel, *Antropogenie* por Haeckel, *La science expérimentale* por Bernard, *La forme et la vie* por Houssay, *L'espèce humaine* por Quatrefages, y las revistas *Botanisches Centralblatt* y *Biochemisches Centralblatt*, aclarando que otras obras se mencionarán donde les corresponda.

Bien puede afirmarse que para 1902 —cuando se estableció la primera cátedra de la materia— o 1904 —cuando se publicó el libro—, Herrera tenía ya una visión propia claramente definida de la biología como una nueva ciencia diferente a la historia natural, que hizo explícita en *Recueil des lois de la biologie générale*, pequeño folleto editado en 1897 y que, de acuerdo con Moreno de los Arcos, fue el primer texto claramente darwinista que se escribió en México; en él “a manera de catecismo, expone las leyes que rigen el mundo de lo viviente”.²² Sin embargo, el establecimiento de una clase formal en la Escuela Normal, donde se forman los profesores, indica un movimiento tendiente a la difusión de esta concepción, novedosa en el campo educativo mexicano, con la posibilidad de que otros hagan suyas sus ideas y las transmitan a sus educandos. Desgraciadamente, como ya se ha discutido en otros trabajos,²³ este proyecto se vio interrumpido, debiendo pasar muchos años para su recuperación parcial.

Al inicio de *Nociones de Biología*, Herrera enuncia su “proposición fundamental”, que implica una definición de biología: “Todos los fenómenos materiales del organismo, en el pasado y en el presente, han tenido o tienen por causa las fuerzas físico-químicas conocidas. La biología es la ciencia que estudia estos fenómenos”.²⁴ A continuación sigue una sección titulada “Definición, objeto y utilidad de la bio-

²² MORENO DE LOS ARCOS, 1984, p. 38 y LEDESMA-MATEOS y BARAHONA, 1999, pp. 635-674.

²³ LEDESMA-MATEOS, 1999 y LEDESMA-MATEOS y BARAHONA, 1999.

²⁴ HERRERA, 1904, p. 11.

logía”, donde se discuten las acepciones dadas a la palabra por Auguste Comte o Letourneau, pero —siguiendo a Pascal— sostiene que para poder definir la biología y fijar sus límites es necesario definir antes la expresión *vida*. Para eso toma como base las definiciones analizadas por Claude Bernard en *La science expérimentale*.²⁵ La figura I del libro es precisamente la imagen de Claude Bernard, a quien curiosamente llama “filósofo y fisiologista francés” y no médico, detalle que sugiere una postura al respecto de los alcances y la ubicación de su obra para el posicionamiento de la biología como disciplina autónoma; de hecho, en otra parte del libro calificará a la medicina como “la ciencia de los ignorantes”,²⁶ posición que coincide con la que en los hechos sostenía el gran fisiólogo francés.

Sin embargo, no debe pensarse que Herrera hace una traslación mecánica de los planteamientos de Bernard, pues los discute y complementa. Así, señala que éste hace la crítica de todas esas definiciones y concluye que la vida no puede definirse, aunque “sus caracteres principales son la creación y la destrucción orgánicas”. Más adelante Herrera propone “una fórmula, no decimos definición, que es enteramente positiva: *La vida consiste en la actividad físico-química de un protoplasma o emulsión especialmente constituida y tiene una condición fundamental: las corrientes osmóticas*”, haciendo notar que “otras definiciones no hacen alusión al *protoplasma*, la base física de la vida, sin lo cual todas son insuficientes, pues la consideran un fenómeno extraordinario sin base primordial. De ahí concluye: *La vida consiste en la actividad del protoplasma*.”²⁷

Salvando la condición previa, continúa diciendo que:

La biología tiene por objeto el estudio del protoplasma, en todas sus manifestaciones. Podría llamarse también plasmogénia general. Estas manifestaciones son físico-químicas, y la biología es la ciencia de

²⁵ HERRERA, 1904, pp. 12-13.

²⁶ HERRERA, 1904, p. 16.

²⁷ HERRERA, 1904, p. 14 (las cursivas son del original).

*los fenómenos del organismo, que en el pasado y en el presente han tenido y tienen por causa las fuerzas físico-químicas conocidas*²⁸

lo que al inicio había enunciado como “proposición fundamental.”

Acerca del carácter de la biología como ciencia, Herrera cita a Preyer y dice:

Si la biología es una ciencia exacta deberá admitirse que sus leyes son invariables y que son lo que siempre han sido.

La física es independiente de la historia; sus leyes no encierran ningún elemento que dependa de la época. Ha llegado el caso en que la biología queda establecida como ciencia exacta.

[...] las leyes biológicas tienen el mismo carácter que las leyes físicas, son absolutas. Independientes de toda idea de origen y de fin, de toda consideración de época y de lugar, y por lo mismo la biología es una ciencia exacta.²⁹

Para Herrera

[...] a biología es una ciencia nueva, no porque sean nuevos los objetos en que se ocupa, sino porque los considera de un nuevo punto de vista [...] los zoólogos y los botánicos de las pasadas edades se limitaban a mirar las plantas y los animales como ejemplares de museos,³⁰ donde las ordenaban y clasificaban con nombres arbitrarios. El biólogo de nuestros días los considera como seres activos, como partes de un todo que siempre está modificándose y cambiando. Para los que hace cincuenta años se dedicaban a la historia natural, los reinos orgánicos se componían de individuos *que había que clasificar*: para el biólogo de hoy, de individuos *que hay que explicar*.³¹

²⁸ HERRERA, 1904, p. 15.

²⁹ HERRERA, 1904, p. 79.

³⁰ En este párrafo el autor inserta véase A. L. Herrera, “Les musées de l’avenir”, en *Mémoires de la Société Alzate*, t. IX, p. 221.

³¹ HERRERA, 1904, p. 18.

LOS PARADIGMAS INICIALES DE LA BIOLOGÍA

La teoría celular

En la parte titulada “Hechos de la unidad fundamental”, Herrera dedica una sección a la “Unidad de los organismos. El protoplasma”, donde aborda el tema de la célula (la celdilla), enfatizando que es la que contiene el protoplasma. Escribe:

Una vez demostrado que la pared celular era hasta cierto punto inactiva, fijóse la atención en los contenidos de la celdilla. Veinte años después de formulada la teoría celular, se consideraron el núcleo y la sustancia celular como esenciales para las actividades de la celdilla [...] en 1860 formulóse una teoría que constituyó lo que muchas veces se ha llamado el punto de partida de la biología moderna. Desde entonces la idea del protoplasma se elevó a gran altura. Fue perfectamente definido por Schultze, quien sostuvo que la parte verdaderamente activa de la celdilla era la sustancia celular, idéntica en todas las celdillas de los animales y de los vegetales superiores e inferiores. Es realmente la única cosa que tiene vida. No obstante su sencillez, posee todas las propiedades fundamentales de los seres vivos —irritabilidad, contractilidad, asimilación y reproducción—. *Huxley la llamó base física de la vida* [...]

Para comprender la naturaleza de la vida: “no se necesitaba ya ocuparse de la masa confusa de órganos complejos, que nos ofrecen los seres orgánicos, ni aun de las estructuras menos confusas de las celdillas individuales. Bastaba estudiar el protoplasma”.³²

Como puede verse, no mencionar a Schleiden y Schwann, ni a Virchow, poniendo el énfasis en la sustancia —el protoplasma— y no en la integridad física de la estructura, abre precisamente el camino a la idea de la generación de lo viviente como producción de protoplasma, que implica la idea de blastema presente en Claude Bernard y en Haeckel, de manera discrepante con Pasteur, cuya confronta-

³² HERRERA, 1904, p. 34.

ción con la generación espontánea asume el principio de Virchow de que toda célula procede de una preexistente, siendo la célula la unidad de origen de todos los seres vivos. En otros documentos Herrera se refiere despectivamente al “dogma de Pasteur”,³³ aunque acepta las conclusiones de los experimentos pasteurianos, pero en las condiciones de los laboratorios.³⁴

La idea de la “celdilla” como almacén del protoplasma forma parte de la polémica en torno a la teoría celular y a la continuidad o discontinuidad de la sustancia viviente que se hace presente en Europa en la segunda mitad del siglo XIX y los inicios del XX, y de la que incluso forma parte el debate entre la teoría reticular (sostenida por Camilo Golgi) y la teoría de la neurona (sostenida por Santiago Ramón y Cajal). El autor al que hace referencia es Max Johann Segismund Schultz, quien discrepó de la importancia que los creadores de la teoría celular daban a la pared o envoltura, basándose en el estudio del tejido muscular y su aparente continuidad, obteniendo importantes seguidores a partir de 1861.³⁵ Cabe mencionar que uno de los más destacados microscopistas franceses, cofundador con Claude Bernard de la *Société de Biologie* de Francia, Charles Robin, fue también un adversario de la teoría celular en su versión final apoyada por Virchow.³⁶

En consecuencia Herrera retoma el argumento de que

[...] los últimos estudios de los microscopistas han demostrado que las paredes de las celdillas tienen casi siempre pequeños poros, por donde salen filamentos protoplásmicos, que establecen una comunicación íntima entre las diversas partes del organismo, de manera que éste no podría ser *una pluralidad* y sí una *unidad* anatómica y funcional.

Para apoyarse coloca una imagen de la comunicación de las celdillas que establecen la continuidad y unidad del pro-

³³ Carta a Enrique Beltrán en BELTRÁN, 1978, p. 60.

³⁴ HERRERA, 1904, p. 74.

³⁵ GEISON, 1975, pp. 230-232.

³⁶ GRMEK, 1975, pp. 491-492.

toplasma en el organismo, tomada de la obra *General Biology* de Sedgwick y Wilson.³⁷

En Francia, Felix le Dantec utilizaba también la idea de continuidad para referirse a las uniones de la masa protoplasmática, “uniones en el espacio y en el tiempo [...] que constituyen la unidad del cuerpo viviente”.³⁸

En otra parte del libro encontraremos un apartado completo con el título “Hechos de la vida celular o fundamental”, donde aborda las “propiedades físico-químicas del protoplasma y la celdilla”, “la estructura osmótica del protoplasma”, sus “movimientos”, “crecimiento”, “reproducción de la celdilla y el papel del núcleo”.³⁹ Se basa, como claramente lo señala, en las *Nociones de Biología* de Conn, así como en numerosos trabajos entre los que destacan los de Houssay, Calkins, Strasbuguer y Guignard.

Será hasta al final de esta parte cuando introduzca la idea de “las imitaciones del protoplasma y la celdilla por medio de reactivos orgánicos o inorgánicos”, que forma parte de su teoría de la plasmogenia, que por razones de espacio no abordaré aquí.

Para el caso de la teoría celular, puede pensarse en su introducción previa a la obra de Herrera, que estaría ligada a la comunidad médica y a la aceptación primero del concepto de tejido procedente de Bichat —que llega de Francia vía la obra de Magendie y más adelante el de celdilla. Aparte de la posición de Herrera, ampliamente documentada de acuerdo con textos europeos, hasta donde se ha podido investigar, la teoría celular no causó gran polémica o rechazo y se integra a nivel de estudios microscópicos al darse el establecimiento de la bacteriología y la microbiología con personajes como Eduardo Liceaga, quien reprodujo en México los trabajos de Pasteur acerca de la rabia y aprovechando su amistad con Porfirio Díaz, fundó el laboratorio de bacteriología del Consejo Superior de Salubridad, y Ángel

³⁷ HERRERA, 1904, pp. 35-36.

³⁸ LE DANTEC, 1907, p. 96.

³⁹ HERRERA, 1904, pp. 91-113.

Gaviño quien instaló el primer laboratorio de bacteriología en la Escuela Nacional de Medicina.

Evidentemente, el único ámbito donde se podía prestar atención a la teoría celular es el de la enseñanza y la práctica médica, donde se tomaría como un nuevo conocimiento asociado a la patología de Virchow y entendido en términos eminentemente pragmáticos, además de su uso corriente en los cursos de fisiología, a partir de que Ignacio Alvarado tomó a su cargo la cátedra de fisiología como se verá más adelante.

Es interesante que —al menos en las investigaciones documentales directas realizadas hasta la fecha— no se registran textos de polémica en torno a la teoría celular en México, por lo que planteamientos críticos como los de Herrera no generaron un debate, pues se insertan en el seno de una problemática propia de la biología europea, a la que desgraciadamente no se prestaba atención en el país.

La teoría de la homeostasis

Es evidente que, por su ligazón con la medicina, a finales del siglo XIX e inicios del XX la fisiología tenía mayor grado de desarrollo, lo que permitió más fácil introducción del paradigma de la homeostasis. Con la fundación de la primera cátedra de fisiología en la Escuela de Medicina, de la que fue profesor Manuel Carpio (quien la impartió de 1833 a 1860),⁴⁰ se introdujo el estudio de la obra de Magendie que implica una orientación experimental y que sirvió de base empírica para el inicio de la construcción del edificio intelectual bernardiano, aunque el verdadero introductor de las ideas de Claude Bernard en México fue Ignacio Alvarado, quien obtuvo la cátedra de fisiología de la Escuela de Medicina a finales de 1861, aunque ya la impartía en la Escuela de Medicina Veterinaria desde 1856. Fue él quien introdujo en la docencia la lectura de las obras de Claude Bernard y propu-

⁴⁰ IZQUIERDO, 1934, p. 139.

so que la medicina fuera considerada en su acepción más lata como “Biología dinámica y patológica”.⁴¹

Alvarado era el médico de Benito Juárez, por lo que mantuvo la cátedra sólo hasta 1863, y fue sustituido por Luis Hidalgo y Carpio de 1863 a 1866, y luego, en 1867 por Manuel Carmona y Valle, quien había obtenido fama por haber realizado una estancia de investigación en Francia, trabajando como colaborador de Brown-Sequard quien más tarde sería el heredero de la cátedra de Claude Bernard en el *Collège de France*.⁴² De acuerdo con Izquierdo, la orientación filosófica de Carmona y Valle era vitalista⁴³ y por eso, aunque poseía experiencia en la realización de preparaciones experimentales fisiológicas, no coincidía con el conjunto de la concepción bernardiana.

Alvarado recuperó en breve tiempo la cátedra de la que era propietario y la mantuvo hasta el triunfo de Porfirio Díaz, luego de lo cual se impidió que la ocuparan sus más destacados discípulos (Ramón López Muñoz, Porfirio Parra y Manuel Rocha).⁴⁴ A continuación la ocupó José María Bandera, quien se alejó del pensamiento bernardiano y estuvo a cargo de la materia hasta 1909.⁴⁵

No fue sino hasta los inicios del siglo XX cuando se encontró otro fuerte impulsor de la visión bernardiana: Daniel Vergara-Lope, colaborador de Alfonso L. Herrera en la escritura de la magnífica obra “La vie dans les hautes plateaux” —La vida en las altitudes—, la cual fue galardonada por el Instituto Smithsonian⁴⁶ y en la que la idea del ajuste homeostático está claramente presente.

Vergara-Lope ocupó la cátedra de fisiología de la Escuela de Medicina de 1909 a 1914 y con anterioridad trabajó en la instalación del primer laboratorio de investigación en

⁴¹ IZQUIERDO, 1934, pp.174-175 y LEDESMA-MATEOS, 1997, p. 42. Véase también IZQUIERDO, 1951 (esta fuente es un CD Rom, cuyo diseño no permite definir páginas).

⁴² IZQUIERDO, 1934, pp. 139 y 187-188.

⁴³ IZQUIERDO, 1934, pp. 192-193.

⁴⁴ IZQUIERDO, 1934, pp. 228-230.

⁴⁵ IZQUIERDO, 1934, pp. 231-232 y LEDESMA-MATEOS, 1997, p. 42.

⁴⁶ BELTRÁN, 1968, p. 38.

fisiología del país, el cual se ubicó en el Instituto Médico Nacional, que estuvo a cargo de Fernando Altamirano —médico de cabecera de Porfirio Díaz—, quien también era el director fundador de ese instituto, que se formó en 1888. Vergara-Lope fue enviado a visitar los laboratorios de fisiología de Dastre y Reignard en París, los de Bruselas y los de Pavlov en San Petersburgo, luego de lo cual elaboró los planos para el laboratorio del instituto en México.⁴⁷ Altamirano y Vergara-Lope tenían una idea más completa del desarrollo de la fisiología en el mundo, aunque lamentablemente no tuvieron desde un principio la responsabilidad de la formación de los estudiantes.⁴⁸ Sin embargo, en 1900 Altamirano y Vergara-Lope montaron el laboratorio de fisiología de la Escuela de Medicina.⁴⁹

A juzgar por la presencia de las obras de Bernard en la Biblioteca Nicolás de León del Palacio de Medicina, es evidente que éstas fueron la base de la enseñanza de la fisiología médica por muchos años, por lo que la teoría de la homeostasis fue bien introducida y asimilada en nuestro país. De igual forma, en el terreno del pensamiento estrictamente biológico, donde nuevamente nuestro referente es Alfonso L. Herrera, el análisis de *Nociones de Biología* claramente nos deja ver la orientación bernardiana no sólo en lo que a los aspectos fisiológicos se refiere, sino también en el rechazo al naturalismo contemplativo y a la idea de una ciencia de la vida autónoma, con la diferencia de que para Herrera claramente ella es la biología, en tanto que para Bernard lo es la fisiología.

En la lista de obras consultadas para la redacción de *Nociones de Biología*, se encuentra *La Science expérimentale* de Claude Bernard, que es precisamente una compilación de diversos trabajos —realizada por Paul Bert, en homenaje a su maestro— que incluye “Du progrès dans les sciences physiologiques” (1865), “Le problème de la physiologie générale” (1867) y “Définition de la vie” (1875), textos

⁴⁷ IZQUIERDO, 1934, pp. 245-248.

⁴⁸ LEDESMA-MATEOS, 1997, p. 42.

⁴⁹ IZQUIERDO, 1951.

muy contundentes y beligerantes, en los que su autor arremete contra los médicos tradicionales y los naturalistas.

En "Le problème de la physiologie générale" Bernard escribe:

[...] Uno de los obstáculos que la fisiología experimental ha debido encontrar necesariamente en su evolución, es el antagonismo de los naturalistas —zoólogos, botánicos y anatomistas— que piensan que la fisiología entraba en su dominio y les pertenecía, reclamando para sus museos y sus colecciones todas las mejoras a hacer en las ciencias biológicas, y se oponen a la creación de laboratorios independientes y de cátedras especiales de fisiología.⁵⁰

La actitud de Herrera en lo referente a la búsqueda de la biología como una ciencia autónoma y a su rechazo al naturalismo descriptivo es completamente similar a la postura bernardiana, con la diferencia de que el enfoque que propone va más allá, separándose completamente de la medicina, cuestión que tendrá particulares repercusiones en el desarrollo de la biología durante el proceso de su institucionalización, tal como ya se ha tratado en otro trabajo.⁵¹ De manera similar, otro de los libros que Herrera enlista es *La biologie* de Charles Letourneau,⁵² que es un manual escolar con una clara posición bernardiana aplicada a la totalidad de lo viviente. Se trata de un libro muy diferente al de Herrera, con un enfoque distinto, aunque evidentemente le sirvió como una base de contrastación, tomando de él sólo lo correspondiente a las cuestiones fisiológicas.

La influencia de Vergara-Lope también se dejó ver en el momento de la fundación de la Dirección de Estudios Biológicos (DEB) por Alfonso L. Herrera, quien planeó el establecimiento de una sección de fisiología orientada al estudio de la adaptación homeostática a la altitud y los cambios en la composición del aire respirado. Esta sección

⁵⁰ BERNARD, 1878, pp. 144-145.

⁵¹ LEDESMA-MATEOS, 1999.

⁵² LETOURNEAU, 1900.

quedó a cargo de Fernando Ocaranza, quien más adelante sería uno de los más acérrimos enemigos de Herrera.⁵³

La tradición bernardiana continuó gracias a la formación de una nueva generación de fisiólogos en la que destaca José Joaquín Izquierdo, quien inició sus actividades de investigación en la DEB y luego realizó una estancia de investigación en Estados Unidos con Walter W. Cannon,⁵⁴ creador del término homeostasis —que no de la concepción o la teoría.

Como se ve, el paradigma de la homeostasis es uno de los que tuvieron mejor recepción, habiendo sido introducido de manera temprana y asimilado plenamente formando parte de las líneas normales de investigación en el país, hecho que se explica por su estrecha vinculación con las perspectivas médicas y la enseñanza e investigación ligadas con la medicina, cosa muy diferente de lo ocurrido con el paradigma de la evolución.

La teoría de la evolución

En cuanto a la teoría de la evolución, el proceso es de mayor complejidad, pues posee implicaciones que van más allá del ámbito académico, cruzando lo religioso, ideológico y político. En su magnífica obra *La polémica del darwinismo en México, siglo XIX*, Roberto Moreno de los Arcos aborda los debates ocurridos en el seno de la Sociedad Metodófila Gabino Barreda, donde el problema de la evolución se confronta a dos posiciones dentro de la filosofía positivista, la estrictamente derivada de Auguste Comte, sostenida por el propio Barreda, y la vertiente inspirada en Spencer, apoyada por los hermanos Justo y Santiago Sierra. El positivismo comtiano rechaza la teoría darwiniana de la evolución por considerarla imposible de demostrar positivamente, en tanto que los spencerianos la adoptan asociándola a la idea de progreso. Puede considerarse que el darwinismo se in-

⁵³ LEDESMA-MATEOS, 1999.

⁵⁴ LEDESMA-MATEOS, 1997.

trodujo en México durante las últimas décadas del siglo XIX, existiendo una polémica en tres órdenes: el filosófico, el religioso y el científico.

A juzgar por las evidencias documentales analizadas por Moreno de los Arcos,⁵⁵ el darwinismo ciertamente fue introducido en nuestro país en la década de los setenta del siglo XIX, y su irrupción puede asociarse con la publicación, en 1871, del nuevo libro de Darwin: *El origen del hombre*, el cual causó un gran revuelo social en Europa y un fuerte repudio de parte del catolicismo, en tanto que el relativo retraso de su introducción puede deberse a la situación del darwinismo en Francia, que fue rechazado y luego lenta y confusamente aceptado, además de la animadversión de la corriente positivista de Barreda.

En 1875 tenemos la primera cita conocida acerca de Darwin, que procede de Justo Sierra, y aparece en un debate contra el espiritismo. En 1878, Santiago Sierra decía que: “tenemos en nuestro poder y hemos leído todas las obras de Charles Darwin y aún tenemos traducida una: *la filiación del hombre* que pronto trataremos de publicar y popularizar entre nosotros” luego de lo cual proporcionaba una lista de textos darwinistas que recomendaba: *La descendencia y darwinismo* de Schmidt, *La historia de la creación natural* y la *Antropogénesis* de Haeckel, *Anatomía de los vertebrados*, *Lugar del hombre en la naturaleza*, *Fisiología* y *Sermones laicos* de Huxley, además de citar a Wallace, a Vogt y Martins, mencionando también a los que considera detractores del darwinismo, como Blanchard, Baer y Perrier, sugiriendo su lectura a los católicos.⁵⁶

En 1882 Dugès clasificó al hombre con los primates; además de mencionar a Huxley y Haeckel entre sus fuentes, en 1884 el general Vicente Riva Palacio, en su texto “El virreynato” en *México a través de los siglos*, cita *La descendance de l'homme* y *De la variation de animaux et des plants à l'état domestique* de Darwin; *Generelle Morphologie* de Haeckel y *Leçons sur l'homme* de Vogt. En 1895, Agustín Aragón expresó su anti-

⁵⁵ MORENO DE LOS ARCOS, 1984, p. 19.

⁵⁶ MORENO DE LOS ARCOS, 1984, pp. 19 y 22.

darwinismo desde su postura positivista, pero también cita importantes obras al respecto, y ni qué decir de los textos relativos al darwinismo —a favor y en contra— aparecidos entre 1882 y 1884 en *La Naturaleza* y traducidos de la *Revue Scientifique* de Francia, todo lo cual permite afirmar que “el darwinismo llegó a México y se difundió en los grupos cultos en gran medida” y que de ninguna manera su presencia fue débil,⁵⁷ aunque vale la pena introducir el matiz de que si bien fue introducido, eso no significa que fuera asimilado plenamente, pues durante el siglo XX su presencia en la biología mexicana se vio nulificada.⁵⁸

En el contexto estrictamente científico, según Moreno de los Arcos, “el darwinismo modificó en buen número de personas la orientación de la investigación científica”,⁵⁹ pudiéndose destacar varios trabajos, como el de Francisco Patiño, considerado el primer texto científico con clara mención de las ideas de Darwin: “Las plantas carnívoras”, publicado en la *Gaceta Médica* en 1876; el de José Ramírez “El origen teratológico de las variedades, razas y especies”, donde afirma que “[...] está perfectamente demostrado por Darwin y admitido por los naturalistas que todas las razas de palomas descienden de la paloma silvestre (*Columba livia*) [...]”, siendo para él fundamental el estudio de las monstruosidades para comprender el origen de nuevos grupos taxonómicos,⁶⁰ tal como el de nuevas especies, por herencia de los caracteres monstruosos, ideas que también extendió a las plantas anormales.

José Ramírez es sin duda uno de los naturalistas más prolíficos que aceptó el pensamiento evolucionista y lo aplicó al problema del origen de las razas, tanto vegetales como animales y humanas, por lo que en 1896 publicó el trabajo “Las leyes biológicas permiten asegurar que las razas primitivas de América son autóctonas”, aportando elementos para desecher la idea de que las razas del Nuevo Continente pro-

⁵⁷ MORENO DE LOS ARCOS, 1984, pp. 19-22.

⁵⁸ Al respecto véanse LEDESMA-MATEOS, 1999 y PIÑERO, 1996, pp. 13-17.

⁵⁹ MORENO DE LOS ARCOS, 1984, p. 35.

⁶⁰ FLORES OLVERA y OCHOTERENA BOOTH, 1991, pp. 28-29.

venían de Europa. Sostuvo que en América el reino vegetal se desarrolló como en el resto el mundo, al igual que el reino animal, que alcanzó los mismos grados de evolución, en tanto que las razas humanas también evolucionaron y debieron desarrollarse independientemente. Con base en ello, se alejó del asunto de la superioridad o inferioridad de las razas, buscando argumentaciones biológicas para apoyar la idea de su origen autóctono.⁶¹

Sin embargo, en el ámbito de la ciencia, una plena introducción de la teoría darwiniana de la evolución queda evidenciada con la publicación en 1897 de la obra *Recueil des lois de la biologie générale* por Alfonso L. Herrera, considerado el primer texto darwinista escrito en el país.⁶²

En los inicios del siglo XX, la cátedra de Biología de Herrera y su libro *Nociones de biología* tendrán una orientación eminentemente darwiniana, aunque con una tendencia inspirada en la obra de Haeckel, como él mismo lo declara, conjugada con una orientación ligada a la filosofía de la naturaleza del romanticismo alemán. Herrera dedica una buena parte de su libro a la exposición de lo que llama las leyes de la evolución, que son: 1) Ley de la reproducción; 2) Ley de la correlación del crecimiento y de compensación orgánica; 3) Ley de la herencia; 4) Ley de la multiplicación geométrica de las especies y la multiplicación aritmética de los alimentos; 5) Ley de la constancia de las formas en razón de la sencillez de la estructura; 6) Ley de la lucha por la vida, y 7) Ley de la selección natural.

Con toda contundencia, en las leyes 4, 6 y 7 encontramos la clara filiación darwinista de Herrera,⁶³ quien a continuación argumentará en favor de la evolución, integrando su muy particular versión del darwinismo con una evolución total del universo. Más adelante, y con un enorme sentido didáctico, pone una serie de cuadros de resumen, el primero de ellos dedicado a las objeciones a la teoría de Darwin, para darles respuesta puntualmente. En seguida expone las

⁶¹ FLORES OLVERA y OCHOTERENA BOOTH, 1991, pp. 31-33.

⁶² MORENO DE LOS ARCOS, 1984, p. 39.

⁶³ LEDESMA-MATEOS, 1999, p. 90.

pruebas geológicas de la evolución, utilizando el clásico ejemplo de la genealogía del caballo; después presenta las pruebas experimentales que dice: “son muy contadas, porque la mayoría de los naturalistas y muy particularmente los enemigos de la teoría darwinista se ocupan de asuntos baladíes, como la descripción de especies y cortes histológicos, en vez de consagrarse a los experimentos”, como debiera hacerse en una ciencia experimental, luego de lo cual describe experimentos donde se ha cambiado el género y la especie de algunos crustáceos, por medio de modificaciones en la concentración salina de su cultivo, indicando que los nacientes estudios de plasmogenia demuestran que la variedad de formas y estructuras se debe a causas físico-químicas y a detalles de preparación.⁶⁴

Al hablar de la evolución humana, discute las diferencias y semejanzas anatómicas entre el hombre y los demás primates, si bien apunta que “el origen del hombre es algo incierto, pero últimamente se han encontrado esqueletos fósiles muy interesantes, sobre todo el que se descubrió en Java y llámase —*Pithecanthropus erectus*—: establece la transición entre el mono y el hombre primitivo de Neanderthal [...]”. Plantea la existencia del hombre fósil y expone el árbol genealógico o filogenético propuesto por Ernst Haeckel, que parte de los monera y protozoarios, hasta llegar al hombre. Basándose en autores franceses como Lubbock y Letourneau, concluye que “el hombre, la civilización y la sociedad actuales se han desarrollado progresivamente por vía de evolución”.⁶⁵

Mas adelante en su libro, Herrera señala el tercer periodo del evolucionismo, el de la transformación, mencionando como elementos característicos: la lucha intraorgánica, la formación de los organismos por las condiciones internas, la ley de la nutrición y las contribuciones de W. Roux, I. Delage y el propio Herrera (que muy modestamente refiere diciendo “nosotros en muy pequeña escala”). En esta parte encontramos con claridad las características de su concepción evolutiva, pues dice:

⁶⁴ HERRERA, 1904, pp. 219-221.

⁶⁵ HERRERA, 1904, p. 222.

[...] hemos insistido en la imposibilidad de explicar los hechos de la evolución por las razones de conveniencia o por los resultados de la lucha y la selección. Había en esto un error profundo, pues se confundían las causas internas, las fuerzas formadoras del organismo que evoluciona, con las necesidades, las razones de ser y los resultados: Todo es o ha sido protoplasma en el mundo de los organismos y todo hecho de adaptación, herencia, selección se relaciona en primer lugar con la actividad y modificaciones del protoplasma, es decir, con las causas fisicoquímicas.⁶⁶

Su pensamiento toma una vía centrada en el individuo y en los procesos fundamentales que ocurren en él, y en una lógica de búsqueda de la “unidad de la naturaleza” parte de la idea de la plasmogenia, una nueva ciencia, su ciencia, para sostener que pueden formarse estructuras análogas a un ovocito o al proceso de segmentación a partir de sustancias químicas; es así que, casi al final del libro, enlaza su visión del evolucionismo con las consideraciones iniciales de estructuración de la materia. Esto lo lleva a proponer que

[...] el óvulo natural, el feto, el ser adulto, deben sus estructuras y modificaciones a la lucha interna de las celdillas y los órganos por el espacio, la luz, el calor, el alimento. W. Roux ha podido explicar la formación de muchos órganos por razones de resistencia, de presión de compensación orgánica [...] esta nueva ciencia, la biomecánica, acaba de nacer.⁶⁷

Insertado en una concepción de lo biológico, estrechamente vinculada a Haeckel, la biología del desarrollo, la embriología experimental se vuelve un pilar de sostenimiento de su evolucionismo; con ello relaciona su idea de la vida con un proceso de recambio, de asimilación y desasimilación, tal como Federico Engels la plantea en la *Dialéctica de la naturaleza*, que es una obra de inspiración claramente haeckeliana. Así afirma: “todos los fenómenos del organismo se relacionan con un mecanismo de nutrición

⁶⁶ HERRERA, 1904, p. 226.

⁶⁷ HERRERA, 1904, p. 227.

[ley de la nutrición]”. Nutrición entendida como el conjunto de relaciones de la célula con los medios externo e interno. Aquí adivinamos también la influencia de la visión de Claude Bernard.⁶⁸

En ese esquema ve que la teoría de la evolución consta “de efectos” como son: la evolución misma, la lucha por la vida, la variación y la selección, todo ello formulado por el darwinismo, y “causas”, que son para él, las fisicoquímicas y de nutrición. Para terminar su segundo libro, continúa con una serie de ocho páginas de cuadros que resumen la teoría de la evolución con las leyes planteadas, objeciones, respuestas y pruebas, que permiten entender las características del pensamiento de don Alfonso y su papel en la introducción del darwinismo, en una síntesis muy particular de él, que sin embargo, es valiosa por el contexto en el cual se da y por cómo la integra al esquema de una ciencia, la biología, que se encuentra apenas en una etapa naciente.⁶⁹

Todo lo anterior apunta sobradamente a dejar asentado el valor de la obra herreriana en la introducción del darwinismo en México.

A pesar de todo este esfuerzo intelectual y presencia académica, en 1906, la cátedra de biología fue suprimida “por considerarla peligrosa para la juventud y las creencias”, por lo que Herrera abandona la actividad docente dedicándose sólo a la investigación. Este momento es muy significativo para la introducción de los paradigmas de la biología en México, pues representa una interrupción de la formación de individuos con la idea de una biología autónoma. Y aunque Herrera no era el único evolucionista mexicano, eso marcará un tropiezo que sólo intentará restablecerse hasta la fundación de la Dirección de Estudios Biológicos de la Secretaría de Fomento en 1915, y que se verá refrendado en 1929 con el establecimiento del Instituto de Biología de la UNAM, donde toda investigación sobre el origen de la vida y la evolución quedó excluida, al igual que el propio Herrera.

⁶⁸ LEDESMA-MATEOS, 1999, p. 96.

⁶⁹ LEDESMA-MATEOS, 1999, p. 96.

La teoría de la herencia

En el campo de la medicina mexicana, durante el siglo XIX prevalecieron las teorías de “la herencia mezclada” que imperaban en Europa, de acuerdo con las versiones aceptadas por los autores franceses, cuyos libros eran la base de la educación. Efectivamente poco es el interés que tal problema puede presentar en una comunidad científica incipiente dominada por el naturalismo descriptivo, aunque en diversos textos aparecen referencias a la noción de herencia, de manera vaga y poco rigurosa. Entre los escritos científicos en los que aparece un tratamiento sistemático de los fenómenos de la herencia se encuentra el de José Ramírez “Origen teratológico de las variedades, razas y especies”⁷⁰ —ya mencionado en relación con el darwinismo—, donde trata las formas de reproducción de los organismos, para luego proponer dos formas de herencia con sus respectivas leyes: la herencia conservadora y la herencia progresiva. La primera ley es de la herencia conservadora y la define como continua; la segunda, de la herencia intermitente, latente o alternante; la tercera es la ley de la herencia sexual; la cuarta, de la herencia mezclada o bilateral, que explica el hibridismo y mesticismo, y la quinta, de una herencia abreviada o simplificada, que es muy importante en embriología, pues es una modificación de la ley de la recapitulación de Haeckel.

Ramírez sostenía que las leyes de la herencia conservadora están en contradicción con las leyes de la herencia progresiva, las cuales consisten en que el organismo no lega a su descendencia sólo las propiedades que ha recibido de sus antecesores, sino que también, en un cierto momento, incorpora lo adquirido y lo transmite, por lo que “la adaptación se enlaza con la herencia”.⁷¹ La primera ley de la herencia progresiva sostiene que la herencia es “adaptada o adquirida”, la segunda es de la herencia fijada o constituida, que se refiere a la seguridad de transmisión de las

⁷⁰ RAMÍREZ, 1878, pp. 235-247.

⁷¹ RAMÍREZ, 1878, pp. 235-247.

modificaciones si es mayor el tiempo de acción de la causa modificadora; la tercera es de la “herencia homocrona”, llamada por Darwin “herencia de las edades correspondientes”, muy frecuente en la transmisión de enfermedades, y la cuarta ley es la de la “herencia homotrópica o herencia de las mismas regiones, o de las regiones correspondientes del cuerpo, muy evidente en la herencia patológica.⁷²

Durante la parte final del siglo XIX y los inicios del XX existió en el seno de la comunidad médica una fuerte tendencia a encontrar explicaciones para las enfermedades hereditarias y las monstruosidades; en esta actividad destacó Juan María Rodríguez Arangoity, quien siendo médico obstetra se interesó por la teratología, pero al mismo tiempo trató de encontrar explicaciones químicas al origen de las monstruosidades, dado que era profesor de química en la Escuela Nacional Preparatoria. Interesado en la fecundación, sostenía que el desarrollo embrionario era una transfiguración y que las variaciones —y las enfermedades hereditarias— se debían a reacciones químicas de los elementos constituyentes del óvulo y el espermatozoide. Las variaciones serían el efecto de las reacciones químicas que utilizan los mismos elementos en igual cantidad, pero que se realizan en diferentes circunstancias del entoro conservando una composición similar, por lo que el tipo específico se mantiene, pero con diferentes aspectos.⁷³

Existen otros médicos interesados en los aspectos de la herencia, con la intención primordial de entender la predisposición a ciertas enfermedades, tal como José Olvera, sin embargo, en todos estos casos no hay una integración del problema de la herencia al conjunto conceptual integral de la biología, y en el caso de la comunidad médica tampoco se le asimila plenamente.

En sus trabajos de finales del siglo XIX, nuevamente Herrera le da alguna importancia a la herencia, asunto que será retomado en pocas páginas en su libro de 1904, don-

⁷² RAMÍREZ, 1878, pp. 235-247.

⁷³ RODRÍGUEZ, 1892, pp. 170-171.

de deja ver sobradamente que tiene conocimiento de los avances de la ciencia europea de su momento.

Al enunciar sus leyes de la biología, la tercera es la de la herencia, que divide en dos partes: *a)* herencia de las modificaciones adquiridas y *b)* herencia a la edad correspondiente. Cuando se refiere a la primera, lo hace en consonancia con el conocimiento científico de su época, puesto que, como sabemos, el mismo Darwin utiliza este mecanismo como explicación válida. Herrera asienta sin embargo, que “las modificaciones adquiridas son hereditarias cuando ejercen una influencia muy grande en todo el organismo, y no lo son en el caso contrario”.⁷⁴

La herencia a la edad correspondiente es una idea muy enraizada en la época en que este libro fue escrito y consiste en pensar que “una particularidad de organización tiende a reaparecer en los descendientes a la edad correspondiente”, esto sucede con el tamaño y sabor de las semillas o con los cambios en las estructuras corporales. También en esta parte acepta la idea del “atavismo” o “retrogradación”, que consiste en heredar los rasgos no de los progenitores, sino de antecesores remotos, situación que asocia con las condiciones de nutrición. Aquí, y con letra cursiva, nos plantea que

[...] los vicios constitucionales y las grandes perturbaciones de la nutrición como la escrofulosis, la tisis, la epilepsia, el alcoholismo, ciertas enfermedades del corazón, el cáncer, las afecciones nerviosas graves, particularmente la locura, son hereditarias o repercuten en los descendientes, que resultan raquíticos y desgraciados.

Es por ello que señala a los profesores normalistas, a quienes está dedicado el libro, su deber de comunicar las ideas relacionadas con el conocimiento de la herencia, para orientar decisiones como el matrimonio.⁷⁵

⁷⁴ LEDESMA-MATEOS, 1999, p. 89.

⁷⁵ LEDESMA-MATEOS, 1999, pp. 90-91.

Al hablar de la consanguinidad, indica las razones biológicas para la prohibición del matrimonio por las leyes civiles y religiosas, aunque en ciertas condiciones ésta pueda ser ventajosa. Relaciona con ello la partenogénesis e indica que a fin de cuentas se requiere la participación de otro individuo para dar vigor a la prole, lo mismo que en el caso de los infusorios con reproducción asexual, donde la conjugación es necesaria para mejorar las condiciones individuales.⁷⁶

A pesar de que se refiere a las leyes de la herencia y da como cierta la herencia de caracteres adquiridos, más tarde comentará las teorías de Mendel y De Vries, al respecto de las cuales aclara a manera de nota que éstas “no son obligatorias para los alumnos”.⁷⁷ Esto nos revela la valoración del problema, en un momento cuando aún se debate su redescubrimiento en Europa. Herrera conocía estas teorías, y tuvo incluso, correspondencia personal con Hugo de Vries, que le envió un ejemplar de su libro con una dedicatoria; sin embargo, no asimila estas ideas, pues rompen con el esquema de continuidad Lamarck-Darwin en el desarrollo de una teoría evolutiva, claramente influida por la filosofía de la naturaleza alemana y por la obra de Haeckel.⁷⁸

Herrera expone el mutacionismo de De Vries, pero a continuación, de manera por demás modesta, dice:

En nuestra desautorizada opinión esta teoría no tiene base, puesto que nadie ha podido establecer la definición de la especie y de la variedad. En la naturaleza sólo hay individuos. ¿Cómo aplicar la teoría de las mutaciones a lo que sólo existe en la imaginación?⁷⁹

El sistema teórico de Herrera tiene una base físico-química y fisiológica, reconoce procesos individuales, formas particulares, que pueden tener parámetros comunes, pero no una abstracción como es la noción de grupo, la cual será fun-

⁷⁶ LEDESMA-MATEOS, 1999, p. 91.

⁷⁷ HERRERA, 1904, p. 216.

⁷⁸ LEDESMA-MATEOS, 1992, p. xviii.

⁷⁹ HERRERA, 1904, p. 216.

damental para que el pensamiento darwiniano pueda remontar sus limitaciones, lo que quedará claro hasta el establecimiento de la teoría sintética. La idea de la herencia de caracteres adquiridos se centra en la individualidad y va ligada a la adaptación de los individuos, por eso Darwin, que asume la herencia de los caracteres adquiridos, no puede salir adelante sin contar con una teoría de la herencia particularizada como la de Mendel. En el origen de las especies por medio de la selección natural, los individuos son los que sobreviven, éstos son los más aptos, y aunque intuye la noción de grupo, no queda clara su integración en la teoría. Ni los lamarckianos ni el darwinismo original pueden resolver el problema de la continuidad y el cambio en la especie, y Herrera, sometido a las dos influencias, al igual que los evolucionistas franceses, no puede clarificar la cuestión.

Curiosamente, la referencia a Mendel es posterior a la que hace de De Vries, mencionando sólo una ley de Mendel, la cual expone sin crítica alguna, pero sin comentarios positivos.⁸⁰

Es muy interesante constatar que en un *Boletín de Instrucción Pública* de 1905 aparece en su sección "Variedades universitarias" una extensa traducción de un artículo de C.W. Saaleby,⁸¹ "Los problemas de la herencia". De manera similar, en la citada sección de dicho boletín, en 1908, se reproduce un texto de F. Mesnil y M. Caullery, titulado "Revista anual de zoología"⁸² donde se trata el problema de la herencia, las leyes de Mendel y las mutaciones, que dejan ver el interés, por parte de algún sector de la comunidad académica, por este importante aspecto de la biología.

¿PARADIGMAS DE LA BIOLOGÍA EN EL SIGLO XIX Y LOS INICIOS DEL XX EN MÉXICO?

Definitivamente, el establecimiento de un paradigma requiere la existencia de una comunidad científica capaz de

⁸⁰ LEDESMA-MATEOS, 1992, p. xviii.

⁸¹ SALEEBY, 1905, pp. 330-342.

⁸² MESNIL y CAULLERY, 1908, pp. 202-217.

su discusión, valoración, aceptación o rechazo. En el caso de México en el siglo XIX, la comunidad científica es muy incipiente, siendo lo predominante el trabajo erudito individual y aislado. Las primeras agrupaciones científicas ligadas con los aspectos biológicos —Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, y Sociedad Mexicana de Historia Natural— están inmersas en la tendencia naturalista y descriptiva, de manera que, a pesar de que existen numerosos estudiosos interesados en el campo de lo viviente, pocos poseen un enfoque realmente biológico, tal como fueron Ignacio Alvarado, Daniel Vergara-Lope y, fundamentalmente, Alfonso L. Herrera.

Si en Europa la aceptación de los paradigmas fundamentales de la biología se dio en un proceso que llega hasta los inicios del siglo XX, con mayor razón en un país periférico como México. De ahí que el referente fundamental para el análisis y discusión del proceso de introducción de la biología en México deba ser la obra de Alfonso L. Herrera, a partir de sus primeros trabajos, con un corte netamente biológico, en los que rompe con el naturalismo cultivado por muchos sabios mexicanos, incluido su padre, Alfonso Herrera, lo cual se da en la década de los noventa del siglo XIX y tiene como principal expresión su texto *Recueil des lois de la biologie générale*, de 1897, que marca la orientación que seguirá en la preparación de su cátedra de 1902 y que plasmará en su libro de 1904.

A pesar de haber apoyado ideas que hoy se consideran erróneas, Herrera deja ver en su libro —que es la muestra de la enseñanza de su curso— la puesta al día de conceptos y debates en torno a los paradigmas fundamentales de la biología —los que pudiéramos llamar paradigmas globales—, lo que, de haber tenido continuidad, habría permitido un desarrollo más armónico de esta ciencia, su enseñanza y su investigación en nuestro país.

No obstante, cabe resaltar que el proceso de introducción de algunos paradigmas de la biología en México se vio entorpecido o incluso interrumpido como consecuencia de las complejas circunstancias que acompañaron a la revolución mexicana y al establecimiento de los regímenes posrevolucio-

narios. Así, puede decirse que finalmente ocurre una “no-asimilación” de la teoría evolucionista en la biología mexicana, producto de la exclusión de A. L. Herrera del ámbito institucional de la biología, en el momento en que se establece el Instituto de Biología de la UNAM en 1929.⁸³

La apropiación de ciertos paradigmas de la biología por parte del dominio médico, en particular las teorías celular, de la homeostasis y de la herencia, así como el abandono del evolucionismo, son factores determinantes en el cambio del panorama intelectual entre el México del porfiriato y el que se construye a partir de la revolución mexicana, de ahí que la visión biologicista presente durante el apogeo del pensamiento positivista y la asimilación de la visión spenceriana de la evolución queden a un lado, cambiando sustancialmente las implicaciones de lo biológico en la representación misma de la nación, como es el caso de las definiciones raciales que imperaron durante el porfiriato, que con un corte “darwinista social” fueron sostenidas por Justo Sierra y Emilio Rabasa, y aunque se encuentra presente en algunos autores posrevolucionarios, como Andrés Molina Enríquez⁸⁴ y José Torres,⁸⁵ va perdiendo presencia en el ámbito intelectual mexicano.

La manera como prosiguió la historia de la introducción de los paradigmas de la biología en México durante el siglo XX es un tema de gran riqueza que será motivo de otros trabajos.

REFERENCIAS

BARBER, Bernard

1952 *Science and Social Order*. Glencoe: The Free Press.

BELTRÁN, Enrique

1968 “Alfonso L. Herrera (1868-1968). Primera figura de la Biología mexicana”, en *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, XXIX, pp. 37-91.

⁸³ LEDESMA-MATEOS y BARAHONA, 1999 y LEDESMA-MATEOS, 1999.

⁸⁴ RUIZ, 1987, pp. 161-167.

⁸⁵ LEDESMA-MATEOS, 2002a.

- 1978 "Alfonso L. Herrera: un pionero mexicano en el campo de la biopoyesis", en LAZCANO-ARAUJO y BARRERA, pp. 49-60.
- 1982 *Contribución de México a la Biología. Pasado, presente y futuro*. México: Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología-Compañía Editorial Continental.
- BERNARD, Claude
- 1878 "Le problème de la physiologie générale", en Claude BERNARD: *La science expérimentale*. Paris: Librairie J.B Baillière et fils.
- CALLON, Michel y Bruno LATOUR (COORDS.)
- 1990 *La Science telle qu'elle sa fait*. París: La Découverte.
- CONRY, Yvette
- 1974 *L'introduction du darwinisme en France au XIX^e siècle*. París: Librairie Philosophique J. Vrin.
- FLORES OLVERA, Hilda y Helga OCHOTERENA BOOTH
- 1991 *José Ramírez (1852-1904) Vida y Obra*. México: Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, «Cuadernos de Biología, 11».
- FLORES Y TRONCOSO, Francisco de Asís
- 1888 *Historia de la Medicina en México*. México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento, vol. III.
- GEISON, Gerald L.
- 1975 "Schultze, Max Johann, Sigismund", en GILLISPIE, vol. XII.
- GILLISPIE, Charles Coulston
- 1974 *Dictionary of Scientific Biography*. Nueva York: Charles Scribner's sons, New York.
- GLICK, Thomas (comp.)
- 1988 *The Comparative reception of darwinism*. Chicago: The University of Chicago Press.
- GRMEK Mytko D.
- 1975 "Robin Charles-Phillipe", en GILLISPIE, vol. XI.
- HERRERA, Alfonso L.
- 1904 *Nociones de Biología*. México: Imprenta de la Secretaría de Fomento. Edición facsimilar, 1992. México: Universidad Autónoma de Puebla.

IZQUIERDO, José Joaquín

- 1934 *Balance quatricentenario de la fisiología en México*. México: Ediciones Ciencia.
- 1951 "Panorama evolutivo de la fisiología en México, hacia la iniciación del quinto siglo de vida en la Universidad Nacional Autónoma", en *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, XII (dic.), en *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Textos Completos, 1938-1997*, CD ROM, IMERNAR-SMHN, 1999.

KUHN, Thomas S.

- 1971 *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

LATOUR, Bruno

- 1987 *Science in Action*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- 1989 "Joliot: l'histoire et la physique mêlés", en SERRES, pp. 493-513.
- 2001 *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Barcelona: Gedisa.

LATOUR, Bruno y Xavier POLANCO

- 1990 "Quelques remarques à propos de l'histoire sociale des sciences. Le modèle de la rosace", en POLANCO, pp. 53-66.

LAZCANO-ARAUJO, Antonio y Alfredo BARRERA

- 1978 *El origen de la vida. Simposium conmemorativo en homenaje a A. I. Oparin*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

LE DANTEC, Félix

- 1907 *Science et conscience. Philosophie du XX^e siècle*. Paris: Flammarion.

LEDESMA-MATEOS, Ismael

- 1992 "Prólogo" a la edición facsimilar de HERRERA, 1904, pp. i-xxiii.
- 1993 "Biología: ¿ciencia o naturalismo?", en *Ciencia y Desarrollo*, XIX:110, pp. 70-77.
- 1997 "La fisiología en México: Izquierdo y la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas", en *Investigación Hoy*, 74, pp. 40-49.
- 1999 "El conflicto entre Alfonso L. Herrera e Isaac Ocho-

terena y la institucionalización de la biología en México." Tesis de doctorado en biología. Facultad de Ciencias. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- 2000 *Historia de la biología*. México: AGT editor.
 2002 *Alfonso L. Herrera: el sabio de Ciprés*. México: Universidad Nacional Autónoma de México (en prensa).
 2002a "José Torres Orozco: positivismo y filosofía biologicista", en *Estudios Michoacanos*, 10 (en prensa).

LEDESMA-MATEOS, Ismael y Ana BARAHONA

- 1999 "Alfonso Luis Herrera e Isaac Ochoterena: la institucionalización de la Biología en México", en *Historia Mexicana*, XLVIII:3(191) (ene.-mar.), pp. 635-674.

LETOURNEAU, Charles

- 1900 *La biologie*. París: s.p.i.

MALDONADO-KOERDELL, Manuel

- 1964 "La commission scientifique du Mexique, 1864-1869", en *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia*, I. I. México: Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología.

Memoria de la Secretaría de Fomento

- 1887 "Comisión Científica, Anexo No. 43", en *Informes correspondientes a los años de enero de 1883 a junio de 1885*, vol. 4. México: Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.

MESNIL, F. y M. CAULLERY

- 1908 "Revista anual de zoología", en *Boletín de Instrucción Pública*, t. IX, pp.198-240.

MORENO DE LOS ARCOS, Roberto

- 1984 *La polémica del darwinismo en México, siglo XIX*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

PAUL, Harry W.

- 1979 *The Edge of Contingency. French Catholic Reaction to Scientific Change from Darwin to Duhem*. Florida: University Presses of Florida.

PÉREZ SILLER, Javier

- 1998 "Presentación: Un tema, una perspectiva, una problemática", en PÉREZ SILLER, pp. 9-17.

PÉREZ SILLER, Javier (coord.)

- 1998 *México Francia. Memoria de una sensibilidad común. Siglos XIX-XX*. México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-El Colegio de San Luis-Centro Francés de Estudios Mexicanos y Centroamericanos.

PIÑERO, Daniel

- 1996 "La teoría de la evolución en la biología mexicana: una hipótesis nula", en *Ciencias*, 40, pp. 13-17.

POLANCO, Xavier

- 1990 "Une science-monde: la mondialisation de la science européenne et la création de traditions scientifiques locales", en POLANCO (dir.), pp. 10-52.

POLANCO, Xavier (dir.)

- 1990 *Naissance et développement de la science-monde. Production et reproduction des communautés scientifiques en Europe et en Amérique latine*. Paris: Éditions La Découverte-Conseil de l'Europe-UNESCO.

RADL, Emmanuel

- 1988 *Historia de las teorías biológicas*. Vol. 2. Madrid: Alianza Editorial.

RAMÍREZ, José

- 1878 "Origen teratológico de las variedades, razas y especies", en *La Naturaleza*, IV, 1877-1879, pp. 235-247.

RAMOS, Samuel

- 1951 *El perfil del hombre y la cultura en México*. Madrid: Espasa-Calpe.

RODRÍGUEZ, Juan María

- 1892 "Estudio sobre las varias monstruosidades endocrimianos en esta capital", en *Gaceta Médica de México*, 28, pp. 161-176.

RUIZ, Rosaura

- 1987 *Positivismo y evolución: introducción del darwinismo en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

SALDAÑA, Juan José

- 1990 "La formation des communautés scientifiques au Mexique (du XVI^e au XX^e siècle)", en POLANCO (dir.), pp. 67-84.

SALEBY, C.W.

1905 "Los problemas de la herencia", en *Boletín de Instrucción Pública*, vol. 3, pp. 330-342.

SERRES, Michel (dir.)

1989 *Éléments d'Histoire des Sciences*. Paris: Bordas.

VINCK, Dominique

1995 *Sociologie des sciences*. Paris: Armand Colin.