



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FILOSÓFICAS
HISTORIA DE LA CIENCIA**

**INTRODUCCIÓN Y DESARROLLO DE LA TEORÍA SINTÉTICA
MÉXICO (1940-1960)**

**TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL TÍTULO
DE DOCTOR EN FILOSOFÍA DE LA CIENCIA
P R E S E N T A
PATRICIA RIVERA GARCÍA**

**CODIRECTORES: DRA. ROSAURA RUIZ GUTIÉRREZ (FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM)
DR. J. ARTURO ARGUETA VILLAMAR (CENTRO REGIONAL DE
INVESTIGACIONES MULTIDISCIPLINARIAS, UNAM)**

**MIEMBRO COMITÉ TUTORAL: Dr. JUAN SERVANDO NÚÑEZ FARFÁN (INSTITUTO DE
ECOLOGÍA, UNAM)**

MÉXICO, D. F.

SEPTIEMBRE 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Al Programa de Apoyos para la Superación del Personal Académico de la UNAM, por la beca otorgada para la realización de mis estudios doctorales.

A mis directores de tesis, la Dra. Rosaura Ruíz Gutiérrez y el Dr. Jorge Arturo Argueta Villamar, por su gran apoyo, enseñanzas y el tiempo que me dedicaron en todas y cada una de las correcciones, sobre todo por aguantarme hasta la culminación del trabajo, mil gracias.

A mis sinodales, Dra. Rosaura Ruíz Gutiérrez, Dr. Jorge Arturo Argueta Villamar, Dr. Juan Servando Núñez Farfán, Dra. Luz Fernanda Azuela Bernal y Dr. Rafael Guevara Fefer, por sus enseñanzas y paciencia en la revisión del trabajo en todas sus etapas.

Al Dr. Francisco Javier Dosil Mancilla, por todo el apoyo y orientaciones que me permitieron centrar y continuar este trabajo, así como las facilidades dadas en el acopio del material bibliográfico necesario para continuar el trabajo.

Al M en C Armando Cervantes Sandoval, por todo el apoyo que me otorgó para poder realizar mis estudios doctorales, agradeciendo sus palabras y comentarios en cada una de las revisiones hechas al trabajo.

A mi querido amigo Alejandro Tecpa Jiménez, porque siempre ha sabido darme el apoyo y las palabras necesarias para situarme e impulsarme a seguir en la lucha, aunque a veces es un poco rudo en el intento. Te quiero mi profe Alejandro.

A la M en C María José Marques Dos Santos, por lo regañón, consejos y sobre todo el gran apoyo dado en todo este tiempo, gracias maestra.

A mis grandes compañeras y amigas, Dolores Escorza Carranza, Elvia García Santos, y Marisela Artega Mejía, por su apoyo incondicional en los momentos alegres y en los difíciles de la vida. Muchas gracias por su amistad, sin olvidar a mi querida amiga María de Jesús Sánchez Colín, Chuy, aunque ya no estés físicamente con nosotros, sigues estando aquí y siendo mi inolvidable compañera.

A mis queridos alumnos Yuvani, Gonzalo, Paulina, Ricardo, Pedro, Fabián, Nathalie, y a todos aquellos alumnos y compañeros a los que en este momento olvide mencionar, por compartir sus vidas conmigo y agradeciendo las grandes aventuras que hemos tenido juntos.

DEDICATORIA

Con un profundo agradecimiento a mi pareja de vida, aventuras y desventuras, Armando, te agradezco infinitamente tu apoyo a todas y cada una de las cosas que hemos vivido y sorteado juntos. Gracias por ser mi compañero de vida, seguirme y apoyarme en todas y cada una de las loqueras en las que nos involucramos.

Con todo mi amor, agradezco a mis hijas, Gina y Dani, por todo su amor, apoyo y sobre todo por la paciencia que siempre me han tenido, que sin importar el tiempo y espacio robado a su vida, siempre están conmigo las necesito, las amo, gracias por ser mis hijas.

A la abue Rosita, le agradezco infinitamente su apoyo en todas las cosas y cada una de las situaciones que se han presentado en mi vida y estar siempre aquí, conmigo y mi familia como la "abue" que siempre ha sido. Gracias por todo.

A mí misma, ya que sin mi terquedad, esfuerzo, empecinamiento y trabajo, no hubiera sido posible culminar este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I. La introducción de teorías científicas	11
1.1.- ¿Cómo estudiar la introducción del darwinismo?	13
1.2.- ¿Qué es la introducción y recepción?	17
1.2.1 ¿Qué es la introducción?	17
1.2.2 ¿Qué es la recepción?	19
1.3.- La introducción del darwinismo como tema de estudio del impacto de las ideas cruciales.	22
CAPÍTULO II.- La Teoría Sintética de la Evolución Biológica	26
2.1.- Antecedentes de la síntesis evolutiva	28
2.2.- La genética de poblaciones y la síntesis evolutiva	33
2.3.- ¿Cómo nació la teoría sintética?	39
2.4.- La teoría evolutiva actual	42
2.5.- La síntesis moderna	43
2.6.- Principios básicos de la teoría sintética	45
2.7.- Primera fase de la consolidación de la teoría sintética	48
2.8.- Segunda fase de la consolidación de la teoría sintética	49
2.9.- Otras voces	52
2.10.- Las ideas evolutivas de Theodosius Dobzhansky	53
2.11.- La obra <i>Systematics and the Origin of Species</i> de Ernst Mayr	57
2.12.- La obra <i>Tempo and Mode in Evolution</i> de George Gaylord Simpson	60
2.13.- La obra <i>Variation and Evolution in Plants</i> de G. Ledyard Stebbins	64
2.14.- Julian Sorell Huxley y la síntesis moderna	65

CAPÍTULO III. Los sectores de enseñanza e investigación de la biología en México	68
3.1.- Las instituciones científicas mexicanas en el siglo XX y sus publicaciones	68
3.2.- Las instituciones de investigación biológica y agronómica mexicana	70
3.2.1. El Instituto de Biología de la UNAM	70
3.2.2.- La Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional	74
3.2.3.- El exilio español y su importancia en la biología y la agronomía mexicana	77
3.2.4.- La Escuela Nacional de Agricultura	79
3.3.- Los conceptos, los personajes y las teorías manejadas en la introducción de la Teoría Sintética en la comunidad científica mexicana entre 1940-1960	81
3.4.- El concepto de herencia y la nueva teoría evolutiva en la comunidad científica mexicana	83
CAPÍTULO IV. La introducción de la Teoría Sintética en México en la investigación biológica mexicana (1940-1960)	91
4.1.- La introducción de la Teoría Sintética en la comunidad biológica mexicana. Un análisis de las principales publicaciones de la época.	94
4.2.- Dobzhansky en México (1935-1938)	95
4.3.- Edmundo Taboada y la genética en la agronomía	106
4.4.- José Luis de la Loma y Oteyza. Un introductor de la genética aplicada y de la teoría sintética en la agronomía.	113
4.4.1.- De la Loma y la obra <i>Sexo, genio y figura: el cómo y el por qué de la herencia</i> .	118
4.4.2.- De la Loma y la obra "Ideas nuevas e ideas viejas sobre la evolución y la herencia"	123
4.5.- Juan Comas y la obra <i>Manual de Antropología Física</i>	131
CONCLUSIONES	142
BIBLIOGRAFÍA	148

TABLA DE FIGURAS

Fig. 1.- Theodosius Dobzhansky	53
Fig. 2.- Ernst Mayr	57
Fig. 3.- George Gaylor Simpson	60
Fig. 4.- G. Ledyard Stebbins	64
Fig. 5.- Julian Sorell Huxley	65
Fig. 6. La Dirección de Estudios Biológicos de la UNAM	71
Fig.7. El IB UNAM en la Casa del Lago	71
Fig. 8. La revista Anales de la ENCB del IPN	76
Fig. 9. Portada de la Revista Ciencia del exilio español	79
Fig. 10. La Escuela Nacional de Agricultura	80
Fig. 11. Edmundo Taboada Ramírez	87
Fig. 12. Portada del artículo publicado por Dobzhansky en los Anales de la ENCB	100
Fig. 13. Regiones donde según el trabajo de Dobzhansky se distribuye <i>Drosophila azteca</i>	100
Fig. 14.- Mapas cromosómicos reportados por Dobzhansky y Sokoloff.	101
Fig. 15.- Inversiones cromosómicas reportadas en el artículo de Dobzhansky	102
Fig. 16.- Portada de la miscelánea del Vol 6 de la revista Ciencia	105
Fig. 17.- Portada del libro <i>Apuntes de Genética</i> de Edmundo Taboada.	106
Fig. 18.- José Luis de la Loma y Oteyza	113
Fig. 19.- Portada de la obra <i>Genética General y Aplicada</i> de José Luis de la Loma	114
Fig. 20.- Portada de la obra <i>Sexo genio y figura. El cómo y el porqué de la herencia</i> de José Luis de la Loma.	118
Fig. 21.- Portada del artículo "Ideas nuevas e ideas viejas sobre la evolución y la herencia" de José Luis de la Loma	123
Fig. 2 2.- Portada del libro <i>Manual de Antropología Física</i> de Juan Comas	131

TABLA DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Diagrama 1. Conceptos, personajes y aportaciones clave de la Teoría Sintética	47
Diagrama 2. Aspectos fundamentales referentes a la genética y las teorías evolutivas analizados por Taboada en la obra <i>Apuntes de genética</i> (1938)	111
Diagrama 3. Aspectos fundamentales referentes a la genética y las teorías evolutivas analizados por Taboada en la obra <i>Apuntes de genética</i> (1938)	112
Diagrama 4. Aspectos fundamentales abordados por De la Loma en la obra <i>Genética general y aplicada</i> (1946)	128
Diagrama 5. Aspectos fundamentales abordados por De la Loma en la obra <i>Sexo genio y figura: El cómo y el porqué de la herencia</i> (1945)	129
Diagrama 6. Aspectos fundamentales abordados por De la Loma en la obra "Ideas viejas e ideas nuevas sobre la evolución y la herencia" (1949)	130
Diagrama 7. Aspectos fundamentales abordados por Juan Comas en la obra <i>Manual de antropología física</i> (1957)	140

RESUMEN

En el presente trabajo se hace un análisis de la introducción y desarrollo de la Teoría Sintética en México en el periodo de 1940-1960, con el fin de estudiar cómo fueron abordados los problemas, conceptos y argumentos, por los personajes involucrados en ella y los efectos que dicho paradigma tuvo en el desarrollo de la investigación básica y aplicada en la Biología y Agronomía mexicanas.

Para lograr esto, se realizó una exhaustiva búsqueda bibliográfica y hemerográfica referente a las principales publicaciones elaboradas por los personajes que influyeron en la enseñanza e investigación de la ciencia de la época. También se analizaron las principales instituciones de investigación científica y las sociedades científicas que en la época influían en la investigación mexicana.

Este análisis permite explicar por qué solamente algunos sectores hicieron la introducción de la Teoría Sintética en sus investigaciones y otros no, por qué los biólogos formados en la UNAM no lo hicieron y científicos de otras áreas de investigación sí. En este trabajo se demuestra que existió una introducción diferenciada entre algunos sectores de biólogos y agrónomos afines.

Las nuevas ideas darwinistas no fueron introducidas por parte de los científicos formados en el Instituto de Biología de la UNAM, primeramente porque el debate entre Alfonso Luis Herrera e Isaac Ochoterena influyó en la manera en que fue recibida la nueva síntesis evolutiva dentro de una de las instituciones de investigación más importantes del país, dándose mayor amplitud a estudios de corte taxonómico y descriptivos, posponiendo la recepción de esta teoría, cuestión que parecía repetirse en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN donde dos eventos, cambiaron esta postura; i) La llegada de científicos provenientes del exilio español, tales como Enrique Rioja, Cándido Bolívar y Pieltaín y Bibiano Fernández Osorio Tafall, quienes favorecieron la incorporación de la Teoría Sintética en las investigaciones realizadas en la ENCB y ii) Las investigaciones hechas por Theodosius Dobzhansky, Demetrio Sokoloff y otros autores en 1938, que dio apertura a estudios biológicos apoyados en la genética de poblaciones, dando con ello el impulso para que la Teoría Sintética fuera difundida.

El trabajo realizado por Dobzhansky en México, influyó en buena parte en la introducción que se hizo de la Teoría Sintética, ya que con sus investigaciones en genética y genética de poblaciones favoreció

la aplicación de los conceptos que maneja la Teoría Sintética en la investigación científica mexicana, cuestión que se implementó en el Programa de Genética y Radiobiología de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, a cargo de Alfonso León de Garay.

Una buena introducción de la Teoría Sintética se dio en la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, en los estudios que hicieron Edmundo Taboada Ramírez con su obra "Apuntes de Genética" y José Luis de la Loma y Oteyza con sus obras "Genética General y Aplicada", "Sexo, genio y figura: el cómo y el porqué de la herencia" e "Ideas nuevas e ideas viejas sobre la evolución y la herencia".

La mejor introducción de la Teoría Sintética la hizo Juan Comas en el año de 1957 en el ámbito de la antropología física en la obra "Manual de Antropología Física", donde muestra que estos debates son muy importantes en el ámbito biológico y son trasladados al antropológico, apoya los nuevos debates a la luz del concepto de la herencia y cómo éste concepto se enlaza a la evolución de las especies de acuerdo a la postura darwiniana, menciona la importancia del azar como importante dentro del proceso evolutivo

En 1960 se fundó el Programa de Genética y Radiobiología por Alfonso León de Garay, el cual formó parte de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (establecida en 1956), que fue fundamental para el desarrollo de la genética en México, ya que formó un gran número de científicos en el área, así como se dio inicio programas de investigación en el área de la genética de poblaciones, así como en la enseñanza de esta disciplina en colegios y universidades.

INTRODUCCIÓN

En la historia de la biología se han planteado diversas teorías de la evolución, entre las más famosas son el lamarckismo, el geoffroyismo, el darwinismo y el neodarwinismo. En 1930 se dio un cambio en el concepto evolutivo, esta vez hacia un interés más activo de la selección natural y un regreso a una interpretación seleccionista de la evolución. Al mismo tiempo se fue acortando la distancia entre la genética y la historia natural. Entre los años 1920 y 1930, los genetistas desarrollaron una visión más detallada del complejo de genes, prestando más atención a las interacciones entre los genes; genetistas como J. B. S. Haldane y R. A. Fisher en Gran Bretaña así como Sewall Wright en Estados Unidos, exploraron los mecanismos de la evolución mediante argumentos teórico-matemáticos. La relación entre Fisher y el entomólogo E. B. Ford, benefició a ambos, dando a Fisher la evidencia que necesitaba para analizar el poder de las fuerzas selectivas e inspirando a Ford a desarrollar la genética ecológica. Los desarrollos en la ecología teórica y experimental, así como el interés dentro de la historia natural por los problemas de adaptación y selección, prepararon el escenario para lo que hoy se conoce como síntesis moderna del pensamiento evolutivo.

El término síntesis moderna viene del título de un libro publicado por J. Huxley en 1942 llamado *Evolution, the modern synthesis*, pero se refiere más a las contribuciones de varios biólogos, desde mediados de 1930 hasta 1950, que establecieron las bases teóricas y observacionales del darwinismo moderno. Los científicos estaban de acuerdo en las cuestiones relativas a la selección natural como proceso creativo, aceptaban la validez de la selección natural y creían que la genética necesitaba integrarse con las disciplinas de la historia natural.

Esta cooperación ha inspirado diversas explicaciones que van desde los motivos filosóficos y el deseo general de unificar a la Biología, hasta los motivos gremiales que hicieron que se crearan nuevas sociedades y revistas que reforzaran a la Biología Evolutiva y la legitimidad de las áreas asociadas. El primero de estos textos fue *La Genética y el Origen de las Especies* de Theodosius Dobzhansky (1937), quién recibió capacitación como naturalista y especialista en Entomología en Rusia y después se interesó en la genética experimental promovida por Thomas Hunt Morgan.

Convencido de que "*nada en la Biología tiene sentido si no es a la luz de la evolución*" Dobzhansky sintetizó la tradición de la historia natural de campo con la genética de laboratorio. Su colaboración con Alfred H. Sturtevant fue muy importante para desarrollar una investigación sobre poblaciones

silvestres de moscas de la fruta y para estudiar la evolución de la naturaleza. Analizó como actuaba la selección natural sobre estas poblaciones cambiando su constitución genética. También influido por algunas ideas de Sewall Wright y aunque Dobzhansky no era matemático, incorporó algunos argumentos de Wright en su obra, ayudando a hacer accesible a otros biólogos los elementos matemáticos que hicieron accesibles el entendimiento de la genética de poblaciones. La Teoría Sintética de la evolución se apoya en la teoría darwiniana de la selección, en los conocimientos de la genética y en el tratamiento matemático de la genética poblacional.

Una de las ideas centrales de la síntesis moderna era que los procesos genéticos que producían pequeños cambios evolutivos a corto plazo (microevolución), podrían, si se extendieran a lo largo del tiempo geológico, explicar los patrones más amplios que se observan en el registro fósil (macroevolución), como argumentaba Dobzhansky, un único continuo, de manera que los estudios sobre aquella ayudarían a explicar esta. Todos los patrones evolutivos podrían ser explicados por selección natural de los pequeños cambios genéticos. Al libro de Dobzhansky, le siguieron otros más, entre los más importantes se pueden mencionar: *The Evolution of Genetic System* de C. D. Darlington (1939), *Systematics and the Origin of Species* de Ernst Mayr (1942), *Tempo and Mode in Evolution*, de George Gaylord Simpson (1944), y *Variation and Evolution in Plant* de G. Ledyard Stebbins (1950). Estos trabajos redirigían la atención del estudio detallado de la evolución como un proceso, con énfasis en el modo como opera la selección natural y de sus efectos.

La modernidad de la evolución consistió en su enfoque del análisis de las causas: "el cómo y porqué de la evolución", más que una simple descripción del proceso evolutivo. Por su énfasis en los mecanismos causales, el darwinismo moderno se llama a veces interpretación "biológica" de la evolución, un término que Dobzhansky prefería al de "neodarwinismo", pues reservaba a este para el pensamiento de finales del siglo XIX.

La genética desarrollada en el siglo XX reveló en detalle la forma en que opera la selección natural sobre las modificaciones ocurridas al azar y condujo, entre otras disciplinas, a la formulación y desarrollo de la teoría contemporánea de la evolución. "La trascendencia de su impacto en un enorme abanico de saberes y en muy distintos países, ha permitido establecer etapas y momentos de la influencia del darwinismo, así como analizar los puntos de introducción y contacto, de reacción y recepción del tema, entre muy diversas comunidades científicas del mundo moderno. El estudio de los procesos mediante los cuales las ideas científicas se difunden (enseñan y divulgan) ha dado origen

a una corriente de estudios sobre las formas de transmisión de las ideas científicas en el mundo” (Argueta, 2009:17).

“Los estudio realizados sobre el impacto del darwinismo en los diferentes países, señalan la existencia de ideas, instituciones y personas que impiden o favorecen la transmisión de las ideas científicas, por lo que, además de la descripción de los hechos relatados. Estos análisis pretenden elaborar modelos que se proponen aumentar la inteligibilidad de los procesos del cambio y la transmisión de las ideas científicas” (Argueta, 2009:15).

Al respecto, uno de los investigadores que más ha estudiado la introducción y recepción del darwinismo es Thomas F. Glick, quién ha señalado que el estudio de estos procesos sirve no solo para hablar de la introducción de la ideas científicas, sino también para abordar los múltiples matices culturales que rodean a la recepción e introducción de ideas, bajo los colores y tonos que les otorga una comunidad, un país y una cultura dada, además de que tales procesos pueden, siguiendo a Glick, “[...] dar lugar a la estructuración de lo que se podría llamar “darwinismos locales”; en tanto un autor defiende la selección natural y el papel del azar en la evolución, puede ser reconocido como darwinista y al mismo tiempo, tener una serie de ideas originales respecto a otras cuestiones. Esta reelaboración o modificación del darwinismo fue tan frecuente entre los naturalistas contemporáneos de Darwin como entre los darwinistas actuales” (Glick, 1988).

Actualmente los estudios sobre el impacto de las ideas darwinistas muestran un sano y vigoroso desarrollo, ya que se han dedicado a explorar una gran variedad de temas que abarcan desde lo que “verdaderamente dijo Darwin” a través de la exégesis de sus textos clásicos, sus diarios, su epistolario y los cuadernos de notas, hasta los tiempos y formas en que fue recibido e introducido el darwinismo en los más variados países de diversas regiones del mundo. Estas dos perspectivas de análisis, tanto la más antigua dedicada al estudio interno de la teoría de Darwin como la más reciente, que enfoca los procesos de recepción dentro y fuera del país de origen de la teoría, forman parte también de un programa de investigación robusto y maduro (Glick, 1988).

El esfuerzo de comparar las formas en que se han recibido e introducido las ideas darwinistas en diversos países, permite avanzar en el entendimiento de las similitudes y diferencias entre las comunidades científicas, la permeabilidad o rechazo por sectores, etcétera. “La introducción y recepción del darwinismo han sido estudiadas en casi todos los países de Europa Occidental, en algunos de la ex Unión Soviética, en China, en el mundo islámico y otras regiones más. El mapa

relativamente convencional que contenía las principales capitales del mundo tales como Londres, Boston o Berlín, se ha pasado a uno mucho más amplio que incluye a Florencia, Montevideo, la Habana, Lisboa y México entre otras (Glick, 1982, 1988; Ruiz 1996). También se han publicado estudios sobre el tema en Brasil, Argentina, Cuba, Colombia, Chile, España, Perú, Uruguay y Venezuela” (Argueta, 2009:21).

En la historiografía biológica mexicana, los trabajos sobre el evolucionismo han ocupado un lugar importante, debido a que la mayor parte de ellos han puesto atención al como explica la evolución Darwin; aunque otros han hechos algunas explicaciones siguiendo la visión lamarckista de la evolución biológica, los cuales han comenzado a ser considerados hace pocos años. Uno de los trabajos más notables ha sido la introducción-recepción de las nuevas ideas darwinistas en los distintos países, inscrito en una de las tendencias de los estudios histórico-científicos de los últimos años: la transmisión de los saberes científico-tecnológicos. Los estudios sobre la introducción del darwinismo en nuestro país comenzaron a finales de los sesenta y principios de los 70´s con el trabajo de muchos científicos tales como Glick (1974, 1982,1984, 1988, 1993, 1999), Ruiz (1987, 2003), Puig Samper (1992, 2002), Argueta (2003, 2009), Ledesma (2002), Livingstone (2003), pero muy pocos estudios se han realizado en el estudio de la como se ha introducido y recibido la Teoría Sintética en México.

Por esta razón, en este trabajo se analizó cómo fue introducida la Teoría Sintética en México en el periodo 1940-1960, para ello, se procedió a definir los principales conceptos involucrados en esta teoría, y cómo estos fueron aceptados o rechazados en las diferentes instituciones de investigación científica del país, quiénes fueron los personajes involucrados en esa introducción y las aplicaciones que de esta surgieron y cómo influyó en la manera de pensar o hacer la investigación científica y biológica y agronómica en México.

Después de una exhaustiva búsqueda bibliográfica y hemerográfica acerca de los conceptos, teorías y polémicas generadas en torno a la Teoría Sintética a nivel mundial y en particular en México en el periodo 1940-1960 (aprox. 120 artículos, 10 libros y diversas publicaciones de la época tales como memorias de simposia y misceláneas), se realizó un listado de instituciones, sus publicaciones, su historia y sus autores para analizar si fue o no introducida esta teoría, enfatizando los conceptos, teorías, debates y personajes involucrados en ella.

Un debate que fue muy importante y que se dio en la Biología mexicana fue la introducción del darwinismo en México por Alfonso L. Herrera (1868-1942) e Isaac Ochoterena. Alfonso L. Herera fue

quién postuló que la descripción de lo vivo debería dejarse atrás para dar paso a su explicación, siendo fundamental para la Biología entonces la explicación de la vida y cuál fue su origen. Pero Ruiz (1987) menciona “que a) no realizó investigaciones para comprobar o ampliar alguna de las tesis evolucionistas y b) mantuvo opiniones ligadas a Lamarck y Darwin, planteando al evolucionismo como la suma mecánica de ambas, es decir, que no hay contradicción significativa entre los dos”. Ruiz analiza diversos documentos acerca de la tesis herrerianas, sobre el núcleo duro del evolucionismo, variación, divergencia de caracteres, gradualismo y revisó el tratamiento que da Herrera a temas como especie, evolución, de unidad del plan, del darwinismo y al neodarwinismo, entre otros. Por otro lado, Isaac Ochotorena (1885-1950) publicó algunos artículos sobre el tema evolucionista.

En 1920, se publicó el libro Ochotorena *Lecciones de Biología*, que sirvió de vehículo para discutir las ideas evolucionistas en México; introdujo conceptos tales como la herencia, evolucionismo, descendencia, la variación gradual de los organismos estudiada por Lamarck y en Darwin. En el contexto del evolucionismo, plantea las posiciones de espermatistas y ovistas, critica la teoría del soma de Weissman y afirma, al igual que Herrera, que la posición de Darwin y Lamarck no son incompatibles, tomando de ellas lo positivo (Argueta, 2009:247).

Cuando llega Ochotorena a dirigir el Instituto de Biología (cuyo precursor fue la Dirección de Estudios Biológicos (DEB)), cuyo fin era hacer estudios de campo y laboratorio, de la flora y la fauna y clasificación de especies, entre otros), se tenía la visión de que “no era necesario hacer estudios de biología teórica y del concepto de vida”, postura que fue defendida por Herrera, bajo el argumento de que: “el país requería de la ciencia aplicada”, siendo por tanto necesario formar un instituto que estuviera acorde con las necesidades del país, que eran de tener más ciencia aplicada y no de Biología teórica. Así se hizo el nuevo perfil del Instituto de Biología con propósitos aplicados. Ochotorena dirigió el Instituto por 15 años, donde no profundizó en los estudios de la Biología General.

Este nuevo perfil institucional, encabezado por su director, Isaac Ochotorena, hizo que existiera una baja permeabilidad a los temas evolucionistas y darwinianos, teniendo poco avance en cuanto a los temas centrales que en ese momento eran discutidos en la Biología. Se puede concluir, que “existió un curioso caso de demarcación teórica donde en el IB UNAM se decide optar por cuestiones más políticas que académicas, un programa de investigación que de acuerdo con Argueta y Ruiz (2003); Argueta (2009:253) fue regresivo y no exitoso, lo que enclaustró y aisló al IB UNAM de las nuevas ideas darwinistas que imperaban en Europa y otras partes del mundo”. Esto fue un obstáculo

epistemológico para la introducción de esta teoría en una parte de la comunidad científica mexicana. Esta tendencia se mantuvo en el IB UNAM hasta 1960.

Bajo una perspectiva semejante, la ENCB del IPN inició su quehacer científico dando preponderancia a los trabajos de corte taxonómico y de ciencia aplicada, pero la llegada de investigadores del exilio español a esta institución, refrescó la manera de hacer Biología en esa época. Ellos realizaron nuevas propuestas teóricas, entre ellas la difusión y recepción de la Teoría Sintética en México, iniciándose con el trabajo que realizó Theodosius Dobzhansky en México, en colaboración con Demetrio Sokoloff (1938), donde a través del análisis de la estructura cromosómica de algunas razas de *Drosophila*, iniciaron las investigaciones en genética de poblaciones en México, introduciendo de esta manera la Genética en México y por consecuencia, la generación y difusión de los conceptos que maneja la Teoría Sintética, lo que se implementó posteriormente con el Programa de Genética y Radiobiología de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, a cargo de Alfonso León de Garay después de 1960 y que posteriormente se complementó en el IB UNAM.

Un factor que influyó en la aceptación paulatina de la teoría sintética en México fue la llegada de los científicos provenientes del exilio español, donde a medida que se incorporaron a diferentes institutos de investigación, fueron cambiando la manera de interpretar y asumir la Teoría Sintética en la investigación biológica mexicana. Pero no solo la Genética influyó en la manera en la que se introdujo la Teoría Sintética, fue específicamente la genética de poblaciones el vehículo por el cual esta introducción se hizo en México.

Los conceptos que emanaron de la Teoría Sintética y que fueron introducidos de diferente manera en las instituciones y científicos mexicanos, fueron: variabilidad, adaptación, especiación, herencia, selección natural (en el ámbito biológico), herencia, genes, recombinación génica, mutación y azar (en el ámbito de la genética), variación, herencia, cromosomas, genes, recombinación génica mutación azar (en la agronomía y medicina).

En el área agronómica es donde se tiene evidencia de una mejor introducción de la Teoría Sintética así como de sus debates, esto se demuestra con los trabajos realizados por Edmundo Taboada Ramírez y José Luis de la Loma y Oteyza, considerados como introductores, donde en sus obras *Apuntes de genética*, por parte del primero y *Genética General y Aplicada, Sexo, genio y figura: el cómo y el porqué de la herencia* e "Ideas nuevas e ideas viejas sobre la evolución y la herencia" por parte del segundo, dan evidencia de que manejan y difunden las teorías evolutivas, coinciden en

enfatar la importancia del material hereditario en la evolución, plantean la teoría darwiniana de la descendencia con modificación a partir de la variabilidad, hablan de los conceptos lucha por la vida, selección natural y herencia, de la influencia de las mutaciones en la generación de diversas especies vegetales, coincidiendo con muchos científicos de la época, en la idea de que Darwin no explicó las causas de las variaciones ni el mecanismo de la herencia. Mencionan todas las polémicas suscitadas en la gestación de la Teoría Sintética y enfatizan la importancia de la genética de poblaciones en la explicación del proceso evolutivo.

A continuación se hace una breve descripción del contenido de este trabajo, el cual consta de 4 capítulos divididos en la siguiente manera:

Capítulo I. Qué es la introducción de teorías científicas.

En este capítulo se describen conceptos tales como qué es la recepción e introducción de teorías científicas, enfatizando cómo estos conceptos se aplican al darwinismo en el siglo XX. Se enfatiza el concepto de introducción del darwinismo en el mundo de manera general y de manera particular del darwinismo en México.

Capítulo II. La Teoría Sintética de la Evolución Biológica

En este capítulo se hace una amplia descripción de qué es la Teoría Sintética de la Evolución Biológica, sus principales debates y autores que intervinieron en estos, así como las obras que influyeron en la definición de esta nueva teoría, tales como Theodosius Dobzhansky, Ernst Mayr, George Gaylor Simpson, G. Ledyard Stebbins, así como los acuerdos conseguidos en el Congreso de Princeton (1949), así también como la importancia de la Genética en la concepción de esta teoría y la introducción de la genética de poblaciones, como un invaluable apoyo a esta teoría

Capítulo III- Los sectores de enseñanza e investigación de la Biología en México y de la recepción de la Teoría Sintética en México

En este capítulo se abordan brevemente el ambiente científico que se tenía en las primeras décadas del siglo XX y después las instituciones, comunidades científicas, publicaciones y los conceptos que se manejaron, específicamente en el periodo de 1940-1960.

Capítulo IV.- La introducción de la Teoría Sintética en México en la investigación biológica mexicana (1940-1960)

En este capítulo se hace un exhaustivo análisis de cómo fue la introducción de la Teoría Sintética en los diferentes sectores de investigación biológica mexicana, describiendo las obras, conceptos y aportaciones que hicieron los diferentes autores con respecto a dicha teoría.

El trabajo termina con las conclusiones y la bibliografía utilizada.

CAPÍTULO I.

LA INTRODUCCIÓN DE TEORÍAS CIENTÍFICAS

Desde su formulación inicial, la Sociología del Conocimiento Científico (posteriormente llamado Estudios Sociales de la Ciencia, un campo más interdisciplinario) consideró pertinente realizar un examen de la ciencia desde una perspectiva no normativa, imparcial y simétrica con respecto a lo que consideraba verdadero, examinando las condiciones en que se produce y valida lo que se acepta socialmente como conocimiento verdadero; así como las condiciones que llevan a rechazar o marginar formas de conocimiento previamente aceptadas¹. A partir de esta perspectiva, que pone énfasis en la aceptación social como un criterio de validación y demarcación del conocimiento científico, es evidente que no se puede entender al conocimiento científico como una función de su verdad intrínseca, sino que se debe invertir esta relación para entender a la producción de la verdad científica como consecuencia y no como causa de la aceptación social (Bloor, 1976).

Actualmente, la Historia Social se ha fragmentado, por lo que se ha incluido en diferentes disciplinas históricas; la Historia de la Ciencia ha sufrido un proceso similar. En los años cincuenta se buscaba una "historia total", donde prevalecía la idea del desarrollo autónomo de la ciencia, es decir, la concepción de la ciencia y su desarrollo como creación de grandes hombres. Actualmente se tiende a la fragmentación de la Historia de la Ciencia en Historias de las Ciencias, de cada disciplina histórica; y por ende, a una Historia Social de cada área en particular, pues cada proceso sigue un desarrollo diferente.

Cómo la sociedad influyó en éstas historias y cómo éstas influyeron en la sociedad, es la manera en que hoy se concibe a la Historia Social de las Ciencias. Se estudia el desarrollo de cada disciplina particular a veces en interacción con otras, o bien, los aspectos culturales de las mismas, como las publicaciones científicas, su aceptación y difusión a través del mundo, pues también se percibe una creciente globalización y homogeneización del conocimiento científico.

¹ La formulación inicial de lo que se llamó el Programa Fuerte para una Sociología del Conocimiento Científico fue propuesta por Bloor (1976). Discusiones tempranas sobre los orígenes de esta perspectiva y sus fundamentos epistemológicos se pueden consultar en: Mulkay, 1979; Yearley, 1984; Ashmore, 1989.

A partir de los años sesentas del siglo XX, se empezó a trabajar una nueva Historia Social de la Ciencia que se enfocaba en 4 puntos: 1) las profesiones científicas, incluyendo sociedades y universidades, 2) las sociedades científicas, 3) las disciplinas científicas, 4) Las especialidades y programas de investigación, así como los estudios de la ciencia relacionados a desarrollos sociales más amplios (Macleod R., 1989:276).

El auge alcanzado por el estudio de las instituciones científicas, logró superar la barrera de la historia interna y la externa en la década de los 1990, a partir de "los estudios y descubrimiento de los nuevos espacios de investigación que han conducido el oficio del historiador de las ciencias y de las técnicas al aprendizaje de los métodos y el lenguaje de las comunidades científicas" (Redondi P, 1998:100). Con ello, la Historia Social de las Ciencias vio aumentados y completados sus intereses.

De este modo, varios historiadores de la ciencia, han afirmado que el papel de las instituciones científicas ha sido crucial dentro del desarrollo de las diferentes disciplinas. Thomas Khun, en su obra *La estructura de las revoluciones científicas*, expuso que el conocimiento científico avanza por rupturas y que sus conceptos y modelos teóricos están determinados por una comunidad científica en un momento particular. Al respecto, menciona que "la ciencia es un fenómeno social, y como consecuencia de ello, la aceptación o rechazo de determinados conceptos o conjuntos de conceptos no depende de su objetividad, sino de la manera como sean recibidos por una comunidad científica en un momento histórico determinado" (Kuhn, 1971:13).

Siguiendo esta idea de Kuhn, para poder estudiar la Historia de la Ciencia correspondiente a una época determinada, la atención se debe enfocar en las premisas fundamentales supuestas por los partidarios de diferentes concepciones del mundo que surgen dentro de dicha época. Un paradigma, explica Khun, "es una realización científica universalmente reconocida que durante cierto tiempo proporciona modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica". Un paradigma establece la manera en como la comunidad científica concibe al mundo y los fenómenos asociados a este, pero cuando un paradigma reemplaza a otro nuevo, "los científicos ven cosas nuevas y diferentes"; hacen que su mundo de investigación, que les es propio se vea de manera distinta. Como dice el mismo Kuhn, "es cómo si la comunidad profesional se transportara repentinamente a otro planeta, donde los objetos familiares se ven bajo una luz diferente, y, además, se les une a otros objetos desconocidos". (Kuhn, 1971:149).

Los científicos, sociólogos, filósofos e historiadores, han visto en la ciencia una fuente de información muy rica, para abordar los problemas y la metodología de sus propias disciplinas. De ahí que el interés en el estudio del devenir de las ciencias haya crecido rápidamente, dejando de ser una herramienta de los intelectuales, para convertirse en el objeto de estudio de los historiadores de la ciencia (Guevara, 2002:13).

1.1.- ¿Cómo estudiar la introducción del darwinismo?

Existen al menos dos maneras de plantear el problema de la definición del darwinismo. i) Se refiere a la producción de una lectura canónica; ii) Se refiere a una lectura histórica o situada del darwinismo. Las dos perspectivas convergen cuando se comprende que el canon mismo (conjunto de disposiciones, preceptos o catálogos, por lo que se podría decir que todo canon es una lectura situada), es la cristalización de un proceso complejo de debates, revisiones y negociaciones en que participa un conjunto de expertos. Es en el ámbito social de la academia, donde se privilegian las lecturas canónicas, siendo este el espacio para producir tales lecturas, lo que quiere decir que es el *locus* de producción de lectores canónicos que se suceden y se reemplazan negando su propia historicidad (Livingstone, 1997).

Para comprender esto, es necesario entender qué es una lectura canónica y una lectura situada. i) Una lectura situada, es la cristalización de un proceso complejo de debates, revisiones y negociaciones en que participa un conjunto de expertos. ii) Por otro lado, las lecturas canónicas, principalmente expuestas por los biólogos contemporáneos, se refieren a la posibilidad de trazar una línea de descendencia entre la teoría que proponen en su tiempo y el de Darwin, el científico sobre el cual se han realizado quizás más investigaciones en la historia de la ciencia. Los biólogos contemporáneos, enfrentados en sus propias controversias en torno a sus trabajos en el presente, participan del esfuerzo de producir una lectura canónica que indique una correcta genealogía y les permita incluir su obra como darwinista.

Aunque existen diferentes visiones acerca de cómo se entiende el darwinismo, el resultado es que la lectura canónica de Darwin y el darwinismo cambian constantemente de forma. Así pues, esta lectura canónica se debe situar histórica y socialmente en el marco de las polémicas del presente. En el caso de las polémicas de los historiadores, éstas también participan del esfuerzo por construir un canon, aunque no se trate de la primera lectura de la obra de Darwin (quizás porque tal lectura no existe),

sino de la primera versión de lo que ocurrió históricamente con el darwinismo, sobre lo cual también hay toda clase polémicas, tal como se muestra a continuación.

En un estudio publicado en *Science*, en torno a la hipótesis de Max Planck sobre la idea de la mayor tendencia de los científicos jóvenes a aceptar ideas nuevas en comparación con científicos de mayor edad, David Hull, Peter Tessner y Arthur Diamond, usan el ejemplo del darwinismo para probar esta hipótesis. La mayor dificultad que tuvieron fue “decidir a qué se debería llamar como darwinismo” (citado en Hull y col., 1978:720).

Para un darwinista, la aceptación de las ideas esenciales de Darwin es lo que se esperaba; pero, Darwin creía en la evolución como un proceso gradual, no direccionado, y no basado en la transmisión de caracteres adquiridos. Pero la mayoría de las personas que aceptaron la evolución en el siglo XIX, creían en un cambio saltacionista, dirigido y progresivo. En el siglo XIX, si alguien se pudiera catalogar como darwinista, se requería que aceptara todas las ideas de Darwin, por lo tanto, se puede decir que existieron muy pocos darwinistas.

Para solucionar esto, los autores escogieron el criterio de la aceptación de la idea de la evolución de las especies como indicador para definir quiénes se convirtieron al darwinismo, es decir, escogieron el componente que se podría considerar como el menos darwiniano. De acuerdo con este criterio quedan incluidos como darwinistas autores que inicialmente se convirtieron y después se cambiaron de postura, como George Jackson Mivart, quien fue criticado en una buena parte de los ataques y comentarios en el capítulo VII, añadido en la sexta edición del *El Origen de las Especies*.

Por cuestiones metodológicas, el criterio que los autores adoptaron para incluir a algún científico en la lista de quienes se convirtieron al darwinismo fue que mediara una declaración de aceptación de la evolución, aunque se rechazara la selección natural. Bowler tratando de precisar en qué consistió la llamada “revolución darwinista”, ha examinado las dificultades que plantea tomar una decisión en relación de cómo definir el darwinismo. Para hablar de una transformación de ideas y prácticas científicas se requiere definir cuáles son las ideas y prácticas nuevas. Si se adopta una definición de cómo caracterizar las ideas de Darwin, como lo hacen Hull, Tessner y Diamond, es decir, tomando

como eje la idea de la evolución de las especies, se puede concluir que a una década de que se produjo la revolución darwinista, se pensó como en los tiempos de Darwin².

Si se adopta una definición más estrecha, como por ejemplo al contrastar las posiciones de Lamarck y de Darwin y señalar a la selección natural como la idea más darwinista, se concluiría que la llamada "revolución darwinista" no ocurrió durante el siglo XIX, sino que se dio hasta principios del siglo XX, cuando surgió la Teoría Sintética de la Evolución.

A la luz de esta definición canónica, se puede decir que la Teoría Sintética ha sido la más exitosa entre biólogos e historiadores (aunque ha habido polémicas al respecto) y no se podría hablar de una "revolución darwinista" como un hecho ocurrido durante el siglo XIX, ya que ninguno de los integrantes del círculo de Darwin aceptó sin reservas este componente de la teoría. Charles Lyell criticaba a Darwin al no comprometerse con su teoría de la selección natural en su última edición de los *Principios de Geología*; Thomas H. Huxley, vaciló en la aceptación de la selección natural, rechazándola al inicio y apoyándola en 1870 y volviendo a dejarla de lado cuando este mecanismo fue duramente criticada a fines de la década de 1880 (Moore, 1991).

Algunos de los más conspicuos representantes del darwinismo fuera de Gran Bretaña, como Ernst Haeckel en Alemania o Asa Gray en Estados Unidos tampoco aceptaron la selección natural como principio explicativo de la evolución. Así que con el criterio canónico que sitúa a la selección natural como la idea central de Darwin, podrían calificar a sus más cercanos seguidores como "pseudodarwinistas" ya que se consideraban darwinistas sin aceptar su idea más original.

Al respecto, Moore (1986:45) apoyando la idea de Ivette Conry, consideró que durante el siglo XIX no hubo un solo darwinista en Francia, así como también afirmó que la obra "El Origen del Hombre y la selección sexual" es un libro pre-darwiniano. Del mismo modo, siguiendo el criterio canónico, a quienes se opusieron a la selección natural pero defendieron temprana o tardíamente la evolución se debería calificarlos como "anti-darwinistas", tal como ocurrió con St. George Jackson Mivart (quien primero apoyó la selección natural y luego la criticó), Samuel Butler (quien llamó a la selección natural un "manto de arena") o William Benjamin Carpenter (uno de los primeros autores en publicar una

² Conveniente mencionar que los autores citados anteriormente concluyen en su estudio que, al terminar la primera década "sólo 50 de los 67 científicos estudiados había aceptado la evolución de las especies para 1869". Concluyen que la conversión no fue tan amplia como se dijo en su momento, especialmente si se toma en cuenta que este número incluye a quienes se convirtieron a la idea más ampliamente aceptada entre las ideas de Darwin, es decir, la sola idea de la transmutación o evolución de las especies y no a los pocos que aceptaron la selección natural (Hull y col., 1978: 721).

reseña del *Origen*, en gran parte favorable, pero no convencido de la selección natural, reseña que Darwin mismo agradeció en términos amables).

En la bibliografía referente al tema, se analiza la forma como se han escrito historias sobre el darwinismo; la "definición esencialista del darwinismo parece conducir a resultados no muy esperados en el trabajo historiográfico. Si se considera darwinista a todo individuo que se proclamó darwinista o a todos los que aceptaron cualquier idea de evolución, y se busca la definición más inclusiva, el resultado sería que tendrán poco en común con el "darwinismo"³. Si, por el contrario, se estudia con "rigor científico", la "revolución darwinista" o su "introducción fiel" en un país, como hace Conry para el caso de Francia, el conjunto de individuos que se ajustan a ella corre el peligro de quedar vacío, no sólo en Francia"⁴ (Restrepo, 2002:26).

En la bibliografía respecto al tema, se ha observado el problema que representa el ofrecer una definición canónica del darwinismo como sistema conceptual (Hull, 1985). Al referirse a la "revolución darwinista" algunos autores han adoptado la definición más amplia (que se concentra en la idea menos original de Darwin, la evolución), descartando por controversial la más original, es decir, la selección natural, precisamente, el componente considerado esencial en el canon de Darwin. Por último, vale la pena mencionar que el problema se hizo visible cuando se cambió la perspectiva de la historia de las ideas, y de la filosofía de la ciencia, por una historia social que busca situar históricamente las ideas. Esta es la perspectiva adoptada por James Moore, quien se ha ocupado de estudiar "cómo los actores históricos definieron y usaron efectivamente los nombres del vocabulario relacionado con Darwin", procurando establecer cómo eran usados históricamente los rótulos darwinista, anti-darwinista y cómo se definía en diferentes ocasiones de uso lo que correspondía a cada uno de ellos (Moore, 1997).

Se puede señalar que para el caso del círculo más cercano a Darwin, cómo durante los primeros años, cuando la tarea más urgente era producir un "movimiento darwinista", se trataba de extender la red de aliados contando a toda persona que aceptara cualquier aspecto de la teoría. Pero una vez

³ No sólo no se podría hablar de una revolución darwinista, sino que tampoco se entendería por qué se conmemoran en el 2009 con tanto entusiasmo los 200 años del nacimiento de Darwin y los 150 de la publicación del *Origen*, o por qué Darwin terminó enterrado en la iglesia de Westminster, o por qué hay una 'Industria de Darwin' o por qué se habla de la difusión del darwinismo como de un fenómeno mundial que ha servido como 'indicador' del estado de avance o estancamiento de la ciencia en determinados países.

⁴ Este fue el sentido de la crítica que se hizo del libro de Conry. Si se aplicaran no sólo a Francia sino a cualquier otro país (incluyendo a Gran Bretaña) las definiciones de darwinismo y de introducción que ella propone, probablemente el resultado sería igualmente negativo: el modelo parecía muy exigente para los actores y situaciones históricas. (Gilhot, 1976; Roger, 1976; Burkhardt, 1976; Moore, 1977).

consolidada esta fase, cuando algunos de estos empezaban a parecer incómodos para la consolidación del programa naturalista, unos por sus ideas religiosas, otros por radicales, el círculo se volvió más selectivo, y procuró controlar la definición del darwinismo poniendo más énfasis en la selección natural o por lo menos en los aspectos más naturalistas del corpus darwinista⁵.

El punto de partida para un estudio histórico sobre la difusión y recepción del darwinismo, se debe tomar en cuenta que al dar una definición esencialista, normativa o canónica del fenómeno estudiado (como lo hace Conry) se puede correr el peligro de desaparecer el objeto estudiado, concluyendo que el “verdadero” darwinismo no existió en localidad alguna. Pero también se puede ir en la dirección contraria, como han hecho Numbers y Stenhouse (1999), Moore (1991), y los trabajos publicados en *El Darwinismo en España e Ibero-América* (Glick; Ruiz y Puig-Samper, 2002) donde a través de una serie de trabajos compilados, se examinan la variedad de usos y las diversas interpretaciones que el darwinismo fue adquiriendo a medida que se difundió, es decir, a medida que se situó culturalmente y a donde fue llevado.

Así, la difusión del darwinismo se debe entender como un proceso dinámico de constitución y construcción que surge del viaje de exploración, es decir, comienza con la relación metropolitana e imperial y la constitución de una hegemonía económica, ideológica y de conocimiento, pero que se constituye a partir de la integración de la obra de individuos situados en muchas partes del mundo, cuyo trabajo se escribe e inscribe en la obra, así como se integran comentarios, críticas y aliados en una red que se expande textualmente en la obra misma, pero también se expande a medida que en localidades diversas individuos con diferentes visiones y necesidades se apropian de la obra, traduciéndola a sus propios intereses y circunstancias locales.

1.2.- ¿Qué es la introducción y la recepción?

1.2.1 ¿Qué es la introducción?

El término introducción implica entrada de, algo llega de fuera, que penetra. Hablar de la introducción

⁵ Como han mostrado varios autores, particularmente Caudill (1994) y Fichman (1984), se trataba de excluir a un buen número de clérigos y religiosos moderados que buscaban formas de conciliación entre darwinismo y religión manteniendo al tiempo no solo el control de los asuntos de la fe, sino de las posiciones que ya ocupaban en la escena académica británica. Contra esto los ‘obispófagos’ (como los llama Caudill) se declararon por momentos bastante radicales en su ultra-darwinismo que les permitía reclamar nuevos espacios para su actuación profesional como científicos. A finales del siglo, pocos años después de la apoteosis del entierro de Darwin en Westminster, cuando las condiciones científicas eran menos favorables a la selección natural, nuevamente Huxley optó por acudir a la definición más conciliadora posible del darwinismo, señalando que el mayor mérito de Darwin había sido establecer la idea de la evolución (Moore, 1991).

de una teoría o de una disciplina, se debe entender que ésta fue generada en otro sitio, desde el cual siguió un camino para llegar a algún lugar. Por ejemplo, aunque el pensamiento darwinista surge en Inglaterra, su introducción en un país cercano como Francia tardó más tiempo que en Alemania, país donde Ernest Haeckel, desempeñó un papel determinante para su llegada y aceptación (Radl, 1988; Ledesma, 1992).

La introducción de una disciplina, un concepto o una teoría implica la participación de otros componentes sociológicos como son la "difusión" y la "traducción". De tal manera que estos procesos 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, según Conry, no puede ser reducida sólo 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 (Conry, 1974:23).

La introducción es parte de un proceso que se puede representar como un gradiente, donde una primera etapa es la constitución de una ciencia, que implica la existencia de un conjunto de paradigmas, luego de ellos, esos paradigmas se deben desplazar, deben llegar a otros, eso implica un proceso de *difusión* y de *transportación* que no es pasiva y que implicará conjuntamente con la introducción, operaciones de traducción y de convicción. Posteriormente, ya que la introducción se ha dado, ocurre un proceso de asimilación, que de no darse plenamente, puede conducir a una introducción fallida o abortiva.

Es importante considerar diversos momentos en el proceso de introducción de una ciencia; uno sería la introducción en el nivel intelectual; donde se discute, pero no se ejerce; otro sería el nivel político, ahí es utilizada, pero tampoco se practica y por último, su penetración en la ciencia misma (Ruiz, 1987:5). Ivette Conry sólo considera el último nivel como la auténtica introducción:

“Tratándose de un discurso, parece a la vez necesario y suficiente medir su valor operativo: el darwinismo será introducido ahí donde y cuando haya devenido en su forma instrumental y sea posible especificarlo como activo y verdadero. Activo metodológicamente, lo será el darwinismo si se revela apto a proveer el pensamiento científico de medios de su propio control y a conferir una regla heurística. Activo teóricamente será el darwinismo si otorga a sus sectores de saber una coherencia y una inteligibilidad de la que estaban desprovistos antes de él” (Conry, 1974:23)

1.2.2. ¿Qué es la recepción?

La recepción, en su definición más simple significa admisión o aceptación de una acción, una idea, hechos o teoría como miembro de un colectivo. Esta aceptación en la ciencia es un complejo conjunto de valores, presupuestos teóricos y metodológicos que son compartidos por una comunidad. La recepción de una disciplina, un concepto o una teoría conlleva, al igual que la introducción, a la participación de otros componentes sociológicos como son la “difusión” y la “traducción”, sino de fenómenos sociales complejos que involucran la historia particular de las comunidades científicas y de las sociedades donde esto ocurra.

La recepción de un concepto, de una teoría o de un paradigma involucra su presencia real en el momento de la historia que se aborda, de la forma cultural en el que el conocimiento científico se asume en diferentes regiones y se refleja en la producción final de cosas, de cómo hacer y resolver problemas científicos y de cómo son las formas en que las teorías científicas y sus prácticas han sido recibidas en diferentes áreas. También se ven influenciadas por las circunstancias locales de las regiones donde se desarrollan y pueden depender de la aprobación o desaprobación de diversas instancias financiadoras de la ciencia. Esto también se refleja en el ámbito académico de cada región y en su práctica científica que puede ser aceptada o censurada. Muchas veces, los académicos se han tenido que volver nómadas para escapar de la censura local y poder realizar su investigación. (Livingstone, D., 2003)

Asimismo, el grado de aceptación eclesiástica, gubernamental, política y/o social, así como el financiamiento científico, da cierta protección y varía de región a región. Por ejemplo, la inquisición española perseguía a los que cultivaban ideas que les parecían peligrosas a la ortodoxia eclesiástica. Por ejemplo, en Polonia y Hungría, las condiciones fueron menos severas. En Suecia, la Reina Cristina

protegió a los libres pensadores, mientras que Holanda les dio la bienvenida a los protestantes perseguidos en Francia. Todo esto confirma que Europa desplegó una distintiva geografía intelectual en el siglo XVII.

Las ideas científicas no se reciben de manera plana y continua, sino que se encuentran en lugares particulares, existiendo geografías de recepción de ideas científicas, ya que los textos científicos se interpretan de manera distinta en distintos lugares y de maneras diferentes, para no investigar región por región, es mejor conocer cómo cada cultura juzga los trabajos de los científicos. Por ejemplo, los trabajos realizados por grandes científicos tales como Humboldt y Darwin, es importante saber cómo han sido leídos e interpretados en diferentes regiones tanto en el siglo XIX como en el XX; así como las formas en que fueron percibidos en esos momentos, ya que son muy diferentes las percepciones dadas en el tiempo y en el lugar estudiado. Su interpretación es muy diferente en cada región y tiempo en la que sus trabajos son leídos⁶.

Las revisiones de los trabajos de Humboldt y Darwin en el idioma inglés fueron mucho más rigurosas que en el francés, dependiendo de las regiones donde eran leídos. El significado textual, evidentemente cambia de lugar a lugar y en una variedad de escalas. Diferentes culturas de lecturas pueden ser detectadas dentro y entre regiones y dentro de ciudades o vecindades. Dependiendo del lugar de lectura, ya sea cafés, sitios de cultura, reinos, circos, etcétera, fueron interpretadas de manera diferentes, dependiendo incluso de los diferentes contextos ideológicos de cada sitio (Livingstone, D., 2003).

La recepción de ideas científicas, especialmente las más fundamentales tales como las ideas darwinianas, cuando se analizan según una geografía afectiva y comparativa, se pueden ver como entidades cuyo desarrollo se constriñe, según las variables que se pueden identificar, lo que se convierte en ciertos parámetros para su identificación. Estos se pueden categorizar según las siguientes demarcaciones (algunas de las cuales se refieren más a la recepción científica que a la popular):

- a) Culturas profesionales.
- b) Disciplinarias.
- c) Factores generacionales.
- d) De diferentes filosofías de la ciencia (particularmente en las recepciones científicas).

⁶ Para mayor información, véase a David Livingstone, 2003, pp. 86- 123.

- e) Difusión transnacional.
- f) La religión.
- g) El nivel de educación.
- h) La ideología política.
- i) Las infraestructuras económicas o instituciones nacionales.
- j) Las personales o de personalidades imaginadas de los científicos.

Por debajo de los hechos particulares de recepción, enmarcados por tales categorías, yace una lógica dinámica e intencional. Tal lógica, siguiendo a Glick y Henderson (1999:290), se divide en 2 tipos:

- a) Resistencia y ansiedad a tales teorías.
- b) Apropiación y adaptación.

Con respecto a la recepción de ideas nuevas y fundamentales, tales como la evolución darwiniana, estas ideas pueden llegar a cuestionar y desafiar los valores metafísicos claves de la identidad occidental; las reacciones normativas son *resistencia o apropiación*, según lo que se tiene que ganar o perder.

Ahora bien, tal como menciona Glick y Henderson (1999:291), es importante hacer una distinción entre las recepciones científicas y las recepciones populares. Dentro de la recepción científica de una idea, queda naturalmente la cuestión de su verdad científica: ¿Es la idea una representación "verdadera" de una "cosa real"?, la cuestión de la verdad se hace algo que tiene que satisfacerse en una recepción científica. Pero, en contestar esta pregunta, queda alguna ansiedad profesional en torno a la pérdida de una ideología por culpa de otra. Las recepciones científicas, por tanto, se resuelven dentro de una economía profesional, conectada con reconocimiento y eponomía⁷. La recepción de ideas fundamentales va lejos en la perturbación de la distribución del capital económico.

Finalmente, cabe mencionar que la recepción de una teoría científica, transferida del centro a la periferia no se puede tratar como un simple trasplante de conocimientos e instituciones de un lado a otro, ni puede ser entendida y explicada sólo a partir del análisis de las teorías científicas, de los libros de texto que las contienen o de los trabajos que se produjeron utilizando sus fundamentos teóricos-prácticos. Más bien se debe ver como un proceso dialéctico de domiciliación e institucionalización de los saberes en un espacio social determinado.

⁷ Valorización y desvalorización de una idea.

Las teorías científicas no aparecen en el aire, no pueden ser descarnadas hasta quedar reducidas a un esqueleto de racionalizaciones concatenadas, sino **que** vienen de toda una tradición científica, que puede tener diferentes interpretaciones dependiendo de las tradiciones culturales diferentes, donde las ideas siempre se dan enlazadas a hombres, instituciones; su estudio nos enfrenta con toda crudeza al problema del tiempo y espacio histórico y obliga a un diálogo concreto y profundo con las fuentes manuscritas y documentales que están en archivos y bibliotecas.

Un ejemplo muy ilustrativo de recepción de teorías científicas es el darwinismo, que tuvo desde su concepción y publicación en 1859, una serie de adhesiones y debates dados desde diferentes espacios, eclesiásticos, políticos, económicos y científicos en muchos lugares de Europa, discusión, que trascendió a los países de la periferia.

1.3.- La introducción del darwinismo como tema de estudio del impacto de las ideas cruciales.

El paradigma darwiniano puede ser estudiado por su impacto en la historia natural, en las ciencias naturales y en la Biología de los siglos XIX y XX o en otras áreas del conocimiento, pero también para obtener lecciones sobre la forma en que se transmiten y reciben las ideas científicas, en el marco de un modelo más amplio que trata de explicar el cambio y desarrollo científico (Argueta, 2009:17-18). Según menciona Pérez Ransanz (1997), el pluralismo epistemológico está comprometido en este esfuerzo, a diferencia del realismo, el empirismo y el pragmatismo, que propugnan formas excluyentes de análisis de tales procesos.

Pérez Ransanz (1997:92) afirma que en muchos análisis sobre cambio científico se asume implícitamente la existencia de un patrón general o dominante de desarrollo, el cual subyace en los diversos cambios de teorías que ocurren en la actividad científica, por lo que algunos autores han pensado, sobre todo en las últimas tres décadas, que una vía más adecuada y profunda sería la de explorar e identificar diversas clases de cambio científico. Distintos tipos de fenómenos diacrónicos, sin cargar el prejuicio de que son (o deben ser) subsumibles en un patrón general.

Frente a la idea de la existencia de un modelo único sobre el cambio y la transmisión de ideas científicas, Argueta (2009:18) en su trabajo titulado "El darwinismo en Iberoamérica", asume que por considerarlo "más afín con el cuerpo de ideas utilizadas, el personaje central, y los personajes que

discutieron el evolucionismo, los países y la larga temporalidad, el pluralismo puede servir como un marco general de análisis”.

Argueta (2009), en este sentido considera adecuado el planteamiento de Rescher (1995) y Olivé (1997) que entienden al pluralismo epistemológico como el reconocimiento de una variedad de diversas posiciones, más o menos apropiadas y plausibles, o tal como lo menciona Olivé (1997:53), “[...] pluralismo es el respeto a la diversidad de marcos conceptuales, creencias, prácticas y criterios de racionalidad (epistémica, ética y estética), pero sin adoptar la posición relativista de que todo marco conceptual o criterio de racionalidad es igualmente válido”. Más aún, el pluralismo que se opone por igual al universalismo y al relativismo extremos, le da un lugar digno a la diversidad epistemológica, pero al mismo tiempo está a favor de la razón.

Siguiendo las aseveraciones de Argueta (2009:19), “los estudios ya realizados sobre el impacto del darwinismo en los diferentes países o como influyó el cambio científico en diferentes latitudes, señalan la existencia de ideas, instituciones y personas que impiden o favorecen la transmisión de las ideas científicas, por lo que además de la descripción de los hechos relatados, estos análisis pretenden elaborar modelos que se proponen aumentar la inteligibilidad de los procesos del cambio y la transmisión de las ideas científicas⁸”.

Recientemente, Glick (1989) ha señalado también que “el estudio de estos procesos sirve no solo para hablar de la introducción de las ideas científicas, sino también para abordar los múltiples matices culturales que rodean la recepción e introducción de ideas, bajo los colores y tonos que les otorga una comunidad, un país y una cultura dada, además de que tales procesos pueden [...] dar lugar a la estructuración de lo que se podría llamar “darwinismos locales”; en tanto un autor defiende la selección natural y el papel del azar en la evolución, puede ser reconocido como darwinista y al mismo tiempo, tener una serie de ideas originales respecto a otras cuestiones. Esta reelaboración o modificación del darwinismo fue tan frecuente entre los naturalistas contemporáneos de Darwin como entre los darwinistas actuales⁹” (Argueta, 2009:19-20).

Actualmente, como lo ha señalado Glick (1989), los estudios sobre el impacto de las ideas darwinistas muestran un sano y vigoroso desarrollo, ya que se han dedicado a explorar una gran variedad de

⁸ Algunos autores señalan que “estos modelos se pueden dirigir hacia la predicción de nuevas situaciones, e incluso, si se conocen los posibles factores que impedirían o apoyarían la introducción de nuevas ideas, propiciar la inducción de situaciones deseables” (Argueta, 2009:19).

temas que abarcan desde lo que “verdaderamente dijo Darwin” a través de la exégesis de sus textos clásicos, sus diarios, su epistolario y los cuadernos de notas, hasta los tiempos y formas en que fue recibido e introducido el darwinismo en los más variados países de diversas regiones del mundo. Estas dos perspectivas de análisis, tanto la más antigua dedicada al estudio interno de la teoría de Darwin como la más reciente, que enfoca los procesos de recepción dentro y fuera del país de origen de la teoría, forman parte también de un programa de investigación robusto y maduro¹⁰.

El esfuerzo de comparar las formas de recepción e introducción de las ideas darwinistas en diversos países, permite avanzar en el entendimiento de las similitudes y diferencias entre las comunidades científicas, la permeabilidad o rechazo por sectores, etcétera (p.21)

“La introducción y recepción del darwinismo ha sido estudiada en casi todos los países de Europa Occidental, en algunos de la ex Unión Soviética, en China, en el mundo islámico y otras regiones más. El mapa relativamente convencional que contenía las capitales “metropolitanas” como Londres, Boston o Berlín, se ha pasado a uno mucho más amplio que incluye a Florencia, Montevideo, la Habana, Lisboa y México entre otras (Glick, 1982, 1988). Respecto a los países de Iberoamérica, se han publicado estudios sobre el tema en Brasil, Argentina, Cuba, Colombia, Chile, España, México, Perú, Uruguay y Venezuela” (Argueta, 2009:21).

Pero no está sólo el impacto o las modificaciones introducidas en las ideas y las teorías de cada región lo que mueve a hacer tales estudios de historia comparada. En el fondo del asunto se encuentra también la disputa de dos ideas, la primera afirma el fuerte eurocentrismo de la ciencia moderna, de culturas autocongratulatorias y de carácter etnocéntrico, y la otra que afirma la necesidad de los estudios comparados de la receptividad de ideas para identificar las inflexiones culturales que las mismas adquieren al pasar por el tamiz de los países y los pueblos (Glick, 1988), aunque por otro lado, se debe tener precaución de no elaborar textos con enfoques relativistas.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto y siguiendo los trabajos realizados por Glick (1974, 1982), en este trabajo se entenderá el concepto de recepción, como “las muestras o manifestaciones de conocimiento de la teoría evolucionista darwiniana entre políticos, intelectuales y en el ámbito social”.

¹⁰ Ibid, p.20

Es importante mencionar que dentro del proceso de recepción, “la traducción de la obra, los comentarios y debates en pro o en contra hechos por intelectuales y políticos solo los consideran elementos de la recepción, mientras que la introducción ocurre cuando uno o más científicos (biólogos, médicos, agrónomos o de alguna otra disciplina) analizan e interpretan sus observaciones científicas, o fundamentan sus hipótesis a la luz del evolucionismo darwiniano” (Argueta, 2009:19). Argueta y Ruiz (2002), dividen a los receptores en receptores-opositores y receptores divulgadores.

Por todo lo anteriormente expuesto, en este trabajo es necesario analizar los argumentos y conceptos que fueron puestos en discusión en los procesos de introducción de la Teoría Sintética en México (objeto de estudio de este trabajo doctoral), asunto poco abordado en la Historia y Filosofía de la Ciencia en México. Asimismo, es importante conocer las tendencias que se manifestaron alrededor de esta teoría y como impactaron en el desarrollo de la investigación biológica, tanto teórica como aplicada, aspecto que se realizará los siguientes capítulos.

CAPÍTULO II

LA TEORÍA SINTÉTICA DE LA EVOLUCIÓN BIOLÓGICA

Dentro de los análisis contemporáneos de la Historia de la Biología, destacan los estudios sobre la teoría darwiniana de la evolución y su impacto en las ciencias biológicas. “Además de constituirse en punto de inflexión de todas las disciplinas relativas a los seres vivos, en los siglos XIX y XX, las ideas darwinistas impactaron el desarrollo de diversas ciencias sociales tales como la Sociología, la Antropología y la Filosofía, e incluso en algunos países de manera preponderante, la política militante y los discursos partidarios” (Argueta, 2009:14).

La evidencia reunida, las preguntas formuladas, la solidez de sus afirmaciones y sobre todo haber colocado a la Selección Natural como concepto fundamental de su explicación evolutiva, le permitieron a la teoría darwiniana considerarse la piedra angular de las propuestas evolucionistas del siglo XX, y lo que permitirá extender su influencia hacia el siglo XXI¹¹.

La teoría de la evolución es la teoría más general de la Biología. Huxley (1946) señala en el texto que inspiró la gestación de la escuela de la Teoría Sintética, que “la evolución puede pretender ser considerada como el más central y más importante de los problemas de la Biología”. Diferentes autores del siglo XX han subrayado la importancia de la teoría evolucionista para las ciencias biológicas contemporáneas.

De acuerdo con Argueta (2009:15), Dobzhansky (1937), fundador de los estudios de la genética moderna considera que “en Biología nada tiene sentido si no es a la luz de la evolución”, Mayr (1987) dijo en su discurso inaugural del congreso sobre la Síntesis Evolutiva que: “la interpretación darwinista (seleccionista) de la evolución es hoy tan universalmente aceptada entre los biólogos, que la presente generación de evolucionistas apenas puede comprender la oposición que aún encontraba la selección natural durante las décadas de los años veinte y treinta”.

Hoy es claro que la evolución biológica consiste en una serie de transformaciones parciales o completas de la estructura genética, morfológica y fisiológica de las poblaciones. Dicha transformación se basa en las alteraciones de las relaciones de los organismos con su ambiente y se expresa en la

¹¹ Ibid, p. 14

radiación adaptativa a nuevos ambientes, ajustes a cambios ambientales que tienen lugar en un hábitat particular y que dan origen a nuevas formas de explotación de los recursos naturales.

La explicación darwiniana inauguró un nuevo periodo en la historia cultural de la humanidad, que se puede entender como la segunda etapa de la revolución copernicana del siglo XV y que marcó los inicios de la ciencia moderna. Se afirma que Darwin extendió la revolución copernicana al mundo de los seres vivos al señalar que la presencia de estos sobre la tierra también puede ser explicada como se ha hecho con los fenómenos del mundo inanimado, como resultado de leyes naturales que se expresan en procesos naturales.

Khun (1978), a propósito de la revolución copernicana, señala que las mayores conmociones de los conceptos fundamentales de la ciencia se producen de forma gradual, ya sea porque un autor inicia la revolución con una pequeña innovación que plantea nuevos problemas a un campo de conocimiento científico o culmina un cambio revolucionario al efectuar una síntesis de los conceptos procedentes de un conjunto de trabajos diversos.

Actualmente se afirma que la explicación darwiniana es científica y correcta, aunque incompleta. La genética, disciplina desarrollada en el siglo XX, reveló en detalle las formas en que opera la selección natural sobre las modificaciones ocurridas al azar y condujo a la formulación y desarrollo de la teoría contemporánea de la evolución que, más allá de todo razonamiento contradictorio o paradójico, se ha configurado como un problema de investigación consistente y sucesivamente progresivo (Lakatos, 1983).

La trascendencia de su impacto en un enorme abanico de saberes y en muy distintos y distantes países, ha permitido establecer etapas y momentos de influencia del darwinismo, así como analizar los puntos de introducción y contacto, de reacción y recepción de tema, entre muy diversas comunidades científicas del mundo moderno. El estudio de los procesos mediante los cuales las ideas científicas se difunden (enseñan y divulgan), ha dado origen a una corriente de estudios sobre las formas de transmisión de las ideas científicas en el mundo (Glick, 1988).

Aunque los mecanismos biológicos que subyacen a la evolución se han debatido en el siglo XX, la idea central del darwinismo no ha sido reemplazada por ningún marco teórico o cosmovisión nuevos. Mientras que la evolución ha cambiado gracias al desarrollo de la Genética, la Microbiología y la

Biología Molecular, la Historia Natural también ha cambiado desde principios del siglo XX, cuando los naturalistas se enfrentaron a los retos de la Biología Experimental.

Son pocos los trabajos que analizan el contenido de la Teoría Sintética, sobre todo tomando en cuenta que esta teoría es una creación colectiva; esto es, a diferencia de las primeras teorías elaboradas de manera individual por Lamarck, la teoría que lleva su nombre y por Darwin, la teoría que también lleva su nombre. En el caso de la Síntesis Evolutiva contribuyeron a la misma alrededor de una docena de investigadores. Por esta razón, es natural cuestionar si en realidad hay no una sino diferentes Teorías Sintéticas. Esto se debe a que es posible que diferentes investigadores hayan llegado a conclusiones distintas para algunos aspectos del cambio orgánico.

Desde luego, es razonable suponer que, de existir, esas diferencias no serán radicales puesto que las contribuciones de investigadores como Dobzhansky, Darlington, Huxley, Mayr, Simpson y algunos más, se ubican dentro de la misma teoría, la Teoría Sintética. Esto es diferente a lo que ocurría a fines del siglo XIX y principios del XX, donde hubo varias teorías evolutivas que diferían de manera muy marcada, aunque también, dentro de cada una de esas teorías, por ejemplo, el neolamarckismo y mutacionismo, donde había diferentes versiones de la teoría.

Los pocos trabajos realizados sobre la Síntesis Evolutiva, tratan acerca de la historia de esta teoría como también, sobre su contenido; aunque quizá, predomina el aspecto histórico (Mayr y Provine, 1980, Mayr 1982). Sin embargo, a raíz del surgimiento de la teoría de los equilibrios puntuados, han aparecido algunos análisis sobre el contenido de la Síntesis Evolutiva (Gould, 1980, Eldredge 1985). Estos últimos análisis han sido realizados por investigadores partidarios de teorías evolutivas diferentes de la Teoría Sintética, por lo cual, no se pueden considerar trabajos imparciales ni mucho menos definitivos.

2.1.- Antecedentes de la síntesis evolutiva

A principios del siglo XX existían varias teorías evolutivas como el neolamarckismo¹², la ortogénesis¹³, el mutacionismo¹⁴ y la teoría de la selección natural (Mayr, 1980, Bowler, 1985). Excepto la teoría de

¹² Esta teoría sostiene la idea de la herencia de los caracteres adquiridos.

¹³ Designa a la evolución dirigida en una sola dirección.

¹⁴ Sostiene que nuevos organismos se originan por medio de saltos mutacionales.

la selección natural, que era la que menos adeptos tenía en ese momento, las demás teorías¹⁵ asignaban a la selección natural un papel poco importante en el cambio orgánico.

En Europa algunos biólogos apoyaron la idea de que más trabajo experimental produciría información valiosa sobre la relación entre los organismos y el ambiente, otros rechazaban la herencia lamarckiana como algo no probado e imposible de probar. Las principales líneas de investigación a principios del siglo XX se centraron en el análisis estadísticos de las variaciones (que eran parte de la escuela biométrica), los estudios de los cromosomas durante la división celular y la fertilización, análisis del desarrollo embriológico y la regeneración, así como el análisis de la herencia por medio de cruza controladas (mendelismo y teoría de la mutación). Estas investigaciones dieron pauta a nuevos debates acerca del significado del trabajo de Darwin y de cómo se podían revisar sus ideas. En parte, por la proliferación de nuevas investigaciones, la idea de que la Teoría de la Evolución de Darwin podía producir una visión unificada del mundo se puso más en tela de juicio.

Las principales líneas de investigación a principios del siglo XX se centraron en el análisis estadístico de las variaciones (biometría), los estudios de los cromosomas durante la división celular y la fertilización (citología), los análisis del desarrollo embriológico y la regeneración y el análisis de la herencia por medio de cruza controladas (mendelismo y teoría de la mutación). Estas investigaciones produjeron nuevos debates acerca del significado del trabajo de Darwin y de cómo se podían revisar sus ideas. En parte, por la proliferación de nuevas investigaciones, la idea de que la teoría de Darwin podía producir una visión del mundo unificada, se puso cada vez más en tela de juicio.

Muchos botánicos, zoólogos y paleontólogos expresaban sentimientos antidarwinianos en esa época. Una preocupación particular era si la selección natural era una fuerza creativa en la evolución y si podía dar cuenta de las tendencias de largo plazo que aparecían en el registro fósil. A este debate se unía la idea de que las hipótesis evolutivas se debían considerar en las investigaciones experimentales o estadísticas sistemáticas, alejándose de los métodos de inferencia indirectos y de las construcciones especulativas de linajes evolutivos que habían caracterizado los primeros escritos.

¹⁵ Una característica importante de esas teorías es que, en general, eran defendidas por investigadores que pertenecían a distintos campos de investigación dentro de la Biología. Por ejemplo, los paleontólogos tendían a ser neolamarckistas y ortogenecistas, mientras que los naturalistas tendían a ser más darwinistas y sostenían la teoría de la selección natural. Además de estos antecedentes, existían otras diferencias como el pensamiento tipologista de los mutacionistas y el pensamiento poblacional de los naturalistas.

Hugo de Vries (1848-1935) revisó las ideas de Darwin en un trabajo titulado *La Teoría de la Mutación* (1901-1903)¹⁶, sobre las discontinuidades de la herencia. Argumentó que la selección lenta y acumulativa de pequeñas variaciones no era la manera en que se originaban nuevas especies. De Vries pensaba que para producir novedades en las poblaciones eran necesarios cambios discretos y discontinuos a los que denominó "mutaciones"¹⁷. Estas "mutaciones podrían producir, en un solo paso, lo que consideraba "especies nuevas". Sólo entonces la selección natural, al actuar sobre estas poblaciones o "especies elementales", determinaba cuáles sobrevivirían.

La teoría de De Vries se apoyó en el conocimiento de las prácticas de crianza agrícola y de un programa diseñado para rastrear la aparición de las mutaciones y su herencia. Como resultado de sus trabajos, muchos biólogos comenzaron a sostener la idea de que las mutaciones constituían la materia prima de la evolución, quedando la selección natural relegada a un segundo plano. Esta teoría generó entusiasmo a pesar de la falta de evidencia que la apoyara. Esto se debió en gran parte a que el método experimental que empleaba era un poderoso medio para obtener control sobre el proceso evolutivo. Resultó muy atractivo para los biólogos estadounidenses, por ejemplo, que proclamaban "el descubrimiento" de nuevas mutaciones. La investigación sobre los mecanismos genéticos que subyacían a estas observaciones reveló que éstas no eran genuinos casos de especiación.

El aumento de interés en las causas de la variación, especialmente las variaciones de naturaleza discreta o abrupta (conocidas como variaciones discontinuas), contribuyó al redescubrimiento y tardío reconocimiento del trabajo de Mendel hacia 1900. La investigación estimulada por el trabajo de Mendel siguió la misma ruta experimental que tomaron los seguidores de De Vries. El mendelismo fue introducido por los científicos en sus experimentos de crianza. Al igual que con la Teoría de la Mutación, la aparición de una aproximación exacta a la evolución ligaba al objetivo de controlar el proceso evolutivo mediante la intervención experimental.

¹⁶ Al respecto, Singer (1947:526) comenta De Vries: "las especies [...] no están ligadas en forma continúa, sino que surgen por cambios o tránsitos repentinos. Cada nueva unidad agregada a las ya existentes da lugar a un tránsito y separa el tipo como una especie independiente de la especie de la que deriva. La nueva especie constituye una aparición brusca. Se presenta sin preparación visible y sin transiciones".

¹⁷ Para De Vries, la mutación era cualquier cambio heredable en el material hereditario que no se puede explicar mediante segregación o recombinación. Posteriormente se descubrió que lo que De Vries llamó mutación eran más bien recombinaciones entre genes. La definición de mutación a partir del conocimiento de que el material hereditario es el DNA y de la propuesta de la doble hélice para explicar la estructura del material hereditario por Watson y Crick (1953), es que una mutación es cualquier cambio en la secuencia de nucleótidos del ADN. Cuando esta mutación afecta a un sólo gen, se denomina mutación génica. Cuando es la estructura de uno o varios cromosomas lo que se ve afectado, mutación cromosómica. Y cuando una o varias mutaciones provocan alteraciones en todo el genoma se denominan, mutaciones genómicas.

Si bien los naturalistas aceptaban la importancia del trabajo experimental, percibían a los experimentalistas como dogmáticos y dispuestos a eliminar la Historia Natural. Enfatizaban el alto grado de continuidad entre las especies y acusaban a los teóricos de la mutación, de exagerar la prevalencia de la variabilidad discontinua en la naturaleza. En su crítica a los mutacionistas, enfatizaban la evidencia proveniente de la distribución geográfica de las especies, a partir de la cual se podía inferir el curso de la evolución en el tiempo.

Los naturalistas subrayaban la importancia de la Historia Natural para la investigación evolutiva señalando que los logros de Darwin fueron posibles por la amplitud del conocimiento de la Historia Natural. En contraposición, la defensa que hacía Bateson del mendelismo¹⁸ también obtuvo críticas de un sector muy diferente. Él fue quien redescubrió los trabajos de Mendel¹⁹; fue muy crítico con la concepción exclusivamente cromosómica de la herencia y defendió una teoría saltacionista de la evolución, en oposición a la teoría de Darwin (la evolución por medio de la selección natural). Defendió la idea de que son las variaciones discontinuas las que podrían constituir los pasos necesarios para la especiación, frente a lo que postulaba el gradualismo darwiniano. Bateson fue uno de los líderes de la escuela "mendelista", que en ese momento se asociaba con el saltacionismo y estaba enfrentada con la escuela biométrica, representada por Walter F. R. Weldon y Karl Pearson

Karl Pearson, matemático inglés, se adhería a lo que consideraba una postura más darwinista de que la selección, actuando gradualmente sobre las pequeñas variaciones, podía dar como resultado cambios permanentes en una población. Pearson estaba interesado en derivar una definición matemática de la herencia y la variación.

Bateson y Pearson se enfrascaron en una controversia que duró de 1902 hasta 1906. Las posiciones en competencia representaban diferentes estrategias para desarrollar la ciencia evolutiva en direcciones positivistas (Barahona y Martínez, 2001:448). Bateson daba por sentada la selección natural, pero se alejaba del darwinismo tal como lo practicaban los historiadores naturales, para enfocarse más estrechamente en el estudio experimental de la herencia.

¹⁸ Para fundamentar su creencia en el carácter discontinuo del cambio evolutivo, Bateson defendió una teoría vibratoria de la herencia que, en su opinión, daba mejor cuenta de los saltos evolutivos.

¹⁹ En 1902 Bateson publicó la obra *Los principios mendelianos de la herencia: Una defensa*, en la cual hizo una traducción de los trabajos originales de Mendel sobre hibridación, publicados en 1866. Sugirió por primera vez el término genética definiéndola como la ciencia de la herencia y de la variación. También creó los términos homocigoto, heterocigoto, *alelomorfo* (que fue posteriormente abreviado como alelo) y epistático

Pearson apoyaba las ideas darwinianas por su razonamiento científico. Aceptaba que la selección natural era una verdadera ley científica, pero necesitaba una exposición más rigurosa si se quería como base para el mejoramiento social. Para él, la clave del progreso no estaba en las ciencias experimentales sino en las matemáticas. Expresar las leyes de la herencia en forma matemática aseguraba la mayor objetividad, y por lo tanto, el terreno más seguro para el desarrollo de una aproximación científica a la sociedad. La escuela biométrica de Pearson pareció poder reformar la ciencia de la herencia, pero la biometría fue eclipsada por la genética experimental.

En 1920, con el desarrollo de la genética experimental, surgió la necesidad de reevaluar el darwinismo a la luz de la moderna ciencia experimental (Kingsland S. citado por Barahona, 2001:448). El matemático Ronald Aymer Fisher, en un tratado sobre el darwinismo titulado *La teoría genética de la selección natural* (1930) argumentaba a favor de una síntesis entre mendelismo y darwinismo. Fisher trató de resolver un punto controversial que era una consecuencia de la teoría de la herencia prevaleciente en la época de Darwin y que todavía era aceptada a principios del siglo XX. Cuando se cruzaban dos individuos, sus características se "mezclaban" de manera que la descendencia mostraba alguna forma intermedia de los rasgos parentales. Esta creencia resultó mortal para la forma original del darwinismo, porque de acuerdo con esta idea, cuando surgiera un individuo que tuviera un rasgo "superior", éste se diluiría por cruzamiento con individuos que no tuvieran esa característica. Por tanto, la población no evolucionaría.

Tanto el mendelismo como la teoría de la mutación se centraron en rasgos que parecían no mezclarse: características discretas que mantenían su apariencia en las sucesivas generaciones. Por tanto, los científicos dividieron las variaciones en dos categorías

- 1) Pequeñas variaciones que estaban sujetas a la mezcla.
- 2) Las variaciones más obvias y discretas que permanecían en la población mientras los individuos que las poseyeran siguieran reproduciéndose.

Para los años veinte, los avances en la investigación apuntaban a la conclusión de que todas las variaciones, incluso las más sutiles, se podían considerar "mutaciones" si tenían una base genética. Lo que se había tomado como evidencia de herencia mezclada, ahora se pensaba que era el producto de procesos e interacciones muy complejos entre genes, procesos que apenas se comprendían. A medida que el concepto de mutación evolucionó a partir de la investigación genética, la lógica que apoyaba el argumento de dos categorías de variación se debilitaba.

Al eliminar esta distinción, fue posible justificar una síntesis entre darwinismo y mendelismo y reevaluar el valor de la selección natural como la única fuerza que daba dirección a la evolución. Este era el argumento de Fisher, quién definió al darwinismo hacia mediados de siglo XX. La alternativa lamarckista que había sido traída al debate, en parte para compensar el presunto efecto de la mezcla. Fisher la descartó por irrelevante. Muchos genetistas ya habían abandonado la investigación lamarckista, la cual se convirtió en una teoría de poco valor. El programa experimental que combinaba el mendelismo y el darwinismo proveyó de un mayor ímpetu para más investigación en Eugenesia. De hecho, un tercio del libro de Fisher está dedicado a ese tema.

Actualmente, la teoría evolutiva moderna busca explicar las causas del cambio de los organismos a través del tiempo. Darwin propuso el mecanismo básico para explicar el cambio adaptativo de los organismos: la selección natural. Para llegar a la teoría evolutiva moderna era necesario entender las bases moleculares de la herencia, aportar más y mejores evidencias tanto experimentales como las derivadas de la historia natural, así como de la ecología y la paleontología e incorporar herramientas estadísticas y cuantitativas. El camino fue largo y es hasta muy recientemente, con la secuencia completa del genoma de diversas especies, que se han entendido los productos de la evolución a nivel molecular. La síntesis moderna ha tomado mucho tiempo en alcanzarse (Núñez y Eguiarte, 2007:131)

2.2.- La genética de poblaciones y la síntesis evolutiva

Aunque la utilización de una metodología cuantitativa en el estudio de los problemas de la herencia fue una constante la genética mendeliana, la escuela biométrica la realizó con un enfoque estadístico y poblacional que fue crucial para el desarrollo de la síntesis evolucionista. Su planteamiento fue: si el medio seleccionaba seres vivos con determinadas características, las frecuencias de genes (responsables de estas características) en las poblaciones también se verían alteradas según la naturaleza de las presiones selectivas.

El resultado fue el nacimiento de la Genética de Poblaciones, cuyos objetivos fueron:

- i) Comprender cómo variaban las frecuencias génicas de una generación a otras (fundamentalmente por efectos de la selección).
- ii) Elaborar los modelos matemáticos que describen estos cambios. Hasta la aparición de esta disciplina, la unión entre la perspectiva biométrica que apoyaba la idea de la evolución por selección natural y la mendeliana no fue posible.

Se puede afirmar que muchos de los hallazgos de este enfoque estadístico realizados durante el primer tercio del siglo XX mostraron que no había conflicto entre la selección natural y la genética mendeliana, aunque no tuvieron el efecto esperado. Por ejemplo, el estadístico británico George Udny Yule (1871- 1951) en 1902 afirmó, sin éxito, que las leyes de Mendel eran compatibles con los hallazgos obtenidos por la escuela biométrica (Bowler, 1989: 309).

Tampoco se apreció la utilidad e importancia de la de ley del equilibrio de las frecuencias génicas, desarrollada independientemente por G. H. Hardy (1877-1947) y Wilhelm Weinberg (1862-1937) en 1908, donde mostraban la constancia en la frecuencia de genes de una población en equilibrio, es decir, aquella en la que se dan cruzamientos al azar y en ausencia de selección, migración, entre otras. Las implicaciones de esta ley fueron fundamentales porque constituían un modelo matemático para comprobar los efectos de la selección natural sobre las proporciones de genes. A pesar de ello, se tardaron décadas en reconocerla y aplicarla, debido en parte a que las preocupaciones de los genetistas se encontraban en la búsqueda de las relaciones de las leyes de Mendel con la teoría de la mutación y con los nuevos hallazgos citológicos (Jahn, Lothar y Senglaub, 1985: 423).

Los estudios del genetista británico Reginald C. Punnett (1875-1967), en 1920, también supusieron avances hacia una comprensión matemática de la evolución, su obra "Mimicry in Butterflies" (1915) donde mostraba que el proceso de selección producía cambios cuantitativos en el genotipo de una población a mucha mayor velocidad de la esperada (Rose *et alii*, 1983).

Un papel fundamental en el desarrollo de la genética de poblaciones y de la síntesis evolucionista fue el papel de la escuela de genetistas rusos, que no estuvo influenciada por el antidarwinismo o el lamarckismo, ni por la disputa entre biometristas y mendelianos (Bowler, 1989:315; Allen, 1983:279). Sus principales representantes fueron Sergei Sergeevich Chetverjov y sus discípulos Dimitri D. Romashov y Nikolai Petrovich Dubinin (1907). Durante el primer tercio del siglo XX conservaron una perspectiva naturalista al tiempo que introdujeron un enfoque estadístico para estudiar la variabilidad y la estructura genética en poblaciones naturales.

Lamentablemente, esta línea de investigación interesada en la evolución y en la genética mendeliana fue eliminada a mediados de la década de los treinta, provocando un atraso en los estudios genéticos de la antigua Unión Soviética. En esta época, la investigación biológica fue dirigida por Trofim D. Lysenko (1898-1976) quien consideró a la genética mendeliana y al darwinismo productos de la sociedad capitalista sustituyéndola por un programa de investigación neolamarckista (Allen, 1983;

Ayala 1987). A pesar de esto último, la tradición naturalista y estadística de esta escuela tendría continuidad ya que su enfoque sería llevado a Estados Unidos por Dobzhansky en 1927.

Al margen de la escuela rusa, de forma independiente, un grupo de investigadores a ambos lados del Atlántico, R. A. Fisher (1890-1962) y J. B. S. Haldane (1892-1964) en Inglaterra, y S. Wright (1889-1988) en Estados Unidos, aceptaron que la selección natural podía cambiar las frecuencias de los genes en las poblaciones (Bowler, 1989:308), elaboraron modelos matemáticos que acabaron convenciendo a los naturalistas y sentando las bases de la síntesis evolucionista (Allen,1983). A pesar de que estos autores se asocian al nacimiento de la genética de poblacionales, no se consideraron miembros de la misma escuela al mantener posturas muy distintas en algunas cuestiones (Milner, 1995: 654).

Los trabajos de Haldane y Fisher iniciaron la genética de poblaciones y los resultados de éste último fueron explorados por E. B. Ford, quién trabajó en aspectos ecológicos, en su obra *Mendelism and Evolution* (1931) mostraba que la selección natural operaba de una manera más rápida de lo que Fisher había supuesto y confirmó que el caso de la polilla geometra (*Biston betularia*) estudiado por Haldane no era una excepción (Bowler, 1989:315).

Ronald Aymer Fisher trabajó en el análisis cuantitativo de la interacción, selección, dominancia y cruzamiento selectivo. Sus hallazgos fueron resumidos en una obra clave, *The Genetical Theory of Natural Selection* (Fisher, 1930), en la que daba evidencia de que los mecanismos mendelianos podían explicar la evolución en un sentido darwinista. Este título es considerado como la obra clave que puso los cimientos de la genética de poblaciones y su relación con la teoría de la evolución (Allen, 1983:292).

J. B. S. Haldane, al igual que Fisher estudió la selección de algunos genes aunque tenía una perspectiva más naturalista, mostró que la selección natural podía operar más rápidamente de lo pensado por este último (Bowler, 1989: 312). Tanto Fisher como Haldane aceptaron que el proceso evolutivo necesitaba de grandes poblaciones que aportaran la suficiente variabilidad para que la selección natural tuviera éxito. Sin embargo, la aproximación de la escuela inglesa al problema de la evolución fue considerada por algunos autores como simplista, siendo denominada por Mayr "genética

del saco de judías" (*beanbag genetics*)²⁰ al reducir la evolución a simples cambios en las frecuencias de genes que no tenían en cuenta, por ejemplo, las interacciones entre ellos (Mayr, 1998a:12).

Entre los críticos de la perspectiva inglesa se encontraba Sewall Wright, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, que estudió las consecuencias de la consanguinidad intensiva así como el efecto de la selección natural sobre poblaciones pequeñas sobre las que mostró que la selección natural podía producir un cambio más rápido (Rose y col, 1983). Los trabajos de todos estos autores incluían la metodología biométrica, aceptaron la teoría de la selección natural y la fusionaron con el mendelismo superando las diferencias y malentendidos que habían existido en las décadas anteriores. Aun así había un escollo que no fue salvado: la mayor parte de los naturalistas desconocían las implicaciones de todos estos trabajos o no las incorporaron debido a su complejidad matemática (Lewontin, 1988:58).

Por eso, los historiadores de la Síntesis Evolutiva se han mostrado en desacuerdo a la hora de valorar la importancia de la genética de poblaciones en la síntesis evolutiva. Mientras para algunos esta disciplina cimentó la síntesis y sus resultados fueron aceptados por los naturalistas, otros, como Mayr, han mostrado una historia más compleja al considerar que la genética de poblaciones fue muy abstracta y en sus primeras formulaciones, eludieron importantes cuestiones como el papel del aislamiento genético en la formación de las especies. En la actualidad se acepta una visión más equilibrada reconociendo la importancia de esta disciplina al aportar nuevos conceptos, fundamentar la selección natural y ayudar a la eliminación de teorías antidarwinistas (Bowler, 1989: 307- 308).

Durante el desarrollo de la síntesis se fue adquiriendo un nuevo marco conceptual proveniente de la genética que ayudó a eliminar malentendidos, y a socavar dos teorías rivales (mutacionismo y lamarckismo), cerrando el debate en torno a los dos tipos de variación y a la naturaleza de la misma en las poblaciones. Mayr (1998a:14-15) señaló que uno de los avances en el desarrollo del nuevo esquema conceptual fue el establecimiento de la diferencia entre el "genotipo" y el "fenotipo".

Esta distinción fue introducida por Wilhelm Johannsen en 1909 y, aunque la confusión perduró durante varias décadas, fue crucial para abandonar la creencia en la herencia blanda, como ha denominado Mayr a la idea de que "el material genético se podía modificar por influencias

²⁰ La expresión "genética de la bolsa de judías" se popularizó a comienzos del siglo XX para referirse a la genética mendeliana y para describir la independencia de los genes que aunque se mezclaran con otros mantenían su individualidad: "como una judía en un saco lleno de ellas" (Milner, 1995:293).

medioambientales o por alguna tendencia interna, que era uno de los supuestos fundamentales del lamarckismo o la ortogénesis". La genética mendeliana, por el contrario, hizo hincapié en la naturaleza "dura" del genotipo que permanecía inalterable a este tipo de supuestas influencias salvo por la existencia de mutaciones.

La naturaleza de la variación que se observaba en las poblaciones fue otro de los asuntos cuyo esclarecimiento vino dado por las investigaciones genéticas y ayudó considerablemente a la síntesis. Como se ha visto anteriormente, durante el siglo XIX se había aceptado la existencia de dos tipos de variación: una continua, producida por pequeñas diferencias individuales y graduales, y otra discontinua o discreta que no mostraba gradaciones entre los individuos y cuyo papel en la evolución había sido la causa principal de enfrentamiento entre los biometristas y los genetistas mendelianos.

Los trabajos del suizo Hermann Nilsson-Ehle (n. 1909), Edward Murray East (1879-1938), Rollins Adam Emerson y Edward M. East, William Ernest Castle y la llamada "Escuela de Morgan" dejaron claro en 1920, que no existían dos tipos de variación genética sino todo un espectro continuo que iba desde las grandes mutaciones, casi siempre letales, a las pequeñas, a menudo imperceptibles, y todas ellas heredables según las leyes mendelianas.

En realidad, la labor desarrollada por el genetista norteamericano T. H. Morgan (1866-1945) y su grupo de investigación fue vital para el desarrollo de la síntesis. Morgan se instaló en la Universidad de Columbia en 1910, quién fue el responsable de la creación de uno de los grupos de trabajo más brillantes en la historia de la Biología contemporánea, aunque en un principio se opuso al mendelismo, su trabajo con la mosca de la fruta *Drosophila* le convirtió en su más firme defensor. En la segunda década del siglo XX, Morgan y sus colaboradores Alfred H. Sturtevant (1891-1970), Hermann J. Muller (1890-1967) y Calvin B. Bridges (1889-1938) desarrollaron la teoría cromosómica mendeliana por la que los genes quedaban ubicados en los cromosomas.

Al mismo tiempo, los trabajos realizados por la escuela de Morgan rompieron con el mutacionismo de los primeros mendelianos y dejaron claro que las mutaciones no constituyen especies nuevas sino que son de pequeña magnitud y podían ser objeto de la selección natural dando como resultado el cambio evolutivo (Mayr, 1998a:19; Jahn, Lothar y Senglaub, 1985:500). En su obra *Materials for the Study of Variation*, Morgan (1949:136) daba cuenta de este nuevo concepto de mutación: "muchas mutaciones pueden afectar los caracteres externos tan ligeramente que escapan a la atención y los efectos

internos tienen aún menos probabilidad de ser observados. Además, las mutaciones más significativas en la vida del individuo pueden ser cambios fisiológicos donde rara vez se conoce el primer origen". Así pues uno de los conceptos que sufrió un mayor cambio durante la década de 1930 es el de "mutación". Fue utilizado por De Vries para designar grandes transformaciones que daban origen a una nueva especie en una o varias generaciones, que fue redefinido por T. H. Morgan como pequeños cambios en el genotipo y, en contra de lo que siempre se había creído, se aceptó que estas pequeñas mutaciones podían tener efectos benéficos en los seres vivos. Chetverjkov ya había observado en 1926 la contradicción existente al utilizar el mismo término para grandes transformaciones y para pequeños cambios en el genotipo, intentando, sin éxito, para estos últimos un nuevo término que hoy sería más conveniente: "genovariación" (Mayr, 1998a: 21).

Por último, durante la génesis de la Síntesis Evolutiva la recombinación²¹, un proceso bien conocido desde principios del siglo XX, se sumó a las mutaciones para explicar la variabilidad de las poblaciones, sin embargo, su papel fue reconocido mucho más tarde de lo que se piensa. Durante el periodo de gestación, solamente algunos naturalistas como East, Erwin Baur (1853-1923) y Chetvejkov señalaron su importancia en una evolución selectiva. El papel de la recombinación en la evolución como un proceso generador de variabilidad se debió a los estudios citológicos de Darlington, que fueron dados a conocer por la obra de Julian Huxley, *The New Systematics* (1940), saliendo del ámbito de las publicaciones genéticas o citológicas (Mayr, 1998a:24).

No todo el reordenamiento conceptual se situó en el ámbito de la genética, los naturalistas también realizaron aportaciones durante las tres primeras décadas del siglo, principalmente en torno al concepto de especie. Desde la antigüedad hasta el siglo XIX la especie se definió en un sentido esencialista, las especies eran tipos o clases de seres vivos inmutables que se diferenciaban de otros en base a una serie de características estrictamente morfológicas, este concepto, acorde con el pensamiento platónico, aristotélico y cristiano, fue acogido por Carl Linné en su sistema de clasificación. En el lenguaje biológico esta concepción esencialista ha sobrevivido en términos como "especimen" o "ejemplar" para referirse a los seres representantes de una especie.

²¹ La recombinación genética es un fenómeno que se produce durante la formación de las células sexuales. Los cromosomas homólogos (paternos y maternos) intercambian fragmentos y producen nuevas combinaciones genéticas. Esto contribuye a que los gametos de los seres de reproducción sexual sean genéticamente diferentes y, en consecuencia, aumenta la diversidad de seres vivos en las poblaciones.

2.3.- ¿Cómo nació la teoría sintética?

Los desarrollos en la ecología teórica y la experimental, así como el aumento en el interés de la Historia Natural por los problemas de adaptación y selección, prepararon el escenario para lo que ahora se conoce como "Síntesis Moderna" del pensamiento evolutivo. El término "Síntesis Moderna" viene del título de un libro publicado por Julian Huxley en 1942 llamado *Evolution, The Modern Synthesis*, pero se refiere a las contribuciones de varios biólogos, desde mediados de 1930 hasta 1950, que establecieron las bases teóricas y observacionales del darwinismo moderno.

Estos científicos estaban de acuerdo en las cuestiones básicas relativas a la selección natural como un proceso creativo. Aceptaban la validez de la selección natural y creían que la genética se necesitaba integrar con las disciplinas de la Historia Natural. Esta inusual atmósfera de colaboración que permeaba en ciertas partes de la Biología Evolutiva, inspiró a diferentes explicaciones que van desde los motivos filosóficos subyacentes, como el deseo general de unificar la Biología, hasta los motivos gremiales que hicieron que los científicos crearan nuevas sociedades y revistas que reforzaran la Biología Evolutiva y la legitimidad de las áreas asociadas.

El primero de estos dos textos fue *Genetics and the Origin of Species* de Theodosius Dobzhansky en 1937. Dobzhansky se capacitó como naturalista y como especialista en Entomología en Rusia, y se interesó en la genética experimental promovida por la escuela de investigación de Thomas Hunt Morgan. En 1927 fue a Nueva York a trabajar con Morgan y se quedó en Estados Unidos el resto de su vida. Profundamente convencido de "que nada en Biología tiene sentido si no es a la luz de la evolución", Dobzhansky sintetizó la tradición de la Historia Natural de campo con la Genética de laboratorio que aprendió de fuentes estadounidenses.

Su colaboración con el genetista Alfred H. Sturtevant fue muy importante para desarrollar un plan de investigación, enfocándose en poblaciones silvestres de moscas de la fruta, con el fin de trazar la localización de los genes específicos de los cromosomas en la mosca *Drosophila* (1911)²². Analizó como actuaba la selección natural sobre estas poblaciones cambiando su constitución genética. También fue influido por algunas ideas de Sewall Wright y aunque Dobzhansky no era matemático, incorporó algunos argumentos de Wright en su obra, ayudando así a hacer accesibles a otros biólogos las matemáticas de la genética de poblaciones.

²² También construyó el primer mapa genético de un cromosoma en 1913

Los matemáticos, al tratar de persuadir a los biólogos menos versados en matemáticas, introdujeron metáforas visuales que ayudaron a representar el proceso evolutivo. Una de la más influyente metáfora fue el concepto de Wright del "paisaje adaptativo" que era una representación diagramática del modo en que cambia la adecuación (fitness darwiniano) dentro de las poblaciones. Las poblaciones se representaban por "picos" separados por "valles" (idea muy semejante a la de Simpson). La variación en altura de los "picos" representaba las diferencias en los niveles de adaptación. Se pensaba que la selección natural llevaba a las poblaciones hasta la cumbre del "pico" adaptativo más cercano.

Wright expresaba esto diciendo que el problema de la evolución era encontrar el mecanismo mediante el cual la especie podía ir de picos bajos a picos más altos. Dobzhansky retomó esta imagen cambiando un poco su interpretación de forma que las colinas pasaron a ser nichos ecológicos. Esta forma de visualizar la evolución como un proceso dinámico de cambio en un paisaje adaptativo cambiante devino una herramienta de pizarrón para explicar la teoría darwiniana moderna.

Una de las principales ideas de la síntesis moderna fue que los procesos genéticos que producían pequeños cambios evolutivos en el corto plazo (microevolución) podrían, si se extendieran a lo largo del tiempo geológico, explicar los patrones más amplios que se pueden observar en el registro fósil (macroevolución). Como argumentaba Dobzhansky, la micro y macroevolución formaban un único continuo, de manera que los estudios sobre aquella ayudarían a explicar esta. Todos los patrones evolutivos podían ser explicados por selección natural de los pequeños cambios genéticos. Al libro de Dobzhansky le siguieron otros, los más importantes de los cuales incluían *The Evolution of Genetic Systems* de C. D. Darlington (1939), *Systematics and the Origin of Species* de Ernst Mayr (1942), *Tempo and Mode in Evolution* de George Gaylor Simpson (1944), *Variation and Evolution in Plants* de G. Ledyard Stebbins (1950) y *Evolution: The modern synthesis* de Julian Huxley (1942). Estos trabajos redirigieron la atención al estudio detallado de la evolución como un proceso, poniendo énfasis en el modo en que opera la selección natural y sus efectos.

El enfoque interdisciplinario de la Síntesis Moderna siguió una ruta diferente en cada contexto nacional. Estas diferencias nacionales eran en gran parte resultado del contexto institucional de la ciencia, de los recursos económicos disponibles para los biólogos evolutivos y las diferentes rutas de desarrollo que siguieron las disciplinas biológicas en los diferentes países. Obviamente, la síntesis no tiene una esencia conceptual, sino que representa un diálogo desarrollado durante varias décadas desde diversas disciplinas, como puntos de vista particulares que cambian a lo largo del tiempo.

El consenso en las grandes preguntas no quería decir que hubiera consenso en todos los problemas. Las perspectivas de las diferentes disciplinas producían diferentes ideas sobre lo que era lo más importante. También era claro que, en la síntesis, ciertas disciplinas de la Biología habían sido pasadas por alto.

El consenso se logró en parte excluyendo o marginando ciertos campos científicos, por ejemplo, el de la Embriología, que no aceptaba que la genética moderna ni que la microevolución fuera suficiente para explicar la macroevolución. Los ecólogos no tuvieron grandes aportaciones en los textos seminales de la teoría sintética, aunque en el libro de Huxley *Evolution: The synthesis modern*, se hace un amplio reconocimiento multidisciplinario a la teoría sintética, el cual incluía una revisión de investigación ecológica relevante. Sin embargo, la mayor parte de los ecólogos se enfocaron a los cambios de corto plazo y escribieron sobre los procesos evolutivos sólo por cumplir con las formas, hasta que en los años cincuenta empezaron a contribuir de manera más prominente con la bibliografía neodarwinista.

La decisión de conservar el término neodarwinismo y la terminología darwinista en general, no era sólo por una continuación de la tradición, sino un movimiento deliberado para enfatizar la continuidad entre los desarrollos modernos y la obra de Darwin. A medida que se desarrollaba la genética, algunos biólogos mencionaron que si el darwinismo había sido superado por una perspectiva más moderna y si este cambio se debía señalar con revisiones en la terminología. Aunque Thomas Hunt Morgan tuvo un papel central en la creación de la genética experimental, estuvo a favor de mantener el léxico central de la teoría darwiniana, sobre todo la metáfora de la selección natural, aunque algunos argumentos tuvieran que ser reformulados a la luz de la genética moderna (Morgan, T., 1929). Julian Huxley compartía este argumento, al igual que Ernst Mayr, quién además destacó la originalidad científica de Darwin.

Mantener el léxico de Darwin y desatacar su importancia, señalaron la relevancia de la Historia Natural en la Biología Moderna por su capacidad para aportar datos científicos o ideas que faltaban en otras aproximaciones a la evolución, especialmente en el pensamiento matemático que era común en la genética de poblaciones. Tanto Huxley como Mayr, subrayaron que el origen de la Síntesis Moderna estaba en la Sistemática y en la Historia Natural.

2.4.- La teoría evolutiva actual

La teoría evolutiva moderna ocupa un lugar preponderante en la Biología moderna al pretender explicar la historia de la vida en la tierra y los procesos evolutivos que han producido la diversidad de organismos extintos y vivientes. Para entender la evolución de características particulares de los seres vivos, la teoría evolutiva se basa en los principios de la adaptación, la historia y el azar.

La evolución consiste en su mínima expresión en el cambio en la composición genética de las poblaciones de organismos a través del tiempo; es decir, en la diversidad de genes en el pool genético²³ y su cambio en las frecuencias alélicas en el tiempo, que constituye el campo de estudio de la genética de poblaciones (Núñez y Eguiarte, 2007:132).

La variación genética de una población se produce por cambios en la secuencia de nucleótidos en un fragmento de DNA denominado gen y que determina o interviene en la expresión fenotípica de una característica, o bien afecta a los genes que determinan ese producto génico. La expresión fenotípica de los genes puede ser modificada por el ambiente, por lo que Núñez (2007) los denomina "caracteres plásticos"; si la expresión es insensible al ambiente de expresión se denominan canalizados. Cuando una secuencia de DNA es modificada por mutaciones aleatorias, el gene se denomina alelo. La mutación es aleatoria porque los cambios que se producen ocurren de manera independiente a su efecto sobre la supervivencia o reproducción del individuo²⁴. La presencia de varios alelos por locus significa mayor variación génica en una población y la posibilidad de selección de esas variantes. La mutación es un proceso que de manera continua introduce variación en el pool génico de las poblaciones²⁵.

La variación no sólo implica cuantos alelos existen por locus en una población, sino en qué proporciones se encuentran. Para que un carácter reemplace a otros, es necesaria la influencia de procesos estocásticos como la deriva génica o determinista como la selección natural, la mutación recurrente o el flujo genético. También es posible que a través de la inmigración (flujo génico)

²³ Abstracción de la genética de poblaciones que hace referencia a la riqueza genética de una población contenida en la suma de los individuos reproductivos y que se compone de las diferentes formas de los genes (alelos) para cada locus y sus frecuencias

²⁴ También llamada adecuación o *fitness* darwiniano, que mide la contribución relativa de los diferentes fenotipos de una población en el número de hijos vivos y reproductivos que dejan a la siguiente generación.

²⁵ *Ibid*, p.133

proveniente de otras poblaciones, donde la frecuencia de un alelo es superior y distinta a la población receptora y la frecuencia cambie a una tasa superior a la producida por mutación.

La deriva génica produce fijaciones²⁶ aleatorias de alelos, lo que implica que no se relaciona con la habilidad de los genotipos de un locus cualquiera para sobrevivir o dejar descendencia. En contraste, la selección natural mantiene y/o incrementa la frecuencia de los alelos que, por término promedio, incrementan la probabilidad de supervivencia de los individuos, o de ciertos genotipos que contribuyen a la expresión fenotípica de caracteres relacionados, directa o indirectamente con la adecuación. La selección natural es un proceso que afecta a los fenotipos, y por lo tanto, mantiene a los fenotipos que habilitan a los organismos a funcionar mejor, en términos relativos, en un ambiente ecológico local (Núñez y Eguiarte, 2007:133).

Y una consecuencia común de la selección natural es la adaptación, es decir, un incremento en la habilidad promedio de los organismos para reproducirse en un ambiente específico a través de la eliminación de los alelos que no incrementa la adecuación en comparación con otros y este proceso conduce a cambios en la distribución fenotípica de los caracteres objeto de la selección. El proceso de adaptación local conducido por selección produce diferencias genéticas entre poblaciones aún cuando la diferenciación entre poblaciones también puede producirse por deriva génica, por efectos de fundador, aislamiento y flujo génico reducido (Núñez y Eguiarte, 2007:134).

2.5.- La síntesis moderna

La situación en torno al problema de la evolución hacia el final de la tercera década del siglo XX fue expuesta en un congreso entre genetistas y paleontólogos en 1929 en Tubinga, Alemania, auspiciado por las respectivas Sociedades Científicas de Genética y Paleontología, y cuya finalidad fue establecer las diferencias entre las posturas de las dos principales corrientes explicativas: la teoría neolamarckista y la neodarwinista de August Weismann. Este encuentro terminó con fuertes divergencias pero también sirvió para que, a partir de ese momento, las dos partes comenzaran a observar los argumentos de sus oponentes de una forma más meticulosa (Rensch, 1998:292).

²⁶ Un alelo en un locus cualquiera alcanza una frecuencia de 1, por lo tanto se reduce la variación para dicho locus y para la población

Quizás el aspecto más sorprendente de la síntesis evolutiva fue la rapidez con que se difundió en la mayoría de los países, excepto Francia. Entre 1920 y 1930, se habían realizado varios congresos sobre evolución, como el de Tubingen de paleontólogos y genetistas, pero terminaron en un desacuerdo total. El grado de consenso entre los evolucionistas fue puesto a prueba de nuevo en un congreso internacional bajo los auspicios del National Research Council, efectuado en Princeton, Nueva Jersey, del 2 al 4 de enero de 1947 (Jepsen, Mayr y Simpson, 1949).

El objetivo de este congreso fue examinar los cambios rápidos que ocurrieron en la Biología Evolutiva en el periodo de la síntesis (desde aproximadamente 1936 hasta 1947), para reconstruir la secuencia de acontecimientos que condujeron a ella e identificar los factores responsables de los desacuerdos que le precedieron. Para cumplir con estos objetivos, el congreso enfrentó una formidable labor. El congreso comprendió cinco objetivos específicos:

- a) Definir los conceptos que eran dominantes en varios campos de la biología y en varios países durante el periodo que precedió a la síntesis.
- b) Identificar las concepciones equivocadas y otros factores que retrasaron el alcance de un acuerdo general
- c) Identificar las contribuciones respectivas realizadas por varios individuos y varias disciplinas biológicas, tales como la genética, la citología, la sistemática y la paleontología.
- d) Determinar los factores que indujeron a algunos autores a rechazar la síntesis.
- e) Determinar cómo se logró la síntesis propiamente dicha.

Por tanto, la teoría evolutiva moderna se considera bien establecida entre 1930 y 1940, periodo al cual se le llamó "de la síntesis moderna de la evolución" (Mayr y Provine, 1980). Se considera como un movimiento intelectual en la Biología en la década de 1940, que pretendió unificar la visión de la evolución en distintas disciplinas tales como la paleontología, genética y sistemática. Uno de los eventos clave fue la reunión realizada en la Universidad de Princeton en Nueva Jersey en 1947. Tradicionalmente se da por hecho que a partir de esta fecha la síntesis estuvo completa (Mayr y Provine, 1980:11). Sin embargo, de esta reunión se produjo un libro que contiene contribuciones de diversos evolucionistas, en su mayoría trabajo empírico, que no parece sintético, aún en palabras de uno de los organizadores²⁷.

²⁷ "This volume is not a single synthesis of its three titular subjects, but is, a rather, a compound of data, of ideas, and conclusions" (G. L. Jepsen, Foreword, en: G. L. Jepsen; Ernst Mayr, G. G. Simpson, 1949, *Genetics, paleontology and evolution*, Princeton University Press

Los organizadores del congreso de Princeton reunieron a representantes de campos muy diversos: paleontólogos, morfólogos, ecólogos, etólogos, sistemáticos y genetistas de varias escuelas. Entre los participantes estuvieron E. H. Colbert, D.D. Davis, Theodosius Dobzhansky, G. Jepsen, Ernst Mayr, J. A. Moore, Hermann Joseph Muller, E. Olson, B. Paterson, A. S. Romer, George Gaylor Simpson, W. P. Spencer, George Ledyard Stebbins, C. Stern, H. E. Wood y S. Wright, de los Estados Unidos; y Edmund Brisco Ford, John Burdon Sanderson Haldane, D. Lack y T. S. Westoll de Inglaterra.

2.6.- Principios básicos de la teoría sintética

- 1.- La evolución es gradual y promovida por cambios genéticos pequeños y recombinación.
- 2.- La selección natural que actúa sobre la variación aleatoria es la principal fuerza evolutiva intrapoblacionalmente.
- 3.- Los fenómenos evolutivos de especiación y macroevolución son consistentes y aplicables a la luz de los procesos microevolutivos.
- 4.- Sostiene la existencia de un factor orientador en el proceso evolutivo, la adaptación, producto de la interrelación entre organismos y medio.
- 5.- Considera que el proceso evolutivo es una mezcla de azar y orientación y que la selección natural es el mecanismo que ordena la variabilidad genética, conduciendo a la evolución por caminos adaptativos.
- 6.- El aislamiento geográfico entre dos poblaciones desempeña un papel clave en el fenómeno de la especiación²⁸.
- 7.- Reivindica la selección natural como mecanismo de especiación.

Ésta síntesis produjo una visión unificada de la evolución, reforzada por la genética y otros campos de la Biología; además de que la idea de que la evolución es gradual, se afirma que la especie son entidades naturales (pensamiento poblacional), separadas de otras por mecanismos de aislamiento reproductivo y mantenidas por flujo génico. Finalmente la selección natural es percibida como el proceso que puede explicar el cambio genético en las poblaciones.

Sin embargo, desde una perspectiva mucho más amplia, la teoría sintética fue algo más que un consenso conceptual, ya que supuso la unificación de numerosos campos de la Biología que, hasta

²⁸ Proceso mediante el cual una población de una determinada especie da lugar a otra u otras poblaciones, aisladas reproductivamente entre sí y con respecto a la población original.

ese momento, habían estado muy alejados en el problema de la evolución, superándose las diferencias y la incomunicación entre la biología naturalista y la experimental, al mismo tiempo que se desecharon teorías tales como el lamarckismo o la ortogénesis.

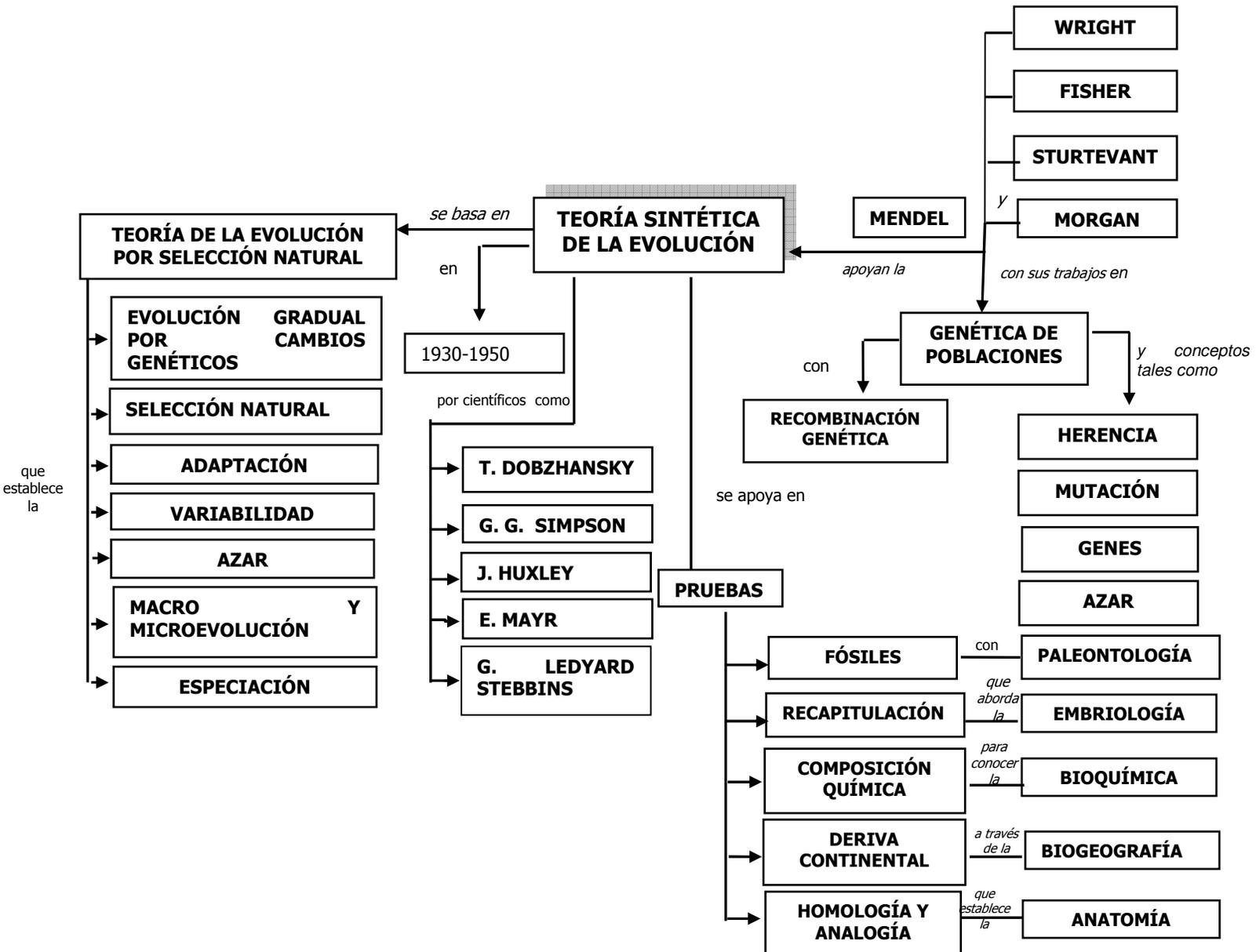
Entre los esfuerzos por esclarecer cómo se llegó a gestar la síntesis evolutiva, destaca el emprendido en la década de 1970 por el *Committee on the Recent History of Science and Technology de la American Academy of Arts and Sciences*, que concibió la idea de realizar una serie de conferencias con objeto de reunir toda la información posible acerca de aquellos aspectos que influyeron en la configuración de la Teoría Sintética de la Evolución.

Entre los historiadores de la Biología existe un consenso general acerca de que la nueva síntesis evolutiva se dio en dos fases. El peso relativo de cada fase, así como la relevancia del papel que jugaron cada uno de sus protagonistas, o la importancia relativa de sus aportaciones en el producto final de la Síntesis, son temas sobre los que existen opiniones muy diversas y que aún requieren de un mayor estudio por parte de los historiadores de la ciencia. Sin embargo, a continuación se presenta una breve descripción sobre la consolidación de la síntesis mediante dos fases y el recuento de las publicaciones que produjeron cada una de esas fases son hechos aceptados por todos sus protagonistas²⁹.

²⁹ Para la primera fase, la referencia principal que se tomo ha sido la de Provine (1971; para la segunda fase fue Smocovitis (1996), quién ha hecho un amplio estudio que complementa al elaborado por Mayr y Provine (1980) y Mayr (1982); Gould (1983^a, 2002), quién también hizo un recuento de ambas fases desde otro punto de vista, y sobre todo del posterior endurecimiento de la Síntesis, tema sobre el cual también se puede consultar a Eldredge (1985a, 1995) y a la misma Smocovitis.

Resumiendo, las principales ideas de lo anteriormente expuesto, en el diagrama 1 se presenta un diagrama donde se resumen los conceptos, personajes y aportaciones de la teoría sintética:

Diagrama 1. Conceptos, personajes y aportaciones clave de la teoría sintética



Para terminar este capítulo, se hace una descripción de las principales ideas de los fundadores de la teoría sintética, plasmados en las obras que sustentan esta teoría, y de los cuales se hace uso en el desarrollo de este trabajo

2.7.- Primera fase de la consolidación de la síntesis moderna

En esta primera fase, la síntesis del mendelismo y darwinismo, que Provine (1986) ha definido como el proceso de constricción teórica (o de síntesis por restricción, según la terminología de Gould (2002)), implicó no sólo el desarrollo de la genética de poblaciones, sino también el abandono de teorías competidoras como la teoría saltacionista de Hugo de Vries o la teoría de la Ortogénesis.

La síntesis de Mendel y Darwin significó el reconocimiento de que la herencia mendeliana operaba en todos los organismos (menos en los haploides); de que las variaciones continuas (las pequeñas diferencias individuales de Darwin), también se heredaban de forma mendeliana y la demostración matemática de que las presiones de selección muy pequeñas, operando sobre pequeñas diferencias alélicas, podían explicar los cambios evolutivos.

Entonces, se puede decir que la Síntesis Moderna se consolidó, en una primera fase, con el libro de Fisher *The Genetical Theory of Natural Selection* (1930), donde se logró marcar, de manera definitiva, el punto de encuentro entre el darwinismo y el mendelismo, con el desarrollo del estudio de la Genética de Poblaciones además de los descubrimientos del grupo *Drosophila* de Thomas H. Morgan (Garland, 1978), que demostraron que un carácter particular podía estar influenciado por muchos factores mendelianos con los que se exploró la hipótesis de que a un patrón discontinuo de herencia no correspondía necesariamente, un modelo discontinuo de evolución.

A partir de entonces, se aceptó que la herencia particulada (los caracteres no se mezclaban nunca, sino que se mendelizaban), podía dar cuenta de las diferencias individuales sobre las cuales actuaba la selección natural para producir cambios graduales al interior de una población. Con la fusión del darwinismo y la herencia mendeliana, el principio del gradualismo fue favorecido y que su consolidación definitiva se alcanzaría unos años más tarde, durante la síntesis de la teoría evolutiva moderna.

Aunque el primer artículo de Fisher, que sentó las bases de la genética de poblaciones en Inglaterra "The Correlation between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance", fue publicado en 1918, se considera la fecha de publicación de su libro principal *The Genetical Theory of Natural Selection* (1930), como el momento culminante de la primera fase de la síntesis. A este libro siguió poco después el de Haldane, *The Causes of Evolution* (1932).

Mientras esto sucedía en Inglaterra, Sewall Wright publicó algunos trabajos al respecto en Estados Unidos desde 1916. Fue el libro de Fisher de 1930, el que logró marcar, de manera definitiva, el punto de encuentro entre el darwinismo y el mendelismo. Por lo anteriormente expuesto, se puede concluir que lo que caracterizó a la síntesis evolutiva en esta primera fase, fue un esfuerzo teórico por interpretar a la evolución en términos de mecanismos genéticos conocidos hasta el momento; y que no hay discusión sobre el hecho de que sus principales arquitectos fueron Ronald A. Fisher, John B. S. Haldane y Sewall Wright.

2.8.- Segunda fase de la consolidación de la síntesis moderna

La segunda fase en la consolidación de la nueva síntesis darwinista comenzó pocos años después, con la publicación de *Genetics and the origin of Species* (Dobzhansky, 1937) y se caracterizó por el esfuerzo de varios autores por vincular las subdisciplinas tradicionales de la Biología con la Teoría Genética Central alcanzada durante la primera fase y su obra se convirtió en el primer libro de texto sobre evolución y sentó las bases de una genética evolutiva que se convertiría en el común para estabilizar y unificar las diferentes prácticas de las diversas disciplinas biológicas (Smocovitis, 1996).

Sin embargo, el libro de Dobzhansky se centraba primordialmente en el cálculo de las frecuencias génicas y definía el proceso evolutivo en términos de los cambios de dichas frecuencias al interior de las poblaciones. Por consiguiente, no abarcaba otros aspectos evolutivos para los que otras disciplinas biológicas sentían que también tenían cosas que aportar.

Como ha señalado Vassiliki Smocovitis (1996), la publicación de *Genetics and the origin of Species*, sirvió como catalizador para la publicación de una serie de libros (agrupados bajo la colección *Columbia Biological Series*, de la Universidad de Columbia), donde otros especialistas aplicaban el marco conceptual provisto por esta primer obra y la genética evolutiva de Dobzhansky³⁰, de esta manera fueron publicados *Systematics and the origin of Species* (Mayr, 1942), *Tempo and Mode in evolution* (Simpson, 1944) y (Stebbins, 1950). Así estos autores comenzaron a unificar las

³⁰ Smocovitis menciona que antes de que aparecieran estos libros, todos los autores habían publicado ya una serie de artículos sobre temas relacionados, los cuales habían sido leídos por cada uno; de tal manera que el marco conceptual de Dobzhansky había madurado como resultado de un tráfico multidireccional de influencias negociadas y renegociadas con colegas que se encontraban tanto al interior como al exterior de su grupo local de la Universidad de Columbia

heterogéneas prácticas de sus trabajos evolutivos dentro de una sola red evolutiva unificada, basada en la genética y en la teoría de la selección natural.

Mientras el libro de Dobzhansky tuvo el mérito de enfatizar las características poblacionales de la evolución, no logró explicar de manera suficiente lo que su propio título proponía: El origen de las especies. Su esquema presentaba a los genes como el blanco de la selección y perdía de vista la selección al nivel de los organismos individuales. Es en este nivel de individuo donde el libro de Ernst Mayr, gracias a su perspectiva de sistemático y naturalista, amplió la síntesis iniciada por Dobzhansky.

Sin embargo, a pesar del gran avance que esto pudo haber constituido, se ha sugerido que esta versión de la síntesis tuvo un efecto nocivo³¹ en el estudio de la evolución y sus procesos debido a que (Nuñez y Eguiarte, 2007:137):

- 1.- No demandó el estudio de la selección natural y sólo reafirmó lo que se conoce como programa adaptacionista³². En consecuencia, no hubo estudios sobre selección en tiempos de la síntesis y menos aún en los Estados Unidos de Norteamérica, que en opinión de los "arquitectos" es el locus putativo de la síntesis.
- 2.- Se hizo demasiado énfasis en la evolución progresiva y los límites a la selección fueron ignorados (restricciones, compromisos, maladaptación, extinción, etcétera), a diferencia de Darwin, quién argumentó al respecto en el *Origen de la Especies*; estos temas son de gran interés actual en los estudios sobre adaptación y ecología evolutiva.
- 3.- No reconoció la multiplicidad de procesos de especiación.
- 4.- Hubo una ausencia de la sistemática y el método comparativo³³.

Siguiendo a Núñez y Eguiarte (2007:137), "el trabajo en la biología evolutiva de las dos últimas décadas han intentado llenar estos huecos que la síntesis evolutiva dejó y que los "arquitectos" de los síntesis han pretendido ignorar hasta el presente (particularmente Mayr y Stebbins, por ser los más longevos". Mencionan un ejemplo: Mayr indica que la síntesis evolutiva se construyó entre los años de 1936 y 1950, intervalo que curiosamente, contiene las fechas de publicación de los libros respectivos de los "arquitectos".

³¹ J. Antonovics, 1987, "The evolutionary dys-synthesis. Which bottles for wick wine?, American Naturalist, Vol. 129 No 3, pp.321-331

³² S. J Gould y R. C. Lewontin, 1979, "The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: A critique of the adaptationist programme", Proceeding of the Royal Society of London, No. B205, pp. 581-598.

³³ Ibid, p. 14

Los arquitectos de la síntesis sólo son cuatro según algunos autores (Smocovitis, V. B.; Stebbins, L., 1997), pero muchos más según otros (Bennet, 1964; Núñez y Eguiarte, 2007: 137). Los evolucionistas que son considerados "oficialmente arquitectos" de la síntesis evolutiva publicaron un libro³⁴ cada uno derivado de las *Jesup Lectures* en la Universidad de Columbia, en New York. El primero fue escrito por Dobzhansky (1937), seguido por el de Mayr (1942), Simpson (1944) y Stebbins (1950).

De acuerdo con Antonovics (1986:322), "en 1942, Julian Huxley escribió un libro titulado *Evolution: The Modern Synthesis*, cuyo título ha quedado en la memoria de la humanidad como un largo epigrama de un punto de vista encarnado en los trabajos de otros biólogos de esa década. Entre ellos están la obra de Simpson *Tempo and Mode in evolution* (1944), la de Mayr *Systematics and the origin of species* (1942), la de Dobzhansky *Genetics and the origin of species* (1937) son de las más famosas. Una influencia igual en sus respectivos campos tuvo la obra de Stebbins *Variation as evolution in plants* (1950), la de Darlington *The evolution of genetics system* (1939) y la obra de White *Animal cytology and evolution* (1945)".

Otros trabajos tales como la de Schmalhausen *Factors of evolution* publicada en ruso en 1946 y la obra de Rensch *Evolution above the species level*, publicada en alemán en 1947, son menos conocidas, sin embargo, "considero que tuvieron influencia en la ampliación de la síntesis más allá de los países de habla inglesa". El periodo de 1940 y los años posteriores, se conocen como los de la síntesis evolutiva (Mayr y Provine, 1980), pero Antonovics (1987) en su obra "reexamina y reevalúa que se hizo y no se hizo en este periodo". Él considera que estos sucesos se conocieron sólo de manera breve, no porque fueran escasas o inconsistentes las obras generadas, sino porque fueron consideradas y conocidas en otros países y regiones como evolución, sobre todo por los biólogos.

Sin embargo, prosigue Antonovics, "la síntesis evolutiva falló seriamente en muchos aspectos. Considero que la síntesis ha tenido poco efecto en el progreso de la biología evolutiva como una disciplina y que a nivel conceptual esto ha obstaculizado más que fomentado nuestro entendimiento de la evolución" (p.321). Menciona que "muchos de estos efectos negativos de la síntesis han afectado actualmente en términos de la estructura conceptual e institucional en muchos campos de investigación científica. Yo considero que es hora de que, en lugar de tratar de finalizar la síntesis con los trabajos de Eldredge (1985), se haga un trabajo más serio para desentrañar esto. Por lo que

³⁴ *Genetics and the origin of species* de Theodosius Dobzhansky (1937), *Systematics and the Origin of Species* de Ernst Mayr (1942), *Tempo and Mode in Evolution* de George Gaylor Simpson (1944), *Variation and Evolution in Plants* de G. Ledyard Stebbins (1950)

considero que sólo con una dis-síntesis nos podremos liberar de muchos de los problemas metodológicos, conceptuales y algunos socio-religiosos de los cuales está plagada la biología evolutiva" (p.323).

2.9.- Otras Voces

La anterior es "una versión oficial de la síntesis moderna", sin embargo, para muchos otros biólogos evolucionistas existe amplia evidencia de que la síntesis ya existía, antes aún del periodo de la década de 1940 (Núñez y Eguiarte, 2007:138). Por ejemplo, el libro de Julian Huxley (1942), *Evolution: The synthesis modern*, hace referencia a la necesidad de una síntesis en la biología evolutiva³⁵. Existen varios científicos con contribuciones tan relevantes tales como las de R. A. Fisher, S. Wright, J. Huxley, H. J. Muller, J. B. S. Haldane, por citar sólo a los más obvios, fueron dejados de lado en la aparente "construcción" de la síntesis, por lo que se requerirá que existan análisis posteriores al respecto. Incluso el libro de R. A. Fisher (1930), *The genetic theory of natural selection*, es considerado como la obra más importante después del *Origen de la especies* de Darwin (Crow, 1990).

Por ejemplo, el destacado genetista de poblaciones Richard C. Lewontin refiere que mucho de la síntesis pudo haber provenido de las ideas de Wright y Fisher³⁶. No obstante, debido al poco entendimiento de sus trabajos, no fueron la guía en el trabajo empírico, salvo en dos instancias donde Fisher y Wright en persona colaboraron en trabajo empírico. En particular, Julian Huxley sugirió en 1939, formar la *Society for the Study of Evolution*, para reemplazar a la anterior, teniendo como base los Estados Unidos y a G.G. Simpson como su primer presidente y Ernst Mayr como secretario.

No hay duda de que hubo desacuerdos entre los estadounidenses y británicos al respecto durante la fundación de la Sociedad y sobre el *Journal* que publicaría los trabajos en evolución. Se creó la revista *Evolution* en 1947 y su primer editor fue Ernst Mayr, hoy considerada como una revista líder en

³⁵ En palabras de Huxley (1942) en el prefacio de su obra dice: "Actualmente existe ya la madurez para avanzar en el entendimiento de la evolución. El desarrollo de la genética, fisiología del desarrollo, ecología, sistemática, paleontología, citología y análisis matemático ha permitido este avance, ya que provee nuevos actos o nuevas herramientas en la investigación; Lo que se necesita es que un ataque y síntesis. Si este libro contribuye para estos nuevos puntos de vista, estaré muy contento".

³⁶ "Lewontin (1982) menciona: "Yo creo que la actual síntesis evolutiva pudo ocurrir sin un gran acuerdo en la dirección de la teoría, sin embargo, la gran suma de comprensiones y síntesis de las ideas evolucionistas pueden haber derivado principalmente de los trabajos teóricos de Fisher y Wright, porque no se disponían de más argumentos en la literatura biológica"

investigación sobre biología evolutiva. Estos eventos pudieron haber contribuido al “autoservicio” con respecto a la relevancia propia de las aportaciones de los “arquitectos” y a soslayar la de otros (Núñez y Eguiarte, 2007:139).

2.10.- Las ideas evolutivas de Theodosius Dobzhansky.

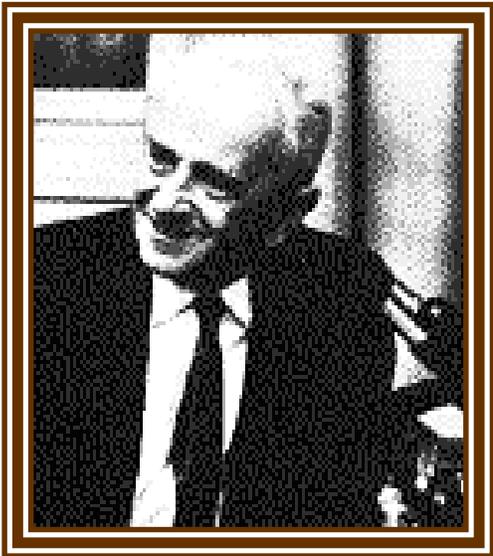


Fig. 1.- Theodosius Dobzhansky

Theodosius Dobzhansky (1900-1975), Nació en Nemirov, Ucrania (antigua URSS), alrededor de 1920 comienza a estudiar la distribución, anatomía y sistemática de los coccinélidos (Provine 1986). Poco tiempo después se interesa por la genética e inicia experimentos de laboratorio con *Drosophila*, aprendiendo genética al trabajar en la misma institución que el evolucionista Iuri Filipchenko. En este periodo Dobzhansky recibe la influencia de la escuela rusa de genética de poblaciones a la que habían contribuido investigadores como Chetverjov, Dubinin Romashov y otros.

Esta escuela incluía a naturalistas-genetistas que comprendían la naturaleza de la especie y de las poblaciones naturales; también aplicaban el pensamiento poblacional a los nuevos hallazgos genéticos (Provine 1986). En 1927 se traslada a los Estados Unidos para trabajar junto con Thomas Hunt Morgan, lugar donde nació la genética moderna. En este laboratorio se encontraba A. H. Sturtevant quién, con su vasto conocimiento de la genética, influyó sobre Dobzhansky. Con estos antecedentes, se encontró en una posición privilegiada para estudiar el comportamiento genético de las poblaciones naturales a lo largo del tiempo, pues Sturtevant combinaba el enfoque poblacional de la escuela de Chetvejikov con los métodos de laboratorio de Morgan para estudios citológicos y genéticos. Con estos conocimientos en 1936 fue designado catedrático de zoología en el Instituto Tecnológico de California.

En ese mismo año Dobzhansky imparte una serie de conferencias en la Universidad de Columbia. En estas conferencias unifica los conocimientos de la genética con los de la historia natural, los de la taxonomía evolutiva con los de la genética experimental (Provine, 1986). Las conferencias aparecen publicadas como un libro en 1937 con el título *Genetics and the origin of species*. La intención de

Dobzhansky al escribir este libro fue exponer un estudio genético de los mecanismos y problemas de la evolución. Este libro ejerció una gran influencia sobre otros biólogos precisamente por el enfoque que contenía, la combinación de los conocimientos genéticos con los conocimientos de la evolución (reunión de la genética y de la historia natural) y provocó que otros investigadores realizaran síntesis similares a partir de sus respectivos campos (Paleontología, Botánica, Citología entre otras).

La obra *Genetics and the Origin of Species* tuvo tres ediciones: La primera en 1937, la segunda en 1941 y la tercera en 1951, en las cuales se fueron incorporando los nuevos avances en el campo de la Biología Evolutiva. De hecho, como menciona Dobzhansky en la obra *Genética del Proceso Evolutivo*, inicialmente esta obra iba a ser la cuarta edición del libro anterior, pero el conocimiento de la evolución había avanzado mucho y nuevos problemas habían remplazado a los anteriores. Por esta razón era insuficiente una nueva revisión de la obra *Genetics and the origin of Species* y en su lugar apareció *Genética del Proceso Evolutivo*. En esta obra Dobzhansky aumenta el número de referencias, lo que tiene que ver con la publicación de libros y artículos de muchos investigadores, eliminando las referencias más viejas y las sustituye por referencias más nuevas.

En la obra *Genetics and the origin of Species*, Dobzhansky define varios términos muy importantes, entre ellos las combinaciones génicas³⁷. Dobzhansky parece asociar a la recombinación con la hibridación, puesto que las combinaciones que se recombinan son aquellas situadas en picos adaptativos diferentes que están ocupadas por razas o especies distintas. Al parecer, las ideas de Dobzhansky sobre los paisajes adaptativos determinan en gran parte su posición en cuatro cuestiones que son: 1) La razón por la cual existe la discontinuidad orgánica, es decir, que los organismos de todas las especies no se integran unos con otros, sino que forman grupos discretos (por ejemplo, especies, géneros y familias); 2) la razón por la cual es posible disponer jerárquicamente esa discontinuidad (las especies se agrupan en géneros, los géneros en familias y así sucesivamente); 3) el papel de la reproducción sexual y la recombinación; 4) el origen de la importancia de los mecanismos de aislamiento.

³⁷ Lo llama campo de las combinaciones genéticas, el cual es una superficie formada por todas las combinaciones posibles de genes, donde algunas de ellas son favorables y se representan como picos o elevaciones, mientras otras son desfavorables y se representan como valles o depresiones distribuidos entre los picos adaptativos. Cada pico y cada valle representan no una combinación favorable o desfavorable, sino un grupo de combinaciones similares. Razas y especies ocupan los picos adaptativos, mientras que los valles adaptativos se encuentran vacíos al representar combinaciones genéticas desfavorables. De acuerdo con Dobzhansky, la recombinación de combinaciones situadas en picos diferentes, es decir la reproducción entre organismos que ocupan picos diferentes da lugar a nuevas combinaciones genéticas, que pueden ser favorables o desfavorables

Otra idea que maneja Dobzhansky es la del genotipo y fenotipo. Acerca de estas ideas, Dobzhansky define: 1) los genes interactúan entre sí y con el medio, 2) el genotipo no determina un solo fenotipo sino una norma de reacción que es el conjunto de todos los fenotipos posibles a partir de un genotipo dado; 3) el fenotipo que se forme dependerá en parte de las condiciones del medio, 4) debido a la interacción entre los genes el organismo no es un mosaico de caracteres determinados por genes individuales.

Otro concepto manejado por Dobzhansky es el de mutación, el cual define como un cambio en los genes, mencionando que no tiene sentido clasificar a las mutaciones en favorables o desfavorables a menos de que se especifique el medio, además de que existe una correlación entre la magnitud del efecto de las mutaciones y la viabilidad del organismo que las presenta. También menciona que las mutaciones con efectos pequeños son favorables más a menudo que las mutaciones con efectos grandes. También menciona a la mutación como una fuente de variabilidad. Naturalmente, el concepto de selección natural y su importancia en el proceso evolutivo como directriz de la supervivencia y mortalidad.

En el libro *Genética y el Origen de las Especies* Dobzhansky, comprendió el proceso evolutivo en términos genéticos, apoyando los argumentos teóricos con evidencias empíricas. Esta obra es considerada como el suceso más importante en la formulación de la Teoría Sintética de la evolución, pues combina la selección natural darwiniana y la genética mendeliana. El libro tuvo gran repercusión entre los naturalistas y biólogos experimentales, quienes aceptaron de manera rápida la nueva comprensión del proceso evolutivo como el cambio genético de las poblaciones

Son clásicos los estudios hechos por Dobzhansky sobre la variación geográfica y temporal de las mutaciones cromosómicas en *Drosophila pseudoobscura*, que inició antes de 1936. En 1938 publicó un artículo sobre variación altitudinal; en 1943 apareció un artículo sobre variación estacional seguido por un estudio de laboratorio (en colaboración con Sewall Wright) en donde mostró que las variaciones son adaptativas.

Junto con A. H. Sturtevant demuestra que se puede reconstruir la historia (filogenia) evolutiva de las mutaciones cromosómicas a partir de patrones de acoplamiento entre las secuencias de genes. La primera filogenia fue publicada en 1936. Esta técnica fue aplicada posteriormente a otras especies por el mismo Dobzhansky.

Por la importancia que tiene el nivel poblacional en evolución, estableció que existen varios tipos de poblaciones y definió una población mendeliana como “una comunidad reproductiva de individuos que comparten un acervo genético común” (Dobzhansky, 1937:15). Señala que una población mendeliana posee un genotipo corporativo. El genotipo de una población es función de la constitución genética de los componentes individuales. Es importante mencionar que Dobzhansky considera que las reglas que gobiernan la estructura genética de una población son distintas de las que rigen la genética de los individuos, tan diferentes, como son distintas las de la fisiología respecto a las de la sociología. Esto lo ejemplifica mencionando el caso de que aparecieran en el ambiente ciertos factores que discriminaran contra organismos demasiado altos y contra los muy bajos de una especie.

Dobzhansky (1937:16) menciona que desde el punto de vista de un individuo, algunos genes habrían adquirido propiedades letales y los efectos de estos genes se describirán adecuadamente estableciendo la naturaleza precisa de las reacciones fisiológicas que llevan a la muerte. Desde el punto de vista de la genética de poblaciones, la muerte de este tipo de organismos inicia una compleja cadena de consecuencias: la frecuencia relativa de homocigotos y de heterocigotos para ciertos genes del crecimiento y para los genes localizados en los mismos cromosomas sería alterada; algunos factores genéticos que previamente venían siendo eliminados por su carácter perjudicial se pueden transformar en neutros o incluso en favorables; después de algunas generaciones, la constitución genética de la especie como un todo será cambiada.

Desde esta perspectiva Dobzhansky definió la evolución como un cambio en la composición genética de las poblaciones. Las modificaciones que sólo abarcan al fenotipo, producidas por alteraciones del ambiente, no constituyen cambios evolutivos a menos que se acompañen de cambios genotípicos. Lo que cuenta en evolución son los fenotipos producidos por la interacción de genoma de un organismo con su ambiente. Ésta fue una preocupación constante de Dobzhansky, el reconocer que los cambios en la composición (y no sólo en las frecuencias) genéticas tiene lugar en un sistema ecológico en permanente cambio.

En esta incesante interacción, la selección natural, tal como lo dijo Darwin, evalúa a los organismos, y de manera permanente ajusta a las especies a su ambiente. Como posteriormente señaló Simpson, la selección natural es “oportunista”, pues constantemente cambia la perspectiva sobre lo que es más o menos adecuado a un ecosistema. En términos de Dobzhansky, la selección natural favorece a los organismos que resuelven los problemas que les plantea el ambiente. Este último punto fue uno de

los que más interesó a Dobzhansky, el de la gran variabilidad que existe en toda población, que permite dar respuesta a los problemas que debe enfrentar.

2.11.- La obra *Systematics and the Origin of Species* de Ernst Mayr

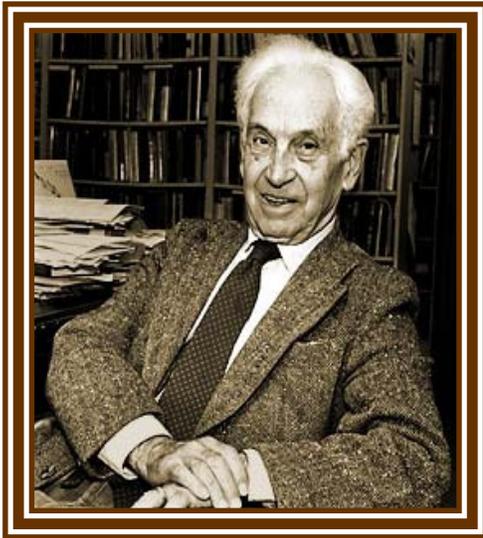


Fig. 2.- Ernst Mayr

Ernst Mayr (1904-2005): Nace en Alemania Occidental en Baviera, en 1904. Desde temprana edad se interesó por los seres vivos. En 1932 ingreso a la universidad para estudiar medicina, más como una tradición familiar que por interés. Su interés era la ornitología. Como estudiante no apoyaba la idea de que las mutaciones fueran la solución a los problemas de la especiación y la adaptación.

De hecho, durante esa época (1923-1926) no conoció ningún investigador que fuera un darwinista estricto. En cambio, la característica del ambiente intelectual alemán era el interés por la adaptación. Para explicar la adaptación se recurría a la selección

natural, pero sólo en parte, porque se consideraba que había fenómenos adaptativos muy complejos como para poder ser explicados por la selección. Por esta razón se acudía al lamarckismo y a otros factores (síquico y vitalista).

Otra característica de ese momento en la ciencia alemana en la que estudió Mayr era la separación que había entre paleontólogos³⁸ y genetistas³⁹. Después de completar sus estudios, Mayr trabajó bajo la dirección del ornitólogo E. Stresemann en el Museo de Berlín. Los intereses de Stresemann abarcaban a la taxonomía, las especies y la especiación. Stresemann se dedicaba a formar especies politípicas a partir de especies nominales geográficamente separadas. Además era partidario de la especiación geográfica y pensaba que había límites a la selección (Mayr, 1980).

En 1926 Mayr es nombrado asistente en el Museo universitario de Berlín. De febrero de 1928 a abril de 1930 realizó estudios ornitológicos en Nueva Guinea y las islas Salomón. De regreso a Berlín, leyó

³⁸ Los paleontólogos buscaban explicar los fenómenos paleontológicos por medio de fuerzas directrices autónomas, tal como lo hacían científicos tales como Osborn, Dacque, Berlen y Schindelwolf

³⁹ Los genetistas trataban de explicar los fenómenos biológicos a partir de la mutación, recombinación y selección. (Mayr, 1980, Rensch, 1980)

los trabajos de Rensch, según la cual el lamarckismo explica la correlación entre la variación geográfica y las condiciones ambientales.

Posteriormente se trasladó a Estados Unidos para trabajar en las colecciones de aves del American Museum. En 1936 asistió a las conferencias de Jesup, en la Universidad de Columbia, impartidas por Dobzhansky. Cinco años después Mayr, conjuntamente con Edgar Anderson impartió las conferencias Jesup. Con el material que utilizó en estas conferencias escribió la obra *Systematics and the Origin of Species*. En esta obra, Mayr menciona tres factores que lo indujeron a escribir esta obra y que son:

- i) La posición de R. Goldschmidt, quien sostenía la teoría de las mutaciones sistemáticas y minimizaba a la especiación geográfica (hasta ese momento Mayr creía que todo el que pensara seriamente en el tema adoptaría la idea de la especiación geográfica).
- ii) La aparición del libro de G. G. Robson y O. W. Richards titulado *The Variation of Animal in Nature* (1936) que también minimizaba a la especiación geográfica.
- iii) Las publicaciones de los paleontólogos quienes ignoraban la teoría de la especiación geográfica.

Estos factores motivaron a Mayr a presentar evidencia que apoyara a la especiación. De hecho, el primer borrador de la obra *Systematics and the Origin of Species* fue escrito como una reacción de rechazo frente a las ideas de Goldschmidt. Mayr expone esos factores en el prefacio de este libro, explicando que su intención es presentar los conocimientos que revelan la importancia de la especie politépica, de la variación geográfica y de las diferencias entre el aislamiento geográfico y otras formas de aislamiento, así como aquellos que se sabe sobre el origen de las especies; todo esto debido a la poca aceptación que tenían esos conocimientos.

De acuerdo con lo que expresa Mayr en su relato autobiográfico, influyó mucho en el la *obra Genetics and the Origin of Species* (1937) de Dobzhansky, particularmente porque se había formado en la escuela rusa de genética de poblaciones, a partir de la taxonomía. La escuela rusa hablaba en términos de especies, poblaciones naturales y su variación, se interesaba en los mismos problemas que los taxónomos evolucionistas. Dobzhansky (1937) ejerció mucha influencia debido a que construyó puentes entre genetistas y taxónomos. Fue por la obra *Genetics and the Origin of Species* que la genética de poblaciones influyó indirectamente sobre Mayr. Fue el primer secretario de la *Society for the Study of Evolution* (1946); también fundó (1947) y dirigió (hasta 1949) la revista *Evolution*.

Para Ernst Mayr, el mérito del libro de Dobzhansky residía en su enfoque poblacional y en la utilidad de su concepto de mecanismos de aislamiento para comprender las bases genéticas del origen de las especies. Sin embargo, Dobzhansky no explicaba cómo es que se podían alcanzar dichos mecanismos de aislamiento y eso fue, principalmente, lo que Mayr se propuso explicar en su trabajo *Systematics and the Origin of Species* (1942).

Y es que como el propio Mayr (1980) mencionaría varios años después de reconstruir la historia de la Síntesis Moderna, el explicar los mecanismos genéticos de la especiación, no era suficiente para explicar el origen de la variación, o de los cambios evolutivos al interior de una población. En los años de la Síntesis lo que era urgente explicar era el origen de la variación o del aislamiento reproductivo entre las poblaciones, ya que la especiación no se trata tanto del origen de nuevos tipos como de la aparición de mecanismos de protección contra la entrada de genes externos en una población.

Mayr se dedicó a analizar el papel de las variaciones y que procesos debían ocurrir en las poblaciones naturales, para que, eventualmente, se llegara a constituir un mecanismo de aislamiento. Concluyó que, en la mayoría de los casos, sólo el aislamiento geográfico entre las poblaciones permite que se lleguen a acumular las diferencias genéticas necesarias para formar los mecanismos de aislamiento de los que hablaba Dobzhansky.

Mayr también subrayó en *Systematics and origin of the Species* que los procesos de especiación que se presentaban gracias a las variaciones geográficas, se daban a tasas lentas y graduales de cambio. Su insistencia en este aspecto, tenía como objetivo no sólo rescatar el gradualismo de Darwin, sino también contrarrestar los argumentos saltacionistas que había presentado Richard Goldschmidt en su libro *The Material Basis of Evolution* (1940), publicado sólo dos años antes del propio libro de Mayr.

En cuanto al genotipo, fenotipo y recombinación, Mayr considera que los genes interactúan para dar lugar al fenotipo. Acepta que muchos fenotipos se pueden formar a partir de un solo genotipo y que la plasticidad fenotípica está determinada genéticamente. De la misma manera, la reproducción sexual y la recombinación no parecen tener ningún papel relevante en su obra y sólo afirma que son responsables de la singularidad de cada individuo en los organismos sexuados, pero no se extrae ninguna consecuencia de ello. Para Mayr, la mutación tiene un papel muy importante en el proceso evolutivo, comparado con el de la recombinación.

2.12.- La obra *Tempo and Mode in Evolution* de George Gaylord Simpson

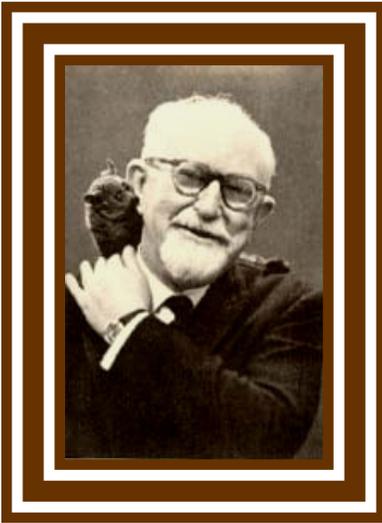


Fig. 3.- George Gaylor Simpson

George Gaylord Simpson nació en Estados Unidos en 1902, estudió primero en la Universidad de Colorado y luego en Yale, donde se doctoró en 1926 con un trabajo sobre mamíferos mesozoicos. A partir de 1927 fue designado curador asistente de Paleontología de Vertebrados del *American Museum of Natural History* de Nueva York. Fue el primer presidente de la Sociedad para el Estudio de la Evolución en 1946 y también trabajó como profesor de Paleontología de Vertebrados en la Universidad de Columbia entre 1945 y 1959 y luego en Harvard. En 1944 publicó *Tempo and Mode in Evolution*. Otra obra de fuertes repercusiones fue "The Meaning of Evolution" (1949), traducida a varios idiomas.

Aunque todos sus colegas en el *American Museum of Natural History* eran evolucionistas, algunos no eran darwinistas y otros eran antidarwinistas. Durante los primeros años en el *American Museum* se dedicó principalmente a la taxonomía descriptiva y un poco a la teoría evolutiva. Cuando se empezaba a orientar hacia la síntesis evolutiva, leyó algunos trabajos que más tarde serían la fuente de la teoría sintética, tales como el libro de Fisher *The Genetical Theory of Natural Selection* (1930), el de Haldane *The Causes of Evolution* (1932) y algunos artículos de Wright.

El interés de Simpson por la evolución aumentó con la aparición del libro *Paläontologie, Entwicklungslehre und Genetics* (1936) del paleontólogo alemán O. Schindewolf. Las ideas de Schindewolf no coincidían con la interpretación del registro fósil por parte de Simpson, ni con las ideas que este autor había reunido sobre la genética evolutiva. Esto llevó a Simpson a profundizar en esos temas. Tuvo una influencia similar sobre Simpson el libro *The Material Basis of Evolution* (1940) de R. Goldschmidt, ya que también tuvo que considerar las ideas de este autor a la luz de la evidencia disponible.

Una inspiración adicional fue la aparición de la obra *Genetics and the Origin of Species* de Dobzhansky (1937). Esta obra provocó que Simpson pensara principalmente en términos históricos y de adaptación en organismos fósiles y contemporáneos, y en términos de una síntesis explicativa o

causal. Estas influencias llevaron a Simpson a escribir su primer libro sobre evolución, el cual inició en 1938 y terminó en 1942. Este libro apareció en 1944 con el título "Tempo and Mode in Evolution".

Simpson considera que la tesis con la cual contribuyó *Tempo and Mode in Evolution* al desarrollo de la Teoría Sintética es la idea que la historia de la vida, tal y como se ve en el registro fósil, es consistente con los procesos evolutivos de la variación genética guiada hacia la adaptación de las poblaciones por selección natural. Una contribución adicional es que este enfoque puede auxiliar a la teoría evolutiva, especialmente en áreas como las tasas de evolución, los modos de evolución y la historia de los taxa. En la introducción de la obra *Tempo and Mode in Evolution*, Simpson menciona que su objetivo era llevar la historia de la vida como la muestra el registro fósil con los hallazgos de la Genética y de otros campos de la Biología.

Varios años después, Simpson revisó su obra debido a los adelantos en la Paleontología como en otras áreas de la Biología. Los cambios y adiciones a *Tempo and Mode in Evolution* los terminó en 1951 y debido a que la revisión había sido muy amplia, el libro se publicó con el título *The Major Features of Evolution* en 1953.

De 1945 a 1959, Simpson fue profesor del Departamento de Zoología de la Universidad de Columbia. Fue profesor Alexander Agassiz (1959-1970) en el Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard y a partir de 1970 trabajó en la Universidad de Arizona como profesor de Geología. Simpson murió el 6 de octubre de 1984 (Mayr, 1980).

Simpson considera que el medio en el que vive un organismo es muy complejo; este medio incluye muchos factores que influyen en la supervivencia del organismo. No hay dos organismos que vivan en el mismo medio ni éste permanece constante de un momento a otro. Todos los medios existentes pueden ser clasificados. El resultado de esto son las zonas adaptativas distintas que pueden ser muy similares o pueden diferir mucho. Las zonas adaptativas son discontinuas y evolucionan al igual que los organismos; cambios en aquellas provocan cambios en éstos y en los organismos causan cambios en las zonas adaptativas.

Simpson acepta la poligenia, pleiotropía y la falta de correspondencia entre las unidades genéticas y las anatómicas. También menciona que el fenotipo resulta de la interacción entre el genotipo y el medio y en la posibilidad de que un mismo genotipo forme fenotipos diferentes. También menciona que la herencia se da de manera particulada (mendeliana) y en algunos casos se podría deber a mezclas o fusión, aunque estos casos se podrían explicar por poligenia.

Para Simpson, el papel de la mutación es muy importante, debido a que es la única fuente de material novedoso que se reconoce. Inclusive menciona en 1944 que recombinación y reproducción sexual no son tan importantes. Dice que las mutaciones son esenciales para que haya evolución progresiva y sostenida, pero a pesar de eso la tasa de mutación no tiene relación con la tasa de evolución. Más aún, la evolución se puede dar a partir de la reserva de variabilidad con la que cuentan los organismos y sin necesidad de esperar a que sean formadas mutaciones apropiadas. Dice que ante este panorama la recombinación no tiene ningún papel, por lo que Simpson considera que toda la evolución procede a partir de mutaciones e implícitamente asigna la gran variabilidad a la mutación sin que la recombinación sea relevante. También considera que tasa y modo de evolución estarían determinados por la mutación.

Con respecto a la selección natural y la deriva génica, considera que la primera es un factor muy importante en la evolución. Generalmente, en palabras de Simpson "la tasa de evolución depende de la intensidad de la selección. Aún con una selección muy débil puede haber cambio. En cuanto a la deriva génica, también tiene un papel muy importante en la evolución, ya que ocasiona la pérdida y fijación aleatoria de alelos. Entre menor sea el tamaño poblacional, más importante será la deriva. Generalmente el tamaño poblacional es tal que se presentan efectos aleatorios. Además del papel que tiene la deriva génica en condiciones normales, es decir, los cambios continuos en las frecuencias génicas debido al tamaño poblacional, la deriva génica también interviene en otros procesos (como por ejemplo en los cambios adaptativos o bien cambios radicales en las poblaciones).

Simpson, distingue (en el capítulo III, dedicado a los Tipos de Evolución), los términos macroevolución (aparición de grupos taxonómicos "en o cerca del nivel mínimo de la discontinuidad genética", es decir, de especies y géneros) y megaevolución (para categorías taxonómicas arriba del nivel de género), Asimismo, argumenta que el gradualismo es una mejor explicación que la interpretación saltacionista para cada uno de los casos que muestra el registro fósil, así como que la selección natural es el principal mecanismo responsable de los cambios evolutivos. Sin embargo, el mayor reto que enfrentó a la unidad y la consistencia de su argumento provino de los hiatos estratigráficos (gaps), es decir, de las discontinuidades del registro fósil, particularmente en la escala de aparición de nuevos *bauplane* sin formas intermedias.

Simpson (1944: 115) hace recaer parte de la explicación en el argumento de la imperfección del registro fósil, pero también admite que un patrón tan marcado no puede ser enteramente producto de la imperfección del registro: "One school of thought maintains that the gaps have no meaning for

evolution and are entirely a phenomenon of record. Another school maintains that transitional forms never existed. As so often happens, examination will show that neither extreme view is likely to be correct and that the most probable interpretation lies between these two theories, although nearer to the first".

Asimismo, Simpson propone que parte de la explicación para los gaps reside en que los cambios evolutivos se pueden haber acelerado de pronto y sostiene que la tasa de evolución variará de acuerdo al tamaño de las poblaciones y más rápida a medida que el tamaño de la población disminuye. Por ello, critica los intentos simplistas de extrapolar las tasas de evolución conocidas para ciertos periodos a otros periodos, o a los gaps estratigráficos como si las tasas tuvieran que ser siempre constantes o lentas. Cuando Simpson habla de los modos de evolución (capítulo VII), establece que existen tres diferentes modos: a) Especiación⁴⁰ (b) Evolución Filética⁴¹, c) Evolución Cuántica⁴².

Para Simpson, el criterio de la cuantificación de la evolución, la conmensurabilidad de la selección natural (tal como había sido propuesta por Dobzhansky, permitiría rescatar a la Paleontología de los "horrores metafísicos" de la evolución dirigida (Smocovitis, 1996). El libro de Simpson, *Tempo and Mode in Evolution* (1944), tuvo un efecto muy fuerte, a su vez, en la validación del marco teórico de Dobzhansky, al proveer a la genética evolutiva de las evidencias paleontológicas donde se podía observar históricamente el proceso evolutivo.

⁴⁰ Según Simpson, está se da por una diferenciación de dos o más grupos a partir de una población original, las cuales se dividen en diferentes subzonas adaptativas, y se puede dar de manera muy rápida, pero esto no era sostenible por mucho tiempo, de modo que si se daba a largos periodos de tiempo, esta especiación se tendría que dar a tasas moderadas de evolución.

⁴¹ Para Simpson, en esta ocurre un cambio sostenido y direccional (pero no necesariamente rectilíneo) de los caracteres promedio de una población. En contraste con los modos de especialización, en el que se da la subdivisión de una población, en la evolución filética va cambiando la población completa (en la actualidad, es más común nombrar como cladogénesis al modo que Simpson llamó especiación, y llamar anagénesis al proceso que definió como evolución filética). Obviamente este cambio da origen a nuevas especies, sólo que en este caso se trata de especies sucesionales (cronoespecies) y no de especies contemporáneas como sucede en el modo anterior.

⁴² Simpson lo definió como el cambio relativamente rápido de una población biótica en el desequilibrio hacia un equilibrio marcadamente distinto al de la condición ancestral (Simpson, 1944:206). Simpson sostiene que este debe haber sido el modo dominante a través del cual se originaron las unidades taxonómicas de rango elevado, como las familias, órdenes, clases, y que debido a la peculiaridad de este modo evolutivo, lo más probable es que ocurriera al interior de pequeñas poblaciones (donde la deriva génica propuesta por Wrigth podría operar, y donde la probabilidad de conservación de restos fósiles disminuiría a casi cero).

2.13.- La obra *Variation and Evolution in Plants* de G. Ledyard Stebbins

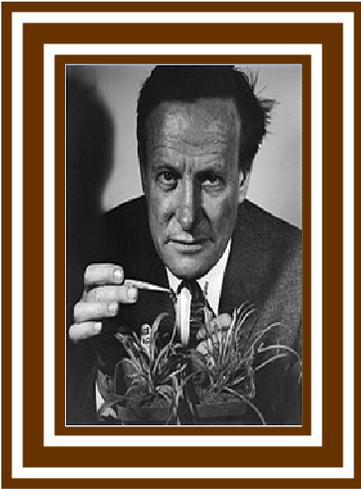


Fig. 4.- G. Ledyard Stebbins

Botánico y genetista estadounidense, ampliamente considerado como uno de los biólogos evolucionistas más importantes del siglo XX. Stebbins recibió su doctorado en botánica de la Universidad de Harvard en 1931. De allí se trasladó a la Universidad de California (Berkeley), donde su trabajo con E. B. Babcock sobre la evolución de las plantas y su colaboración con un grupo de biólogos evolutivos ("Bay Area Biosystematists") le condujeron a desarrollar una síntesis comprensiva de la evolución de las plantas que incorporaba la genética. Su publicación más importante fue *Variation and Evolution in Plants* (1950), donde se combina la genética y la teoría de la selección natural para describir la especiación de las plantas.

Esta obra es considerada una de las principales publicaciones (pero tardía) de las que constituyeron el núcleo de la Síntesis Moderna. Su impacto en la botánica fue equiparable al del Dobzhansky en genética de poblaciones. En el campo de la botánica, Stebbins investigó también el papel de la hibridación y de la poliploidía en la evolución vegetal. Stebbins fue muy activo en numerosas organizaciones dedicadas a la difusión de la teoría evolutiva y de la ciencia en general. Fue elegido miembro de la Academia Nacional de la Ciencia, premiado con la Medalla Nacional de la Ciencia y trabajó en los programas educativos relacionados con la enseñanza de la evolución en los institutos de secundaria de California.

En 1950 apareció el libro de G. Ledyard Stebbins *Variation and Evolution in Plants*, donde logró por primera vez colocar la profusión de conocimientos sobre las plantas, acumulada a lo largo de los años bajo un mismo esquema evolutivo, coherente y compatible con la genética evolutiva de Dobzhansky.

De este modo, y con la excepción de disciplinas como la embriología y la fisiología (para las que los conocimientos genéticos de la época y el nuevo enfoque poblacional no ofrecían aún una alternativa sólida a su tradición mecanicista), la colección de obras de la *Columbia Biological Series* logró articular las diversas prácticas biológicas en una sola red de conocimientos evolutivos que constituyó el inicio de una nueva síntesis darwinista. Sin embargo, estos libros sobre genética, sistemática, paleontología y botánica de la Universidad de Columbia, representaron no sólo un microcosmos, y la verdadera síntesis se logró con la incorporación de otras importantes obras, editadas fuera de Estados Unidos,

como el libro de Bernhard Rensch, *Neure Probleme der Abstammungslehre* (1947) y el Julian Huxley *Evolution: The Modern Synthesis* (1942), donde la Síntesis Moderna tomó su nombre.

2.14.- Julian Sorell Huxley y la síntesis moderna



Fig. 5.- Julian Sorell Huxley

Biólogo evolutivo, eugenista y gran defensor de la selección natural, nació el 22 de junio de 1887 en Londres, Inglaterra, fue una figura muy importante en el nacimiento de la teoría sintética a mediados del siglo XX. Fue Secretario de la Sociedad Zoológica de Londres y el primer Director de la UNESCO, así como miembro fundador del Fondo Mundial para la Naturaleza.

Huxley mostró un temprano interés en la naturaleza, ya que siguió las dio lecciones de su abuelo, Thomas Henry Huxley. Asistió a Eton College, donde desarrolló un interés por la ornitología, guiado por W. D. "Piggy" Hill. En 1905 Huxley ganó una beca en Zoología de Balliol College, Oxford.

En 1906, estando en Oxford, desarrolló un interés particular en la embriología y protozoos, graduándose en 1909 con honores, donde presencié en el mes de julio la conmemoración del centenario del nacimiento de Darwin, que se celebró en la Universidad de Cambridge. Además, era el quincuagésimo aniversario de la publicación de *El origen de las especies*.

Huxley fue becario en la Estación Biológica Marina de Nápoles, donde desarrolló su interés por la biología del desarrollo mediante la investigación de ascidias y erizos de mar. En 1910 fue nombrado como curador en el Departamento de Zoología y Anatomía Comparada en la Universidad de Oxford, y trabajó haciendo una serie de observaciones sistemática de los hábitos de apareamiento de aves acuáticas tales como *Gallinago gallinago* y *Podiceps cristatus*, con lo que diseñó varios sistemas para la prospección y conservación de aves. Se interesaba en estudiar el comportamiento de las aves, sobre todo el cortejo de las aves acuáticas.

En 1912, decidió crear a propuesta de Edgar Odell Lovett un nuevo Departamento de Biología en el *Instituto Rice*, recién creado en Houston, Texas. En ese mismo año, Huxley hizo un viaje de exploración a Estados Unidos visitó el laboratorio de Thomas Hunt Morgan, donde conoció a H. J.

Muller, a quién invitó a estudiar con él en un proyecto relacionado con el estudio del arroz. Muller aceptó ser su adjunto, se apresuró a terminar su doctorado y se mudó a Houston para el inicio del curso académico 1915-1916. Allí Muller enseñó biología y continuó el trabajo de laboratorio de Morgan.

En septiembre de 1916 Huxley regresó a Inglaterra para trabajar en el Cuerpo de Inteligencia del ejército británico, primero en Sussex, y luego en el Norte de Italia. Después de la guerra se convirtió en miembro del *New College* en Oxford, y donde fue nombrado Demostrador Senior en el Departamento de Zoología de la Universidad. De hecho, Huxley tomó el lugar de profesor Geoffrey Smith, que había muerto hacia poco tiempo

En 1925, Huxley se trasladó al *Kings College* de Londres como profesor de Zoología, pero en 1927, ante el asombro de sus colegas, renunció al cargo para trabajar a tiempo completo con H. G. Wells y su hijo G. P. Wells en la investigación "La Ciencia de la Vida". Al mismo tiempo continuó trabajando como profesor en el Colegio del Rey, donde fue profesor honorario en el Departamento de Zoología. De 1927 a 1931 fue también profesor de Fisiología en el *Royal Institution*.

En 1929, después de terminar el trabajo sobre la ciencia de la vida, Huxley visitó África Oriental para asesorar a la Oficina Colonial sobre la educación en África Oriental Británica. Él descubrió que la vida salvaje en la llanura del Serengeti era casi inalterado, excepto por la presencia de la mosca tsé-tsé que impedía el asentamiento humano allí. En 1930, viajó mucho y tomó parte en una gran variedad de actividades que eran parte científica y parte política. En la década de 1930 Huxley visitó Kenia y otros países de África oriental para ver el trabajo de conservación, incluyendo la creación de parques nacionales, lo que estaba sucediendo en las pocas zonas que quedaron deshabitadas debido a la malaria.

En 1935, Huxley fue nombrado Secretario de la Sociedad Zoológica de Londres, y pasó casi siete años donde dedicó una buena parte de su tiempo en la gestión de la sociedad y sus jardines zoológicos junto con sus investigaciones zoológicas. En 1941 impartió una serie de conferencias en Estados Unidos, país que en ese momento se encontraba enfrascado en la guerra. Esto hizo que su viaje se prolongara, por lo que la Sociedad Zoológica le retiró el puesto de secretario. Huxley aprovechó esta oportunidad para dedicarse a la popularización de la ciencia y a problemas políticos.

Junto con sus investigaciones en zoología, Huxley también contribuyó con trabajos teóricos en la nueva visión de la evolución, formó parte del conjunto de personas que dieron un impulso clave al campo de la síntesis evolutiva moderna. Huxley junto con August Weismann postularon que la selección natural era el motor de la evolución, enfatizando que la evolución ocurrió de manera gradual y no a saltos, tal como Darwin lo había enunciado, lo que lo convirtió en su más fuerte defensor.

Esto hizo que Huxley fuese considerado como uno de los principales arquitectos de la nueva síntesis evolutiva, que tuvo lugar en la época de la Segunda Guerra Mundial., la cual generó un consenso entre los defensores de las ideas darwinianas, la genética clásica y la nueva genética de poblaciones, que en ese momento estaba siendo una disciplina en crecimiento, generando un consenso en la biología de alrededor de 1940, y que aún es sostenible.

Sus ideas las sintetizó en la obra titulada *Evolución: The modern synthesis* (1942). Las ideas que postula Huxley en su obra y que conforman la síntesis moderna, habían sido elaboradas por Ronald Fisher, Theodosius Dobzhansky, Ernst Mayr, George Gaylord Simpson, Bernhard Rensch, Ledyard Stebbins, C.D. Darlington y los genetistas de poblaciones JBS Haldane, Ronald Fisher y Sewall Wright.

En esta obra, Huxley señala que “la evolución “debía ser considerada el problema más central y el más importante de la biología y cuya explicación debía ser abordada mediante hechos y métodos de cada rama de la ciencia, desde la ecología, la genética, la paleontología, la embriología, la sistemática hasta la anatomía comparada y la distribución geográfica, sin olvidar los de otras disciplinas como la geología, la geografía y las matemáticas” (Antonovics, 1987:322). Asimismo, discute el mecanismo de la selección natural, así como los descubrimientos recientes en genética de esa época, aunque no utiliza a las matemáticas que otros autores mencionaban, haciéndolo en un lenguaje más accesible.

Huxley hace énfasis en el fenómeno de la adaptación, tal como lo hace Fisher y Ford. También discute ampliamente el proceso de especiación, en particular los aspectos de aislamiento espacial y la importancia en las diferencias en ecología entre las especies incipientes. También revisa las evidencias paleontológicas y los patrones de distribución de estas evidencias.

Una vez revisados los conceptos fundamentales de la teoría sintética y sus principales exponentes, en el siguiente capítulo se abordan los sectores de investigación y enseñanza biológica en México, su dinámica y cómo manejaban los conceptos emanados de la teoría sintética.

CAPÍTULO III

Los sectores de enseñanza e investigación de la Biología en México

En los capítulos anteriores se dio un panorama general de los conceptos y elementos teóricos referentes a la introducción de ideas científicas y de la teoría sintética. En éste capítulo se abordaran aspectos muy específicos acerca del ambiente existente en las primeras décadas del siglo XX, así como las instituciones y las publicaciones científicas de la época, sus comunidades científicas y los conceptos que se manejaron, específicamente en el periodo de 1940-1960.

3.1.- Las instituciones científicas mexicanas en el siglo XX y sus publicaciones

Al iniciar el siglo XX, las Ciencias Naturales se impartían en centros de enseñanza como la Escuela de Medicina, la de Agricultura, la Escuela Nacional Preparatoria y algunos centros de investigación como el Departamento de Historia Natural del Museo Nacional. A partir ellos, se inicia la institucionalización de la Biología en México como ciencia unificada. Una figura importante en la introducción de las ideas darwinistas en México es la de Alfonso Luis Herrera y su participación en dos instituciones que ayudaron a impulsar los estudios biológicos en México.

La primera fue la fundación de la Comisión de Parasitología Agrícola⁴³ de la Secretaría de Fomento, la cual se creó en 1900 y de la cual Herrera fue el primer director hasta 1907, y la segunda, la primera cátedra de Biología General, impartida por él en la Escuela Normal para Profesores⁴⁴ en 1902. Comisión de Parasitología Agrícola fue suprimida el 7 de diciembre de 1915 y contó también con una publicación propia, los *Anales del Instituto Médico Nacional*, que se publicó de 1890 a 1913, en la cual

⁴³ En la Comisión de Parasitología Agrícola, Alfonso Luis Herrera hizo interesantes estudios acerca de plagas agrícolas. Los resultados de sus estudios y de sus corresponsales fueron publicados en el Boletín de la Comisión de 1900 a 1905. Como resultado de los primeros estudios, publicó el trabajo titulado "*Las plagas en la agricultura*" en 1903. Para 1907, dicha Comisión desapareció y pasó a formar parte del Departamento de Parasitología de la Estación Agrícola Central

⁴⁴ En la ENP, Herrera se hace cargo de la cátedra de Historia Natural, siendo nombrado profesor interino de "Elementos de Historia Natural y Lecciones de cosas", el 11 de agosto de 1897 y el 26 de abril de 1898 fue nombrado profesor definitivo. El 30 de junio de 1902, Enrique Rebsamen, de acuerdo por el planteamiento de Herrera de transformar la cátedra de Historia Natural en Biología, propone nombrarlo profesor para esta nueva materia y fue designado por el presidente el 1 de julio de 1902, cargo que ocupó hasta el 6 de febrero de 1906, cuando pidió licencia por 15 días para que luego, la cátedra desapareciera al eliminar el año escolar que se impartía y en virtud de que la Biología fue considerada peligrosa para la juventud y las creencias. En 1902, Alfonso L. Herrera funda e imparte en la Escuela Normal para Profesores la primera cátedra de Biología General en México.

figuraban los informes de trabajo según los cuales se trataban de apegar estrictamente al método científico.

En 1910 el Museo Nacional Mexicano se dividió en el Museo Nacional de Historia Natural y el Museo Nacional de Arqueología, Historia y Antropología, año en que Justo Sierra reconstituye la Universidad Nacional de México a partir de las escuelas de enseñanza superior establecidas durante el gobierno de Juárez y la recién creada Facultad de Altos Estudios, en la cual se realizaban estudios especializados en distintas áreas científicas.

En 1915, los centros que se dedicaban al estudio de las ciencias naturales (el Instituto Médico Nacional, el Museo Nacional de Historia Natural, la Comisión de Exploración Biológica y el Museo de Tacubaya) se fusionaron para crear la Dirección de Estudios Biológicos. En 1921 se establece, en la Secretaría de Agricultura y Fomento, la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos. En 1924 se reinauguró, en la ex hacienda de Chapingo, la Nueva Escuela Nacional de Agricultura, con reformas radicales a sus planes de estudios.

En el año siguiente, la Facultad de Altos Estudios de la Universidad Nacional de México se convirtió en la Facultad de Filosofía, en la cual se prosiguió con la enseñanza científica hasta 1930, cuando se constituye la Sección de Ciencias, que en 1935 dio origen a las facultades de Ciencias Físicas y Matemáticas, y de Ciencias Médicas y Biológicas, las cuales se unificaron en 1939, con excepción de las ciencias médicas, en la Facultad de Ciencias.

En 1929, con el decreto de la autonomía universitaria, el Observatorio Astronómico, el Instituto Geológico y el Servicio Sismológico Nacional pasaron a formar parte, junto con otras instituciones, de la Universidad Nacional Autónoma de México, al igual que la Dirección de Estudios Biológicos que se trasladó al Instituto de Biología. En el año de 1934 se fundó el Instituto Biotécnico, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Fomento, para atender las investigaciones relacionadas con la agricultura, ganadería, explotaciones forestales y actividades pesqueras, aunque su estructura y denominación cambió en 1940, al crearse el Instituto de Investigaciones Pecuarias.

En la administración del presidente Lázaro Cárdenas, se vio la necesidad de crear un organismo que ordenara las instituciones que realizaban actividades científicas y de enseñanza superior, por lo que en 1935 se creó, por decreto presidencial, el Consejo Nacional de Educación Superior y de la Investigación Científica (CONESIC), el catalizador para la cimentación de la construcción de un

Sistema Nacional de Ciencia. A partir del CONESIC, en 1936 se fundó el Instituto Politécnico Nacional, en 1938 El Colegio de México, y en 1939 se creó el Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales, primera institución en México dedicada a la investigación científica en materia de salud pública.

En 1942 la CONESIC fue sustituida por la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC)⁴⁵, que supervisaba la fundación del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, cuyo trabajo sobre mejoramiento genético del maíz y el trigo conduciría a la famosa Revolución Verde de los años sesenta. Posteriormente, en 1946 se creó el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas, en 1947 el Instituto de Investigaciones Agrícolas y en 1948 los Laboratorios de Fomento Industrial.

En 1959 se constituyó la Academia de la Investigación Científica, con el fin de promover la investigación y la difusión de la ciencia en México. En la década de los sesentas el Estado continuó la institucionalización de la investigación científica, creando el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, así como el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y del Trigo. Para fortalecer las áreas pecuaria y forestal se crea en 1965 el Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, ese mismo año, para impulsar la investigación en el ramo energético, se funda el Instituto Mexicano del Petróleo y el Instituto Nacional de Energía Nuclear. Estas últimas instituciones se mencionan porque son ellas en las que se da una mayor recepción de las nuevas ideas darwinianas en la investigación científica mexicana.

3.2.- Las instituciones de investigación biológica mexicana

3.2.1.- El Instituto de Biología de la UNAM

El Instituto de Biología IBUNAM, se fundó en 1929, le sucedió a la Dirección de Estudios Biológicos (DEB), la cual fue creada en octubre de 1915 por disposición del presidente Venustiano Carranza.

⁴⁵ En el año de 1950 la CICIC fue sustituida por el Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC) con el objetivo de promover a nivel nacional la coordinación y el desarrollo de la investigación científica, así como el de formar una masa crítica de investigadores y fungir como órgano de consulta del poder ejecutivo federal en materia de ciencia. Este nuevo órgano rector impulsa en 1958, con la representación de 11 universidades y 12 institutos, la fundación de la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUIES), con la finalidad de unificar y coordinar los esfuerzos en materia de desarrollo y superación de la educación superior.

Alfonso Luis Herrera fue nombrado su director. Esta fue una dependencia de la Secretaría de Agricultura y Fomento y agrupó entre otros organismos al Museo Nacional de Historia Natural, el Museo de Tacubaya y el Instituto Médico Nacional, del cual ocupó sus instalaciones. La DEB se creó con el fin de "tomar a su cargo, tanto en el campo como en el laboratorio, el estudio y la investigación de la flora y la fauna, para conocerlas en su conjunto y en sus detalles, para clasificar especies y para aprovechar sus productos en beneficio de la nación y sus habitantes" (Rouaix, 1942, citado en: Argueta y colab., 2003:246).



Fig. 6. La Dirección de Estudios Biológicos de la UNAM

La DEB nació con los siguientes propósitos:

- a) Consolidar los "museos" existentes, donde se instaló un museo biológico cuya base fue el Museo de la Comisión Geográfico-Exploradora y el Museo de Historia Natural.
- b) Organizar el Instituto de Biología General y Médico en que se transformó el Instituto Médico Nacional.
- c) Crear el Jardín Botánico, Parque Zoológico y Estación de Biología Marina del Golfo.

El objetivo de esta institución era realizar investigación aplicada; sin embargo, catorce años después de su creación la DEB desaparece y da lugar al IBUNAM. El argumento fue crear una institución que llevara una línea de investigación aplicada⁴⁶. Argueta, Noguera y Ruiz (2003:246) mencionan que ambas instituciones tenían como prioridad los estudios aplicados, por lo que el argumento para realizar esta sustitución no tiene fundamento y se explica mejor si se toma en cuenta la disputa que existía por el control de las instituciones.



Fig.7. El IB UNAM en la Casa del Lago

El IBUNAM inauguró sus actividades en la Casa del Lago, en el Bosque de Chapultepec, con un pequeño grupo de investigadores adscritos a las secciones de Botánica (el Herbario contenía una colección de plantas heredada de varias dependencias gubernamentales), Consultas (dedicada a contestar preguntas de las

⁴⁶ Cabe mencionar que la sustitución de la DEB por el IBUNAM implicó un cambio en la línea de investigación dirigida desde la dirección, abandonando la posibilidad de realizar estudios biológicos

Secretarías de Estado sobre plantas y animales), Zoología (con varios laboratorios, dedicados a estudiar algunas plagas, insectos o algún otro organismo animal), Farmacología y Química, Helminología, Histología, Hidrobiología y Vertebrados. Además, se mantuvo funcionando el Museo de Historia Natural, conocido como "Museo del Chopo".

A fines de 1940, el IBUNAM estructuró la institución en dos departamentos: Botánica, que incluyó las secciones de Criptogamia⁴⁷, y la de Fanerogamia⁴⁸, y el Departamento de Zoología, formado por las áreas de Entomología, Helminología, Herpetología, Hidrobiología, Ictiología, Mastozoología, Paleontología y Ornitología.

A fines de la década de 1950, el Instituto de Biología experimentó un cambio radical tanto por la construcción de Ciudad Universitaria como por la designación de investigadores de tiempo completo. La concentración de los Institutos y Facultades en el campus favoreció la interacción entre la investigación y la enseñanza de la Biología, propiciando un acercamiento entre los alumnos del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias y sus maestros, casi todos fundadores de la misma e investigadores del Instituto de Biología.

En 1965 inició su expansión con la incorporación del Jardín Botánico. El mismo año, el Museo de Historia Natural, que no tuvo cabida en Ciudad Universitaria, se cerró al público. El Instituto de Biología experimentó el mayor crecimiento de su historia entre 1967 y 1972, cuando se creó el Departamento de Ciencias del Mar y Limnología y el de Bioquímica se transformó en el de Biología Experimental. En 1972, se trasladó a un edificio donde la UNAM concentró los Institutos (Valdés, 1990).

La publicación del Instituto de Biología fue la revista *Los Anales del Instituto de Biología* de la Universidad Nacional Autónoma de México, que se publicó por primera vez en 1930, un año después de la fundación del Instituto de Biología. Durante las primeras décadas, los *Anales del IBUNAM* constituyeron uno de los foros preferenciales para la publicación de las investigaciones de los miembros del personal académico del Instituto de Biología. El trabajo editorial de biólogos destacados como José de Lille, Silvio Ibarra Cabrera y más tarde Roberto Lamas, Enrique Rioja, Amelia Samano Bishop, Faustino Miranda, Leonila Vázquez y Teófilo Herrera, hicieron que la revista ganara reputación

⁴⁷ Estudio e investigación acerca de bacterias, levaduras fermentadas, hongos, líquenes, hepáticas, musgos y helechos.

⁴⁸ Estudio de las plantas con semillas y tenía a su cargo el Herbario Nacional, que en la década de los 1930 contaba con 60,000 ejemplares.

y paulatinamente se convirtiera en un medio para difundir los trabajos de investigación con diversos orígenes, nacionales y extranjeros⁴⁹.

Al realizar un análisis del material bibliográfico publicado en los Anales del Instituto de Biología, se puede decir que fue (y sigue siendo) una instancia de investigación donde se realizaban un número muy importante de estudios taxonómicos, por lo que desde su inicio se abrieron nuevas líneas de investigación en el área Botánica⁵⁰ y zoológica⁵¹. Además también se abrió un área de Histología y un laboratorio de Bioquímica, y al llegar Faustino Miranda y Enrique Rioja al Instituto, se abrió una nueva área, la de Biología Marina. También en los Anales del Instituto de Biología, presentaba en sus inicios, algunos trabajos de síntesis de conocimientos biológicos, monografías científicas, revisiones de libros y artículos, sinopsis y catálogos, así como de efemérides y reconocimientos a profesores distinguidos del Instituto, así como de actividades relevantes hechas en los editores y algunos de los científicos que colaboraban en la revista.

Otras áreas también importantes en los Anales, las de Neurología e Histología (áreas impulsadas por Isaac Ochoterena⁵²). Una tendencia de los materiales bibliográficos publicados desde su inicio hasta 1960, contenidos en los Anales es la importancia que se da a al estudio de diversos taxones y la descripción muy detallada del área de estudio de dichos taxones, así como los métodos empleados y las disciplinas relacionadas o tratadas en cada artículo se enfatizan la descripción de nuevos taxones, o el registro nuevas distribuciones geográficas organismos, haciendo mención el uso de las claves taxonómicas, patrones de distribución, clasificaciones, tipos de faunas y muchos artículos hacen precisiones sobre nomenclatura taxonómica en ese momento.

⁴⁹ En 1967, los *Anales* se dividieron en cuatro series: Botánica, Zoología Experimental y Ciencias del Mar y Limnología⁴⁹, reflejando las diferentes líneas de investigación del Instituto. El cuerpo editorial estuvo formado por Rafael Martín del Campo, Ambrosio González, Agustín Ayala Castañares, Eduardo Caballero y Caballero, María Elena Caso, Fernando Marroquín y Ramón Riba. En una reestructuración de la revista para lograr un órgano de difusión publicado en México, que contara con el reconocimiento de los principales organismos internacionales, a 75 años de su publicación original, los *Anales del IBUNAM*, la revista se renovó fusionándose las series Botánica y Zoología, cambiándose además de nombre, formato y la estructura del comité editorial. La *Revista Mexicana de Biodiversidad* es entonces, con su nuevo nombre, la continuación de esos 75 años de tradición en divulgación de investigación en ciencias biológicas.

⁵⁰ Tales como la Criptogamia distinguiéndose investigadores como Eduardo Caballero, Gastón Guzmán; y la Fanerogamia, aquí sobresalen algunos artículos de Helia Bravo, Eizi Matuda y Maximino Martínez, por mencionar algunos investigadores del área;

⁵¹ Se abrieron las áreas de entomología, helmintología, ictiología, herpetología, ornitología, mastozoología, hidrobiología y paleontología, se enriquecieron las colecciones biológicas del instituto

⁵² Es importante mencionar que en la revisión bibliográfica realizada en este trabajo, se encontró un folleto de Ochoterena referente a la evolución titulado "Algunos conceptos fundamentales acerca de la evolución de los seres vivos", que corresponde a una conferencia que dio Ochoterena en la Universidad Central de Madrid, otra más llamada "La evolución del hombre" y "Lineamientos generales que orientan la enseñanza de la vida", que considero que tiene estos un carácter biológico y metodológico muy general de cómo hacer biología en ese momento.

Es importante mencionar una característica en la mayoría de los artículos de los Anales es la importancia que se le da al estudio de caracteres morfológicos de las especies analizadas, después los caracteres microscópicos, los bioquímicos y los poco abordados son los caracteres genéticos, etológicos e histológicos. Un aspecto que resalta en los artículos publicados durante 1940-1960 en los Anales es que son muy escasas los artículos que abordan aspectos evolutivos, así como de los conceptos darwinianos que en este periodo estaban en boga gracias al surgimiento de la Teoría Sintética, al menos hasta el año de 1960. Sería importante analizar años posteriores para ver si esta tendencia se conserva o cambia el enfoque de las publicaciones hechas en los Anales.

3.2.2.- La Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional

En el Instituto Politécnico Nacional se creó en 1938 la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), que fue el producto de diversos procesos de cambio en las estrategias y políticas educativas de México, que tuvieron lugar décadas entre los años 1920 y 1930, cuando la formación de biólogos y profesionales de las ciencias biológicas, particularmente con especialidad en Parasitología y Bacteriología⁵³ cobró importancia.

En julio de 1933, cuando Vicente Lombardo Toledano era el director de la Escuela Nacional Preparatoria, se formó una comisión integrada por Pedro Lille Borja, Marcelino García Junco, Leopoldo Ancona Hernández, Demetrio Sokoloff y Diódoro Antúnez Echegaray, con el fin de formular un proyecto para la creación de una nueva carrera profesional, en la que se formarían los futuros técnicos en el área de Bacteriología y Parasitología. Posteriormente se fusionaron a esta área las carreras de Botánico, Zoólogo e Hidrobiólogo para dar lugar a la carrera de Biólogo.

Quedaron al frente de la Escuela el maestro Diódoro Antúnez y el Dr. Manuel Maldonado Koerdell, quienes propusieron y lograron la denominación de Escuela Nacional de Ciencias Biológicas el 01 de septiembre de 1938. De esta forma se convirtió en la institución de educación superior más importante para la formación de biólogos con una nueva filosofía en la que la enseñanza se ligaba a la

⁵³ Estas disciplinas estuvieron unidas a la formación y preparación de médicos y veterinarios, y en menor grado a los agrónomos, ya que en México existían graves problemas parasitarios, tanto en el humano como en el ganado y la agricultura. De este modo, se impulsó la formación de profesionales de las ciencias biológicas que pudieran incidir en los problemas sociales del país.

investigación científica⁵⁴. La Escuela Nacional de Ciencias Biológicas se convirtió en uno de los centros más importantes de investigación del Politécnico⁵⁵. Algunas de las áreas de conocimiento que más se desarrollaron fueron la Bioquímica y la Entomología, además de que se incrementaron las investigaciones con relación a la Tecnología de Alimentos (Antúnez, D.; Maldonado M., 1940).

La Escuela Nacional de Ciencias Biológicas se vio favorecida en la investigación científica entre los años 1938-1940 debido a la guerra civil española. Los científicos españoles que emigraron a México iniciaron sus investigaciones dentro de nuestro país y en la misma escuela. Las áreas más favorecidas fueron la Biología y en especial la Zoología. Entre los científicos que llegaron a la ENCB que se pueden mencionar son Cándido Bolívar y Pieltáin (1897-1976), Federico Bonet (1906-1980), Manuel Isaac Costero (1903-1979), Dionisio Nieto, Bibiano Osorio Tafall (1902-1990), Carlos Velo (1909-1988), Dionisio Peláez (1915-1998), Modesto Bargalló, a quién se debe más del 80% de las contribuciones que la ENCB ha hecho a la Historia de la Ciencias.

La ENCB se convirtió en uno de los centros más importantes de la Investigación del Politécnico. Algunas de las áreas del conocimiento que se desarrollaron fueron la Bioquímica y Entomología, además de que se incrementaron las investigaciones con relación a la tecnología de alimentos. La investigación en Microbiología se refugiaba en tres principales instituciones: i) Instituto Nacional de Higiene, que inició su decadencia al crearse el Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales (ISET) y el Instituto de Estudios Biomédicos del Hospital General. En los dos primeros, los dos científicos más activos eran el Dr. José Zosaya y el Dr. Gerardo Varela, ambos profesores de la ENCB.

⁵⁴ Todo esto y otros factores, así como cambios sociales del país, causaron nuevas modificaciones en la estructura de la ENCB. En 1943 desaparecieron dos carreras, la de Antropólogo Social y la de Dietólogo Higienista. En cambio se incorporan dos subprofesionales: Farmacéutico y Enfermera Rural y dos profesionales: Biólogo y Químico Farmacéutico. En 1945 se separó la carrera de Médico Rural, que al alcanzar un desarrollo considerable, se independiza y forma la actual Escuela Superior de Medicina. En 1950 se unen las carreras de Biólogo y Entomólogo y poco después desaparece la de Farmacéutico.

⁵⁵ La ENCB, con el transcurso de los años se consolidó e hizo importantes aportes para el desarrollo científico del país, entre los cuales son:

- a) El desarrollo investigaciones en diferentes campos de la Biología que no se habían explorado.
- b) La creación de diversas revistas de publicación con el objetivo de publicar los resultados obtenidos.
- c) Establecer un canje con otras instituciones del mundo que estuvieran trabajando en los mismos temas o campos de investigación.
- d) Contribuir al desarrollo del conocimiento científico por medio de trabajos originales, que fueron realizados preferentemente, aunque no de manera exclusiva, por investigadores que formaban parte del cuerpo docente de la institución.
- e) En sus primeros volúmenes las publicaciones fueron de muy diversas áreas, entre las que se pueden mencionar la Microbiología, Bioquímica, Química, Fisiología, Botánica, Zoología y Geología. Esto al parecer, hacía que los Anales de la ENCB fuera una revista que no cubría los estándares internacionales de calidad; por ello, a partir del volumen doce publicado en 1963, los Anales se dedicaron sólo a publicar contribuciones en Botánica y Zoología, principalmente sobre aspectos ecológicos, sistemáticos y biogeográficos.

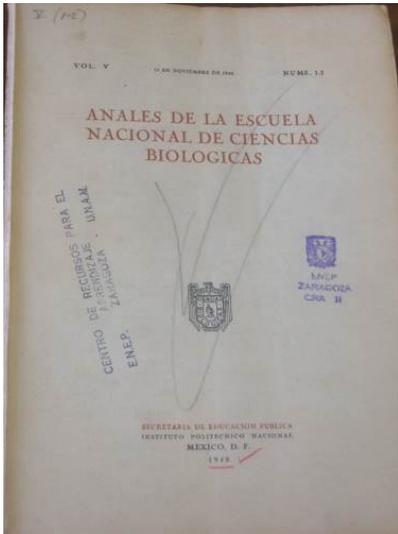


Fig. 8. La revista Anales de la ENCB del IPN

Dentro de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas se realizaban investigaciones en diferentes campos de la Biología⁵⁶. Fue por ello que surgió la necesidad de publicar los resultados obtenidos en las diferentes ramas de la investigación. Es así como se inicia en 1938 la primera edición de la revista Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Los fundadores de ésta fueron Manuel Maldonado Koerdell y Alfonso Dampf, quién fue también su director. El objetivo de la revista fue servir como órgano de difusión de los resultados en las investigaciones realizadas por el personal que laboraba en la escuela. Uno de los propósitos principales de las revistas fue establecer un canje con otras instituciones del mundo que estuvieran trabajando en los mismos temas o campos de investigación.

Un gran logro de los fundadores fue mantener por doce años continuos la publicación de la revista: Durante este tiempo se consiguió la publicación de seis volúmenes y doce números. En la década de los años cincuenta se abandonó un poco la publicación de la revista debido a reducciones presupuestales. Un personaje muy importante en la ENCB y en las publicaciones de los *Anales de la ENCB* fue Federico Bonet⁵⁷, quién se incorporó como profesor de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, trabajó en la renovación de los planes de estudio de la carrera de Ciencias Biológicas, incorporando a ella la cátedra de Zoología, de la que se hizo cargo desde entonces. En 1941, Bonet estableció en la ENCB el primer Laboratorio de Zoología que dirigió entre el período comprendido entre 1945 y 1962.

A la muerte de Federico Bonet, lo sustituyó en la dirección de la revista Isabel Bassols, quién quedó al frente de la revista desde 1981 hasta su muerte. En ese tiempo se logró la publicación de quince volúmenes. Después de la muerte de Bassols, la revista quedó a cargo de Fernando de la Jara Alcocer (Gayosso, 2008:45-48).

En el análisis de los artículos publicados por los *Anales de la ENCB* se puede mencionar que inicia con una organización muy semejante a la de los Anales de Instituto de Biología, donde se da una gran

⁵⁶ La investigación en la ENCB se diversificó incorporando áreas tales como la Microbiología Agrícola e Industrial, Microbiología General y Médica, Micología, Bioquímica Microbiana, Ecología Microbiana, Enzimas Microbianas, Inmunología, Morfología, Fisiología, Biofísica, Bioquímica, Química, Farmacia, Ciencia y Tecnología en Alimentos. También se estudiaron las áreas de Fisiología, Botánica, Zoología y Geología.

⁵⁷ Bonet fue el profesor encargado de impartir la asignatura "variación y evolución". A este respecto cabe citarle como autor de un pequeño artículo en la revista del exilio, Ciencia, dedicado a celebrar "un siglo de darwinismo".

importancia a las contribuciones hechas por sus investigadores, en su mayoría de carácter científico y de diversas áreas entre las que se pueden mencionar la Bioquímica, Química, Botánica, Zoología, Geografía. Debido a esto, los estándares internacionales de calidad no eran cubiertos por los Anales, por lo que en 1963 sólo se dedicaron a publicar contribuciones en Botánica y Zoología, principalmente sobre aspectos ecológicos, sistemáticos y biogeográficos.

Con respecto a estudios realizados en la ENCB del IPN, al igual que en el IB UNAM en sus primeros 10 años, abundan las descripciones e inventarios de la diversidad biológica de nuestro país. Mientras que en Europa y Norteamérica estaba a discusión la teoría de la evolución y se estaba gestando la Teoría Sintética, los científicos mexicanos que publicaban en los *Anales de la ENCB* mostraban que se mantenían al tanto de estos debates, e iniciaron la divulgación de conceptos tales como genética, genes, herencia, variación, adaptación, selección natural, entre otros en su trabajo diario.

Personajes como Manuel Maldonado Koerdell, Bibiano Osorio Tafall con sus trabajos en genética principalmente, Enrique Rioja, Federico Bonet, Cándido Bolívar y Pieltáin, así como Demetrio Sokoloff, Alfonso Dampf quienes eran expertos en temas biológicos y genéticos aplicados a la biología, ideas que plasmaron en los artículos publicados en los Anales, demostrando con ello que conocían y tenían su propia visión de estas teorías, divulgando algunas ideas al respecto, tal es el caso de Enrique Rioja, el cual impartía la materia de evolución en la ENCB. Cándido Bolívar y Federico Bonet, que hicieron lo propio en el área entomológica, médica y genética.

3.2.3.- El exilio español y su importancia en la biología mexicana

Mencionar el exilio español es hablar del aporte no solo de su cultura, sino también de la cultura europea (específicamente de países como Alemania, Francia, Gran Bretaña o Italia). La lectura de las teorías de vanguardia europeas realizadas desde la óptica española fue una de las características de una buena parte de las aportaciones de los exiliados. Otro aporte importante de los científicos exiliados españoles fue el favorecimiento del proceso de maduración de la ciencia mexicana, ya que su llegada coincidió con un momento en que la ciencia mexicana se estaba estructurando, dejando atrás el modelo de ciencia porfirista y las nuevas instituciones posrevolucionarias necesitaban científicos para cubrir sus puestos, con nuevas y originales propuestas de investigación.

Dosil Mancilla (2009:161) menciona que “esos puestos eran espacios institucionales poco rígidos y en fase de exploración, idóneos para los científicos españoles, que constituían “el núcleo fundamental de una élite intelectual” que unos años antes había emprendido como un proyecto de modernización científica la sociedad española”.

Los exiliados no sólo introdujeron conocimientos, sino que también trasplantaron las complejas redes culturales (nacionales e internacionales) que habían ido alimentando durante algunas décadas con viajes al extranjero apoyados por la Junta para Ampliación de Estudios (JAE). Al emigrar, algunas redes científicas del exilio desaparecieron, otras buscaron nuevos cauces, entraron en juego redes latinoamericanas ya establecidas y crearon espontáneamente otras nuevas para mantener comunicados a los profesionales españoles en el exilio. Todo este esfuerzo se conjuntó en un proyecto muy importante, la Revista *Ciencia* editada por los exiliados durante más de 30 años (desde 1940 hasta 1975). Este proyecto no puede ser entendido sin este intrincado universo de redes que confirieron a esta publicación periódica de carácter cosmopolita, ya que en ella participaron científicos de casi todo el mundo (Argueta Prado, 2010:99)

Al respecto, Dosil Mancilla (2009:162) refuerza esta idea mencionando que “con la llegada de los científicos exiliados se enriqueció notablemente, la vascularización de la ciencia mexicana”. También habla de la socialización científica mexicana, los científicos mexicanos y españoles coincidían en la opinión de que la investigación científica debería servir para mejorar las condiciones de vida de la sociedad, y al converger la ciencia posrevolucionaria mexicana y la república española, se proporcionó a los científicos de ambos países un lenguaje común que permitió un diálogo productivo que hizo posible una buena integración que aportó a la ciencia mexicana nuevas ideas y energía para consolidar el proyecto de nación emanado de los procesos revolucionarios; y a los científicos españoles la culminación del ideario republicano que los lanzó al exilio, al permitirles asumir como propios los desafíos sociales y culturales de la Revolución Mexicana.

La revista *Ciencia* fue el órgano de difusión del exilio español en México, fue fundada en marzo de 1940, su objetivo fue divulgar las ciencias físico-naturales y matemáticas; así como para crear un foro de debate que permitiera el acercamiento del mundo científico internacional. En cuanto a su estructura, comprende varias secciones:

- i) **La ciencia moderna:** Era dedicada a artículos especializados de actualidad.
- ii) **Comunicaciones originales:** Con una especial atención a la novedad.

- iii) **Noticias:** estaba centrada en la vida universitaria internacional, particularmente del mundo hispanoparlante.
- iv) **Ciencia Aplicada:** Enfocada hacia la aplicación de la ciencia a problemas de diversa índole.
- v) **Miscelánea:** Sección reservada a la información académica y científica general (organización y reglamentación educativas, expediciones, etcétera).
- vi) **Libros nuevos.**
- vii) **Revista de revistas:** ambas secciones estaban dedicadas a reseñas de publicaciones recientes, tanto divulgativas como especializadas.



Fig. 9. Portada de la Revista Ciencia del exilio español

Uno de los ámbitos que la revista siguió de cerca fue el de la genética, disciplina que fue estudiada de manera muy amplia en España, aunque en México presentó solo algunas reseñas de estos trabajos y pocos artículos. La introducción inicial de esta disciplina científica data de los años 1920 y tuvo lugar por tres frentes principales: el de la Biología experimental, el de la Agricultura y el de la Veterinaria. Evidentemente médicos, psiquiatras y otros profesionales de la ciencia también se hicieron eco de los nuevos descubrimientos genéticos, pero en esas áreas su desarrollo no alcanzó la misma envergadura que en las antes mencionadas. Cuando la Guerra Civil estalló, algunos de los

investigadores implicados en el desarrollo de la Genética en España se exiliaron en México.

3.2.4.- La Escuela Nacional de Agricultura

Al iniciar 1920, en el campo de la agronomía en el mundo no existían textos dedicados a explicar las teorías de la herencia y su relación con la variación y adaptación de especies, a excepción de los textos de Nonidez que aparecieron en 1922 y 1923. En general, no fueron muchas las contribuciones teóricas de este colectivo, pero siguiendo los proyectos de mejora de plantas que se realizaron durante esos años, existió una introducción de los conceptos genéticos básicos, acompañados de los métodos de obtención de líneas puras como lo explicitaba Wilhelm Johannsen y más tarde, la aplicación de las técnicas de creación de híbridos, tanto simples, como dobles y múltiples. Por estos ejemplos, se puede afirmar que los ingenieros agrónomos exiliados, al igual que los veterinarios,

tuvieron una sólida formación en el área de la Genética Básica, lo que explica el papel que jugaron ingenieros como José Luis de la Loma y Edmundo Taboada en la investigación biológica mexicana, así como la formación de las primeras cátedras de genética que en su mayoría fueron ocupadas por agrónomos (Barahona y col., 2003).



Fig. 10. La Escuela Nacional de Agricultura

Fue en la Escuela Nacional de Agricultura donde por primera vez en México se ofrecieron cursos relacionados con la conservación de recursos naturales sobre bases científicas. Estos cursos fueron "Zoología Citogenética" e "Hidrobiología" y fueron establecidos en 1934 y se ofrecieron en los últimos años de la especialidad de Bosques; pero al transcurrir el tiempo, estos cursos se perdieron dentro de la especialidad.

Mientras, a nivel mundial surgieron muchos intereses de incrementar las producciones agrícolas en diferentes partes del mundo. Aunque las técnicas de mejoramiento vegetal no se vieron modificadas, el mendelismo proveyó el marco conceptual para el manejo más adecuado y "científico" del mejoramiento de las especies.

Gracias a su introducción, se empezaron a modificar las ideas y los objetivos de los mejoradores. En México, por el gran impulso gubernamental, las técnicas de mejoramiento genético fueron introducidas debido a la crisis de la agricultura en la época posrevolucionaria. La investigación agrícola en México y la creación de instituciones para ello fueron coordinadas e impulsadas por el gobierno a partir de los años 1920 (Gaona, 2001:26). En este periodo se formó la Escuela Nacional de Agricultura en Chapingo, que fue el bastión más importante en la formación de agrónomos y en la difusión de la genética en la agricultura⁵⁸.

Durante las primeras dos décadas del siglo XX, los estudios de endocría y cruce de especies vegetales y animales no tuvieron el impacto esperado. Para 1930, al demostrarse la diferencia entre las

⁵⁸ Edmundo Taboada muy importante en la consolidación de las prácticas de mejoramiento vegetal y de la docencia de la genética en la agricultura. Ante la necesidad de proveer a los agricultores que manejaban los ejidos y que tenían escasos recursos económicos. Taboada y su escuela se dedicaron por cerca de cuarenta años al mejoramiento por hibridación de las semillas más importantes para la alimentación mexicana: el maíz, trigo y arroz; y otras de importancia económica como el hule o goma.

variedades naturales y las mejoradas genéticamente, la fitotecnia adquirió un gran impulso y el gobierno y las universidades estuvieron dispuestos a financiarlas. Aunque en esa época en México no se hizo investigación en genética clásica, si se introdujo la parte más aplicada de la genética; la fitotecnia; los investigadores mexicanos poseían los conocimientos de la genética necesarios para estudiar y entender los mecanismos por medio de los cuales se podían producir plantas mejoradas.

Los presidentes mexicanos postcardenistas desarrollaron una política agrícola diferente a la que se desarrolló durante los años 1920 y 1930. A partir de 1940, el gobierno mexicano implementó programas agrícolas de gran alcance con el propósito fundamental de modernizar el campo y de convertir a la agricultura en una profesión más productiva. De esta forma, la Fundación Rockefeller⁵⁹, que desde 1940 expandió sus intereses en América Latina debido en parte a la interrupción de las relaciones entre Estados Unidos y Europa producida por la Segunda Guerra Mundial, implantó el Programa Agrícola Mexicano, que desembocó en la producción del trigo híbrido y la introducción de la llamada "Revolución Verde" (Gaona, 1998).

3.3.- Los conceptos, los personajes y las teorías manejadas en recepción de la teoría sintética en la comunidad científica mexicana de 1940-1960.

A fines del siglo XIX y principios del siglo XX en México, al igual que en otras partes del mundo, la cuestión sobre la herencia y aparición de la variación fue un asunto muy controvertido.

En esta época existían tres formas de estudiar los fenómenos relacionados con la herencia biológica, los estudios sobre los pedigrís⁶⁰, la selección masiva y la hibridación. El estudio de pedigrís era la forma más común de representar la pertenencia de una genealogía. Sin embargo, es a partir de la concepción de genealogía, no sólo como de árbol familiar, sino como de registro preciso de los

⁵⁹ La Fundación Rockefeller, a través de su Oficina de Estudios especiales, logró producir cerca de doce nuevas variedades de trigo comercial resistentes al chahuistle y la producción de grandes cantidades de maíz híbrido que eran repartidas entre los agricultores más ricos. Uno de los principales objetivos de la Fundación fue la educación científica y el apoyo a los jóvenes científicos tanto en las ciencias naturales como en la agricultura aplicada. A finales de 1960, la Fundación Rockefeller resultó muy importante en la creación de otros programas de investigación como el Instituto Internacional de Investigaciones sobre el arroz en Filipinas, el Instituto Internacional de agricultura Tropical en Nigeria, el Centro Internacional de Agricultura Tropical de Colombia y el centro Internacional de mejoramiento del maíz y trigo en México.

⁶⁰ Los estudios de pedigrí o de historias familiares fue una forma de estudiar en los siglos XVIII y XIX la permanencia o ausencia de ciertos rasgos o enfermedades en poblaciones humanas, para tratar de entender algunas características esenciales de los determinadores hereditarios. El estudio de los pedigrís o genealogías familiares proveyeron la base práctica sobre la cual se constituyó la noción de la herencia humana.

ancestros de un individuo, que el pedigrí se convirtió en un modelo científico que mostraba las generaciones ancestrales de la época (Barahona, 2009:6).

En el siglo XIX, la introducción de los pedigrís en los estudios médicos de la herencia, incluían el arreglo de la documentación, la determinación de las fuentes y la colección de archivos; esto permitió la reformulación del estudio de la herencia como doctrina científica, donde lo importante era reconstruir los aspectos sociales de la vida de los individuos (sus relaciones, identidades familiares, estatus social, etcétera). Las genealogías⁶¹ médicas requirieron, además de datos de las relaciones familiares, información clínica confiable y se constituyeron en el método más común para el estudio de las enfermedades hereditarias. Como se observa, la noción de herencia, vista y aplicada desde diversos enfoques, el médico, biológico y agronómico, es un aporte muy importante en el estudio las nuevas teorías y sobre todo en la introducción de la Genética en México a fines del siglo XIX y principios del XX⁶².

De acuerdo con Barahona (2009), existieron tres escuelas francesas que influyeron en el desarrollo de las ideas de la herencia en el ámbito científico mexicano. La primera de ellas fue representada por la filosofía positivista de Augusto Comte, que fue introducida en México por Gabino Barrera (1876), la cual dio un giro completo a los métodos de obtención del conocimiento al aplicar el método inductivo. Este método era utilizado ampliamente por los médicos de la época, los cuales privilegiaron la búsqueda, clasificación y análisis de los fenómenos "positivos" (aquellos que podían someterse al método experimental).

La segunda escuela fue el higienismo, representado por la microbiología y bacteriología iniciadas por Louis Pasteur (1860), lo que dio lugar a discusiones éticas acerca de los derechos de reproducción de los individuos con malformaciones o enfermedades congénitas; estas discusiones tuvieron una conexión estrecha con la Eugenesia y la herencia patológica en México. La tercera escuela fue el fisiologismo de Claude Bernard, que ayudó a entender la dinámica del organismo en su medio ambiente, reconociendo que las causas del bienestar del organismo son las mismas que provocan, al

⁶¹ Sin embargo, tal como lo menciona López Beltrán (2006), las representaciones genealógicas no eran herramientas usuales en el estudio de enfermedades hereditarias en el siglo XIX. Antes del uso de los pedigrís, la historia familiar de los pacientes se registraba en forma de narrativa, donde la reconstrucción histórica de una enfermedad era una práctica clínica y los detalles acerca de la salud de los padres o abuelos generalmente constituían las notas introductorias que no explicaban el caso, pero que eran parte importante de él. Este tipo de "conocimiento" genealógico, que servía de evaluación del paciente, proveía las bases de la práctica médica que se podría ver como el primer acercamiento al estudio de la herencia humana.

⁶² Barahona, 2009: 7

ser alteradas, la enfermedad. Con este cambio, se dio mayor énfasis al reduccionismo por encima del vitalismo en la explicación de los seres vivos.

3.4.- El concepto de herencia y la nueva teoría evolutiva en la comunidad científica mexicana

Las ideas evolucionistas aparecen de manera más clara a fines de 1870, las teorías de la herencia se apoyan en las leyes de la herencia, las cuales se refieren a dos tendencias en las que actúa la herencia sobre la evolución (por cierto de manera semejante a la que la entendían los médicos): a) La herencia conservadora, b) la herencia progresiva. En estas dos tendencias, sobre todo la herencia progresiva, el medio ambiente tiene también un papel preponderante.

Es importante mencionar que los principios genéticos generados en las diferentes áreas no modificaron la forma de hacer ciencia en México hasta después de 1940, a través de algunos programas agronómicos de mejoramiento vegetal y que respondían a necesidades económicas derivadas de las posturas políticas de los gobiernos mexicanos. Para ejemplificar lo anterior a continuación se analizan brevemente las ideas que sobre la herencia se tenían en México a fines del siglo XIX y principios del siglo XX, y cuáles eran las teorías, hipótesis o ideas que predominaban en las ciencias biológicas en México.

Cuando se introduce el fisiologismo y evolucionismo en la ciencia mexicana, sobre todo en el ámbito médico y biológico, la herencia es entendida como la transmisión de cualidades morales y físicas de padres a hijos, y se manifiesta principalmente a través de dos tendencias, comportamientos o leyes: una conservadora, que mantiene el tipo de la especie, y otra progresiva o acumulativa, ocasionada por los cambios ambientales y responsable de la evolución de la especie.

En el ámbito agronómico, la herencia fue entendida como un mecanismo de mejora en los vegetales y animales, por lo que la introducción de la genética en los programas de agricultura jugó un papel muy importante en los campos experimentales de la Secretaría de Agricultura y Fomento, así como en la Oficina de Campos Experimentales y el Instituto de Investigaciones Agrícolas.

Esta introducción fue impulsada más por motivos económicos y políticos que por el desarrollo en sí de la ciencia de la genética en México. Cuando se reabrió⁶³ la Escuela Nacional de Agricultura (1919-1920), una buena parte de la actividad científica y educativa se desarrolló en la dimensión agronómica. Después de que los agrónomos y maestros rurales impulsaron el reparto agrario, se perfiló la necesidad de avanzar en el terreno de la producción agrícola y mejorar las condiciones técnicas. En 1930, esta orientación apenas se vislumbraba como necesaria y en ese sentido los agrónomos fueron los verdaderos visionarios de las necesidades de la ciencia agrícola y de la producción rural (Gaona y col., 2001:26).

La genética en la agricultura se conocía en México desde finales de la década de 1920, e incluso es nombrada en el discurso político como ciencia impulsora del desarrollo, es hasta la década de 1940 cuando experimenta una gran expansión en México con el auspicio del gobierno mexicano y la Fundación Rockefeller.

Los primeros programas de investigación genética se iniciaron en el sexenio de Lázaro Cárdenas (1934-1940) bajo la dirección del Ingeniero Agrónomo Edmundo Taboada. La genética vegetal en México se desarrolló en dos vertientes: la que proviene de Edmundo Taboada y la introducida por la Fundación Rockefeller. Ambas perspectivas difirieron de acuerdo al estrato social del campesinado hacia el cual estaban dirigidas sus investigaciones, y de ahí que se enfocaran a resolver problemas distintos. Sin embargo, en cuanto a la utilización de la genética, ésta se limitó en ambos programas, principalmente a:

- i) La obtención de líneas puras de las variedades nativas.
- ii) La formación de nuevas variedades mediante hibridación.
- iii) El mejoramiento mediante hibridación de las variedades creadas.
- iv) De otras variedades nativas ya existentes o de variedades importadas.

De esta manera se puede ubicar como se introdujo la genética en México a través de los programas de mejoramiento vegetal. Aparentemente, el surgimiento de la genética en 1900, no tiene una repercusión inmediata en la comunidad médica y biológica. Esto no significa una falta de información, sino más bien que la "nueva ciencia" no ha sido aceptada como tal por los médicos mexicanos. Ya en

⁶³ La Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria se cerró en 1915 por la situación política del país. La Escuela de Veterinaria se reabrió en 1916, sin la parte de agricultura. Por iniciativa de un grupo de estudiantes de la generación 1909 y 1910 de San Jacinto, se creó el Ateneo Ceres el 22 de febrero de 1916 y continuó sus funciones hasta febrero de 1917, ex profeso para que quienes ya había cursado hasta el último grado de la carrera de Ingeniero Agrónomo y habían interrumpido sus estudios por la revolución, se pudieran graduar.

1904, Alfonso L. Herrera habla en su libro "*Nociones de Biología*", de las "leyes de Mendel" (no de las leyes de la herencia) y de las "leyes de De Vries", pero no las considera de manera independiente, sino dentro del campo de la evolución. Habla al respecto en el capítulo titulado "Hechos de la evolución; Segundo período de demostración". En este capítulo, Herrera trata de una manera muy somera las "Leyes de Mendel", pues sólo habla de la "ley de dominancia" incluyendo algunos ejemplos en la formación de híbridos y, dado el marco evolutivo que maneja, falta por completo la teoría cromosómica manejada en la época, que era la de Theodor Boveri y Walter Sutton⁶⁴.

En 1922, Isaac Ochoterena publica la primera edición otro texto de biología llamado "Tratado Elemental de Biología", donde en la 6ª edición (1942) incluye los capítulos: XIII que titula "Herencia" y el XIV, titulado "Leyes de Mendel" y el capítulo XV cuyo nombre es "Teoría para explicar la Herencia. Teoría Cromosómica". En el capítulo titulado "Herencia" define a ésta como "el fenómeno de la transmisión de caracteres morfológicos y cualidades fisiológicas de un ser a su descendencia", y recalca la interacción entre el material hereditario y el ambiente, al declarar que "lo que se hereda son tendencias, es decir, nada más que potencias, posibilidades de desarrollo [...], la capacidad de hacer algo determinado en condiciones determinadas [...]. Cada propiedad tiene una raíz doble: la constitución hereditaria y el medio ambiente" (Ochoterena, 1942:51-52).

Entre 1900 y 1942 existe una gran distancia, y sin embargo, aunque la Teoría de la Herencia ya ha sido elaborada con los descubrimientos en Citología principalmente, la definición de herencia no varía mucho de la proporcionada por los médicos de finales del siglo XIX. Al parecer, en el campo teórico, la visión acerca de la herencia no se modifica de manera sustancial en las primeras décadas del siglo XX ni dentro de la comunidad médica, así como tampoco entre la comunidad de biólogos que se encuentra en formación.

De manera formal, la introducción y desarrollo de la Genética en México, se divide en 3 grandes grupos: i) Genética Vegetal, ii) Genética Animal y iii) Genética Humana. Además de compartir los conceptos básicos, los descubrimientos y técnicas aplicadas en cada área en particular, pueden impulsar el desarrollo de otras. Es necesario comentar, que en el estudio de la Genética desde la perspectiva histórica, es un tema que ha sido poco abordado posiblemente esto se deba a que al ser un área aplicada, se le dé más preponderancia a la productividad y poca a los aspectos teóricos e

⁶⁴ La teoría cromosómica de Sutton y Boveri (1902) enuncia que los alelos mendelianos se localizan en los cromosomas. Esta teoría también se le llama la teoría cromosómica de la herencia, la cual permaneció controvertida hasta 1915, cuando Thomas H. Morgan logró que fuera universalmente aceptada después de sus estudios realizados con *Drosophila melanogaster*.

históricos de la disciplina. El proceso y desarrollo de Genética en México⁶⁵ ha sido muy general al señalar el camino por el cual se transitó de las primeras investigaciones en el campo de la Genética, primeramente, la Genética Vegetal, a áreas como la Genética Animal y la Genética Humana. Es importante mencionar que actualmente, todas las áreas de investigación relacionadas con la Genética (Citogenética, Bioquímica, Genética de Poblaciones, Genética Médica, Genética de Radiaciones entre otras), no pueden ser entendidas de manera aislada unas de otras (Barahona, 2009:59-65).

Mendel dio una explicación científica a los procesos empíricos de crianza y selección que el hombre había realizado durante siglos en animales y plantas; sin embargo, conforme se presentaron diversos avances científicos y tecnológicos. Las propuestas de Mendel tuvieron aplicaciones más directas iniciando por la agricultura a inicios del siglo XX cuando surgen el estudio y cruce de plantas híbridas más resistentes al ataque de otros organismos y con mayores cualidades nutrimentales. De tal forma que la primera rama de la Genética que se introdujo y desarrolló formalmente en nuestro país fue la vegetal, seguida décadas después por las investigaciones realizadas en el campo de la Citología practicada en microorganismos, insectos y animales antes de llegar a las investigaciones en el ser humano (Barahona; Piñero, 2002:7-10).

A comienzos del siglo XX, México experimentó un avance en distintas áreas del conocimiento, aun cuando para algunos autores, esto se debía a las demandas del sistema capitalista en expansión. En el régimen de Porfirio Díaz se auspició una gran cantidad de proyectos científicos⁶⁶, uno de los cuales se refería al mejoramiento de cultivos de grano, tales como el maíz en la Escuela Nacional de Agricultura (Barahona, 2003:76). Sin embargo, al estallar la revolución mexicana en 1910, se retrasaría la viabilidad de estos proyectos, trascurriendo casi tres décadas para ser puestos en práctica nuevamente, aunque ahora con otros parámetros.

En la década de los años 1920, ya se hablaba de mejoramiento vegetal de cultivos como el algodón, del estudio y mejora de variedades nuevas y más resistentes, de la catalogación de los híbridos y sus

⁶⁵ Resulta difícil establecer cuál es el campo de la Genética con mayor avances en la investigación; máxime las diferencias entre los organismos así como las limitantes existentes para la experimentación con unos y otros. No obstante, se puede afirmar que la Genética Vegetal fue la primera en ser desarrollada, ha servido como punta de lanza para la introducción, desarrollo y afianzamiento de este tipo de investigaciones en México. Siguiendo la historia de la Genética, es visible que cualquiera de sus vertientes cuenta con muy pocos registros sobre la forma en que esta fue institucionalizada como una disciplina; sin embargo, la Genética como una ciencia tiene sus raíces en las investigaciones realizadas por Gregor Mendel en la segunda mitad del siglo XIX, encaminadas a explicar la manera en que los caracteres de una especie eran heredados a su descendencia.

⁶⁶ Azuela (1996) en su obra "Tres sociedades científicas en el porfiriato", ofrece un análisis de las relaciones establecidas entre el régimen de Porfirio Díaz y las comunidades científicas; así como la manera en que se apoyó a diversas investigaciones cuyas aplicaciones eran de interés particular para el estado mexicano.

posibles usos, por lo que el Estado Mexicano intervino directamente en el financiamiento de proyectos de investigación y acuerdo de colaboración encaminados a lograr variedades de cultivos más productivos y resistentes a cambios climatológicos, así como a diferentes cepas de hongos. Durante la presidencia de Emilio Portes Gil (1928-1939), se hacía referencia a un programa de genética encaminado a un mejoramiento vegetal (Gaona, 1998:26-27).



Fig. 11. Edmundo Taboada
Ramírez

Edmundo Taboada Ramírez (1906-1983), fue "el primer técnico mexicano en agronomía que tuvo la oportunidad de hacer estudios de posgrado durante 1932 y 1933 en la Universidad de Cornell, New York, sobre Genética Vegetal, y en Universidad de Minnesota con el doctor E.C. Stackman, en Parasitología Vegetal" (INIA, 1985). Desde 1936 se incorporó a la ENA, donde fue uno de los primeros catedráticos de Genética Vegetal y Aplicada; así también Taboada fue el primer autor en escribir un libro de texto sobre Genética General titulado "Apuntes de genética", en donde explica de manera muy clara y precisa la Teoría Cromosómica de la Herencia y Las leyes de Mendel, como parte de las nuevas teorías de las ciencias naturales que imperaban en el mundo. (Taboada 1938).

Edmundo Taboada desarrolló un método experimental⁶⁷ basado en las leyes de la herencia y su mayor contribución fue la creación de una especie de maíz "estabilizado". A finales de los años 1940 se contaba con dos programas de mejoramiento del maíz, uno a cargo de Taboada y el otro a cargo de Eduardo Limón en la Estación Experimental de León, Guanajuato. El grupo encabezado por Taboada, que creó las especies de maíces estabilizados, compitieron favorablemente con los maíces híbridos, se formó y llevó a cabo sus investigaciones en los campos experimentales de la Secretaría de Agricultura, fundados en 1933. Este conjunto de campos se convirtió más tarde en el Departamento de Campos Experimentales (DCE), y hacia finales de los años cuarenta, en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) (Barahona y Gaona, 2001; Barahona, 2003:79, Barahona y Ayala, 2005:862).

⁶⁷ En la concepción de ciencia de Taboada, el experimento juega un papel crucial para el establecimiento de leyes empíricas y para poner a prueba las hipótesis, que debían ser rechazadas si no eran comprobadas por la evidencia empírica extraída de los experimentos. Para Taboada, la ciencia trataba de establecer leyes capaces de expresión matemática y progresaba en tanto mayor número de estas leyes naturales fueran demostrables. El avance de una ciencia, para Taboada, correspondía con el número de leyes establecidas con precisión suficiente para ser expresada en la forma de funciones algebraicas. Por ello el establecimiento de un método experimental en agronomía era necesario en tanto podía impulsar el carácter científico de esta disciplina en México. Para Taboada, la mejor manera de llevar a cabo trabajos experimentales, que por su diseño y precisión contribuyeran al avance de la Agronomía, consistía en experimentar en los laboratorios dotados de equipos especiales que se habían instalado en los campos agrícolas experimentales para obtener un control de todas las variables

A inicios de 1940 se formó otro grupo de investigadores mexicanos en agricultura integrados en el llamado Programa Agrícola Mexicano, mediante una colaboración entre el gobierno de nuestro país y la Fundación Rockefeller de Estados Unidos⁶⁸. El Programa Agrícola Mexicano se puso en marcha en 1943 con la finalidad principal de desarrollar investigación básica sobre métodos y materiales de utilidad para incrementar los cultivos básicos, y dar mayor énfasis a la formación y adiestramiento de profesionales.

En 1944 se fundó la Oficina de Estudios Especiales (OEE) que se dedicó al mejoramiento del maíz y el trigo, así como a la introducción de un paquete tecnológico de insumos y práctica, semillas mejoradas, fertilizantes químicos, insecticidas y herbicidas, y riego, elementos necesarios para explotar el rendimiento de nuevas variedades mejoradas genéticamente. Esta revolución en la producción agrícola fue exportada más tarde a otros países en desarrollo⁶⁹ (Fitzgerald 1994).

En 1960 ambos grupos se unieron para formar el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). En 1963 se creó el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo⁷⁰ (CIMMYT) en Texcoco, Estado de México, gracias al apoyo de la Fundación Rockefeller y de la Fundación Ford, y como producto de las investigaciones llevadas a cabo por la OEE y el INIA⁷¹ (Barahona, 2003, Barahona y Ayala, 2005:864).

En 1960 Alfonso León de Garay fundó el Programa de Genética y Radiobiología como parte de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (1956), cuyos principales objetivos fueron: 1) El estudio de los efectos de las radiaciones en la salud humana, 2) El estudio de diversos aspectos específicos del proceso hereditario, desde el nivel molecular hasta la genética de poblaciones (De Garay 1960). La primera cátedra en Genética se estableció en 1961 en la Facultad de Ciencias de la UNAM, como parte de las labores docentes del programa, misma que se extendió a otras universidades como la

⁶⁸ Comité enviado por la Fundación Rockefeller estuvo constituido por E.C. Stakman, jefe de la División de Fitopatología de la Universidad de Minnesota, Paul Mangelsdorf, director del Museo Botánico de la Universidad de Harvard, y Richard Bradfield, jefe del Departamento de Agronomía de la Universidad de Cornell.

⁶⁹ A diferencia del Programa de Mejoramiento del Maíz, el Programa de Mejoramiento de Trigo a cargo de Norman Borlaug, sí tuvo éxito en México. Borlaug fue galardonado por sus trabajos en trigo con el Premio Nobel de la Paz en 1970.

⁷⁰ El CIMMYT es un centro líder en innovación de maíz y trigo, y en el desarrollo de tecnología y conocimiento práctico tendientes a incrementar la productividad de los sistemas agrológicos y el desarrollo sustentable.

⁷¹ Su programa de investigación y la Revolución Verde que se desprende de él han significado un gran avance tecnológico y de mejoramiento genético para los países en desarrollo. El CIMMYT es considerado un modelo de asistencia técnica y de apoyo en la investigación, y forma parte del consorcio Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, por sus siglas en inglés), que provee apoyo y asistencia a las principales cosechas en todo el mundo.

Universidad Autónoma de Puebla en 1963. En 1966 se creó la Sociedad Mexicana de Genética que impulsó la consolidación de áreas tales como 1) Genética Humana, 2) Genética Molecular y 3) Genética de Poblaciones.

En 1972 se creó el Instituto Nacional de Energía Nuclear que en 1979 se convirtió en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), donde se desarrolló por primera vez, el área de Genética de Poblaciones de *Drosophila sp.* Uno de los proyectos más importantes del Programa de Genética y Radiobiología fue el que se realizó en el año de 1974 en colaboración con Theodosius Dobzhansky, denominado *Population Genetics of Mexican Drosophila*, que marcó el desarrollo de la Genética de Poblaciones dentro del programa en el ININ. Dobzhansky intentaba entender las bases ecológicas de la variación genética en las poblaciones naturales de *Drosophila pseudoobscura*, y la relación entre la cantidad de variación genética presente en las poblaciones y su tasa de evolución (Dobzhansky, 1975). Este programa se siguió trabajando con investigadores mexicanos tales como María Esther de la Rosa, Judith Guzmán Rincón, Olga Olvera y Víctor Manuel Salceda Sacanelles, quienes colaboraron con el grupo de Dobzhansky por varias décadas (Barahona y Ayala, 2005).

La investigación en genética de poblaciones en comunidades mestizas e indígenas usando marcadores genéticos, como isoenzimas y otras proteínas estructurales, comenzó entre los años 1960 y 1970 (De Garay 1963; Lisker 1981). La investigación genética médica en México se ligó principalmente a los centros de salud, en donde Antonio Velázquez (1986) y Rubén Lisker (1981) hicieron contribuciones muy importantes.

El primer centro mexicano para la investigación en genética humana fue la Unidad de Investigación de Genética Humana del IMSS, fundada en 1966, cuyas contribuciones más importantes fueron el desarrollo de nuevos métodos de bandeado cromosómico y los estudios sobre los efectos de la malnutrición en los cromosomas (Armendares, 1971). En 1968 se creó la Asociación Mexicana de Genética Humana, y el primer Programa de Posgrado en Genética Médica se estableció en 1969 en la Unidad de Investigación en Genética Humana del Hospital Pediátrico dependiente del Centro Médico Nacional del Instituto Mexicano del Seguro Social (Salamanca y Armendares, 1995). Esta área se ha desarrollado en diferentes instituciones y uno de los resultados de ello es que, en 2003, México fue el primer país latinoamericano en crear un Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN).

Por último, el área de la Biología Molecular fue desarrollada en México, principalmente en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) y en la Universidad Nacional Autónoma de

México (UNAM). En 1973 fue fundado el primer Departamento de Biología Molecular en el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, y posteriormente, debido al cada vez más rápido desarrollo de la Genética Molecular y sus aplicaciones en la Biotecnología, en 1982 se fundó el Centro de Investigaciones en Genética y Biotecnología en la UNAM, el cual se transformó en 1991 en el Instituto de Biotecnología, en donde se desarrollan diversas disciplinas relacionadas con Ingeniería Celular, Biología del Desarrollo, Biología Molecular de Plantas, así como la Microbiología y la Medicina Molecular, entre otras.

Tal como se muestra en los apartados anteriores, la genética, el concepto de herencia, cromosomas y genes, así como la difusión de las teorías biológicas y sus conceptos (variación, adaptación, extinción selección natural, especiación), tuvieron mucho que ver en la introducción de la Teoría Sintética en México, ya que el concepto de herencia fue el marco de referencia para entender el concepto darwiniano de evolución en la investigación biológica mexicana. Los debates que se dieron en la investigación biológica mexicana fueron enmarcadas en teorías tales como la Mutacionista y Cromosómica, y fueron discutidos los conceptos manejados por la escuela biométrica, sobre todo en la comunidad médica, agronómica y en el área de la eugenesia, cuestión que desafortunadamente en el área biológica fue menos introducida.

Cabe mencionar que este no fue el caso en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, donde los debates que se dieron en su investigación fueron alrededor de la nueva concepción de la teoría darwiniana (Teoría Sintética), cuestión que se plasma en su publicación, que se vio refrescada con la llegada del exilio español a México, se dio una mayor apertura a la discusión de esta nueva teoría que se gestó a partir de los años cuarenta del siglo XX. Esta aseveración se muestra en el siguiente capítulo, donde se muestran como fue la introducción de estas ideas en los ámbitos anteriormente señalados.

CAPÍTULO IV

La introducción de la Teoría Sintética en México en la investigación biológica mexicana (1940-1960)

De acuerdo con Argueta (2003:240), Ochoterena publicó algunos artículos donde muestra una postura darwinista al respecto en el Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos, esto se muestra en la traducción que hace de la obra "Los principios de la teoría de la mutación" de Hugo de Vries (1916), así como el artículo titulado *Comentarios a la teoría de la mutación*, publicado en el mismo tomo del Boletín, donde señala que "De Vries propone la posibilidad de las variaciones bruscas y sin transición, es decir, a saltos". Al respecto, Ochoterena (1916b:301) comenta: "Todas las observaciones de la distribución de plantas y animales y todas las experiencias de la anatomía experimental, demuestran que con mayor extensión y amplitud que los cambios por salto, debido ya a uno, o lo que es más probable a varios factores mal determinados aún, existen las pequeñas variaciones producidas por las causas lentas que, obrando de acuerdo con el tiempo, tienen su origen en la mutabilidad eterna del medio que rodea a los seres".

En ese momento, el propósito de Ochoterena fue marcar su diferencia de opinión con el mutacionismo y reafirmar su adhesión a la postura darwiniana referente a la influencia del medio; al gradualismo que ubica como lamarckiano-darwiniano de la siguiente forma: "La cuestión de los caracteres adquiridos esta, a nuestro juicio fuera de duda, ya que, como dice M. Edmond Perrier: "Quien dice evolución, dice adquisición de caracteres", con total resonancia spenceriana, y finalmente subraya, "Para terminar este trabajo, manifestaremos que hay otro punto en que los razonamientos del señor profesor De Vries no nos convencen; nos referimos a la exclusión absoluta de las variaciones lentas conforme las suponen y aceptan las teorías de Lamarck y Darwin". (Ochoterena, 1916b:301)

Cabe mencionar que algunos de los temas abordados por Ochoterena en esta etapa (tales como la traducción de la obra de De Vries y los estudios acerca de la obra de Lamarck), coinciden con los intereses de Alfonso L. Herrera, por lo que se puede pensar que aún no existía confrontación alguna entre ambos, más bien, existía una influencia teórica y fue posteriormente cuando ambos personajes se involucraron en una competencia académica, la cual representaba intereses distintos y concepciones discrepantes.

Cuando Ochoterena llega al nuevo Instituto de Biología de la UNAM (1929), junto con otros científicos de la época⁷², escriben el Programa de Trabajo del Instituto de Biología, En este programa señalaron que “no se consideraba necesario crear el área de estudios correspondiente a la Biología General o dedicar un espacio a los estudios del concepto de la vida y del origen de la misma”, bajo el argumento de lo que “requería el país eran producto de la ciencia aplicada y no de la Biología Teórica” (Ocaranza y col., 1929:1), contradiciendo con esto la idea con la cual se formó la Dirección de Estudios Biológicos, que era con la perspectiva de “tomar a su cargo tanto en el campo como en el laboratorio, el estudio y la investigación de la flora y la fauna, para conocerlas en su conjunto y en sus detalles, para clasificar sus detalles, sus especies y aprovechar sus productos en beneficio de la nación y de sus habitantes” (Rouaix, 1942:194), por lo que tuvo una orientación tanto teórica como aplicada, teniendo muchos aciertos por ejemplo en el levantamiento de inventarios y mapas florísticos y faunísticos estatales (Beltrán, 1953:463), el acrecentamiento del Herbario Nacional y el combate de plagas agrícolas, entre muchas otras actividades de difusión y comunicación de las ciencias biológicas.

Este nuevo perfil institucional del IB UNAM fue elaborado para desmarcarse de los trabajos de la DEB, lo que hizo que hubiera una baja permeabilidad y rechazo a los temas con los que la DEB fue creada y no se produjeran avances en dos de las cuestiones centrales de la Biología del siglo XX: El origen de la vida y la aceptación de las ideas darwinianas. El IB UNAM fue establecido con un sentido de investigación de la ciencia aplicada, que como lo mencionan Argueta (2003:246) “denota un absurdo total, que muestra que el propósito fue más una disputa por el control de instituciones que un cambio en los enfoques y las políticas de investigación”. Esto generó que el trabajo realizado por Herrera en las diferentes instituciones de investigación biológicas se eclipsara, dando paso al afianzamiento de Ochoterena en la Dirección del IB UNAM durante más de 15 años, favoreciendo que no se profundizara en los estudios de la biología general y el origen de la vida.

Lo más curioso de este caso es, que a pesar de sus posiciones políticas e institucionales, ambos tenían concepciones teóricas y posiciones académicas semejantes, por lo que se debe ahondar en las ideas en las que Ochoterena incursionó posteriormente. Entre 1946 y 1950, los textos de la octava y novena edición de la obra *Tratado Elemental de Biología*, son claves para entender este periodo, donde Ochoterena señala el avance del darwinismo, el neodarwinismo de Weismann, el mendelismo, el mutacionismo de Morgan, Bridge y Sturtevant, entre otros autores, pero no menciona a los principales representantes de la nueva teoría evolutiva, tales como Dobzhansky (1937), Mayr (1942),

⁷² Científicos tales como Fernando Ocaranza, M. Moctezuma y Santiago Morones.

Huxley (1942), Simpson (1944) y Rensch entre otros, que habían elaborado desde finales de 1930 textos e ideas acerca de la Síntesis Evolutiva, también conocida como Teoría Sintética.

Esto lleva a concluir que no sólo no introduce la Teoría Sintética, sino que divulga y recibe otras teorías tales como el michurinismo-lysenkismo (Argueta y col, 2003:250). Ochoterena explica que "los agrónomos y biólogos soviéticos han obtenido asombrosos resultados en los últimos años. [...]. Han llegado incluso a la obtención de especies nuevas hibridando las existentes por el procedimiento del injerto de plantas pertenecientes no sólo a diversas especies, sino a diversos géneros" (Ochoterena, 1950: 256).

Es evidente que argumenta sobre la misma base ideológica que se llamó "el darwinismo creador soviético", que se propuso combatir el socialdarwinismo del darwinismo, ya que afirmaba: "de una innegable trascendencia social son estas adquisiciones científicas, pues tienden a invalidar, en lo que a la humanidad se refiere, las conocidas ideas de Malthus, sobre las cuales Darwin basó su teoría de la lucha por la existencia, puesto que aumentan y mejoran la subsistencia del hombre (Argueta y col., 2003:257).

Evidencias de estas ideas las dan Argueta y col. (2003:251-257), donde explicitan una serie de conferencias dadas por Ochoterena en el Colegio Nacional en 1949, donde se muestra cómo introdujo estas ideas, y concluyen que fue "el primero en nuestro país en percibir la trascendencia de las investigaciones de los biólogos soviéticos en el campo de la genética, [...] quien estimó como notables e importantísimas las experiencias ideadas y realizadas por los investigadores de la Unión Soviética".

Lo anterior permite aseverar que existió un curioso caso de demarcación teórica donde en el IB UNAM se decide optar por un programa de investigación regresivo (Argueta y Ruiz, 2003:258) y no exitoso, lo que enclaustró y aisló al IB UNAM de las nuevas ideas darwinistas que imperaban en Europa y otras partes del mundo, cuestión que no ocurrió en otros campos la agronomía y la zootecnia, donde se introduce y difunde la teoría sintética y las diferentes conceptos así como los hechos que conformaron a esta nueva teoría.

Dado que el objetivo de este trabajo es analizar cómo se introdujo la Teoría Sintética en México y los efectos que dicho paradigma tuvo en el desarrollo de la investigación básica y aplicada de la Biología, considero importante definir como se interpretará el concepto de recepción e introducción, donde el primero se entiende como *"las muestras o manifestaciones de conocimiento de nueva teoría"*

evolucionista darwiniana entre políticos, intelectuales y en el ámbito social". Es importante mencionar que dentro del proceso de introducción la traducción de la obra, los comentarios y debates en pro o en contra hechos por intelectuales y políticos solo los consideran elementos de la recepción, mientras que la introducción ocurre cuando uno o más científicos (biólogos, médicos, agrónomos o de alguna otra disciplina) analizan e interpretan sus observaciones científicas, o fundamentan sus hipótesis a la luz del evolucionismo darwiniano.

4.1.- La introducción de la Teoría Sintética en la comunidad biológica mexicana. Un análisis en las principales publicaciones de la época.

Con respecto a estudios realizados en el IB UNAM, en sus primeros 20 años, se publicaron trabajos acerca de las descripciones e inventarios de la diversidad biológica que existían en diversos puntos de nuestro país. Mientras en Europa y Norteamérica se daban muchos debates en torno a la teoría sintética, en México, los científicos mexicanos que publicaban en los *Anales de IB UNAM* daban mayor preponderancia a los trabajos más descriptivos o de corte taxonómico que a los de corte evolutivo, manteniéndose al margen de esta discusión. En la revisión realizada de los trabajos publicados de 1930 a 1960 en estos Anales, no se encontraron trabajos que aborden algún aspecto que abarque a la Teoría Sintética en ese periodo.

Esto no quiere decir que al no encontrar trabajos referentes a la Teoría Sintética, los investigadores no estaban al tanto de los debates que se tenían al respecto y que no adoptaran una posición al respecto, un ejemplo de ello es Enrique Rioja, y el mismo Isaac Ochoterena, ambos personajes dieron evidencias de que conocían y divulgaban algunas ideas al respecto. Enrique Rioja, impartió la materia de evolución en la ENCB y había realizado algunos trabajos de tipo evolucionista, pero no en cuestiones de introducción de la Teoría Sintética, pero es conveniente mencionarlo ya que se puede considerar que es un promotor de las nuevas ideas en la enseñanza de la teoría evolutiva en México.

Con respecto a estudios realizados en la ENCB del IPN, al igual que en el IB UNAM en sus primeros 10 años, realizaron estudios descriptivos y de inventarios de la diversidad biológica de México. A diferencia del IB UNAM, en los *Anales de la ENCB* si existe evidencia de que los científicos que colaboraban en la ENCB IPN estaban al tanto de los debates que existían en ese momento en la Biología moderna, apoyándose en la introducción de la genética de poblaciones en aplicada a la

Biología, iniciando así la divulgación de estos conceptos y debates en su trabajo diario. Personajes como Bibiano Osorio Tafall, Enrique Rioja, Federico Bonet, Cándido Bolívar y Pieltáin y Demetrio Sokoloff y el mismo Dobzhansky, ejemplifican esta divulgación aplicando los conceptos emanados de la Teoría Sintética con la genética de poblaciones en sus investigaciones y en los Anales de la ENCB, dando evidencia con ello de que conocían y tenían su propia visión de estas teorías.

Un ejemplo de esto es el trabajo que realizó Dobzhansky en México, ya que por este, se dio un mayor auge a la investigación biológica y genética en la ENCB del IPN, sustentando con ello la introducción de la Genética en México, así como de la divulgación y aplicación de los conceptos que maneja la Teoría Sintética, enmarcado en la explicación de la nueva síntesis evolutiva, cuestión que se fue desarrollada en el Programa de Genética y Radiobiología de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, a cargo de Alfonso León de Garay y que posteriormente se complementó en el IB UNAM. A continuación se hace una breve descripción del trabajo de Dobzhansky en México.

4.2.- Dobzhansky en México (1935-1938)

Dobzhansky visitó México por primera vez en 1935, como parte de una expedición para coleccionar una especie de *Drosophila* en diferentes regiones tales como Colorado, Nuevo México, Arizona, México y Guatemala, subsidiado por la Fundación Rockefeller. Posteriormente regresó a México en 1936 y 1938, con el apoyo de la Institución Carnegie de Washington. Su propósito fue coleccionar distintas muestras *Drosophila* entre las que se encontraron cuatro cultivos de *Drosophila azteca* descrita por Sturventant y Dobzhansky en determinadas áreas de California, México y Guatemala.

En México, Dobzhansky conoció Dimitri Fyodorovich Sokoloff (1891-1973) científico ruso quien obtuvo el título de doctorado en el área de Protozoología en San Petersburgo en 1917. Durante la guerra civil rusa, la familia de Sokoloff viajó a Japón, como resultado de la invitación de Junichi Ono, quien se graduó con Sokoloff en Rusia. En Japón Sokoloff pudo llevar a cabo labores de investigación y docencia en el área genética, donde era bien remunerado, pero tenía el objetivo de emigrar a Estados Unidos en cuanto surgiera la oportunidad. Sokoloff tuvo dos niños Alexander (quien trabajaría posteriormente con Dobzhansky) y Nina, quienes nacieron en Japón en 1920 y 1923 respectivamente.

En 1923, Sokoloff intentó emigrar a los Estados Unidos, pero estaban cerradas las rutas de Cruz Roja, la migración a ese país por parte de los rusos. Con ayuda de la Cruz Roja la familia Sokoloff llegó a

México, donde empezó a dar clases en la Escuela Normal Superior en Toluca. Después se trasladó a la Ciudad de México y se integró en la UNAM y eventualmente también impartía clases en la ENCB del IPN, donde permaneció por varios años (Barahona, 2003:173).

Dobzhansky conocía los trabajos de Sokoloff por lo que lo contactó cuando vino a México en 1935. Sokoloff lo invitó a desayunar y posteriormente le comentó que le permitiera acompañarlo como su asistente durante la expedición para coleccionar diversas especies de *Drosophila*, convirtiéndose en amigos. El propósito de la expedición de Dobzhansky era coleccionar las especies de *Drosophila pseudoobscura* y *Drosophila azteca*, para estudiar su distribución geográfica y resolver algunos problemas concernientes con la taxonomía y evolución de las poblaciones de *Drosophila azteca*, estudiando los cromosomas de sus glándulas salivales.

A Dobzhansky le interesaba estudiar el conjunto de cromosomas de *Drosophila azteca*, los cuales eran delgados y frecuentemente aparecían revueltos y entretreídos en las glándulas salivales de la mosca, lo que dificultaba su identificación, aun cuando su tamaño y la banda de los patrones de tinción eran similares a los de otras especies. Dobzhansky procedió a realizar cruces con hijos de hembras silvestres en estado de gravidez y hembras coleccionadas en Cuernavaca, que fueron seleccionadas arbitrariamente. Utilizó diferentes secuencias de patrones del cromosoma X llamado α , β , y γ , los cuales utilizó para construir mapas y arboles filogenéticos que mostraban la derivación de patrones cromosómicos de unas especies y otras.

El significado de las inversiones cromosómicas para la investigación genética y cuestiones evolutivas fue trazada por Sturtevant⁷³ (1913), quién publicó el primer mapa cromosómico, que incluyó seis genes presentes en el cromosoma X de *Drosophila melanogaster*. Dobzhansky y Epling en 1944, observaron que se daba una inversión cromosómica que se superponía a lo largo de un cromosoma, e infirieron que la sucesión en la que la inversión ocurría, surgía una de otra, aunque no su dirección temporal (dentro del cromosoma, el arreglo de la banda cromosómica del ancestro o del descendiente, podía no ser determinada).

⁷³ La hipótesis de Sturtevant era que la frecuencia de la recombinación génica entre genes ligados, que estaba relacionada a una distancia lineal entre los cromosomas, una propuesta que inició el campo del mapeo genético. Más tarde estableció que existía una correspondencia lineal entre la secuencia de genes en el mapeo genético y las bandas oscuras y claras de los cromosomas de las glándulas salivales. En 1926 Sturtevant mostró que el llamado *Factor C* tenía la propiedad de suprimir el entrecruzamiento cromosómico cuando se asociaba con la inversión de la secuencia génica, cuestión que posteriormente fue confirmada en los cromosomas gigantes de las glándulas salivales de *Drosophila melanogaster*. Sturtevant y Dobzhansky en 1936 descubrieron que la inversión de cromosomas se presentaba como un polimorfismo en algunas de las poblaciones naturales de diferentes especies de *Drosophila*.

Dobzhansky descubrió la reconstrucción de árboles filogenéticos que reflejaban al ancestro y al descendiente, así como las relaciones entre los arreglos cromosómicos dentro y entre especies. El método genético de reconstrucción evolutiva en la Biología, fue utilizado y reconstruido por Fitch y Margoliash en 1967, cuando determinaron las secuencias cromosómicas de diferentes especies y por tanto, la filogenia de las especies. Las secuencias proteicas y del DNA eran utilizadas para reconstruir la historia evolutiva de poblaciones de una misma especie, creándose una nueva sub-disciplina llamada Filogeografía. Los arboles cromosómicos construidos por Dobzhansky y sus colaboradores fueron utilizados como ejemplos de la filogenia de algunas especies en áreas tales como la Filogeografía, aunque los cromosomas polimórficos frecuentemente se asocian con distintas localidades geográficas.

Dobzhansky regresó a México de septiembre de 1936 a marzo de 1938, con el objeto de realizar otra colecta de la especie *Drosophila pseudoobscura* y especies relacionadas. Analizando el material cromosómico obtenido de las glándulas de *Drosophila*, encontró un extenso polimorfismo con respecto a un rearrreglo genético en el cromosoma III de *Drosophila pseudoobscura* (mientras que los cromosomas restantes eran muy largos e invariantes), la presencia de algunas variaciones en la configuración del cromosoma Y, incidían en genes recesivos letales y semiletales, algunos deletéreos que modifican el desarrollo (Dobzhansky, 1939). Dobzhansky reportó 13 rearrreglos en inversiones del cromosoma III, 9 de ellos localizados en México y otros en Guatemala.

Cuando Dobzhansky regresa a los Estados Unidos, Dimitri Solokoff aceptó una invitación para visitarlo en Caltech durante 1938 para investigar los cromosomas de las glándulas salivales de *Drosophila azteca*. Antes de que Sokoloff abandonara el California Institute of Technology (CALTECH), Dobzhansky le dio seis experimentos escritos para apoyarlo en sus cursos de genética de la ENCB. Al retornar a México, Sokoloff aceptó un puesto administrativo como jefe del Departamento de Parasitología, por lo que se retiró de manera voluntaria de la ENCB en 1945, y se mudó con su familia a Chicago, Estados Unidos. Una vez allá dio clases en el Colegio Mundelein, donde permaneció hasta el fin de su carrera académica. Su amistad con Dobzhansky persistió a través de su hijo Alexander hasta que murió en diciembre de 1975 (Barahona, 2003:175, Barahona y Ayala, 2005).

Dobzhansky no retornó después de 1938 a México porque se desató la Segunda Guerra Mundial, cuestión que retardó su visita a México (comunicación personal de Dobzhansky con Francisco J. Ayala). Cuando Estados Unidos intervino en la guerra, no obtuvo ningún estudiante de doctorado ni

de posdoctorado; pero continuó dando clases en la Universidad de Columbia y visitó dos veces Brasil, en 1944 y 1945.

El regreso de Dobzhansky a México se dio por dos hechos: i) La estancia de Víctor Salceda en su laboratorio de Nueva York de 1965 a 1967 en el área de genética de poblaciones, realizada en el Laboratorio Rockefeller de la Universidad de Columbia, Nueva York, ii) La reunión conjunta con Alfonso León de Garay en 1975 (Barahona, 2003:175).

Posteriormente Salceda regresó a México, a sugerencia de Dobzhansky, al llegar propuso a De Garay que continuara con las colecciones que él había hecho de la especie *Drosophila pseudoobscura* en México. Lo que buscaba era describir y entender los patrones de distribución geográfica de tres cromosomas que sufrieron una inversión polimórfica en esa especie. Salceda se preparó durante su estancia en Estados Unidos para reconocer esas inversiones, por lo que busco preparar a más científicos mexicanos para participar en el proyecto, que inició en 1968, cuando Dobzhansky pretendía visitar México para leer y participar en las colecciones⁷⁴.

Durante el XIII Congreso Internacional de Genética celebrado en Berkeley, California en 1973, De Garay conoció a Dobzhansky personalmente. Lo invitó a visitar México en 1974 para que conociera su proyecto llamado "Genética de Poblaciones de *Drosophila mexicana*", financiado por la *U. S. National Science Foundation* y el CONACyT. Este proyecto de investigación fue planeado para investigar la inversión del tercer cromosoma polimórfico en *Drosophila pseudoobscura*. En este proyecto participaron Louis Levine y Jeffrey Powell, ambos estudiantes de Dobzhansky en formación y los mexicanos Rodolfo Felix, Olga Olvera, Judith Guzmán, Víctor Salceda y María Esther de la Rosa, alumnos de De Garay (Barahona, 2003:175).

Este proyecto tenía dos objetivos: i) Entender las bases ecológicas de la variación genética de *Drosophila pseudoobscura* para determinar las relaciones entre la diversidad ecológica y el grado de polimorfismo genético, ii) Determinar las relaciones entre la suma de variaciones genéticas presentes en una población y medir el grado de evolución de ésta. La colección de moscas inició en la primavera de 1974, Dobzhansky visitó México nuevamente en diciembre de 1974 y en la primavera de 1975. Las colecciones se hicieron en tres localidades: i) Parque Nacional del Chico en Pachuca Hidalgo; ii) Amecameca, Estado de México, iii) Zirahuen, cerca del Lago de Pátzcuaro, Michoacán. Como

⁷⁴ Ibid, p. 175-176

resultado, se encontraron dos nuevas inversiones cromosómicas, además de encontrar una nueva especie *Drosophila cuauhtemoci*, especie muy relacionada con *Drosophila pseudoobscura*.

Un aspecto que es importante resaltar es que Dobzhansky en 1974 logró convencer a los drosofilistas mexicanos de la necesidad de investigar las bases ecológicas de la variación natural a través de las preferencias nutricionales y las relaciones entre la diversidad ecológica del medio y el grado de polimorfismo genético. Un aspecto muy importante que Dobzhansky logró transmitir a los genetistas mexicanos fue el hecho de que la tasa de evolución dependía de la cantidad de variación genética en las poblaciones naturales "porque probablemente dedicó más esfuerzo de investigación al estudio de este problema que a cualquier otro" (citado por Ayala, 1977:6). Los estudios que se debían realizar en México debían incluir estos puntos fundamentales.

En agosto de 1974 Dobzhansky fue invitado a la Facultad de Ciencias de la UNAM por la Sociedad Mexicana de Genética. Ofreció una conferencia titulada "Acerca de un problema de evolución" en español. La conferencia versó sobre la carga genética en el ser humano, que aumentaba por la contaminación y las radiaciones nucleares al incrementarse la tasa de mutación. "Con el proceso de evolución, el ser humano ha tomado por primera vez conciencia de sí mismo.

Ello nos brinda la posibilidad de que algún día podamos manejar nuestra propia conducta y deje de prevalecer en el mundo lo absurdo". Y más adelante, al hablar de aspectos más modernos de la genética, dijo que "la llamada ingeniería genética es un problema del futuro, mencionando que muchos escritores hablan de este tema en obras de ciencia ficción. Tal vez en la próxima genética, en el próximo siglo o en algunos milenios, hablar de ingeniería genética sea posible, por ahora es sólo una posibilidad teórica" (Dobzhansky, 1974, citado en: Barahona, 2003: 184).

En esta conferencia, al hablar de *Drosophila*, Dobzhansky explicó que "las mutaciones por sí mismas causaban caos y no evolución. La mayor parte de las mutaciones son deletéreas y muchas de ellas letales. En el proceso de la evolución biológica, la selección natural elimina a la inmensa mayoría de mutantes deletéreos y conserva aquellos que le son útiles, facilitando la propagación de sistemas adaptativamente coherentes de variantes genéticas. Algunos de estos sistemas vienen a ser nuevas especies". Para Dobzhansky "el proceso de evolución se podía ver como una versión genética de la

teoría de Darwin". El impacto que tuvo en el auditorio fue mayúsculo y la cantidad de aplausos recibidos aún es recordada por muchos de los presentes en esa conferencia⁷⁵.

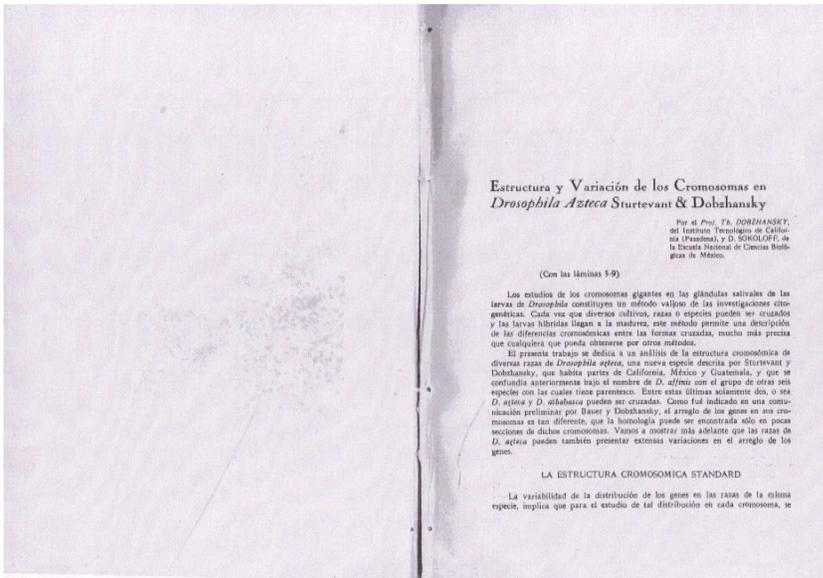


Fig. 12. Portada del artículo publicado por Dobzhansky en los Anales de la ENCB

En 1938, Dobzhansky publicó un artículo en el volumen I de los *Anales de la ENCB* del IPN, en colaboración con Demetrio Sokoloff, titulado *Estructura y Variación de los Cromosomas en Drosophila azteca Sturtevant & Dobzhansky*, donde presentan un análisis de la estructura cromosómica de algunas razas de *Drosophila azteca*, una nueva especie (descrita por Sturtevant y Dobzhansky), que habita partes de California, México y Guatemala, y que se confundía anteriormente bajo el nombre de

Drosophila affinis con el grupo de otras seis especies con las cuales tienen parentesco. De estas últimas, sólo dos, *Drosophila azteca* y *Drosophila athabasca* se podían cruzar (Fig. 11).

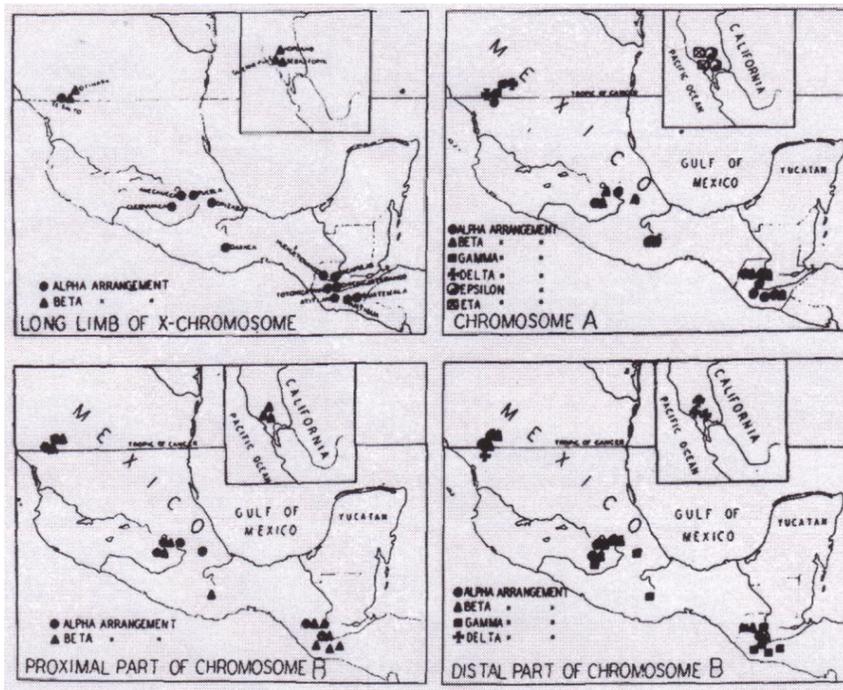


Fig. 13. Regiones donde según el trabajo de Dobzhansky se distribuye *Drosophila azteca*

Dobzhansky escribió este artículo con base en otro publicado anteriormente, donde menciona que el arreglo de genes de sus cromosomas es tan diferente que la homología puede ser encontrarse sólo en pocas secciones de estos cromosomas, dan ubicaciones cromosómicas, conteos de genes, se apoya en los nuevos conceptos para explicar cómo evolucionaron.

⁷⁵ Ibid, p.184.

Los autores definen que existen variaciones dentro de una especie, ejemplificándola en la manera en que se distribuye *Drosophila azteca*, en dos regiones: La mayor incluye las altiplanicies de México y Guatemala, ya que en estos países la especie habita sólo en los bosques montañosos localizados a altitudes mayores a 1,500 metros, pero inferiores a 3,500 metros; mencionan que su distribución en esta región no es continua; y la más pequeña fue descubierta por A. H. Sturtevant, en cuatro localidades en los distritos de Sonora y Mendocinos en California. Las especies fueron colectadas en México (21 especies) y Guatemala (24 especies colectadas entre 1935 y 1938) (Fig. 12).

Una de las teorías que plantean es la Teoría de las Inversiones Múltiples⁷⁶, idea que es usada en la Genética de Poblaciones, donde hacen una descripción de cómo cambia estructuralmente un segmento cromosómico dentro de los cromosomas de *Drosophila azteca* y por tanto, la ordenación del *loci* en él contenidos, con relación a la secuencia que consideraban como típica. Muestran que ocurren variaciones las variaciones precisamente en los genes que se encuentran localizados en los cromosomas más largos, y estas variaciones se dan por efecto del medio, lo que afecta la distribución de esa especie.

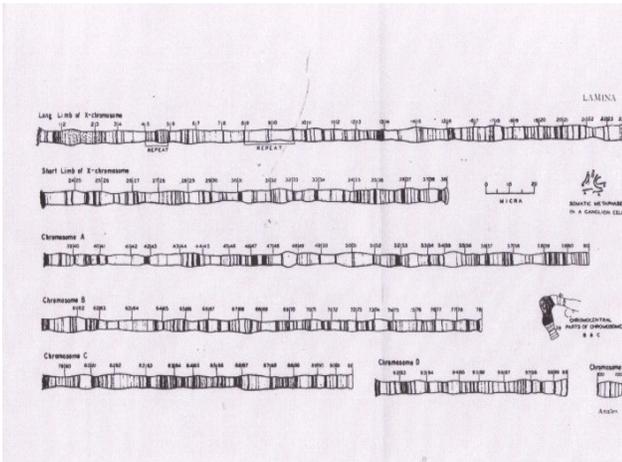


Fig. 14.- Mapas cromosómicos reportados por Dobzhansky y Sokoloff.

Las diferencias cromosómicas observadas en los cromosomas, según los autores, se explican por inversiones de bloques enteros de genes que han ocurrido a lo largo de la historia de la especie, no encontrando translocaciones, deficiencias u otros cambios. Los autores dan toda la explicación teórica al respecto de dicha inversión y postulan una hipótesis acerca de cómo se efectúa la distribución de genes, debida a inversiones que ocurren de manera parcial por sobreposición, formando lo que Dobzhansky llama una "familia de distribuciones",

con la que se puede construir un mapa filogenético, demostrando como unas han provenido de las otras. Siguiendo la explicación de Dobzhansky esta clase de filogenia "no indica el orden en que los cambios han tenido lugar por dichas inversiones cromosómicas y dan como evidencia la secuencia cromosómica correspondiente". A través del análisis de la secuencia cromosómica de las especies estudiadas, Dobzhansky concluye que:

⁷⁶ Es decir, un cambio estructural por lo cual un segmento cromosómico cambia de sentido dentro del propio cromosoma y por lo tanto, en la ordenación del *loci* (posición fija en un cromosoma) en él contenidos.

i) *Drosophila azteca* tiene cinco pares de cromosomas incluyendo un cromosoma en forma de V; tres pares de autosomas subterminales con las inserciones de un huso acromático y un par de microcromosomas. En los núcleos de las glándulas salivales se encuentran seis cromosomas largos y uno muy corto. (Fig. 13).

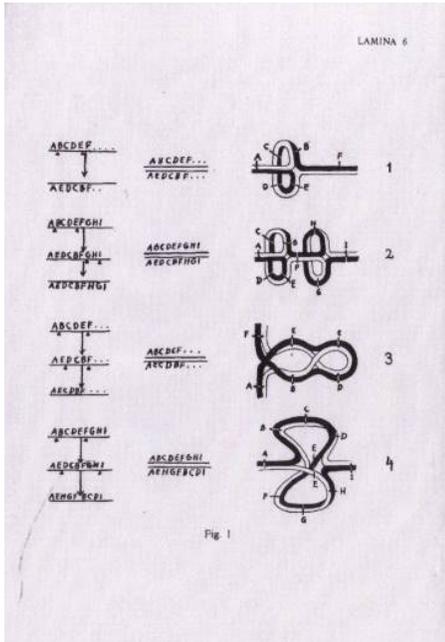


Fig. 15.- Inversiones cromosómicas reportadas en el artículo de Dobzhansky

ii) La comparación de los cromosomas de las glándulas salivales de *Drosophila azteca* con cromosomas de otras especies de *Drosophila*, muestra que aparte de las inversiones, han existido algunas translocaciones.

iii) La distribución de los genes en tres cromosomas que son más largos de *Drosophila azteca* es variable. Las variaciones suceden dentro de una sola población que vive sobre un área limitada; pero las dos son más comunes y más extensas si se comparan habitantes de las regiones geográficamente lejanas. Se puede decir que la especie *Drosophila azteca* está dividida en razas cromosómicas.

iv) Más de una sola inversión en el mismo cromosoma es responsable de las diferencias entre diversos cultivos de *Drosophila azteca*. Las inversiones múltiples pueden ser independientes, incluidas o parcialmente sobrepuestas (Fig. 14). Todos estos tipos

de inversiones múltiples se encuentran en su material génico.

v) La presencia de inserciones parcialmente sobrepuestas, permite la construcción de esquemas filogenéticos para los cromosomas A y B.

vi) La distribución geográfica de los tipos cromosómicos se muestra una semejanza entre las poblaciones que viven en el centro de California y en el oeste y las del estado de Durango, México.

Estas regiones están separadas por un amplio territorio, donde *Drosophila azteca* no existe; la presencia de los tipos cromosómicos idénticos en cada lado de la barrera, indica que estos tipos son filogenéticamente primitivos, o que una parte considerable de la variabilidad cromosómica que se observa actualmente en la especie, se originó en un remoto pasado y se conservó desde entonces. Vale la pena mencionar que el arreglo de los genes en sus cromosomas es muy diferente, la homología se encuentra sólo en pocas secciones de dichos cromosomas.

En este artículo Dobzhansky da toda una explicación genética, área de su especialización, del trabajo realizado con las especies de moscas, manejando todos los aspectos de genética de poblaciones, conjugándolos con los aspectos biológicos donde enfatiza, como afectan en la variación y adaptación de las especies estudiadas. Asimismo es importante mencionar que este trabajo marcó pautas para los futuros trabajos realizados en las instancias de investigación donde se trabajó la Teoría Sintética, tales como la ENCB.

Por otro lado, es importante mencionar a otro autor que en ese momento daba muestras de conocer y divulgar las nuevas teorías generadas en la Biología y de la genética de poblaciones dadas a nivel internacional, Federico Bonet, quién publicó en los *Anales de la ENCB* en 1943, un artículo titulado *Sobre la clasificación de los Oncopoduridae (Collembola), con descripción de especies nuevas*, en donde muestra tres puntos de vista del grupo *Oncopodura*, los cuales se expresan a lo largo del artículo. Hace un análisis, desde el punto de vista genético, de todos los caracteres de la especie y hace una relación de su trabajo con estudios semejantes, Bonet concluye que se puede considerar a este grupo como una familia separada llamada *Oncopodura*.

Al respecto, Bonet aclara las variaciones existentes entre las especies estudiadas y las enriquece, según sus propias palabras "con ayuda de conocimientos recientes sobre la genética de poblaciones y la distribución cromosómica de los genes; lo que lo lleva a explicar por qué deben ser estudiados los cambios dirigidos a formar una clasificación y taxonomía de ese grupo". Bonet midió la afinidad de las especies, mediante un novedoso método que muestra numéricamente el grado de afinidad del grupo *Oncopoduridae* con la familia Entomobryomorpha.

Veintitrés caracteres fueron medidos, a cada carácter le asignó un valor dentro de en una familia: 0.5 a los caracteres no constantes y cero a los caracteres ausentes. Los valores de cada familia fueron sumados y divididos por 20. La suma para la familia *Oncopoduridae* fue de 1.0 para la presencia y 0 para la ausencia de afinidad. Estos valores demostraron que existía afinidad, lo que lleva a demostrar que *Oncopoduridae* derivó del grupo *Poduromorpha*; y el resto de los grupos derivó del grupo Entomobryomorpha.

Cabe destacar que Bonet, en el texto describe los cambios evolutivos que se dieron en las familias *Oncopoduridae*, llamándolos una condición gerontomórfica, debida a una modificación o una ausencia completa de peculiaridades paleogenéticas de las especies. Esto se manifiesta en algunas características que poseían que las especies cavernícolas, que no son debidas a la influencias del

medio ambiente de la caverna. Con ello, Bonet da evidencia de manejar adecuadamente las nuevas posturas en la biología, ya que en su explicación hace uso de términos genéticos y evolutivos; aunque explícitamente en su trabajo no menciona a la Teoría Sintética, si hace una buena divulgación de los conceptos y teorías que estaban vigentes en ese momento.

Por otro lado, Cándido Bolívar y Pieltáin en 1943, publica en los *Anales de la ENCB* del IPN el artículo titulado: *Nuevos datos sobre Paratrechus mexicanos y acerca de la variabilidad alar de algunas especies*, donde analizó diversos materiales de la especie *Paratrechus mexicano*, encontrando dos nuevas especies de insectos, las cuales describe. Menciona que existen variaciones individuales en el desarrollo de las alas, que hasta ese momento, no eran conocidas en este género, presentándose en especies con dos o tres formas diferentes, desde el desarrollo normal del órgano hasta su reducción.

En este artículo, Bolívar hace mención de la evolución darwiniana en el sentido de que esta especie mexicana de *Paratrechus* está en pleno proceso evolutivo, debido a una adaptación y variabilidad influidas por las condiciones del medio ambiente, lo que propicia la formación de nuevas especies a partir de ésta. Asimismo hace una relación de parentesco con otras especies en diversas partes del mundo. Enfatiza que la presencia de organismos alados o ápteros depende en gran medida de la utilidad de las alas para el vuelo y que a su vez están correlacionadas con factores ecológicos, un ejemplo de ello es la correlación que existe entre estos carábidos no alados con factores que tienden a reducir la utilidad del vuelo, idea que coincide con lo expresado por Darlington, que indica que "la atrofia de las alas implica la selección de mutantes no alados, que en general son seleccionados no por su inhabilidad para el vuelo, sino por la simplicidad y viabilidad inherentes" (Darlington, 1943:37-61)⁷⁷. Como se observa, Bolívar maneja una serie de aspectos evolutivos enlazados a la herencia por variaciones dadas a nivel cromosómico por influencia del medio. Por ello se puede considerar como un divulgador de las nuevas posturas evolucionistas.

Otra de las revistas analizadas fue la Revista Ciencia, a lo largo de su análisis se pudo verificar que su propósito fundamental era conocer y difundir noticias científicas de la época, tanto nacionales como internacionales. Tiene una orientación hacia el área química, fisiológica y médica y

⁷⁷ Refiere que este proceso puede ir suplementado por selección contra el vuelo cuando este resulta perjudicial o por procesos genéticos no selectivos (por recurrencia de mutaciones y por efectos secundarios de la evolución en otros órganos distintos de las alas. Añade Darlington: "un factor especialmente acusado es el de la limitación de área, que ejerce un efecto indirecto, pero profundo sobre las poblaciones y sobre el conjunto de las faunas y, en último término sobre los Carábidos individualmente. Pero aún el efecto de limitación de área es modificado por otros factores, siendo probable que lo esté especialmente por la temperatura".

desafortunadamente muy poca del área la biológica, dada precisamente por autores que también publicaban en otras revistas, tales como Cándido Bolívar, Bibiano Osorio Tafall y Enrique Rioja, quienes abordan cuestiones evolutivas en sus estudios, pero no de la Teoría Sintética. En la sección de misceláneas, fue donde se encontraron noticias acerca de lo que ocurría los nuevos debates evolutivos y en la Biología en general.



Fig. 16.- Portada de la miscelánea del Vol. 6 de la revista Ciencia

Un ejemplo de ellos es el anuncio en la miscelánea publicada en el volumen 6, número 5-6 del año 1945 donde se anuncia la celebración del CCXX aniversario de la de la Fundación de la Academia de Ciencias de la Unión Soviética, motivo por el cual se realizaron diferentes actos en Moscú y Leningrado, donde figuraron eminencias científicas de primera línea y de diferentes partes del mundo, de los países hispanoamericanos, sólo acudió un solo científico, el Dr. Manuel Sandoval Vallarta, que representó a la Academia Nacional de Ciencias de México, el cual llevó diversos trabajos realizados en el área físico-matemáticas y curiosamente también en el área biológica con trabajos biológicos, específicamente de aplicaciones de la genética en la agricultura, ciencia forestal, botánica y desarrollo de recursos

naturales. En una sección titulada "sabios soviéticos condecorados, entre los sabios reconocidos se encontraba Trofim Lysenko, un detractor de la Teoría Sintética.

Trabajos de esta temática fueron publicados después de 1960, donde se retoma el cómo se sintetiza el material genético de los cromosomas, adquiriendo cada vez más importancia la síntesis nucleica de los diversos ácidos ribonucleico y desoxirribonucleico, pero no hubo mayores trabajos del área biológica en el cual la Teoría Sintética fuera mencionada, o se divulgaran conceptos y temáticas darwinistas. Fue hasta después de 1960, donde surge un trabajo referente a la mutación, escrito por Emiliano Cabrera Juárez (1968) titulado "Mecanismos moleculares de la mutación", donde se enfocan al análisis de la teoría de Watson y Crick, enfatizando los agentes mutagénicos químicos y físicos, pero hasta allí se queda en su descripción.

Cabe mencionar otro artículo, el único que se publica en la revista donde se habla de la celebración del centenario de la publicación del origen de la especie de Carlos Darwin, donde hacen una descripción del trabajo de Darwin y sus aportes, así como de las nuevas polémicas evolutivas presentadas después de Darwin y como se abordan en la época en la cual se celebró el centenario de la publicación de su obra.

No encontrando en el ámbito biológico muchas referencias que nos muestren que en México, dentro del periodo 1940-1960, se haya introducido la Teoría Sintética, se buscaron otras fuentes bibliográficas en las cuales se hablara acerca de esta introducción, los debates dados por ella o bien la aplicación de los conceptos involucrados en ella. Como resultado, se encontró que en el área agronómica sí existió una mejor introducción de la Teoría Sintética, así como de los conceptos y los debates que en ese momento se daban en el mundo.

4.3.- Edmundo Taboada y la genética en la agronomía.

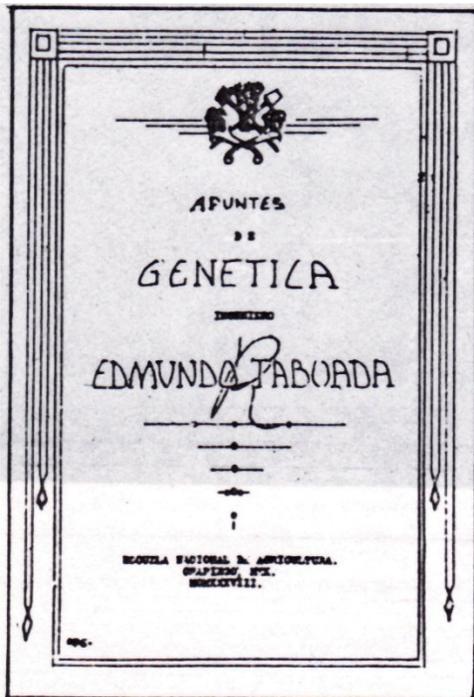


Fig. 17.- Portada del libro *Apuntes de Genética* de Edmundo Taboada.

Una de las obras en las cuales se difunde de manera muy clara la Introducción de la Genética en la Agronomía y su relación con las nuevas ideas darwinistas es la obra *Apuntes de Genética*, escrito en 1938 por Edmundo Taboada Ramírez, donde da una serie de definiciones para enmarcar su trabajo dentro del ámbito de la Genética y su relación con las ciencias biológicas.

Taboada inicia su obra definiendo el concepto de Genética de la siguiente manera "la Genética es la rama de la Biología que estudia los fenómenos de la herencia y de variación y que especialmente trata de descubrir las leyes que la rigen a las semejanzas y las diferencias entre los individuos, progenitores y su descendencia". Considera que la herencia es un hecho innegable en todo proceso biológico, y que tiene una función muy específica: "es el hecho de que todo ser viviente al

reproducirse trate de transmitir fielmente sus caracteres”; asimismo considera que la variación es “la tendencia que hace a un individuo o progenitor diferir de sus descendientes”. Por tanto, de acuerdo con Taboada, los organismos están sujetos a dos tendencias opuestas: La herencia y la variación.

El autor se reconoce como un buen conocedor de la historia de la Genética, al respecto menciona que: “La Genética es una ciencia muy joven, pues data apenas del año 1900 y su desarrollo ha sido muy rápido gracias a un gran número de investigadores, que trabajando activamente, han proporcionado abundante material, sin embargo, desde tiempos remotos se sabe que los descendientes son semejantes a los progenitores, pero no obstante, los individuos de la descendencia difieren en algo tanto con respecto a sus padres como entre sí. Sin duda esta observación fue usada prácticamente desde la antigüedad para escoger a los individuos que debían perpetuar determinada especie o variedad útil al hombre. De esta manera el hombre de la antigüedad fue modificando, por selección, las especies silvestres [...] hasta lograr las formas que actualmente constituyen nuestras plantas cultivadas” (Taboada, 1938:1).

Posteriormente hace una amplia descripción de los trabajos hechos por Rudolf Jakob Camerarius (1694), Joseph Kolreuter (1760), Giovanni Amici (1823), John Goss (1820), Carl Friedrich von Gartner (1830), Charles Naudin (1862), en los cuales se discute el origen de los sexos, los tipos de fecundación que existen en las plantas, las formas de hibridación y los tipos de caracteres obtenidos por este medio, así como variaciones entre los híbridos gracias a la cruce de cromosomas de los padres.

También expone la Teoría de Lamarck, en donde explica el concepto variación y su relación con el medio y enfatiza las ideas lamarckianas con las darwinianas. Taboada explica cómo Darwin en *El Origen de las Especies*, planteó su teoría de la descendencia con modificación partiendo de la variabilidad, la lucha por la vida, selección natural y herencia. Al respecto Taboada coincide con muchos científicos de la época, en la idea de que Darwin no explicó las causas de las variaciones ni el mecanismo de la herencia.

Entrando en los debates que se daban en la Biología que se hacía en ese momento, Taboada explica cómo se introdujeron las primeras ideas neodarwinistas, tales como las ideas de Weismann, donde enfatiza la importancia del material hereditario en la evolución de los organismos, opina que estas ideas eran contradictorias a la Teoría de Lamarck. Menciona el trabajo de Galton y la importancia de sus estudios referente a la herencia, mencionando que fue el primero en contar y medir la herencia y

la variación a través de diversos métodos estadísticos, punto para él muy importante por su aplicación en el área agronómica. Cuando Taboada define el concepto herencia y variación, introduce a la selección artificial como un mecanismo causal de la transformación de las especies cultivadas

Es importante mencionar que el libro *Apuntes de Genética*, fue el primer científico que escribió al respecto en México. Con un enfoque muy apegado a la escuela de Morgan, Taboada introdujo la concepción de variación y herencia, así como los mecanismos evolutivos que pudieron dar lugar a esa variación. Para Taboada la selección era el proceso de transformación, mientras que la herencia se explicaba por las leyes de Mendel. Con respecto a la herencia, Taboada menciona que las cualidades de un individuo son resultado de tres factores: 1) La herencia, 2) El medio, 3) El entrenamiento, en el caso de los animales, y en el caso de las plantas, de dos factores: La herencia y el medio.

Para Taboada, el medio podía modificar la expresión de los caracteres heredados, esto lo ejemplifica con una especie de maíz de coloración roja (*sun red*), que para manifestarse era necesario que contara con una buena cantidad de luz. Taboada menciona que las variaciones se presentaban debido a la segregación de caracteres y eran las que caracterizaban la descendencia de un híbrido. Las mutaciones, aunque eran poco conocidas, para Taboada eran otro tipo de "variación hereditaria" presente en los individuos. De esta manera, según Taboada, las variaciones podían ser de tres tipos: "1) las causadas por una diferencia en el medio o modificaciones, 2) las consistentes en una reaparición o recombinación de caracteres presentes en la ascendencia, causadas por la recombinación de genes en la descendencia de un híbrido (segregación) y las mutaciones cuyo origen es poco conocido" (Taboada, 1938:9).

De igual manera, los comentarios biológicos y evolutivos vertidos en la obra *Apuntes de Genética* son numerosos. Un ejemplo es el siguiente: "[...] aparentemente el método sexuado de reproducción implica un inútil desperdicio de energía; pero como es una característica de la naturaleza proceder siempre consumiendo la menor cantidad de energía posible, se tiene que admitir que una importante finalidad debe ser la reproducción sexuada, y esta no debe ser otra que fomentar, en los organismos que la usan, la variación que a su vez facilita la evolución"⁷⁸.

⁷⁸ Ibid, p.10

Con respecto a las leyes de Mendel, la segregación de los pares de caracteres en la formación de gametos y la unión independiente de los pares de caracteres en el híbrido, Taboada las explica de manera precisa, pero poniendo énfasis en:

- 1) La dominancia completa era generalmente la menos frecuente.
- 2) El método empleado por Mendel consistía en estudiar sólo un par de caracteres contrastados o pares "alelomórficos" o "genes alelomórficos" (Taboada, 1938:21).

También definió el concepto de genotipo y fenotipo de la siguiente manera: "[...] un grupo de individuos con caracteres comunes se le designa con el nombre de fenotipo; también se designa por fenotipo a un determinado conjunto de caracteres (por ejemplo, flores rojas [...]). Dentro de un mismo fenotipo se pueden formar distintos grupos de individuos con idénticas propiedades genéticas y a estos grupos así formados se les designa con el nombre de genotipos. El término genotipo también significa la constitución genética de un individuo, o sea, la suma de todos sus genes" (1938:24, 25).

Para comprobar las leyes de Mendel, Taboada utiliza al maíz para ejemplificarlas. Como ejemplo se tiene lo siguiente: "En el maíz existe un par de genes alelomórficos que determinan el aspecto del endospermo del grano, afectando la formación del almidón en la misma. El gene Wx es dominante y origina la formación de cierta clase de almidón, que le da a la endosperma una apariencia opaca y una consistencia suave y amilácea; el gene recesivo wx , en ausencia del alelomorfo dominante, origina la formación de otra clase distinta de almidón, que le da a la endosperma un aspecto vítreo o ceroso, haciéndola translúcida y dura [...]. Si se cruza un homocigoto dominante $WxWx$ con un homocigoto recesivo $wxwx$, se obtiene un híbrido $Wxwx$, que de acuerdo con las hipótesis de Mendel debe producir dos tipos de polen, uno conteniendo el gene Wx y otro conteniendo el gene wx [...]. Efectivamente, los hechos confirman esta hipótesis de Mendel [...]" (Taboada, 1938:27).

En la sección de "Expresión e interacción de factores", Taboada introdujo los estudios sobre *Drosophila melanogaster* realizados por la escuela de Morgan, estableciendo que: "Aun cuando las leyes de Mendel están basadas en la concepción del individuo como un conjunto de caracteres independientes entre sí, cada carácter aparece debido a la acción de un factor o gen. La experiencia ha demostrado que aunque los factores son heredados como unidades individuales independientes, en algunos casos el carácter es resultado de la acción conjunta o interacción de varios factores" (1938:43).

Taboada utilizando sus conocimientos con la genética del maíz, menciona a su maestro Rollins Emerson como sigue: "gracias a los esfuerzos desarrollados por Emerson, de la Universidad de Cornell, en Nueva York, el maíz ha sido objeto de mucha investigación y es actualmente uno de los vegetales más estudiados por lo que a la herencia se refiere".

En el capítulo VII, Taboada analiza la importancia de la base material de la herencia en el ámbito biológico y en la reproducción de plantas y animales, haciendo hincapié en los procesos de meiosis y mitosis y la localización de los cromosomas en el núcleo de la célula. Menciona el comportamiento de los cromosomas durante la meiosis. Dice que la evidencia citológica de los cromosomas durante la meiosis, permite evidenciar que los cromosomas de las células de un individuo pasan de una generación a la siguiente a través de los gametos. De esta forma, la Teoría Cromosómica de la Herencia era resumida en la obra *Apuntes de Genética* de la siguiente forma:

- 1) Los genes están situados en los cromosomas (un gene y su alelo en cada cromosoma homólogo correspondiente), y cada gen ocupa el mismo lugar dentro de un cromosoma específico en un arreglo lineal.
- 2) El ligamento se debe a que los genes están situados en el mismo cromosoma.
- 3) Las recombinaciones entre genes que presentan ligamento, se deben a intercambios de fragmentos entre cromosomas homólogos.
- 4) El número de genes ligados o grupos de ligamentos están limitados por el número de pares de cromosomas homólogos de la especie.
- 5) La frecuencia de la recombinación está dada por el valor del ligamento entre estos genes.

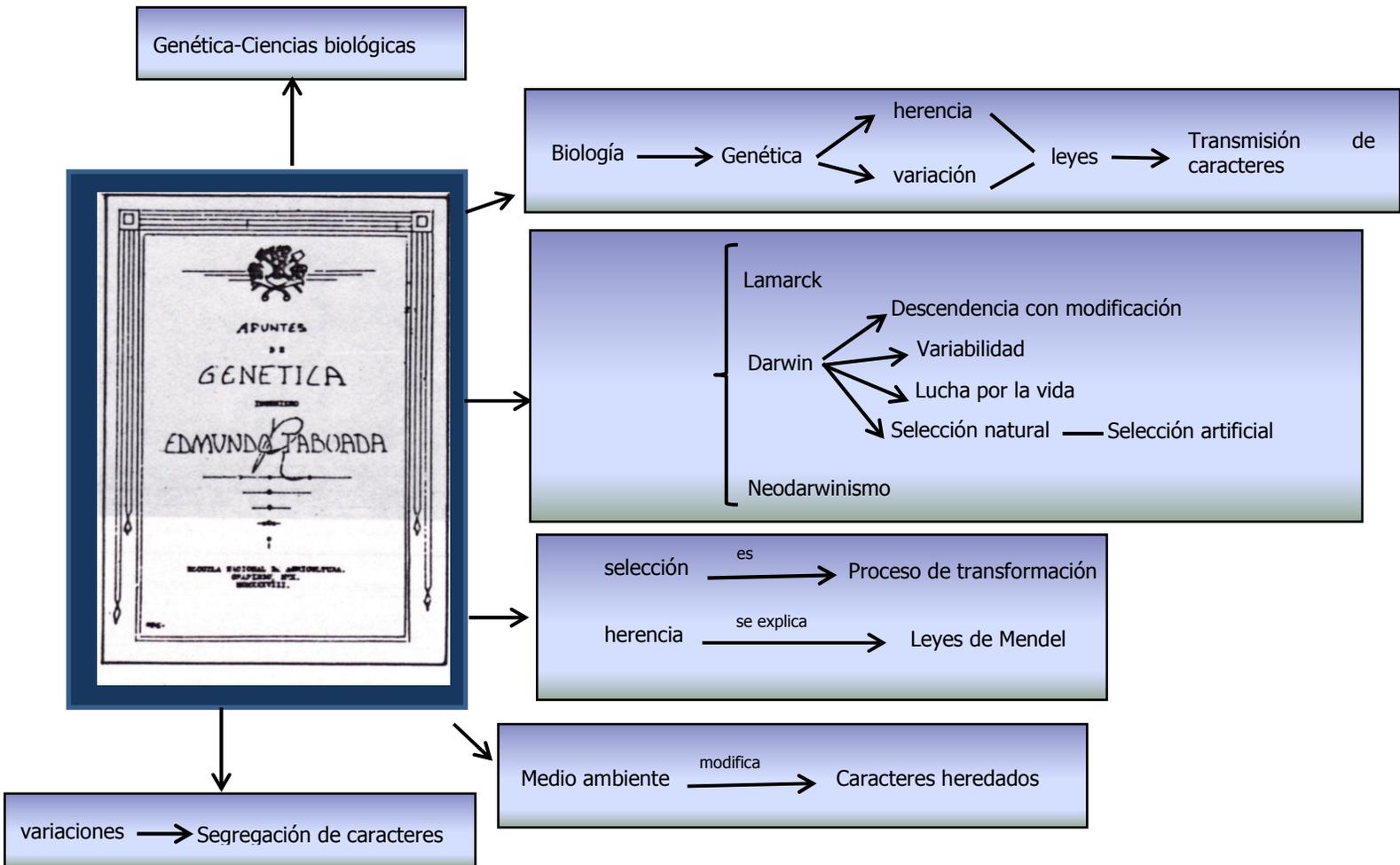
Con respecto al comportamiento de los cromosomas durante la mitosis y la meiosis, Taboada afirma que: "si se compara con las conclusiones obtenidas por Mendel para los genes que determinan la herencia, salta a la vista que si el cromosoma no es precisamente el gene, por lo menos es en el cromosoma donde el gene debe encontrarse. Esta conclusión, basada solamente en el notable paralelismo entre el comportamiento de los genes y de los cromosomas para pasar de una generación a la siguiente, se puede comprobar por métodos mucho más directos" (1938:70).

Una vez establecida como válida la Teoría Cromosómica de la Herencia de acuerdo a Taboada, este incluye otros temas como la determinación del sexo en las plantas y los animales, la herencia ligada al sexo, la no disyunción, la recombinación y la construcción de mapas genéticos. Como se puede

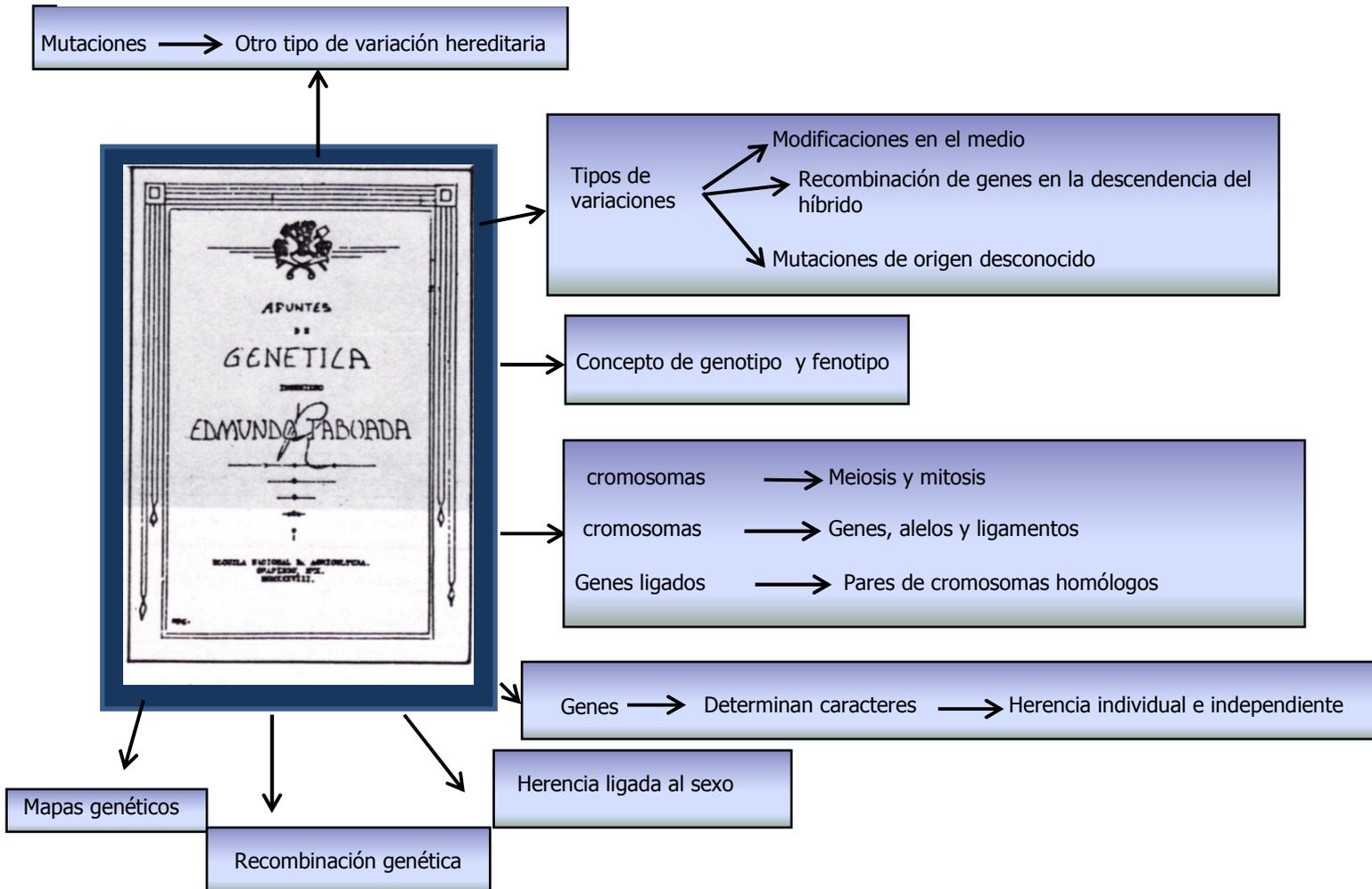
ver, *Apuntes de Genética* es un compendio muy completo del mecanismo de la herencia mendeliana como se conocía en las primeras tres décadas del siglo XX, pero no del concepto de evolución.

Todo lo anteriormente expuesto, muestra que Taboada tenía el conocimiento de los debates modernos de la Biología y Agronomía, cuestiones que aplicó en su trabajo científico, y para explicar los procesos por los cuales se dan los mecanismos biológicos y evolutivos, utilizó los conceptos en boga en ese tiempo, genética, genes, cromosomas, mutación, azar, herencia ligada al sexo, selección natural, variación, segregación de caracteres entre otros, por lo que se considera que fue un excelente difusor de estos conceptos en el área agronómica, siendo un receptor divulgador de la ideas y conceptos de la Teoría Sintética en México. En el diagrama 2 y 3, se muestra un cuadro sinóptico en el que se resumen los aspectos fundamentales abordados por Taboada en su obra *Apuntes de Genética*.

Diagrama 2. Aspectos fundamentales referentes a la genética y las teorías evolutivas analizados por Taboada en la obra *Apuntes de genética* (1938)



Cuadro 3. Aspectos fundamentales con respecto a las variaciones y mutaciones analizados por Taboada en la obra *Apuntes de genética (1938)*



Otro científico, con formación agronómica que divulgó las nuevas ideas darwinianas en México y las aplicó en su trabajo científico, enfocándose en cuestiones de herencia y adaptación es José Luis de la Loma y Oteyza, quién además de su libro *Genética General y Aplicada*, en sus trabajos "Sexo, genio y figura: el cómo y el porqué de la herencia" (1945) e "Ideas nuevas e ideas viejas sobre la evolución y la herencia" (1949), resultado de una serie de conferencias dadas a los ex-alumnos de la ENA, hace un trabajo muy semejante al de Edmundo Taboada, recorriendo la historia de la genética y de la biología, aterrizando en los conceptos de variación, adaptación y herencia, discutiendo también la causa de las mutaciones y el efecto de la recombinación génica aplicadas a la agronomía en particular y a la ciencia en general.

Considero importante resaltar la figura de José Luis de la Loma y Oteyza, ya que según Argueta (2003) lo menciona y la autora de este trabajo lo ha corroborado, es uno de los personajes que

introdujeron-divulgaron la teoría sintética de manera muy explícita, lo que se contrastó a la luz de diversos materiales encontrados, así como de realizar la lectura de 2 de sus obras, que más adelante mencionaré.

4.4.- José Luis de la Loma y Oteyza. Un introductor de la genética aplicada y de la teoría sintética en la agronomía



Fig. 18.- José Luis de la Loma y Oteyza

José Luis de la Loma y Oteyza, exiliado español, estadístico y docente llegó a México en 1939 en compañía de otros científicos del exilio español, previo paso por Francia. Se naturalizó mexicano después de su llegada a este país; se incorporó a la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo en 1940, de la que fue profesor durante aproximadamente treinta años. Su primera clase fue de cálculo diferencial e integral, pero en ese año los alumnos de la especialidad de bosques se iban a incorporar a la Escuela de Chapingo y carecían de bases genéticas, por lo que De la Loma fue propuesto en 1940, para impartir la cátedra de Genética General, Genética Vegetal Aplicada y Experimentación e Investigación, en sustitución de Edmundo Taboada, quién había sido responsable de esas cátedras desde 1936.

De su época de profesor proceden varios textos, publicados como apuntes de clase, entre ellos *Apuntes de Genética* (1938), los cuales fueron reproducidos en un mimeógrafo. Esta no fue su única obra, pues De la Loma ya había publicado otros textos relativos a la aplicación del cálculo aritmético y la geometría en agricultura: "La aritmética del agricultor mexicano" (1940) y "La geometría del agricultor" (1940).

De la Loma formó parte del consejo de la Escuela de Agricultura y una vez en él, consiguió que se aprobara el establecimiento de la asignatura de Genética en todas las especialidades en la escuela. El curso de "Genética General I" impartido en el tercer año, se completó con el de "Genética General II", agregó temas que no se incluían en los cursos anteriores, tales como las relaciones genotípicas, los caracteres cuantitativos, herencia citoplasmática, entre otras.

Propuso la remodelación de la enseñanza de la Genética Aplicada, de modo que abarcara dos cursos: i) Métodos Fitotécnicos y ii) De Genética Vegetal Aplicada, al que se sumó por sugerencia suya uno más de Genética Especial, donde se tocaban temas sobre esta materia en plantas como el trigo, maíz y frijol entre otros, del que se hizo cargo Gilberto Palacios de la Rosa. Con todo esto se fue modelando la configuración de la Cátedra de Genética en Chapingo.

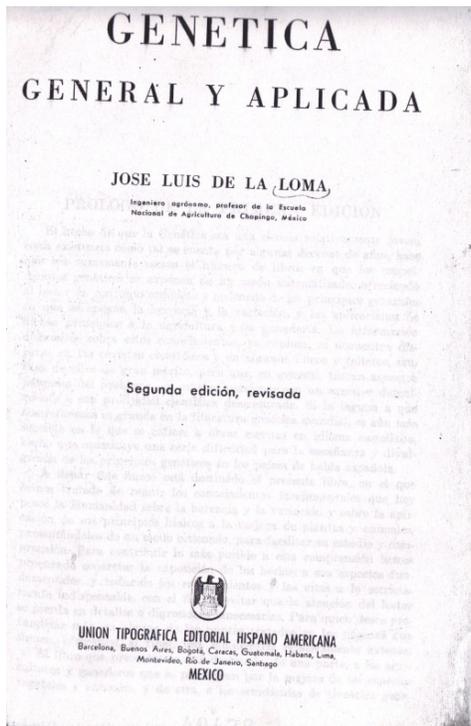


Fig. 19.- Portada de la obra *Genética General y Aplicada* de José Luis de la Loma

En 1946, De la Loma publicó una obra más completa titulada *Genética General y Aplicada*, que fue reeditada con amplias correcciones y adiciones en dos ocasiones más, correspondientes a los años 1954 y 1966, y ha sido reimpresa muchas más veces, la última en 1982. En el prólogo de este libro, De la Loma menciona que esta obra surgió con la idea de llenar el vacío creado por la carencia de textos en español sobre Genética. Según De la Loma: "este hecho que constituye una seria dificultad para la enseñanza y divulgación de los principios genéticos de los países de habla española, tratando de reunir en el los conocimientos fundamentales que hoy (1946) posee la humanidad sobre herencia y la variación; así como de los principios básicos a la mejora de plantas y animales, presentándolos de un modo ordenado para facilitar su estudio y comprensión" (De la Loma, 1946: V).

Este libro estuvo dirigido a agricultores y ganaderos preocupados por la mejora de especies vegetales y animales; así como a los estudiantes de Genética de habla hispana que cursaban estudios en los centros docentes de los países de habla española y especialmente a sus alumnos de la Escuela de Chapingo, México de los cursos de Genética General y Genética Vegetal Aplicada.

El libro *Genética General y Aplicada* se divide en dos partes, a las que De la Loma llamó libros: El libro I está dedicado a la Genética General y libro II, a la Genética Aplicada. El libro I lo dividió en tres partes:

- 1) La parte I llamada **la Genética**, en la cual define el concepto de Genética, las áreas que abarca, sus fines y su historia, mencionando a personajes tales como Carlos Linneo, George Luis Conde de

Buffón, Georges Cuvier hasta Charles Darwin, Alfred Russel Wallace, Ernst Haeckel y Julián Huxley mostrándolos como los paladines de la evolución, a August Weissman como el primero que intentó explicar científicamente como el medio modifica las cualidades de los individuos. Con respecto a la herencia y su historia, dice que el neodarwinismo es la teoría de las mutaciones, se apoya en las obras de Hugo de Vries y menciona sus debates con la obra darwiniana, describe el trabajo de Thomas Hunt Morgan y Goldschmidt, Johannsen.

2) La parte II referida a **la herencia**, De la Loma describe la base material de la herencia, habla de la célula y sus procesos de reproducción, de los cromosomas y su función en la reproducción; menciona las leyes de Mendel y las anomalías mendelianas, también describe como se calculan las relaciones fenotípicas y genotípicas, la herencia ligada al sexo y la teoría cromosómica de la herencia y la herencia del sexo.

3) La parte III está dedicada a **la variación**, en la cual habla de los modos en que se presenta, su naturaleza y las causas de esta, así como de las mutaciones, ejemplificando estos conceptos con algunos estudios hechos con *Drosophila*, plantas y animales, menciona diversas aberraciones cromosómicas. También trata a las variaciones y su estudio estadístico, relatando la importancia de las medidas de variabilidad, que los errores estadísticos deben ser considerados en la variación, así como algunas pruebas estadísticas para corroborarla y la prueba de hipótesis para como medio para demostrar la variabilidad.

En el libro II, titulado **Genética Aplicada**, lo divide en tres partes:

1) La parte I describe **los métodos genéticos** aplicados primero a plantas y posteriormente en animales, las formas de reproducción relacionadas con la genética en plantas con animales, la importancia de los caracteres cualitativos y cuantitativos en el mejoramiento genético, la relevancia de líneas puras de las especies y sus cruzas, calculando los resultados con algunas técnicas aplicadas en la Genética de Poblaciones, en pruebas de consanguinidad y autofecundación, contrastadas con diversas técnicas estadísticas, donde se prueba la hibridación de especies y el mejoramiento de las especies con base en su selección.

2) En la parte II aborda lo que es **la Genética Vegetal** y su importancia, explicita los métodos para el mejoramiento de plantas, la hibridación, las mejoras de plantas autógamas y halógamas, así como la genética de las principales especies de plantas cultivadas, las variedades resistentes y el mejoramiento de las especies vegetales.

3) En la parte III, **de Genética Animal**, aborda los métodos generales para la mejora de animales, su práctica y la importancia de la fecundación artificial en animales domésticos, así como la genética de las principales especies animales.

Sin embargo, en esta obra no habla de las traducciones al español que Zulueta efectuó de la obra de Darwin, Morgan y De Vries, aunque si menciona las experiencias que se tenían en ese momento con la especie *Phytodecta* en lo referente al alelismo múltiple y la herencia ligada al sexo. Esta **no** era la única carencia de la obra. Apareció una reseña de esta obra en una miscelánea de la Revista *Ciencia*, hecha por Osorio Tafall (1947b: 41), donde hace una crítica muy fuerte a la obra por su falta de actualización en lo que se refiere a los conceptos citogenéticos, en la cual detalló cada uno de los puntos en que debía ser revisada de la siguiente manera: "Del contexto de la obra se aprecia claramente que el autor [...] pisa terreno mucho más firme y acorde con su preparación cuando se enfrenta con los problemas técnicos de la Genética Aplicada [...]. En cuanto al libro primero sobre genética general y sus bases, [...] sentimos declarar que no responde ni mucho menos al estado actual de los conocimientos sobre la materia. En especial el capítulo II, referente a la base material de la herencia, está compuesto a base de conceptos anticuados de la citología, desterrados ya de todos los textos modernos"

Y finaliza la reseña con el siguiente comentario: "es de esperar que el Ing. De la Loma persevere en su plausible intento y en una futura edición de su libro pueda presentar una visión moderna, teórica y práctica de la Genética, a fin de que sus meritorios esfuerzos se vean recompensados por el reconocimiento de que su obra se puede comparar con las mejores que existen en idiomas extranjeros, lo que, por desgracia no es posible decir de la presente edición"⁷⁹

De la Loma aceptó la sugerencia de Osorio Tafall y en 1954 se reeditó por segunda vez la obra, revisada y corregida. De la Loma aclara que no existen muchos cambios con respecto a la primera edición, pero que hizo una cuidadosa revisión del texto y amplió algunos temas a la luz de los progresos de la genética de los últimos años. Específicamente amplió el libro II, cuando se habla de los procesos reproductivos (mitosis y meiosis); actualizó el concepto de gene y las ideas alrededor de este concepto. Cuando De la Loma habla de los caracteres adquiridos, consideró los avances hechos que la escuela rusa mostraba, especialmente con la teoría de Lysenko, amplió el concepto de poliploides.

⁷⁹ Ibid, p. 42

También menciona que se debe tener una adecuada interpretación de la evolución de las especies, así como de la aplicación de la genética aplicada. En el libro II amplió el tema de la genética de las principales especies y adicionó las ideas básicas sobre la genética forestal, por su importancia en la producción de bosques. Algo que remarca de la Loma en la segunda edición es la actualización de la bibliografía para una mejor utilización de los conocimientos que el usuario requiera.

En 1966 apareció la tercera edición, donde de la Loma conservó la estructura planteada en la primera y segunda edición, pero en la tercera anexó tres nuevos capítulos, el primer capítulo anexado se hizo en la parte II del libro primero, referente a la herencia, donde actualizó y amplió el concepto de gene, su naturaleza y acción en las especies. El otro capítulo incluido fue en la parte II del libro II, donde habla de la genética vegetal, donde incluye la formación de especies resistentes, con el fin de ampliar la identificación, producción y conservación de especies mejoradas. Además de estos capítulos, actualizó los temas de genética de las poblaciones, herencia y esterilización.

A esta tercera edición le siguieron varias reimpressiones. Entre las numerosas obras de De la Loma se abordan temas con un fuerte contenidos genéticos, aunque también desarrolló una gran labor de traducción, que abarca alrededor de 25 obras traducidas de inglés, francés y portugués. Dos de ellas se describen en este trabajo, porque en ellas de la Loma hace una amplia descripción de las ideas darwinianas y de la Teoría Sintética, con lo que hizo una amplia difusión de la Teoría Sintética en México, de las pocas referencias que se han podido encontrar al respecto y son: i) *Sexo, genio y figura: el cómo y el por qué de la herencia* (1945), ii) "Ideas nuevas e ideas viejas sobre la evolución y la herencia" (1949).

4.4.1.- De la Loma y la obra *Sexo, genio y figura: el cómo y el por qué de la herencia*.



Fig. 20.- Portada de la obra *Sexo genio y figura*. El cómo y el por qué de la herencia de José Luis de la Loma.

i) En la obra *Sexo, genio y figura: el cómo y el por qué de la herencia*, De la Loma aclara que éste es un libro de divulgación acerca de la herencia y sus fundamentos, concepto que en ese momento era muy poco abordado cuando se intentaba explicar el fenómeno hereditario en español. Siguiendo las palabras de De la Loma: “se pretende poner los hechos hereditarios al alcance del gran público, prescindiendo del tono científico y del vocabulario técnico con el que se dirigen a sus lectores [...]”. “Sin embargo, el conocimiento de los fundamentos de la herencia ahora son bastante sólidos, para que su exposición pueda saltar de la aridez de los conceptos a una relativa sencillez de expresión, capaz de hacerlos comprensibles para los pocos iniciados en el campo de la Biología”. (De la Loma, 1945:7)

Siguiendo esta reflexión, De la Loma se pregunta el interés que se suscita en la ciencia de saber “por qué somos como somos, que fuerzas regulan nuestro parecido con nuestros antecesores, qué causa hacen que nos diferenciamos de ellos; cual es el origen del sexo que poseemos el porqué de nuestra fisonomía y nuestro carácter, cuál es el origen del sexo que poseemos, del grado de nuestra inteligencia y de las modalidades del temperamento”⁸⁰. Como se puede deducir de lo anteriormente expuesto, el interés de De la Loma está en divulgar el concepto de herencia, así como los mecanismos que subyacen de ella, así como los efectos que produce en los seres vivo y que trascienden en la evolución de las especies.

Inicia el capítulo I, titulado “Los Precursores”, donde hace un listado de las supersticiones y errores que se tienen acerca del fenómeno hereditario; como el creacionismo ha dado diversas explicaciones al respecto y cómo el concepto de herencia fue entendido dentro del proceso evolutivo. Hace énfasis en la variación y adaptación “como sucesos ligados a la herencia y comenta cómo estas variaciones se dan de padres a hijos”, cómo influye el mecanismo hereditario en la evolución de las especies y las razas. Menciona que “el estudio de la variación de los fenómenos hereditarios dieron origen a una joven ciencia, la genética, la cual fue bautizada con este nombre por Bateson” (De la Loma, 1945:20)

⁸⁰ Ibid, p. 8

Posteriormente De la Loma hace un recorrido por la historia de la biología, iniciando con la importancia de la herencia los caracteres, y como ocurre este proceso desde una célula hasta los organismos superiores. Menciona al transformismo como la evolución de las especies, postura que se contraponía al creacionismo, hace una recopilación histórica en la anatomía comparada desde Cuvier hasta Lamarck y Darwin, así como de los debates que se dieron acerca de cómo se heredan los caracteres, discute los conceptos que plantea en "El origen de la especies", especialmente a la selección natural, lucha por la existencia, variación y adaptación, menciona a Huxley, Haeckel y Spencer, cuyos estudios contribuyeron a afianzar las ideas del evolucionismo, así como a Weissmann y sus teorías relacionadas con la herencia.

También hace una descripción de los descubrimientos que en ese momento se hacían con respecto a la herencia y la variación de cómo se dio el nacimiento de la herencia y el evolucionismo; cómo surgió el neo-darwinismo y la teoría de las mutaciones planteada por Hugo de Vries, cuyo problema era dilucidar qué clase de variaciones son la base de la evolución.

También refiere a Mendel y sus aportaciones en la genética, a Johannsen y sus experimentos con líneas puras, hasta llegar a 1900, donde relata cómo Hugo de Vries, Tchermarck y Carl Correns trabajaron con la hibridación de plantas, basados en los trabajos de Mendel. Con ello, dice De la Loma, se inicia la divulgación de los principios mendelianos. También se refiere a la manera de cómo en esos momentos se explicaban de los mecanismos por los cuales se heredaban los caracteres, mencionando a Nielsson-Ehle, autor de la hipótesis sobre la herencia de los caracteres cuantitativos y culmina su recorrido con Thomas H. Morgan, autor de la Teoría Cromosómica de la Herencia.

En el Capítulo II hace un excelente relato de cómo Mendel trabajó y las conclusiones a las que llegó con respecto a los caracteres considerados en sus experimentos, que actualmente se les llama caracteres contrapuestos o manifestaciones contrarias, las cuales denominó pares alelomórficos o pares de alelos, explicando que "un miembro de un par se denomina alelomorfo del otro miembro o alelo de él. Así, la semilla amarilla es alelomorfa de la semilla verde, y la flor blanca, alelomorfa de la roja"⁸¹. De la Loma en este capítulo también define el concepto de fenotipo (todos los individuos que exhiben una misma manifestación externa de un carácter, forman un fenotipo; entendiendo también el concepto como el carácter que define al grupo a partir de estas consideraciones), culmina el capítulo con una serie ejemplos de estos conceptos.

⁸¹ Ibidem, p.46

En el Capítulo III, De la Loma define las anomalías mendelianas, la forma en que surgen y quienes han trabajado al respecto; así como su expresión en las dominancias y los factores que hacen que existan, el ejemplo más representativo que describe es el de Bateson, donde hace la cruce aves de razas híbridas Wyandotte (con cresta rosa) y la raza Brahma (con cresta guisante). Los resultados obtenidos no fueron los esperados, ya que los híbridos obtenidos no tenían ni cresta rosa ni guisante, sino una cresta desconocida, baja en la parte superior y de superficie arrugada (que le llamó cresta nuez). Por este resultado, realizó otra cruce de machos y hembras con esta cresta. Lo que observó fue más sorprendente, entre los hijos había aves con cresta de nuez, otros rosa o de guisante, pero algunos tenían la cresta de otro tipo de raza (Leghorn), que no tenían sus padres o abuelos.

De la Loma, comenta que Bateson contó el número de cada tipo de cresta de la segunda generación con cada uno de los tipos de cresta y esto le dió otros datos: Por cada nueve aves con cresta de nuez, había tres con cresta rosa, tres con cresta de guisante y una sola con cresta Leghorn. Lo que llamó la atención de Bateson fue que la proporción en que se encontraban los animales provistos de los cuatro tipos de cresta, era exactamente la misma que los cuatro fenotipos de la segunda generación, en el cruzamiento de dos individuos que difieren por dos pares de caracteres, nueve con tres, por tres y por uno.

Esto lo hizo pensar que debían intervenir en la forma de la cresta, dos pares de factores y que cuando estaban juntos en las células de un individuo los dos factores dominantes de ambos, la cresta era de forma de nuez. En cambio, si el individuo contenía en sus células un factor dominante del primer par y factores recesivos del segundo, poseería cresta en roseta y si contenía solo factores recesivos del primer par y uno dominante del segundo su cresta sería guisante. De esta manera, hace un estupendo relato acerca de cómo la herencia influye en los descendientes y cómo éstos se ven beneficiados en el proceso adaptativo y cómo los genes juegan un papel fundamental en los caracteres cuantitativos que son heredados de padres a hijos.

De la Loma toca un punto que considera muy importante en la herencia, el mundo celular, su organización y estructura. Describe al núcleo celular como "corpúsculos que nadan en el citoplasma" (p. 91), usando la metáfora de un viajero en el citoplasma que pasa entre los tejidos, como se dá el crecimiento celular y como la división celular es la forma de proliferación de tejido celular; esto lo describe como una "fila longitudinal de corpúsculos, colocados unos a continuación de otros como las cuentas de un rosario" (De la Loma, 1945:92), considera que cada cuenta es un cromosoma que contiene cromatina. **Hace una estupenda descripción de cómo se realiza el proceso mitótico**

y meiótico, menciona a los cromosomas análogos (conocidos también como cromosomas homólogos); hace la diferencia entre células sexuales y somáticas y de cómo las primeras provienen de células sexuales de machos y hembras, haciendo mención de que en estas células se encuentran los cromosomas y los genes se encuentran dentro de ellos. Termina el capítulo relatando cómo se han hecho hasta ese momento los estudios cromosómicos hechos a *Drosophila*.

Del capítulo V al VII, De la Loma habla de los efectos del cruzamiento entre razas y la consanguinidad, así como del efecto del mestizaje y la hibridación, de cómo es la variación en una misma especie y cómo se diferencian entre ellos; expresando que la "variación es un hecho de observación usual, ya que desde el examen de los seres que nos rodean, ya pertenezcan al reino vegetal, al reino animal o a la especie humana, muestran una intensa variación; los hijos se diferencian de los padres, los hermanos no sólo se distinguen fácilmente unos de otros, sino que por lo general, tienen rasgos fisonómicos y características peculiares de cada uno de ellos, que los hace totalmente distintos"⁸².

También distingue entre la variación continua (la que considera "como la más general") y la discontinua ("aquella que tiene alguna desviación de tipo general, de carácter morfológico o fisiológico") y como las variaciones aparecen de un modo repentino en uno o varios individuos aislados de una misma generación o incluso, de una misma descendencia y que se manifiesta en una amplitud cuantitativa y con modalidades cualitativa nuevas, que diferencian visiblemente a los individuos que las poseen, del resto de sus hermanos (De la Loma, 1945: 174).

Como punto importante, en este capítulo se resalta la discusión acerca cómo la variación influye en la evolución de los seres, y cómo el medio influye en esas variaciones. De la Loma ejemplifica cómo se dá este proceso desde plantas hasta animales superiores. Un punto importante que recalca De la Loma es un segundo factor que se suma al medio para modificar el conjunto de características delineadas por la herencia. Ese factor es la educación, que "en el sentido más amplio, va desde la instrucción, el ejercicio mental y el entrenamiento físico en la especie humana, hasta lo que los zootécnicos llaman "gimnasia funcional" que estimula el funcionamiento de un tejido, órgano o aparato, por el reiterado uso del mismo" (p. 181).

⁸² Ibid, p. 172

Al respecto, De la Loma menciona que "La herencia, el medio y la educación forman para los seres superiores, y para el hombre en particular, de lo que él llama el triángulo de la vida, "un triángulo escaleno de lados desiguales, cuyo lado mayor, base del mismo, el cual es la herencia. Ésta es en efecto, lo fundamental en la determinación a lo que un organismo ha de llegar a ser; el conjunto de genes acumulados en sus cromosomas, definirá la especie a la que ha de pertenecer el organismo, sus rasgos fundamentales y su capacidad de manifestación morfológica, fisiológica y psíquica. Desde antes de nacer, el individuo, desde el momento en que se fusionan las células sexuales de sus dos progenitores, su patrimonio hereditario queda establecido, sus potencialidades de todo orden quedan fijadas. La herencia define lo que el organismo es" (De la Loma, 1945:182).

El capítulo VIII titulado "Un *mentis* al "*natura non faecit saltum*", De la Loma describe a las monstruosidades y de cómo afectan las mutaciones en estos fenómenos, siendo las mutaciones "un cambio que se manifiesta con amplitud para ser claramente apreciable". Describe profusamente el papel de las mutaciones en la evolución de las especies y da una serie de ejemplos de las mutaciones que son positivas y las negativas y cómo la naturaleza hace que predominen las benéficas y se eliminen las que afectan la evolución de la población.

Culmina describiendo en el capítulo IX, X y XI cómo el hombre es el escultor de la naturaleza, ya que el construye plantas y animales de acuerdo a su "capricho y conveniencia". Asevera que los "híbridos de plantas cultivadas y de las razas de animales domésticos tienen su origen en especies silvestres, unas veces desaparecidas y otras subsistentes, por una transformación gradual, debida a la acción del hombre, que en el transcurso del tiempo se ha afanado para afianzar y conservar las variaciones útiles que los organismos iban presentando" (De la Loma, 1945: 225).

En el capítulo XI también habla de la eugenesia, define que es y que no es, su historia y los procesos con los cuales se heredan los caracteres y de cómo son utilizados para beneficio del hombre. Termina la obra diciendo que la especie humana "ha de tener en cuenta que dentro de cada hombre existe un caudal de posibilidades que la herencia le confiere; que sólo la educación y el medio hacen que este caudal se manifieste íntegramente. La humanidad para progresar, ha de afanarse por dar a todos los hombres las oportunidades necesarias para que su capacidad pueda exhibirse plenamente, y más tarde, organizarse de tal modo, que las individualidades más destacadas sean aprovechadas de la manera más completa, como fuente de las futuras generaciones, pues los hombres como los corredores de la Grecia inmortal, se sumen en la noche, después de haber transmitido a sus sucesores la antorcha encendida de la vida" (De la Loma, 1945:278).

4.4.2.- De la Loma y la obra "Ideas nuevas e ideas viejas sobre la evolución y la herencia"

La segunda obra titulada "Ideas nuevas e ideas viejas sobre la evolución y la herencia" fue resultado de unas conferencias pronunciadas en el Ateneo Español en México entre los días 19, 21 y 22 de julio de 1949 y posteriormente fueron publicadas por la revista de la Escuela de Chapingo. En las tres conferencias, trató tres temas principales:

- i) La sucesión de ideas y explicación de la herencia.
- ii) La evolución de las especies según la genética ortodoxa
- iii) Postulados y alcance de la escuela heterodoxa

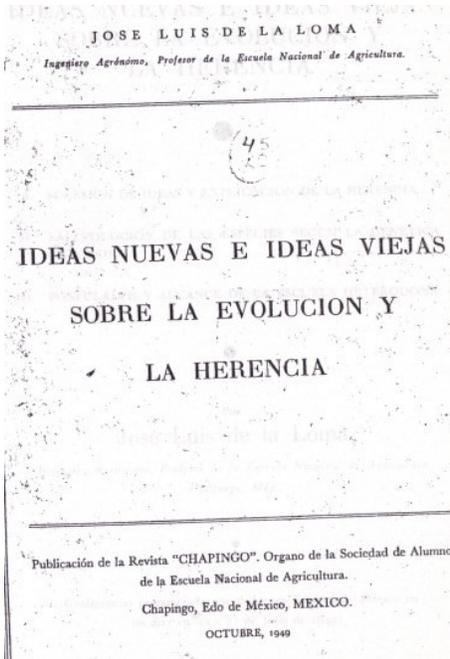


Fig. 21.- Portada del artículo "Ideas nuevas e ideas viejas sobre la evolución y la herencia" de José Luis de la Loma

En la parte titulada "La sucesión de ideas y explicación de la herencia", De la Loma hace una extensa introducción acerca de la importancia de realizar investigaciones y buscar explicaciones a hechos que se presentan en ellas, mencionando que la herencia debe ser estudiada como un hecho presente en muchas disciplinas, y que debe ocurrir lo mismo en las Ciencias Naturales con el concepto de evolución, proponiendo que se deben hacer más investigaciones en torno al origen y evolución de las especies, las polémicas científicas que existen en torno a este hecho y la manera en que han estado estas respaldadas o debatidas por las divergencias de criterio social, religioso o político, las más de las veces .

De la Loma explica como los conceptos evolución y herencia se han enlazado en la actualidad, y hace un breve barrido a las diferentes escuelas en las que han surgido esos debates. Habla de la escuela lysenkista y michurinista como ejemplos que estas escuelas justifican que a partir de teorías viejas defendidos por algunos de ellos, puedan generar nuevos avances en el área, por ejemplo, la teoría de la herencia de los caracteres adquiridos por la influencia del medio, se podía poner en duda el establecimiento de la genética clásica. Dice de la Loma al respecto: "nada trascendente hubiera ocurrido si las nuevas ideas hubieran permanecido solo en el ámbito de los laboratorios y los campos experimentales, de las cátedras y las academias; los hombres de ciencia los hubieran discutido, los

experimentos e investigaciones habrían llegado a incorporarse a las doctrinas científicas o a desecharlas por erróneas y quizá hubieran llegado a contribuir al progreso del conocimiento humano. Es probable que así ocurra en definitiva, pues se basan en experimentos y observaciones dignas de consideración, pero por el momento, las ideas en cuestión han saltado desde tales ámbitos a la plaza pública internacional, los propagandistas políticos de unos y otros bandos, la han empezado a utilizar como arma, deformándolas, exagerándolas y dándoles modalidades que quizá no tienen, y que lamentablemente, los hombres de ciencia, perdiendo la ecuanimidad, se han entregado a una controversia de carácter más político que científico, desviando la atención de la verdadera entraña del problema. El resultado es que la opinión de las personas sensatas no interiorizadas en los fenómenos de la herencia y variación, está desorientada y sin saber dónde termina la ciencia y donde empieza la política". (De la Loma, 1949:4)

De la Loma también explica cómo ha existido una sucesión de ideas y explicaciones acerca de la herencia y la evolución, hace un recorrido histórico por las mismas desde finales del siglo XVIII, pasando por las explicaciones acerca del origen e inmutabilidad de las especies, como fueron vistas por creacionistas, científicos y hasta filósofos, tales como Carlos Linneo, Lamarck, Geoffrey Saint Hilaire, Cuvier, los debates con dos anteriores, llegando a Darwin y la expectación que logró con sus postulados, tales como lucha por la existencia y la selección natural, fenómenos que refiere como los causantes del nuevo concepto supervivencia del más apto. Así mismo dice que la teoría darwiniana se basa en cuatro postulados: a) La variabilidad que determina diferenciaciones entre los seres de cada especie, b) La lucha por la vida que se establece entre los seres, c) La selección natural y d) La herencia que se transmite de generación en generación.

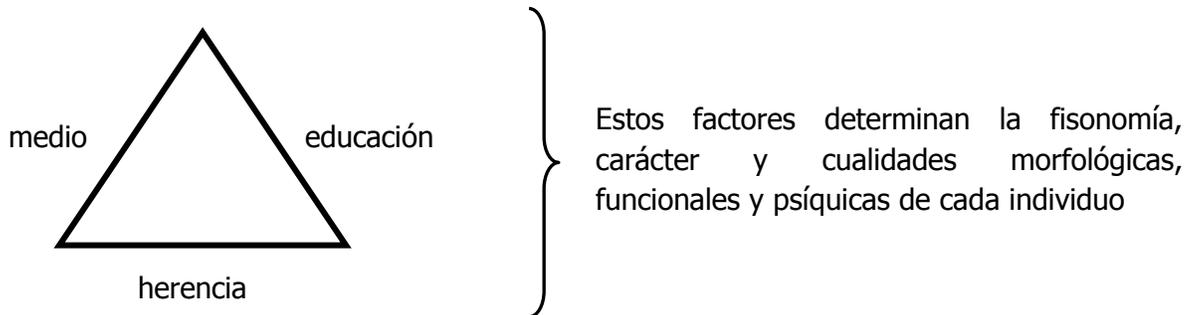
De la Loma asevera que todo este mecanismo en la evolución explica de modo perfecto la posibilidad de que las formas vivas se deriven de otras, al acumularse las modificaciones fijadas por la selección natural como consecuencia de la lucha por la existencia y transmitidas por la herencia. Habla de la incorporación de las ideas de Wallace, Haeckel y Huxley a las ideas darwinianas, de los trabajos de Mendel, sus resultados y su propuesta genética. Menciona a Weismann, como el que sigue estos postulados, hasta llegar a la formulación de la Teoría Cromosómica de la Herencia de Morgan y da ejemplos de cada caso que trata. Da la definición de cromosoma, cómo está constituido y su importancia en la herencia, así como su relación con la variación, la acción de los genes, su entrecruzamiento y como se da la herencia a partir de este proceso. También habla de la importancia de las células reproductoras, ya que en ellas está contenida la información génica que se hereda.

En la segunda parte, "La evolución de las especies según la Genética Ortodoxa", De la Loma intentó dar una explicación del fenómeno hereditario al amparo de la teoría cromosómica de la herencia y si ésta explicación estaría en pugna con la teoría darwiniana de la evolución. Inicia su explicación diciendo que el punto débil de la teoría darwiniana está en las causas de las variaciones, para servir como base para la lucha por la existencia y a la selección natural. Después de una serie de disertaciones concluye que los seres se diferencian unos de otros, incluyendo a sus progenitores, porque la variación está caracterizada por una tendencia opuesta a la herencia que influye sobre los organismos para desviar sus rasgos del tipo fijo o inmutable si sólo actuara el fenómeno hereditario. Esta variación, según De la Loma (1949:16), se ve influida por el medio, es decir, por las condiciones que rodean al organismo y que actúan de diferente manera sobre cada ser. Se manifiesta en una serie de pequeñas diferencias cuantitativas y que por ser variable en intensidad y sentido, "para cada órgano y para cada carácter, dan origen a la fisonomía de cada individuo y permiten distinguir unos de otros. Esto se aprecia muy fácilmente en las plantas". Para ello da ejemplos que ilustran la influencia del medio en los organismos.

De la Loma menciona que "el organismo no hereda materialmente los caracteres, sino la potencialidad para desarrollarlos"; es decir, lo que se hereda "es la capacidad para desarrollar determinada forma de carácter". Asimismo, asevera que "el medio condiciona la expresión de los caracteres determinados por los genes, es decir, por la herencia y hasta puede llegar a modificarlos" (p.17), idea que también desarrolla en su libro *Apuntes de genética aplicada*, en la segunda y tercera edición.

De la Loma en el capítulo II, hace una descripción de los trabajos de Mendel, su terminología y leyes, en el capítulo III, describe las anomalías mendelianas, mencionando que Hugo de Vries, Tschermak y Correns fueron los redescubridores de las leyes mendelianas, utiliza algunos ejemplos para ilustrar estas anomalías en algunos caracteres heredados en algunos animales, tales como el color de las plumas en gallinas, el color del pelo en conejos, también en las plantas se manifiesta el efecto de la herencia en el color y número de flores, vigor de tallos y hojas, así como la manifestación de dos o más factores en conjunto. En el caso de las gallinas se manifiesta en la forma de la cresta de gallina: En el capítulo IV habla de las bases materiales de la herencia, así como de la "nueva" concepción moderna de la herencia, dando ejemplos de anomalías heredadas en cromosomas homólogos de *Drosophila*.

Curiosamente, coincide en una parte central con el libro *Sexo, genio y figura: el cómo y el porqué de la herencia* con respecto al efecto del medio, la educación y la herencia, dando la siguiente interpretación:



Lo que de la Loma quería decir con ello es que "la herencia determina lo que el nuevo organismo es, el individuo puede modificar en cierto grado lo que le ha proporcionado su herencia, mediante el entrenamiento. Esta, en forma de educación intelectual, puede dar más oportunidad de manifestar las cualidades de su inteligencia debido a los genes acumulados en sus células; en forma de entrenamiento físico, puede permitir que se alcancen los límites de esfuerzo material que consiente la herencia que le fue heredada por sus antecesores. Sin este entrenamiento, algunos caracteres y ciertas potencialidades no se llegarían a manifestar en su amplitud (esto es lo que De la Loma considera educación).

De la Loma menciona que "los caracteres dependen del conjunto de genes que el individuo posee, si esos genes no se modifican, la potencialidad del organismo es la misma para el individuo y su descendencia. Solo el medio podrá hacer que dicha potencialidad se manifieste en mayor o menor grado, pero no es capaz de modificarla. El patrimonio génico puede cambiar, quizá por efecto de factores ecológicos y en tal caso, nuevas variaciones podrán pasar a las generaciones futuras, pero De la Loma aclara, esta es la excepción, no la regla".

También hace una extensa discusión acerca de la recombinación génica, de los cromosomas y de su relación con la herencia, hace referencia a la teoría de Hugo De Vries, la importancia de las mutaciones cómo se relacionan con el medio, y cuál es su efecto en la herencia, el cual se da en los genes y cómo las mutaciones influyen en las modificaciones que ocurren en los organismos. Dice que de estas ideas surgió el mutacionismo y el neodarwinismo, cuyos defensores creían que la variación que selecciona la naturaleza no se daba como pequeñas desviaciones, sino por una variación discontinua productora de los cambios importantes y hereditarios. También da respuesta a la pregunta de si la teoría de Morgan estaba o no en pugna con la teoría de la evolución de las especies

de Darwin. Llega a la conclusión de que no era así en su mayor parte, pero sí señala la primacía de las mutaciones como motor evolutivo sobre los cambios graduales del darwinismo ortodoxo.

La siguiente y última lectura fue titulada "Postulados y alcance de la escuela heterodoxa". En ella, basándose en todas las explicaciones dadas anteriormente, De la Loma demostró el error de los científicos soviéticos encabezados Trofim Lysenko e Ivan Michurin al rechazar las teorías de Mendel y Morgan, dando una explicación en clave mendeliana a los experimentos rusos que intentaba probar nuevamente la validez de la herencia de los caracteres adquiridos. Del mismo modo, De la Loma hace en este escrito una denuncia en su discurso de cómo se utilizaron políticamente esas ideas por parte de la Unión Soviética de estas teorías genéticas y como fueron contraatacadas por los defensores de la nueva teoría, Darlington y Dobzhansky. Con lo anteriormente expuesto, se puede considerar a José Luis de la Loma como un introductor de la Teoría Sintética en México, recepción hecha desde el ámbito de la agronomía.

Resumiendo las ideas que fueron manejadas en las obras realizadas por De la Loma, se hizo una serie de cuadros sinópticos en los cuales se resumen los puntos centrales de las obras *Genética general y aplicada* (1946), *Sexo, genio y figura: el cómo y el por qué de la herencia* (1945) e "Ideas nuevas e ideas viejas sobre la evolución y la herencia" (1949), los cuales se presentan en los diagramas 4, 5 y 6.

Diagrama 4. Aspectos fundamentales abordados por De la Loma en la obra *Genética general y aplicada* (1946)

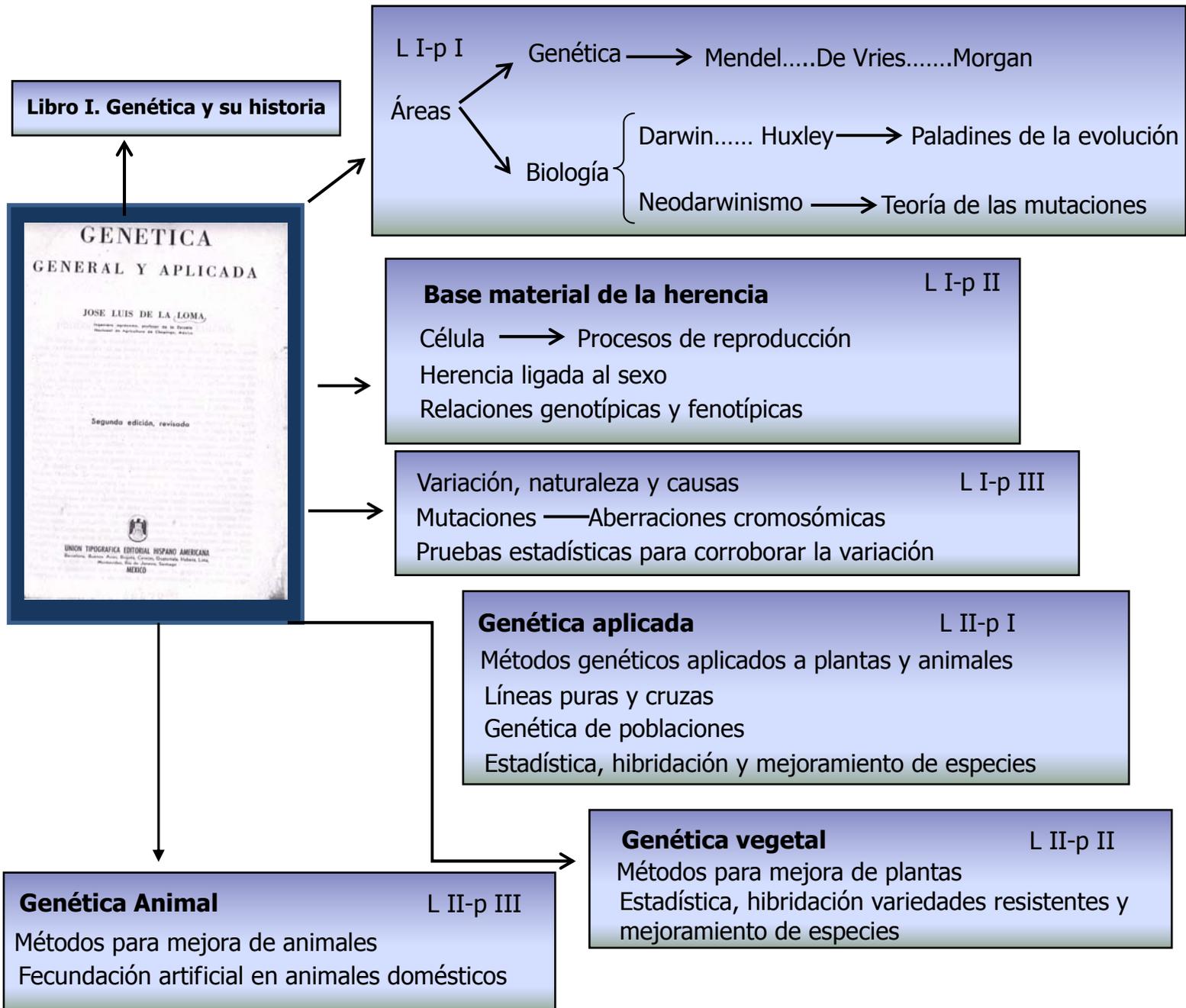
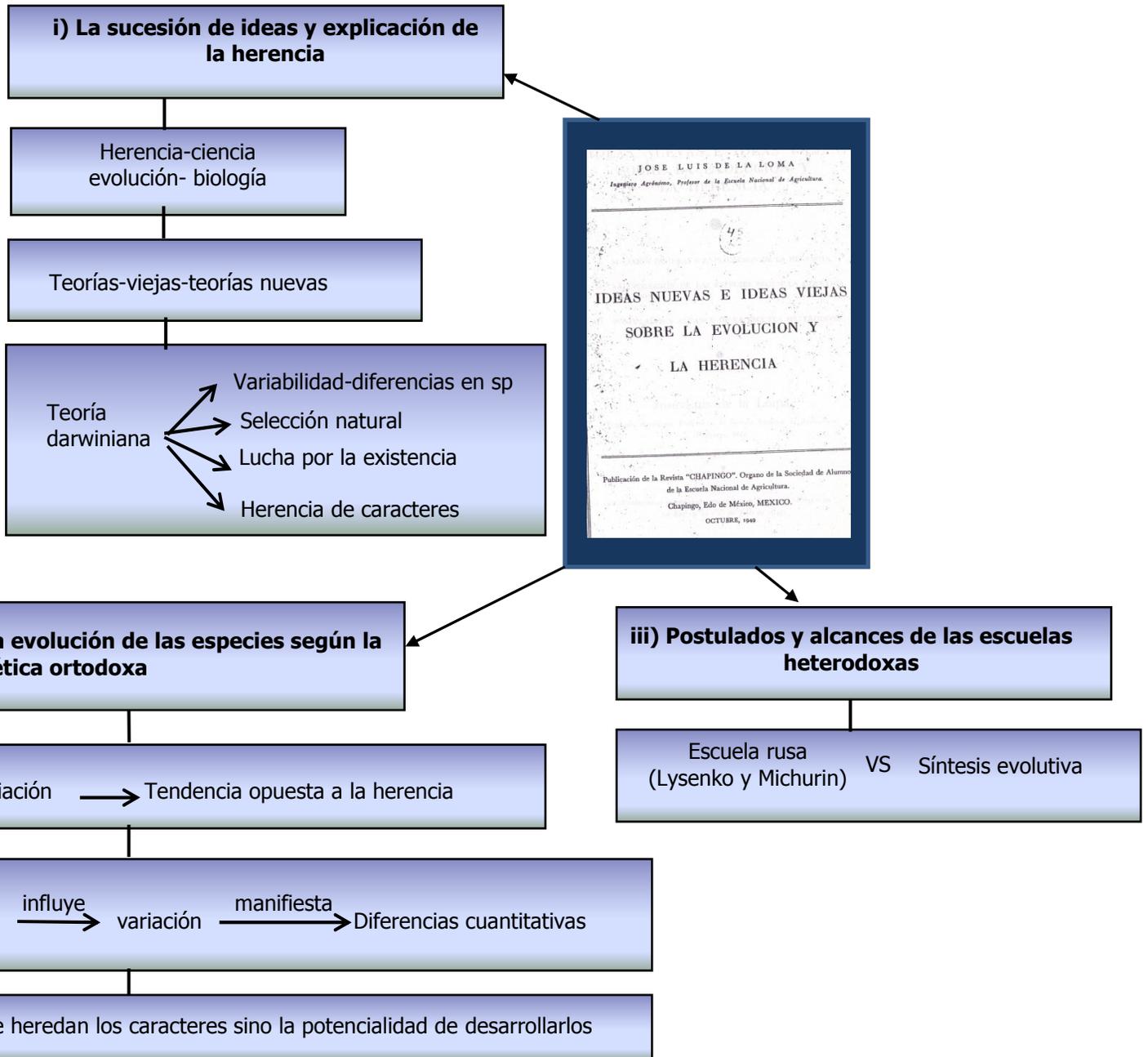


Diagrama 5. Aspectos fundamentales abordados por De la Loma en la obra *Sexo genio y figura: El cómo y el porqué de la herencia* (1945)



Diagrama 6. Aspectos fundamentales abordados por De la Loma en la obra "Ideas viejas e ideas nuevas sobre la evolución y la herencia" (1949)



4.5.- Juan Comas. Introdutor de la teoría sintética en México

Otro autor trabajado es Juan Comas, quién hace una muy buena descripción de cómo se recibieron las nuevas ideas darwinianas en la Antropología Física, de la cual hace una amplia difusión en su libro *Manual de Antropología Física* publicado en 1957, el cual según sus palabras “está dirigido para servir a las nuevas generaciones de antropólogo, con el objetivo de reunir, sintetizar y presentar los problemas en forma sistemática y con información tanto histórica como reciente, para efectos de enseñanza, todo ello con base en los trabajos de especialización que los distintos antropólogos han dado a conocer como fruto de sus propias investigaciones” (Comas, 1957:16).

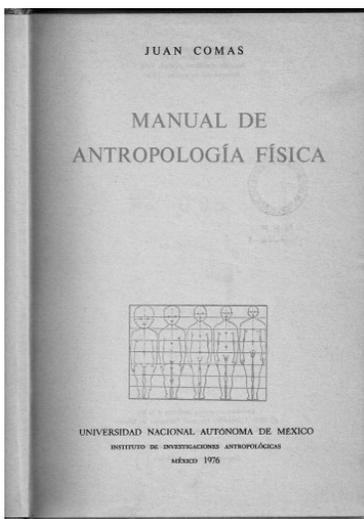


Fig. 22.- Portada del libro *Manual de Antropología Física* de Juan Comas

En la obra “Manual de Antropología Física”, Comas hace una extensa explicación a lo largo de dos capítulos (II y III) de los antecedentes históricos que han existido en el conocimiento físico del hombre, con datos sobre las sociedades de Antropología y Medicina, así como de la historia natural que desde los años 1200 hasta el siglo XVIII, inicia ésta historia con Aristóteles y el mundo griego, pasando por Buffon, Ray, Tourneford y Linneo, donde se detiene a describir su clasificación binomial y cómo el hombre está incluido en ella, centrando su discusión en la cercanía de hombre con los antropoides, menciona la confrontación de estas ideas con las ideas morfológicas de Buffón (órganos, individuos, delimitación de especies, clasificación en familias) y que siguen Cuvier, Maupertuis, Bonnet, Erasmus Darwin y Lamarck, así como las discusiones de la importancia de la forma y función de los órganos dentro del proceso de la evolución de las especies.

Comas dentro de sus antecedentes históricos menciona a los predecesores del transformismo, Lamarck, Darwin y Haeckel así como de la importancia del registro fósil en la evolución, ya que “los fósiles son a modo de viejos monumentos que facilitan el único medio para fijar algunos puntos en la inmensidad del espacio y colocar cierto número de piedras milenarias en el camino eterno del tiempo” (Comas, 1957:29).

Comas hace una amplia explicación de la importancia de las evidencias fósiles en la antropología y como a partir de esta se dan las divisiones de la ciencia antropológicas, la cual fue iniciada por Buffon. Resume esta exposición histórica diciendo que “el antropólogo físico pudo creer en un momento dado

que su tarea se limitaba a medir, clasificar y especular, pero que ésta época ha pasado ya. Ahora se precisan métodos para probar si la teorías son o no correctas; que lo mejor del pasado se debe combinar con nuevas técnicas para lograr pruebas que sustituyan a las simples elucubraciones” (p.49-50).

En el capítulo II, titulado “Origen y evolución del hombre”, Comas hace una exposición del origen y evolución de la vida, diciendo al respecto: “para poder analizar siquiera someramente el problema del origen y evolución del hombre, conviene pasar revista previa a la cuestión más amplia del origen y a las distintas situaciones que históricamente se han presentado.” Comas continua con esta reflexión “[...] recordemos que esta exposición puede plantearse desde ángulos muy distintos: el filosófico, el humanista y el científico-experimental. En el primero se trata de encontrar la respuesta a las preguntas del ¿por qué? y ¿para qué?, en tanto en el plano científico en este caso el biológico, las interrogantes son ¿qué? y ¿cómo? Nos referimos naturalmente a la ciencia contemporánea, carente de toda orientación teleológica que tuvo en otras épocas; la ciencia tal como la describe Simpson en términos de metodología⁸³” (Comas, 1957:57).

Posteriormente hace una descripción de las teorías referentes al origen de la vida, entre ellas la de la generación espontánea, pangénesis y embriogénesis entre otras, que son importantes para los biólogos porque, según palabras de Comas, “reconocieron que todos los seres vivos derivan –en las condiciones del mundo actual- de otros seres vivos” (p.59). A través de estos estudios, dice Comas, “se ha comprobado que no sólo las bacterias sino también los virus cuentan con procesos reproductivos a base de genes, aunque ello no sea suficiente hasta el momento para concederles el status definitivo en la categoría de organismos vivos”.

También hace una descripción del lamarckismo y darwinismo; como posturas que apoyaron la transformación en la primera y la evolución gradual de las especies en el tiempo en la segunda, y al neolamarckismo como una postura antagonista al darwinismo, que apoyaba la herencia de los caracteres adquiridos, considerando esta postura como un sofisma sin ningún sustento ni biológico o filosófico. Da una amplia descripción de las ideas darwinianas, centrándose en el concepto de la selección natural, donde dice que tanto en el darwinismo como en el neo-darwinismo, la selección natural “puede explicar los hechos de adaptación y transformación progresiva” (Comas, 1957:85).

⁸³ En este sentido Comas hace referencia a la obra de George Simpson *Biology and the nature of Science. Unification of the sciences can be most meaningfully sought through study of the phenomena of life*, obra que fue posteriormente publicada en la revista *Science* en 1963, Vol 139, No 3550.

En esa misma página, Comas menciona a J. S. Huxley como un autor que defiende y justifica el principio de la selección natural de Darwin como base de la evolución. Comas apoya esta postura explicando que el neo-darwinismo “en estos días se basa en el concepto de que la selección natural actúa sometiendo las variedades en competencia a un proceso de cernidura, considerando los siguientes puntos:

- i) las variaciones heredadas con las cuales opera la selección natural se deben a mutaciones de los genes o factores hereditarios. La dirección de la mutación es casual en lo que respecta a la evolución, ya que provoca efectos buenos, malos o indiferentes, es decir, [...] las características visibles sobre la cual actúa la selección natural depende de la interacción de un gran número de genes y trabaja pocas veces sobre las mutaciones simples, haciéndolo más frecuentemente en las variaciones conjugadas.
- ii) El neo-darwinismo ha descompuesto analíticamente la selección; entre diferentes especies, [...] y en cada caso se logra un resultado evolutivo distinto.
- iii) El neodarwinismo contemporáneo se basa en una teoría de selección y herencia muy desarrollada matemáticamente, y capaz en muchos casos de calcular la intensidad de la selección natural que opera en la naturaleza pronosticando la rapidez de los posibles cambios en selecciones de poca intensidad. Asimismo puede demostrar cómo una misma intensidad de selección impide, promueve, estabiliza o crea los cambios, según las circunstancias”.

Comas relata la defensa de la selección natural darwiniana que hace Huxley, mencionando que algunos conceptos tales como selección natural, mutación, variación y adaptación, eran interpretados por algunos sectores de la ciencia de manera contraria a cómo los había planteado Darwin, motivo por el cual se oponían a las ideas darwinianas. También menciona al respecto de la selección natural “se ha aplicado en la selección artificial que el hombre ha hecho en plantas y animales domésticos, siendo esto decisivo para la teoría de la selección natural” (p.86).

Al respecto, Comas cita la defensa que hace Huxley diciendo que “en la selección artificial no existe el finalismo operando en plantas y animales que son objeto de experimentación, ya que el hombre es el que las limita a utilizar sólo las variaciones causales creadas por las mutaciones y combinaciones de factores hereditarios; y sin embargo, ha sido capaz de producir tipos superiores a los que se dan espontáneamente en la naturaleza, tal es el caso del caballo de carrera, galgo rosas, tulipanes. Muchos de esos productos implican la más completa adaptación recíproca de las partes, por ejemplo, la estructura corporal del galgo que es de una complejidad mayor, lo que niega que ésta adaptación se pueda producir por selección natural”.

Con respecto a los debates acerca de la selección natural y los tipos de variaciones que son resultantes en los seres vivos, Comas menciona los argumentos dados por quienes rechazan el papel de la selección natural en la evolución, respondiendo que "no importan las pequeñas variaciones que hacen que los organismos se adapten al medio, sino que [...] lo que importa son las grandes y complejas adaptaciones que suponen los complicados ajustes recíprocos, por ejemplo del ojo o la evolución de nuevos órganos tales como el ala o la aparición de una nueva forma original de vida como en el caso de los vertebrados terrestres procedentes de los peces, las que consideramos inconcebibles e inexplicables con la tesis neo-darwinista".

Comas prosigue este debate, relatando que "No es posible repetir en laboratorios o estaciones experimentales un proceso que la naturaleza ha producido en un periodo de 10 a 100 millones de años; pero Huxley arguye que la moderna teoría genética evolucionista (con la base rigurosamente matemática que le ha dado R. A. Fisher, Sewall Wright, Kolgomorov, J. B. S. Haldane y otros), ha demostrado que la selección natural es un mecanismo para la generación de improbabilidades del grado más elevado" (p. 87).

Con esta cita, Comas da inicio a una disertación de acerca de la importancia que empezaba a cobrar en ese momento, del uso de conceptos tales como genes, mutación, herencia, variación y adaptación, los cuales son emanados de la teoría sintética; también hace mención de los trabajos encabezados por los arquitectos de esta teoría en la explicación del proceso evolutivo.

En un extenso capítulo II, titulado "Herencia", Comas hace una amplia explicación de este concepto, habla de las dificultades que se han tenido en el estudio de la herencia humana, menciona que "el comprender el porqué de la presencia o ausencia de determinados caracteres así como el fenómeno de hibridación y mestizaje, ha posibilitado la formación de nuevas variedades o razas de características determinadas, así como el mecanismo que pudiera explicar la evolución, etcétera, son otros tantos problemas de vital importancia no sólo en zoología y botánica, sino también y muy especialmente en antropología. Por ello dedicamos un lugar a la exposición sintética de estas cuestiones" (p.104).

Por ello, Comas al igual que Taboada y De la Loma, dedica una gran parte de este capítulo a la herencia mendeliana y cromosómica, pero él inicia su descripción con el trabajo de Morgan, quién comprobó que los factores hereditarios, conocidos como genes, se transmiten en los cromosomas.

Posteriormente regresa a explicar el experimento de Mendel con el fin de ejemplificar lo que es un carácter y cómo se utilizaba la terminología genética. Terminando de explicar el experimento mendeliano, define el término genotipo (constitución íntima del individuo) y fenotipo (aparición externa del individuo) en términos mendelianos.

En lo que difiere con respecto a Taboada y De la Loma, es que inmediatamente después de definir estos conceptos, explica que es el equilibrio genético en las poblaciones de H. Hardy y W. Weinberg, diciendo que la ley que formularon es el "corolario de la ley de disociación de Mendel". En ella explica que las frecuencias relativas de cada gene alelo en una determinada población tiende a mantenerse constante de generación en generación tanto en los caracteres dominantes como recesivos.

En otra sección, Comas habla de las complicaciones del mecanismo hereditario, diciendo que "no se debe dar al lector un falso concepto acerca de la realidad hereditaria, ya que esta es muchísimo más complicada de lo que a primera vista pudiera parecer, por ello, es frecuente que no se vean cumplidas las leyes enunciadas en los descendientes de determinados cruces" (Comas, 1957:118).

Otro de los puntos a destacar en este capítulo cuando habla del ligamento factorial, es cómo se transmiten por herencia los caracteres, aclarando que, "en cada una de las unidades biológicas donde se segreguen de manera independiente algún carácter, se comprende y transmite a la vez muchos otros factores hereditarios o genes"⁸⁴. Comas describe lo que es la recombinación factorial o *crossin-over*⁸⁵ y explica que son los factores complementarios⁸⁶. En el apartado en el que Comas habla del concepto epistasia e hipostasia lo hace como lo hizo Bateson: la dominancia de un factor de un par alelomorfo sobre el factor de otro par. Pero Comas hace la recomendación de "recordar que el caso más simple de dominancia es la acción de un gene sobre su alelomorfo (o sea, otro gene del mismo par)" (p.123).

De manera muy breve también define qué es un factor suplementario⁸⁷, acumulativo⁸⁸, duplicado⁸⁹ y la herencia del sexo⁹⁰ y la herencia ligada al sexo⁹¹. También incluye un apartado titulado

⁸⁴ Ibid, p. 119.

⁸⁵ Fenómeno por el cual dos cromosomas de cada par, en un híbrido, pueden cruzarse accidentalmente en un punto cualquiera, cortarse a ese nivel, uniéndose luego al extremo de uno con el otro y recíprocamente; con lo cual se tienen dos cromosomas mixtos que al separarse durante el proceso de meiosis irán a cada uno a un gameto

⁸⁶ Los define como aquellos casos en los que un determinado carácter se debe a la acción conjunta de 2, 3 o más pares de genes

⁸⁷ Que ocurre cuando uno de los pares es suficiente para producir el carácter del que se trate, pero el otro par suplementa al primero y lo exterioriza.

⁸⁸ Son factores cuya actuación conjunta aumenta la intensidad del carácter heredado.

Mutacionismo, donde describe el trabajo de Hugo de Vries, Thomas H. Morgan, C. B. Bridges, A. H. Sturtevant y H. J. Muller, por lo cual los biólogos se empezaron a interesar por las mutaciones, sobre todo en relación con el problema de la evolución.

Comas menciona que "el estudio científico de la mutación corresponde al siglo XX, aunque el fenómeno era conocido desde mucho antes, pues las variaciones hereditarias bruscas se habían observado en plantas y animales desde el siglo XVI" (p. 141). En páginas posteriores, Comas dice "suele utilizarse la palabra mutación para expresar dos conceptos distintos:

- i) La variación aparente, fenotípica que surge en la descendencia y que caracteriza al mutante.
- ii) Proceso modificador que se efectúa en un punto definido del cromosoma; esto es, la transformación localizada del patrimonio hereditario que es la causa genotípica de la variación externa o aparente. Los dos procesos no son simultáneos, ya que puede existir un gene mutado y no manifestarse en muchas generaciones y por tanto no haber mutante; es el caso de las mutaciones recesivas" (p. 144).

También Comas describe las principales de las características de los mutantes naturales de la siguiente manera:

- "i) **Discontinuidad:** No hay nada que haga prever su aparición y entre el carácter antiguo y el nuevo existe un hiatus bien definido.
- iii) **Estabilidad:** El nuevo carácter se manifiesta desde el principio en toda su amplitud y con estabilidad en la descendencia.
- iv) **Su aparición es esporádica,** accidental y sin la menor relación con las fluctuaciones ambientales, es producto del azar.
- v) **Amplitud muy variable,** donde las variaciones en algunos casos son amplias y en otros letales.
- vi) **Pueden afectar a los más diversos caracteres** morfológicos y fisiológicos.
- vii) **Su heredabilidad** es inmediata y total" (pp. 145-146).

⁸⁹ Tipo peculiar de hibridismo en el cual cada uno de los dos pares alomorfos puede producir por sí solo, el carácter dado.

⁹⁰ Lo define como el estudio minucioso de la constitución nuclear en los seres sexuados que muestra la existencia de modalidades distintas que permiten distinguir un sexo de otro, por su composición cromosómica.

⁹¹ Herencia que ocurre en genes localizados en los autosomas, pero se comprende que cualquier carácter que dependa de los genes incluidos en los cromosomas X e Y, se transmitirán de manera muy peculiar y distinta a la que comúnmente se hace.

En el apartado en el cual Comas habla del evolucionismo de acuerdo con el mutacionismo, hace la distinción de lo que significa la mutación para los genetistas y los darwinistas: "Para los primeros, representa la única modalidad de las variaciones hereditarias y es la base de tales cambios que intentan explicar el mecanismo de la evolución orgánica". Para los segundos "se basa en el supuesto que la selección natural favorece la supervivencia y continuidad hereditaria de los seres mejor adaptados, gracias a las pequeñas variaciones en tamaño, color, forma y otros caracteres. Los mutacionistas rechazan el origen de estas pequeñas variaciones aducido por los darwinistas, afirmando por su parte que el proceso de las mutaciones es la fuente de toda la variabilidad y, consecuentemente, de la evolución" (Comas, 1957: 147).

Con esta aseveración, Comas se considera un introductor de los debates dados en la síntesis moderna y la genética de poblaciones, ya que está al tanto de los debates acerca de la genética de poblaciones e identifica las polémica que en ese momento se daban al respecto de la herencia biológica, y se muestra convencido de que las ideas evolutivas nuevas tienen que ver con el proceso de la herencia y la genética de poblaciones.

No sólo abarca Comas el análisis de la síntesis evolutiva y los conceptos inherentes a ella, sino que también habla de un apartado en el cual define a la evolución según la paleontología. Dice que "hay muchos investigadores en el campo de la paleontología que siguen manteniendo y defendiendo el criterio de que la evolución es un proceso continuo, lento y gradual en el que la selección desempeña un papel de primordial importancia, y que consideran que una mayor información y el disponer de más abundante material, evidencia que la evolución es una sucesión de pequeños cambios que se mantienen dentro de los límites de la variación individual ordinaria"; aunque Comas no descarta que existan otros paleontólogos apoyen las tesis mutacionistas, pero aclara que "éstos no son la mayoría".

Comas al respecto de estas posturas asumidas por los paleontólogos acerca de cómo es la evolución orgánica, hace referencia a los trabajos de Simpson (1944), diciendo que él es el que ha planteado este problema, en un intento de armonizar los diversos criterios al respecto, por lo cual se hace la siguiente pregunta "¿es que los nuevos tipos de población, las nuevas unidades taxonómicas de un rango cualquiera, aparecen normal y frecuentemente por salto, de una vez, en un solo individuo, por un solo hecho genético (mutación)?, o bien ¿estos grupos surgen en forma gradual, por extensión a través de una población, de mutaciones aisladas y de efectos menos radicales?. Contestando esta pregunta y siguiendo la aseveración de Simpson, dice Comas, "son las poblaciones y no los individuos,

quienes evolucionan; por tanto, la aparición de un individuo mutante no es la evolución; de ahí que no considere las mutaciones como el factor decisivo de la evolución” (p. 151).

Comas continúa la cita de Simpson diciendo que “[...] no existen experiencias ni observaciones mostrando que las mutaciones cromosómicas (poliploidia, translocación, inversión, etcétera) producen variaciones muy específicas sólo en casos muy excepcionales; por lo que resulta difícil admitir que tales fenómenos sean el origen de nuevas categorías superiores en la taxonomía biológica (phylum, clase, familia, orden)”. Con ello, Comas concluye que “la evolución es adaptativa y es el resultado de la interacción entre el organismo y el medio; dice que un grupo está mejor adaptado que otro a un determinado medio, si logra mayor éxito en su manera de afrontar las circunstancias dadas; el criterio para reconocer tal éxito es que el grupo mejor adaptado crece en número respecto al menos adaptado. En ciertos casos se observan caracteres aparentemente inadaptados, difundidos entre ciertas poblaciones, sin utilidad aparente que, sin embargo, están asociados a una supervivencia diferencial” (p.152).

Otro apartado que incluye Comas en el capítulo de la herencia es el de herencia extracromosómica o citoplasmática: Al respecto dice que “ésta existía y radicaba en ciertos elementos de citoplasma, sobre todo en corpúsculos conocidos como plastidios, microsomas y mitocondrias.

Finalmente en otro apartado aborda el tema del lisenkoísmo o michurinismo, definiéndola como una “corriente pseudobiológica” que surgió en 1935, que trató de explicar los fenómenos de la herencia y evolución de una forma muy distinta y contraria a la que se conocía en ese momento. Se basa en dos obras de Lisenko. Entre los puntos fundamentales que Comas resalta son (p. 162):

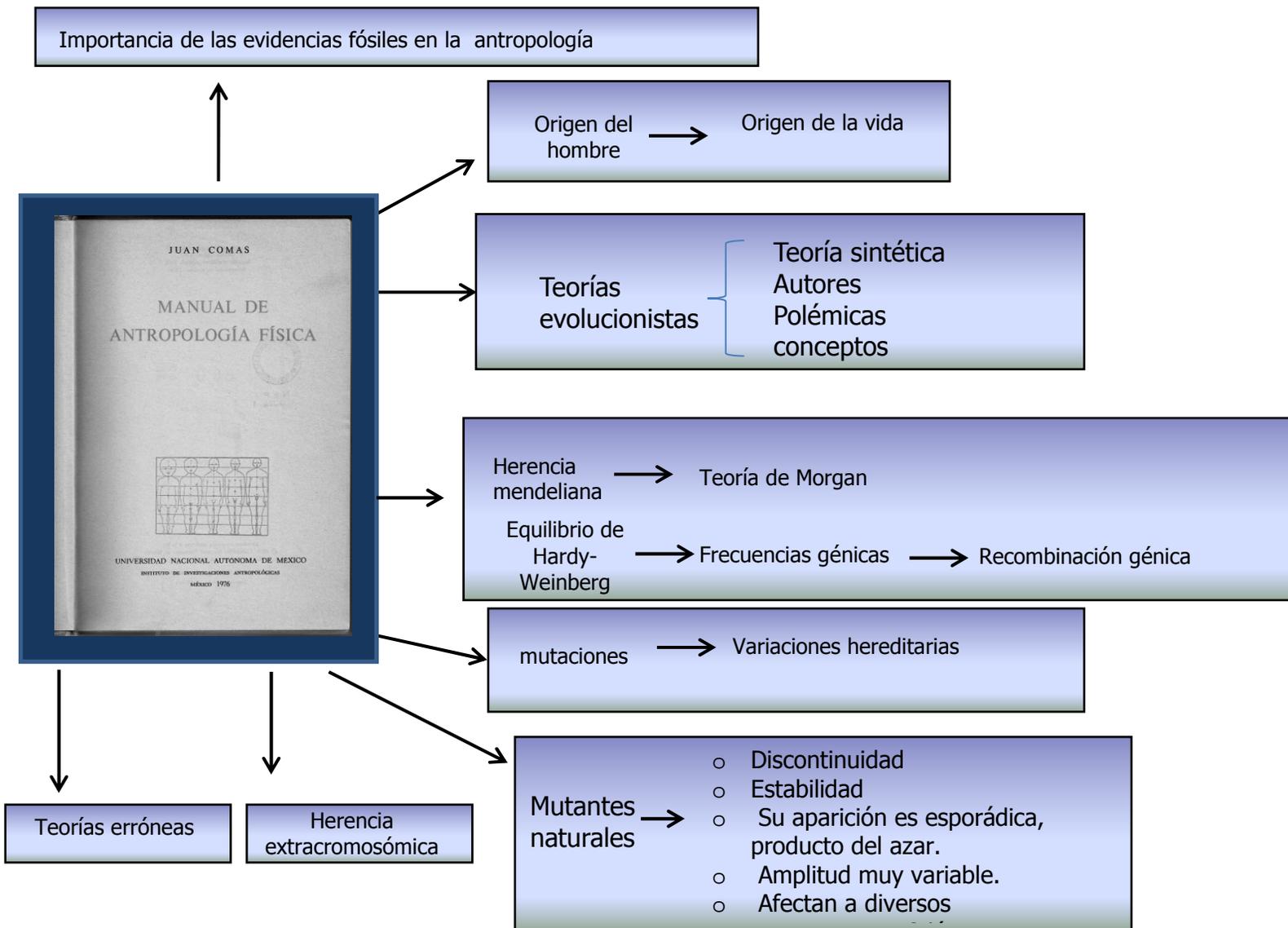
- i) Negar la explicación cromosómica, incluso las dos leyes de la hibridación de Mendel.
- ii) Afirmar la herencia de los caracteres adquiridos y que las propiedades hereditarias potenciales son inherentes a todo el organismo.
- iii) Acusar el neomendelismo de no tener en cuenta la acción ambiental”.

También menciona a la obra de Morton (1953) y Huxley (1952) quienes refutan estas teorías y proporciona al lector la información necesaria sobre la cuestión. Analiza las experiencias de los injertos, hibridación y vernalización, que, según Lisenko, demostraban la exactitud de sus asertos, pero que no pudieron ser verificadas ni comprobadas por geneticistas de otros países.

También menciona Comas que “la resonancia de lo que se dió en llamar Lisenkoismo se debió sobre todo a motivaciones de tipo político, que debe ser examinado aquí, ya que en 1953 se inició seriamente el rechazo a ésta teoría como imposición ideológica al margen de la discusión y crítica científicas. Aún quienes todavía tratan de apoyar la tesis de Lisenko no pueden dejar de reconocer que entre los hechos invocados en su apoyo, hay un cierto número de ellos que han resultado inexactos y que tales biólogos cometieron un doble error”.

Con ello, Comas introduce la teoría sintética en el ámbito de la antropología, da muestra de cómo la teoría sintética es introducida en al ámbito de la antropología física, y cómo los debates dados en el ámbito internacional, eran debatidos en ese momento entre los que formaban a los futuros antropólogos. Resumiendo las ideas que fueron manejadas en la obra realizada por Juan Comas, se realizó un cuadro sinóptico en el cual se resume la obra “Manual de antropología física”, el cual se presenta en el diagrama 7.

Diagrama 7. Aspectos fundamentales abordados por Juan Comas en la obra *Manual de antropología física* (1957)



Concluyendo este capítulo, se puede decir que con lo anteriormente planteado, en México, los científicos que en ese momento hacían investigación científica en lo general y particularmente en la Biología, sí estaban al tanto de los debates que se daban a nivel internacional de la Biología, influían en su divulgación y aplicación, siendo el IB UNAM en donde fue más notorio que estas ideas fueron dejadas de lado para dar paso a estudios más del tipo taxonómico y descriptivo, al menos en el periodo de estudio (1940-1960). Sólo algunas publicaciones tales como los *Anales de la ENCB IPN*, se introdujeron las nuevas ideas darwinistas, y de ahí fueron permeando hacia otras publicaciones tales como la Revista *Ciencia*. Los conceptos más utilizados en la introducción de la teoría sintética, fueron

la variación, adaptación y especiación, pero ligados al concepto de herencia, mutaciones, cromosomas, *loci*, y todos aquellos conceptos relacionados con la genética de poblaciones.

Así mismo la presencia de Dobzhansky en México fue decisiva para que esta introducción se consolidara, pero esto fue después de 1960, donde con la formación del Programa de Genética y Radiobiología, se recibió la teoría sintética en México. Sin duda, un hecho fundamental influyó en la difusión y posterior aceptación de las nuevas ideas darwinianas que fue la introducción de la Genética en México, específicamente la genética de poblaciones, la cual sirvió de vehículo para que la Teoría Sintética fuera bien recibida en la investigación biológica mexicana.

CONCLUSIONES

En este trabajo se analizó cómo fue introducida la Teoría Sintética en México en el periodo 1940-1960, para ello, se procedió a definir los principales conceptos involucrados en esta teoría, y cómo éstos fueron aceptados o rechazados en las diferentes instituciones de investigación científica del país, quiénes fueron los personajes involucrados en esa recepción y las aplicaciones que de ésta surgieron y cómo influyó en la manera de pensar o hacer la investigación científica y biológica en México.

Una de las conclusiones a la que se llegó, es que la comunidad científica mexicana, sí estaba al tanto de los debates que se daban a nivel internacional de la Biología, pero todavía influían los debates que se dieron en el ámbito político y religioso acerca de la evolución de las especies y cómo las ideas darwinianas explicaban esta evolución, motivo por el cual la Teoría Sintética fue recibida, divulgada y aplicada sólo en algunas instituciones y publicaciones durante el periodo 1940-1960, tales como la ENCB del IPN y la Escuela Nacional de Agricultura, así como en publicaciones tales como los *Anales de la ENCB IPN*, la revista *Ciencia* y los órganos informativos de la ENA tales como la Sociedad de ex alumnos de la ENA.

Esto no quiere decir que los científicos mexicanos no estuvieran al tanto de los debates que se daban a nivel internacional en ese momento con respecto a la teoría evolutiva y no conocieran los principales fundamentos de la Teoría Sintética. Un hecho fundamental que influyó en la difusión y posterior aceptación de las nuevas ideas darwinianas que fue la introducción de la genética en México, particularmente de la genética de poblaciones.

Con la introducción de la genética de poblaciones, existieron otros conceptos emanados de la Teoría Sintética que fueron introducidos de diferente manera en las instituciones y científicos mexicanos, estos conceptos son: variabilidad, adaptación, especiación, herencia, selección natural (en el ámbito biológico), herencia, genes, recombinación génica, mutación y azar (en el ámbito de la genética), variación, herencia, cromosomas, genes, recombinación génica, mutación, azar (en la agronomía).

Esta introducción fue diferente en cada institución científica mexicana debido al contexto de cada una de ellas, de las políticas institucionales y de los recursos económicos disponibles. Esto llevó a que existieran diferentes rutas de desarrollo en las disciplinas biológicas en México. Por ello, se puede concluir que la Teoría Sintética no aparece introducida en la investigación biológica mexicana al menos

en el periodo 1940-1960, siendo más favorecida su introducción en el ámbito agronómico y en la antropología física.

La llegada de los científicos provenientes del exilio español apoyó esta introducción, ya que al incorporarse en diferentes institutos de investigación, fomentaron un cambio en la manera de interpretar y asumir la Teoría Sintética en la investigación biológica mexicana. En ese momento, con la entrada de la genética en los estudios biológicos, se favoreció la introducción de la Teoría Sintética, más aún, la genética de poblaciones fue el vehículo para hacer esta introducción.

En el caso de la UNAM, la Teoría Sintética no fue introducida por los científicos del Instituto de Biología, porque al fundarse el IB UNAM (1929) se consideró que "no era necesario realizar estudios de Biología general o de generar espacios dedicados a los estudios del concepto de la vida y el origen de la misma" (en palabras de Ocaranza F y Morones S, 1929:1), siendo por tanto necesario formar un instituto que estuviera acorde con las necesidades del país, que eran de tener más ciencia aplicada y no de Biología teórica (Argueta y col, 2007:246).

Este nuevo perfil institucional, encabezado por su director, Isaac Ochoterena, hizo que existiera una baja permeabilidad y hasta cierto rechazo a los temas evolucionistas y darwinianos, teniendo poco avance en cuanto a los temas centrales que en ese momento eran discutidos en la Biología: el origen de la vida y la aceptación de la Teoría Sintética, siendo más importante en ese momento hacer ciencia aplicada que de explicación y descripción de los problemas centrales de la Biología.

Se puede concluir, que existió un curioso caso de demarcación teórica donde en el IB UNAM se decide optar por un programa de investigación que, de acuerdo con Argueta y Ruiz (2003), fue regresivo y no exitoso, lo que aisló al IB UNAM de las nuevas ideas darwinistas que imperaban en Europa y otras partes del mundo. Esto fue un obstáculo epistemológico para la recepción de esta teoría en la comunidad científica mexicana. Esta tendencia se mantuvo en el IB UNAM hasta después de 1960, donde sería interesante ver si esta tendencia se ha mantenido o si cambio.

Bajo una perspectiva semejante, la ENCB del IPN inició la difusión de su quehacer científico, dando preponderancia a los trabajos de corte taxonómico y de ciencia aplicada, pero la llegada de investigadores del exilio español a esta institución, refrescó la manera de hacer Biología en esa época, los cuales realizaron nuevas propuestas teóricas, entre ellas la introducción de la Teoría Sintética en México, iniciándose con el trabajo que realizó Theodosius Dobzhansky en México (1938), en el cual

hace un análisis de la estructura cromosómica de algunas razas de *Drosophila*, con el cual se iniciaron las investigaciones en genética de poblaciones en México y por consecuencia, la divulgación de los conceptos que maneja la Teoría Sintética, lo que se implementó posteriormente con el Programa de Genética y Radiobiología de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, a cargo de Alfonso León de Garay después de 1960 y que posteriormente se complementó en el IB UNAM.

Enrique Rioja, Cándido Bolívar y Pieltáin y Bibiano Fernández Osorio Tafall, investigadores que se incorporaron a la ENCB del IPN, realizaron estudios biológicos utilizando la genética de poblaciones y a los debates entre teorías contemporáneas de su tiempo para dar explicaciones coherentes de su trabajo.

Un ejemplo de esto es Osorio Tafall, quién se puede considerar un buen divulgador de estas ideas ya que varios de sus trabajos los realizaba enmarcados en la genética de poblaciones y los aspectos biológicos de sus trabajos. De hecho, hizo una crítica al trabajo hecho por De la Loma acerca de los conceptos que faltaba en su obra en la miscelánea de la revista Ciencia en 1947, en la cual hace una crítica a su obra por su falta de actualización en lo que se refiere a los conceptos citogenéticos, detallando cada uno de los puntos en que debía ser revisada la obra, comentario que motivó a De la Loma a revisar y corregir su trabajo, que publicó en la segunda edición de su libro. En el caso de Federico Bonet, se considera un divulgador porque en sus trabajos refleja el manejo de aspectos evolutivos y al igual que Bolívar utilizó la genética de poblaciones y de evolución en su trabajo.

En el área agronómica es donde se tiene evidencia de una mejor difusión de la Teoría Sintética así como de sus debates, esto se demuestra con los trabajos realizados por Edmundo Taboada Ramírez y José Luis de la Loma y Oteyza, considerados como difusores. Esto se muestra en la obra de Taboada, *Apuntes de genética*, donde se da una muy buena descripción de todas las teorías biológicas, enfatizando la importancia de enmarcarlas en el ámbito de la genética.

En esta obra, Taboada muestra el conocimiento que tiene de las teorías evolutivas y hace una buena divulgación de ellas, da un valor muy importante al material hereditario en la evolución, planteó la validez de la teoría darwiniana de la descendencia con modificación a partir de la variabilidad, menciona que los conceptos lucha por la vida, selección natural y herencia, son fundamentales en la nueva teoría evolutiva, así como la influencia que ejercen las mutaciones en la generación de diversas especies de maíz, coincidiendo con estas ideas con muchos científicos de la época. También menciona una cuestión no abordada por Darwin es la explicación de las causas por las que se dan las

variaciones ni como es el mecanismo de la herencia. Lo que si menciona son a autores como Galton y Morgan, identificando el trabajo que realiza con el de la escuela de Morgan, sobre todo con los estudios que hace con respecto a la herencia, variación y adaptación, cromosomas, procesos que tienen que ver con la genética de poblaciones.

Todo lo anterior muestra que Taboada tenía el conocimiento de los debates modernos de la Biología y Agronomía, aplicando en la explicación de su trabajo los modernos conceptos de genética, genética de poblaciones y los enmarcó bajo las concepciones de la nueva teoría darwiniana, por lo que se considera que fue un excelente receptor difusor en el área agronómica.

El otro introductor es José Luis de la Loma y Oteyza, quién en tres de sus obras, *Genética General y Aplicada*, *Sexo, genio y figura: el cómo y el porqué de la herencia* e "Ideas nuevas e ideas viejas sobre la evolución y la herencia", hace una excelente descripción del porqué las ideas darwinianas y la genética dan origen a la Teoría Sintética, explica todo el proceso de gestación de estas teorías, hasta llegar a la Teoría Sintética. Considera que la escuela lisenkista y michurinista son un ejemplo, para justificar que a partir de conceptos viejos defendidos por algunos de ellos (por ejemplo, la herencia de los caracteres adquiridos por la influencia del medio), ponían en duda la genética clásica.

Al respecto, De la Loma da una excelente explicación de la teoría sintética, la cual denomina las nuevas ideas evolutivas, enfatiza la importancia de la selección natural, cómo influye el medio en las variaciones génicas y en la adaptación, explica el concepto de lucha por la existencia y explica que la herencia es un proceso por el cual se transmite la información genética de los organismos". Da una definición de cromosoma, genes, herencia de los caracteres, cómo que tiene en el fenómeno de la herencia. También menciona conceptos tales como variación, adaptación y aparición de nuevas especies, los cuales se relacionan con el proceso hereditario y su aplicación en el ámbito agronómico y forestal. Cabe mencionar que al respecto, en su escrito denuncia cómo se utilizaron políticamente esas ideas en la Unión Soviética y cómo fueron contraatacadas por los defensores de la nueva teoría, Darlington y Dobzhansky.

Juan Comas en el año de 1957, hace una excelente divulgación y aplicación de la teoría sintética en el ámbito de la antropología física, explicando que la herencia es fundamental en la evolución de las especies de acuerdo a la postura darwiniana, y menciona que el azar es fundamental dentro del proceso evolutivo.

Comas, a diferencia de Taboada y De la Loma, menciona a algunos autores que intervinieron en la gestación de la teoría sintética, tal es el caso de Julián Huxley, y apoya la idea de que existe la probabilidad de que aparezcan mutaciones favorables en los organismos, introduciendo este concepto de manera muy amplia. Dedicó un capítulo amplísimo acerca de la herencia, pasa por la ley del equilibrio genético, amplía la introducción de la herencia mendeliana y cromosómica, modifica y corrige lo correspondiente a la herencia ligada al sexo, añade datos sobre la inducción de las mutaciones para distintos genes humanos.

Un punto importante en Comas, es que hace una referencia explícita a la evolución, punto muy particular que aborda es la evolución en la paleontología, donde hace una muy particular posición acerca de lo que ahora se conoce como macroevolución y microevolución, diciendo que la segunda es la que influye en el proceso evolutivo de las especies, se apoya particularmente en este punto en las ideas de Simpson referentes a la adaptación y variación para explicar el proceso. Concluye esta sección hablando de la irreversibilidad y la ortogénesis.

Con lo anterior, Comas hace la introducción de las nuevas ideas, considerándolas fundamentales para entender conceptos tales como variación gradual y adaptación y su influencia en el acervo genético de las especies y cómo da origen a nuevas especies, resaltando fenómeno la influencia del medio. Mediante un discurso muy elaborado y fundamentado de todos los aspectos históricos, filosóficos y genéticos, hace de conocimiento de los futuros antropólogos, de cómo los debates dados en la Biología a nivel internacional, eran entendidos en ese momento entre los que formaban a los futuros antropólogos

De lo anteriormente analizado, se puede concluir que en México, específicamente en el periodo 1940-1960, se dieron los primeros pasos para introducir a la Teoría Sintética en México, siendo de manera exitosa en el ámbito agronómico, siendo Edmundo Taboada y José Luis de la Loma de los pocos científicos mexicanos que introdujeron y difundieron la Teoría Sintética utilizando como vehículo a la genética en México, siendo los conceptos de herencia, mutación, azar, recombinación génica, genes, adaptación, variación y especiación, los más utilizados para hacer dicha introducción

Esto no quiere decir que otros científicos, tales como los médicos y biólogos no lo hicieran, en el caso del ámbito de la medicina si se introdujeron los nuevos conceptos darwinianos siendo el concepto de herencia fundamental para explicar la adaptación y evolución de los seres. Esto también se dio en el ámbito de la eugenesia con el fin explicar y justificar el problema de las razas.

Con respecto a investigación biológica mexicana, en este trabajo se mostró que los investigadores mexicanos sí estaban al tanto de los debates que se daban a nivel internacional de la Biología, pero influían más en su introducción y divulgación, las disputas que existían en el ámbito científico por el control de las instituciones, que por un cambio en los enfoques y/o políticas de investigación, siendo este el caso en el IB UNAM, lugar en el que fue poco introducida y divulgada la teoría sintética, ya que se consideró más importante dar paso a estudios más aplicados que explicativos, al menos en el periodo estudiado (1940-1960).

Sólo algunas publicaciones de la época, tales como los *Anales de la ENCB* IPN, publicaron materiales en los cuales se difundieron algunas de las ideas de la teoría sintética, las cuales fueron permeando hacia otras publicaciones tales como la Revista *Ciencia*, pero esto no sucedió en otras publicaciones tales como la revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.

Así mismo, es importante recalcar que la presencia de Dobzhansky en México fue decisiva para que la introducción de la Teoría Sintética se consolidara, pero esto fue después de 1960, donde con la formación del Programa de Genética y Radiobiología, por lo que sería interesante continuar esta investigación después de 1960, para aseverar que efectivamente existió un buen recibimiento de la Teoría Sintética en la Biología mexicana, pero después de 1960.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, H. J., 1989, *La Síntesis Evolutiva en sus principales exponentes*, Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 125 pp.
- Allen, G., 1983, *La ciencia de la vida en el siglo XX*, México, FCE.
- Antonovics, Janis, 1987, "The evolutionary dys-syntesis. Which bottles for wich wine?", *American Naturalist*, Vol. 129, No 3, pp.321-331
- Antúnez, E. D.; Maldonado K. M., 1940, "Historia de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas", Tomado del *Boletín 1 de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, IPN, México D. F.
- _____, 1941, "Historia de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas III", *Boletín 3 de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, IPN, México D. F., pp. 27-34.
- Argueta, Villamar J. A., 2003, *La Teoría Evolucionista Darwiniana en Bolivia y México, un análisis comparativo*, Tesis Doctoral, Posgrado en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, UNAM, 236 pp.
- ; Ruiz, Gutiérrez R., 2002, "Darwin en Bolivia y México", *Evolucionismo y Cultura*, Editores: M. A. Puig y Rosaura Ruiz, Ediciones 12 Calles, pp. 333-352.
- ; Noguera, Solano R.; Ruiz, Gutiérrez R., 2003, "La Recepción del Lysenkismo en México", *Studies in the History of Biology*, Vol 3, pp. 66-82.
- , 2009, *El darwinismo en Iberoamérica: Bolivia y México*, UNAM-CSIC, 348 pp.
- ; Argueta, Prado Q., 2011, "Vavilov, a Soviet Darwinist in Mexico", *Studies in the History of Biology*, Vol. 3, No 2, pp. 66-85.
- Armendares, S., F.; Salamanca, S., Frenk, S., 1971, "Chromosome abnormalities in severe protein calorie malnutrition", *Nature*, No 232, pp. 271-273.
- Ayala, F. J., 1977, "Nothing in Biology make sense except in the light of evolution", Theodosius Dobzhansky 1900-1975", *Journal of Heredity*, No 68, pp. 3-10.

-----, 1987, *La naturaleza inacabada*, Barcelona, Salvat.

-----, 1994, *La teoría de la evolución*, Madrid, Ediciones Temas de hoy.

-----, 1997, Prólogo a T. Dobzhansky, *Genética y el origen de las especies*, 2ª ed. Barcelona, Círculo de Lectores.

Azuela, Bernal L. F., 1996, *Tres sociedades científicas en el Porfiriato. Las Disciplinas, las Instituciones y las relaciones entre la ciencia y el poder*, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, Universidad Tecnológica de Netzahualcóyotl - Instituto de Geografía, UNAM, 217 pp.

Barahona, Echeverría. A. R.; Piñero Dalmau. D, 2002, *Genética; La continuidad de la vida*, Fondo de Cultura Económica, México, 152 pp.

-----; Pinar, S.; Ayala, F. J., 2003, La Genética en México. Institucionalización de una Disciplina, Coordinación de Humanidades/UNAM, 241 pp.

-----; Ayala, Francisco J., 2005, "The emergency and development of genetics in México", *Nature*, Vol 6, November 2005, pp. 860-866.

-----, 2009, *Historia de la Genética Humana en México (1870-1970)*, Las Prensas en Ciencias, UNAM, Facultad de Ciencias, México, 196 pp.

Barrera, A., 1958, "A Cien años de "El Origen de las Especies", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Tomo XXIX, diciembre, pp. 121-126.

Becerra, O. E., 2007, *Las redes científicas y las influencias de la comunidad científica de la Ciudad de México en la segunda mitad del siglo XIX. El estudio de la Historia Natural*, Tesis de Licenciatura, Facultad de Filosofía y Letras, Colegio de Historia, UNAM, pp. 10-21.

Beltrán, E., 1944, "Paludismo humano y Paludismo animal", *Revista Ciencia. Revista Hispanoamericana de Ciencias Puras y Aplicadas*, Atlante edit., Vol. IV, Nno 8-10, México, D.F., pp. 203-208.

- , 1945, "Datos y documentos para la historia de las ciencias naturales en México. II, Correspondencia de Alfredo Dugés con Alfonso L. Herrera (1888-1893)", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Tomo VI, No. 1-2, junio, pp. 99-106
- , 1951, "El panorama de la Biología Mexicana", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Tomo XII, pp. 69-99.
- , 1953, "Hechos salientes de la Biología Mexicana en el siglo XX", *Memoria del Congreso Científico Mexicano*, Tomo VII, pp. 463-465.
- , 1968, "La revista Ciencia en su jubileo de plata", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol. 29, pp. 301-305
- , 1968, "Alfonso L. Herrera (1868-1942). Primera figura de la Biología mexicana", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Tomo XXIX, diciembre, pp. 36-98.
- , 1976, "Cándido Bolívar Peltáin y los biólogos españoles en México", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol. 23, pp. 17-19.
- , 1977, *Medio siglo de recuerdos de un biólogo mexicano*, Sociedad Mexicana de Historia Natural, México, D. F., pp. 19-100.
- Ben-David, John; Zloczower, A, 1980, "El desarrollo de la ciencia institucionalizada en Alemania" en: Barry Barnes y colaboradores", *Estudios sobre Sociología de la Ciencia*, traductor Néstor A. Miguez, Madrid, Alianza Editorial, pp. 46-60.
- Bennet, E., 1964, "Historical perspective in genecology", *Scottish Plant Breeding Station Record*, No. 1964, pp.49-115.
- Bloor, D., 1976, *Knowledge and social imagery*, Routledge & Kegan Paul, London England.
- Bolívar, I., 1940, "La Sociedad Española de Historia Natural", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol. 1, No 2, pp. 87-92.
- Bolívar y Peltáin, C., 1941, "Descripción de un *Trechinae* silvícola del México Central", *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México, D. F., Vol. II, Núm. 1, pp. 111-119.

- Bonet F., 1949, "Descripción preliminar de especies nuevas del género *Eosentomon* (Protura) Ewing y sus especies afines", *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México, D. F., Vol. IV, Núm. 1-4, pp. 109-129.
- Bowler, P. J., 1985, *El eclipse del darwinismo, teorías evolucionistas antidarwinistas en las décadas en torno a 1900*, Barcelona, Labor.
- , 1989, *Evolution. The History of an Idea*, Berkeley/Los Angeles/Londres, University of California Press.
- Burkhardt, R. W.Jr., 1976, "Book review", *Isis*, Vol. 67 No. 238, pp. 494-496.
- Butanda, A.; Zamudio, G., 1998, *Entre las plantas y la Historia. Homenaje a Jerzy Rzedowski*, Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, Instituto de Investigaciones Históricas - Sociedad Botánica de México - Facultad de Ciencias, UNAM, 278 pp.
- Butterfield, H., 1957, *The origins of modern science*, Londres, G. Bell.
- Bynum, W. F.; Brown, E. J. y Porter, R., 1986, *Diccionario de Historia de la Ciencia*, trad. Diorki, Barcelona, Herder.
- Caballero y Caballero, E.; Larios I., 1940, "Las Formas Evolutivas de *Echinostoma revolutum* (Froelich, 1802) en dos moluscos pulmonados de la Laguna de Lerma", *Anales del IB UNAM*, Núm. XI, México, D. F., pp. 231-238.
- , 1944, "Una nueva especie del género *Litomosoides* y consideraciones acerca de los caracteres sistemáticos de las especies de este género", *Anales del IB UNAM*, Núm. XV, México, D. F., pp. 383-388.
- , 1948, "Estudios helmintológicos de la cuenta del río Papaloapán III (Strigeidos de los lagartos de México)", *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México, D. F., Vol. V, Núm. 3-4, pp. 217-227.
- Cabrera, Juárez E., 1944, "Reactivación del ácido ribonucleico transformante bacteriano", *Revista Ciencia, Revista Hispanoamericana de Ciencias Puras y Aplicadas*, Ed. Atlante, Vol. IV, No 8-9, México, D.F., pp. 27-44.

- Calva, Cuadrilla E.; Mendoza, Hernández E., "Isaac Ochoterena Mendieta. Teniente Coronel. Profesor de la Escuela Médico Militar", *Rev. Sanid Milit. Mex.*, 2007, Vol. 61, No 1, Enero-Febrero, pp. 55-62.
- Coello, G., Escalante A. y Soberón J., 1993, "Lack of genetic variation in *Lacandonia schismatica* (Lacandoniaceae: Triuridales) in its only known locality", *Annals of the Missouri Botanical Garden*, No 80, pp. 898-901.
- Comas, J., 1942, "El hueso interparietal, epactal o inca en los cráneos mexicanos", *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, México, D. F., Vol. II, Núm. 4, pp. 469-490.
- Comisión Nacional de Energía Nuclear. Programa de Genética y Radiobiología. (1970), "Informe 1960-1970", México.
- Conry, Y., 1974, *L'introduction du darwinisme en France au XIX Siécle*, París: Librairie Philosophique J. Vrin.
- Crow, J. F., 1990, "R. A. Fisher, a centennial view", *Genetics*, No. 124, pp. 207-211
- Eldredge, N. y Cracraft, J., 1980, *Phylogenetic Patterns and the Evolutionary Process. Method and Theory in Comparative Biology*, Columbia University Press, New York, 349 pp.
- Darlington, C. D., *Evolution of Genetic Systems: Contributions of Cytology to Evolutionary Theory*, en: E. Mayr y W. B. Provine, *The Evolutionary Synthesis*, 70-79, 2ª. ed., Cambridge, Harvard University Press.
- Darlington, P. J., "Carabidae of mountain and island: data of evolution of isolated faunas and atropy of wings", *Ecol. Monog.*, Vol. XII, pp. 37-61.
- Darwin, C., 1866) *The variation of animal and plants under domestication*, Londres, John Murray
- Dávila, A. P.; Germán, Ramírez M. T., 1991, *Herbario Nacional de México*, México, UNAM, Instituto de Biología, 122 pp.
- De Bernal, J., 1998, *La Ciencia en la Historia*", 2da edición, trad. Elí de Gortarí, "en: "El oficio del historiador de las ciencias, Madrid, CSIC, pp.95-105.

De Garay, A.L., 1960, "Programa de Genética y Radiobiología. Informe de labores 1960", Comisión Nacional de Energía Nuclear, Archivo de Información, Biblioteca del ININ, México.

-----, 1963, "Programa de Genética y Radiobiología. Informe de labores 1963". Comisión Nacional de Energía Nuclear, Archivo de Información, Biblioteca del ININ, México.

De la Loma y Oteyza J. L., 1946, *Genética General y Aplicada*, Editorial UTA, México, 688 pp.

Desmond, A. J.; Moore, J. R., 1991, *Darwin*, New York, Warner Books.

Dobzhansky, T., 1937, *Genetics and the Origins of Species*, Columbia University Press, New York.

-----, T.; Sokoloff, D., 1938, "Estructura y variación de los cromosomas en *Drosophila* Azteca Sturventant & Dobzhansky, *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, Vol. 1, pp.37-67

-----, T.; Pavlovsky, 1957, "An experimental study of interaction between genetic drift and natural selection", *Evolution*, Vol 11, september, pp.311-319.

-----, T., Guzmán, R. F., J., Levine, L., Olvera, O., 1975, "Population genetics of Mexican *Drosophila* I: Chromosomal variation in natural populations of *Drosophila pseudoobscura* from central Mexico". *Journal of Heredity*, No 66, pp. 203-206.

Dosil, Mancilla Francisco Javier, 2009, "Luces republicanas para una ciencia nacional. Los científicos del exilio español en México", *Revista Tempo*, Vol. III, época IV, No 26-27, Universidad Autónoma Metropolitana, México D. F., pp. 160-164.

Dugès, A., 1982, *Elementos de Zoología*, Secretaría de Fomento, 1884, en: Moreno de los Arcos, "La polémica del Darwinismo en México", *UNAM*,

Dugès, Alfredo, 1882-1884, "Consideraciones sobre la clasificación natural del hombre y de los monos", *La Naturaleza*, Vol. VI, pp. 280-283.

Eldredge, N., 1985, *Unfinished Synthesis. Biological Hierarchies and Modern Evolutionary Thought* Oxford University Press, New York.

Engels, E. M.; Glick T.F., 2008, *The Reception of Charles Darwin in Europe*, London; New York, Continuum.

- Escobar, R., 1909, *La Instrucción Agrícola en México*, México, Secretaría de Agricultura y Fomento, pp. 49-56.
- Fernández, M. A., 1988, *Historia de los Museos de México*, México, Promotora de Comercialización Directa/Banamex.
- Fisher, R. A. 1932. *The genetical theory of natural selection*. Oxford University Press, Londres.
- Fitzgerald, D. 1994. "Exporting American agriculture: The Rockefeller Foundation in Mexico", en M. Cueto (ed.), *Missionaries of science. The Rockefeller Foundation and Latin America*, Indiana University Press, Bloomington, pp. 72-96.
- Galán, F., 1987, "Antonio de Zulueta y Escolano. Introdutor de la Genética experimental en España, (1885-1971)", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Actas)*, núm. 83, pp. 53-70.
- Galton, F., 1865, "Hereditary talent and Character", *Macmillan's Magazine*, Vol XII, June, pp. 156-166.
- Gaona, Robles A. L., 1998, *La introducción de la genética en México*, Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM, Facultad de Ciencias, 55 pp.
- _____; Barahona Echeverría A. R., 2001, "La introducción de la genética en México: La genética aplicada al mejoramiento vegetal", *Asclepio*, Vol. LIII-2, Ciencias, pp.23-44.
- Gayosso, Soriano, J. A., 2008, *Las ideas biogeográficas y su presencia en la revista Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas en el periodo 1938-1980'*, Tesis de Licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, 115 paginas.
- Glick, T. F., 1974, *The Comparative Reception of Darwinism*, Austin, University of Texas Press.
- , 1982, "La transferencia de la ciencia a través de las fronteras culturales", *Ciencia*, Vol. 2, pp. 598-604.
- , 1984, "Perspectivas sobre la recepción del darwinismo en el mundo hispano", en: Hormigón, M, editor, *Actas del II Congreso de la Sociedad Española de Historiadores de las Ciencias*, Sociedad Española de Historia de las Ciencias, Zaragoza España, pp. 49-64.

- , 1987, *The Comparative Reception of Relativity*, Dordrecht, Holland, D. Reidel.
- , Preface, 1988, *Reception Studies since 1974. The Comparative Reception of Darwinism*, 2da Edición, Chicago: University of Chicago Press.
- , 1993, *Establishing Scientific Disciplines in Latin America: Genetics in Brazil, 1943-1960*, en: Lafuente A, Elena A, Ortega M. L., editors, *Mundialización de la ciencia y cultura nacional*, Ed. Doce Calles, Madrid, España, pp. 363-75.
- ; Ruiz G. R.; Puig-Samper M.A., 1999, *El darwinismo en España e Iberoamérica*, Ed. UNAM-CSIC- Ediciones Doce Calles, pp.228-297.
- Gortarí , Elí de, 1980, *La ciencia en la Historia de México*, México, Ed. Grijalbo.
- Gould, S. J; Lewontonin, R. C., 1979, "The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: A critique of the adaptationist programme", *Proceeding of the Royal Society of London*, Núm. B 205, pp.581-598.
- Guevara, F. R., 2002, *Los últimos años de la Historia Natural y los primeros de la Biología en México*, México UNAM, Instituto de Biología, 212 pp.
- , 2011, *El caso de José Joaquín Izquierdo y Enrique Beltrán, artífices de las ciencias naturales y de la memoria científica nacional*, Tesis doctoral, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, Colegio de Historia, México UNAM, Instituto de Biología, 321 pp.
- Graterol, E., 2002, "Mendelians versus Biometricians". Ponencia del Seminario organizado por el Departamento de Horticultura de la Universidad de Wisconsin (Madison, EEUU): "*The Planting of Evolutionary Ideas: Seeds to Fruit*", Resumen y archivo de la ponencia en la página web: <http://www.hort.wisc.edu/pbpg/seminar/fall2002/>., consultada en junio de 2011.
- Gilhot, J., 1976, *Book review. Revue d'Histoire des Sciences*, No. 29, pp. 282-285.
- Guyenot, E., 1956, *Las ciencias de la vida en los siglos XVII y XVIII. El concepto de la evolución*. México, Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana (UTEHA).
- Haeckel, Ernst, *Historia natural de la creación de los seres organizados, según las leyes naturales*, Edit. F. Sempere y Cía., Valencia, España.

- Herrera, A. L., 1897, *Recueil des lois de la biologie générale*, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- , 1904, *Nociones de Biología*, México, Imprenta de la Secretaría de Fomento. Edición facsimilar, 1992, México, Universidad Autónoma de Puebla.
- , 1924, *Biología y Plasmogenia*, Ed. Herrero Hermanos, México, pp. 38-39, 350-375.
- Herrera, Alfonso L., 1927, *La Biología en México durante un siglo*, México, 27 de septiembre, pp. 2-7.
- Herrera, T., 1995, *Breve Historia de la Botánica en México*, México, Fondo de Cultura Económica, pp. 73-80.
- Harry, P., W., 1979, *The Edge of Contingency. French Catholic Reaction to Scientific Change from Darwin to Duhem*, Florida, University Press of Florida.
- Hewitt, de Alcántara C., 1985, *La Modernización de la Agricultura Mexicana, 1940–1970*, México, Siglo XXI Editores.
- Hull, D.L.; Tessner P. D.; Diamond A. M., 1978, "Planck's Principle. Do Younger Scientists Accept New Scientific Ideas with Greater Alacrity than Older Scientists?", *Science*, No. 202, pp.717-722.
- Huxley, J., 1942, *Evolution: The Modern Synthesis*, Londres, Allen.
- ; Kettlewel, H. D. B., 1994, *Darwin*, Barcelona, Salvat.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 1985, "Edmundo L. Taboada Ramírez: Una semblanza, 1906-1983", SARH; INIA; México, pp. 5-10
- Jahn, I.; Lothar, R.; Senglaub K., 1985, *Historia de la Biología. Teorías, métodos, instituciones y biografías breves*, Barcelona, Labor.
- Jepsen, G. L., Foreword, en: G. L. Jepsen; Ernst Mayr, G. G. Simpson, 1949, *Genetics, paleontology and evolution*, Princeton University Press.
- Jiménez, L., 1984, *Dr. José Luis de la Loma y de Oteyza*, en: "Las ciencias agrícolas y sus protagonistas", Colegio de Posgraduados, Chapingo, México, pp. 157-186.

- Joseph, B.-D., 1974, *El papel del científico en la Sociedad. Un estudio comparativo*, México, Editorial Trillas, 247 pp.
- Kuhn, Thomas S., 1971, *La estructura de las revoluciones científicas*, México: Fondo de Cultura Económica.
- , 1981, *Las relaciones entre la historia y la historia de la ciencia*, en: Juan José Saldaña (ed), *Introducción a la teoría de la historia de la ciencias*, UNAM, México, pp. 154-194.
- Lakatos, I. 1983. *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza Universidad. 302 pp.
- , 2001, *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*, Barcelona, Gedisa.
- Ledesma, M. I., 1990, "Esbozo del Desarrollo Histórico de la Biología en Puebla", *Quiqué, Revista de la Sociedad Latinoamericana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología*, Vol VII, No 1, enero-abril de, pp.93-125.
- , 1999, "Alfonso Luis Herrera e Isaac Ochoterena. La institucionalización de la Biología en México", *Historia Mexicana*, Vol. XLVIII, No 3, pp. 635-674.
- , 2002, "La introducción de los paradigmas de la Biología en México y la obra de Alfonso L. Herrera", *Historia Mexicana*, Vol. LII, p. 203.
- Lisker, R., 1981, *Estructura genética de la población mexicana. Aspectos médicos y antropológicos*, Salvat, México.
- Lewontin, R. C., 1982, "Theoretical population genetics in the evolutionary synthesis" en: Mayr y W. B. Provine (edit) *The evolutionary synthesis. Perspectives on the unification of biology*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Lewontin, R. C., 1988, "The evolution of cognition: Questions we will never answer", en: D. Scarborough and S. Sternberg, editors, "An invitation to cognitive science", Vol 4, "Methods models and conceptual issues", Cambridge, MA, MIT Press.
- Livingstone, David, 1997, "Chapter in the Historical Geography of Darwinism", A Belfast- Edinburgh Case Study, *Scott Geogr. Mag.*; Vol. 113, No 1 pp.51-57.
- , 2003, *Region. Cultures of Science*, en: *Putting Science in this place*, Ed. The University of Chicago Press, 1a ed., London, pp. 86- 123.

- López, Beltrán C., 2006, "Storytelling, statistic and heredity thought: The narrative support of early statistics", *Stud. Hist. Phil. Biol. Biomed, Sci*, No 37, pp.41-58.
- Luch, Belda, D., 1985, "Labor de Gonzalo Halffter en la enseñanza, la formación de biólogos y la creación de instituciones científicas. Homenaje a Gonzalo Halffter", Instituto de Ecología, México, D. F., 104 pp.
- Macleod, Roy, 1989, *Cambio de la perspectiva en la Historia social de las ciencias*, en Juan José Saldaña (compilador), *Introducción a la Teoría de la Historia de las Ciencias*, 2ª. Edición, México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 260-280.
- Maecke, M., 1941, "Descripción de una nueva especie *Malassezia*: *Malassezia ochoterenai*, agente causal de *Pityriasis (Tinea) versicolor*, y posición sistemática del género *Malassezia*", *Anales del IB UNAM*, Núm. XII, México, D. F., pp. 512-546.
- Magner, L. N., 1994, "*A History of Life Sciences*", New York, Marcel Dekker.
- Maldonado-Koerdell, M., 1949, "Faunas del Alto Cretácico Superior del Paleoceno y del Eoceno inferior y Medio de Chiapas, México", *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN*, México, D. F., Vol VI, Núm. 1-4, pp. 181-220.
- , 1959, "Linneus, Darwin y Wallace en la bibliografía mexicana de ciencias naturales. I. Primeras referencias a sus ideas en México", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, Vol. XX, pp. 63-78.
- Maya, N. 1982, *Actividades productivas e innovaciones técnicas*, en: AA.VV, *El exilio español en México, 1939-1982*, Salvat/Fondo de Cultura Económica, México, pp. 125, 155
- Mayr, E., 1942, *Systematics an the Origin of Species from the Viewpoint of a Zoologist*, New York, Columbia UP
- , 1968, *Especies animales y evolución*, Barcelona, Ariel, Trad. de Faustino Cordón del original inglés (1963).
- , Provine, 1980, *The evolutionary synthesis*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

- , 1982, *The Growth of Biological Thought. Diversity, Evolution and Inheritance*, Cambridge-Londres, Harvard University Press.
- , 1988, *Toward a New Philosophy of Biology: Observations of an Evolutionist*. Harvard University Press.
- , 1992, *Una larga controversia: Darwin y el darwinismo*, Barcelona. Crítica.
- , 1996, "Théorie Synthétique de L'évolution", en: *Dictionnaire du Darwinisme et de L'Évolution*, París, Press Universitaires de France, 3 Volumenes, pp. 4262-4267.
- , 1998a, Prólogo a E. Mayr; Provine, W. B., *The Evolutionary Synthesis*, Vol. IX-XIV, Cambridge, Harvard University Press.
- , 1998b, *Así es la Biología*, Madrid, Debate.
- , 1998c, *¿Cómo escribir historia de la biología?*, en: Sergio Martínez y Ana Barahona (compiladores), *Historia y explicación en Biología*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica, pp. 58-68.
- ; Provine, W. B., (coord), 1998d, *The Evolutionary Synthesis*, 2ª. Edición, Cambridge, Harvard University Press.
- , 1999, *Introducción a Systematics and the Origin of Species from the Viewpoint of a Zoologist*, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.
- Meléndez, J. L. (1998), *Isaac Ochoterena, 1885-1950*, México, Gobierno del Estado de Puebla, pp. 60-90.
- Memoria del IX Seminario de Presentación de Proyectos, Avances y Resultados de Investigación, PIHAAA-CIESTAAM, 2002, Coordinadores, María Isabel Palacios, Rosaura Reyes y José Luis Meléndez.
- 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. IV, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Memoria del Colegio Nacional, 1946, Vol. I., pp. 39-89.

- Milner, R., 1995, *Diccionario de la evolución. La humanidad a la búsqueda de sus orígenes*, Barcelona, Bibliograf S.A.
- Montgomery, W. M., 1974, *Germany*, en: T. F. Glick, (comp), *The Comparative Reception of Darwinism*, Austin, University of Texas Press, pp. 81-115.
- Moore, J. R., 1977, "Could Darwinism be Introduced in France?", *Journal History of Science*, Vol. 10, No. 36, pp. 246-251.
- Moore, J. R., 1991, "Deconstructing Darwinism: the Politics of Evolution in the 1860's", *Journal History of Science*, Vol. 24, pp. 353-408.
- Morgan, T. H., 1949, *La base científica de la evolución*, Madrid, Espasa-Calpe, 2ª ed.
- Moreno, de los A. R., 1984, *La polémica del darwinismo en México en el siglo XIX*, México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- , 1988, "La primera Cátedra de Botánica en México 1788", México, *Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología*, Sociedad Botánica de México, 145 pp.
- , 1989, *Linneo en México. Las controversias sobre el sistema binario sexual. 1788-1798*, México, UNAM, 279 pp.
- , 1943, "Nota relativa a los antecesores de los Gymnophiona", *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* del IPN, México, D. F., Vol. VI, Núm. 1-4, pp. 181-220.
- Numbers, R. L.; Stenhouse, J., 1999, *Disseminating Darwinism: The Role of Place, Race, Religion, and Gender*, Cambridge University Press, Cambridge R.U.
- Núñez D., 1977, *El darwinismo en España*, Madrid, Castalia.
- Núñez, F. J. S.; Eguiarte, E. L., 2007, "La construcción de la teoría sintética de la evolución", en: *La interdisciplina y las grandes teorías del mundo moderno*, coord. Julio Muñoz Rubio, UNAM, CEIICH, pp-131-150.
- Ocaranza, F.; Moctezuma, M.; Morones, S., 1929, "Programa de Trabajo del Instituto de Biología", *Archivo del Instituto de Biología*, CESU, UNAM, pp. 1-10.

- Ochoa, Severo, 1940, "Síntesis Enzimática del ácido ribonucleico", *Ciencia, Revista Hispanoamericana de Ciencias Puras y Aplicadas*, Vol. XX, pp. 1-14.
- Ochoterena, I., 1916a, "Principios de la teoría de la mutación" de Hugo de Vries (traducción), *Boletín de la DEB*, Tomo I, pp. 286-296.
- , 1916b, "Comentarios a la teoría de la mutación", *Boletín de la DEB*, Tomo I, pp. 295-301.
- , 1917, "Algunas ideas fundamentales de la obra de Lamarck", *Boletín de la DEB*, tomo II, pp. 180-183.
- , 1922, *Lecciones de Biología*, México, Secretaría de Educación Pública, 222 pp.
- , 1939, "Informe de los trabajos llevados a cabo por el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México durante 1930-1939", *Anales del IB UNAM*, Núm. X, México, D. F., pp. III-XXVIII.
- , (1950), *Tratado Elemental de Biología*, México, Botas, pp. 2-15.
- Osorio, Tafall B., 1942, "Notas sobre algunos Dinoflagelados planctónicos marinos de México, con descripción de nuevas especies", *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, Instituto Politécnico Nacional, México, D. F., Vol. II, Núm. 4, pp.435-454.
- , 1943, "Adquisiciones recientes sobre virus", *Revista Ciencia, Revista Hispanoamericana de Ciencias Puras y Aplicadas*, Vol. IV, No. 1 y 2, Atlante Edit. S.A., México, D. F., pp.49-62.
- , 1945, "Adquisiciones recientes sobre virus", *Revista Ciencia, Revista Hispanoamericana de Ciencias Puras y Aplicadas*, Atlante Edit, Vol. IV, No 2, México, D.F., pp.58-65.
- , 1947, "Libros nuevos: Genética general y aplicada", *Revista Ciencia, Revista Hispanoamericana de Ciencias Puras y Aplicadas*, Atlante edit, Vol. VIII, No. 1-2, México, D.F., pp.41-42.
- , 1899, "Biología y fisiología", en *Gaceta Médica de México*, Vol. XXXVI, Núm. 18 septiembre 15, pp 442-453.

- , 1900, *La Ciencia en México. Los Sabios. Elementos del trabajo científico. Protección del estado y de los particulares. Contribución de México al progreso científico. Academias, Institutos, Revistas, Concursos Científicos* en: Justo Sierra (dir), *México, su evolución social*, México, J. Ballezá y Co-Sucesor, Tomo I, pp. 440-449.
- Pérez, Miravete, 1984, *50 años de Investigación en la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (1934-1984. Una valoración crítica a la luz de su evolución histórica*, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N., México, 327 pp.
- Pérez, R, A. R., 1997, *Cambio científico e inconmensurabilidad* en: Ambrosio Velasco Gómez (comp.), *Racionalidad y Cambio Científico*, México, Paidós-UNAM, pp.43-55.
- Pérez, S. J. (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.
- Petitjean, P.; Junni, C.; Moulin, A. M. (Coord), 1992, *Science and Empires. Historical studies about scientific, Development and European Expansion*, Dordrecht-Boston- London.
- Piñero, D., 1996, "La teoría de la evolución en la biología mexicana: una hipótesis nula", *Ciencias*, No. 42, abril-junio, pp. 7-12.
- Pittaluga, G.; Bessis M., 1944, "Estructura y función de los nucléolos en las células normales y patológicas", *Revista Ciencia, Revista Hispanoamericana de Ciencias Puras y Aplicadas*, Atlante edit., Vol. IV, No 8-10, México, D.F., pp. 193-202.
- Portes, G. E., 1929, *Informe del C. Presidente de la República al H. Congreso de la Unión en la parte relativa al ramo de Agricultura y Fomento*, México, Ed. Cultura.
- Provine, W. B., 1998, *Epilogue* en: Mayr, E. y Provine W. B, eds, *The Evolutionary Synthesis*.
- Puig-Samper, M. A., 1992, "Darwinismo y antropología en el siglo XIX", Madrid, Akal.
- , M. A.; Ruiz, G. R. y Galera, A. (editores), 2002, *Evolucionismo y cultura. Darwinismo en Europa e Iberoamérica*, Editora Regional de Extremadura, UNAM y Doce Calles, 2002.
- Raat, W., 1975, *El positivismo durante el porfiriato*, Traducción de Andrés Lira, México, SEP, pp. 45-

47.

Radl, Emmanuel, 1988, *Historia de las teorías biológicas*, Vol. 2. Madrid, Alianza Editorial.

Redondi, P., 1998, *El oficio del Historiador de las Ciencias, la Historia de las Ciencias*, Madrid, CSIC., pp. 100-120.

Rensch, B., 1998, *Historical Development of the Present Synthetic Neo-Darwinism in Germany*, en: E. Mayr y W. B. Provine, *The Evolutionary Síntesis*, Cambridge, Harvard University Press (2ª ed), pp. 284-303.

Restrepo, O., 2002, *Leyendo historias sobre el darwinismo*, en: M.A Puig-Samper; R. Ruíz G.; A Galera (editores), *Evolucionismo y Cultura. Darwinismo en Europa e Iberoamérica*, Madrid, Extremadura, México, Ed. Doce Calles, Editora Regional de Extremadura; Universidad Nacional Autónoma de México; pp. 21-45.

-----, 2007, *Evolución, darwinismo y religión: Debates, estereotipos y fronteras móviles*, en: C. Tejeiro; F. Sanabria; M. Beltrán W. (editores), *Creer y Poder hoy*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, pp. 243-272.

Retana Guiascón Óscar G., 2009, "La institucionalización de la investigación científica en México breve cronología", *Ciencias*, Núm. 94, abril-junio, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 46-51.

Reyes, Pedro, 1981, *Historia de la Agricultura: Información y Síntesis*, México, A.G.T.

Rioja, Enrique.; Cendrero O., 1927, *Biología*, Santander, Aldus, Artes Gráficas.

_____, 1940, "Estudios carcinológicos V. Morfología de un ostrácodo epizoario observado sobre *Cambarus (Cambarellus) montezumae* Sauss, de México. *Entocythere heterodonta* n. sp., y descripción de algunos de sus estados larvarios", *Anales IB UNAM*, Tomo XI, Num. II, UNAM, México D. F.

_____, 1941, "Estudios anelidológicos II. Observaciones acerca de varias especies del género *Hidroides gunnerus* (sensu Fauve) de las costas mexicanas del Pacífico", *Anales IB UNAM*, Tomo XII, Num. 1, UNAM, México D. F.

- , 1947, "Estudios anelidológicos XVI. Evolución y significado sistemático del opérculo de los Serpulidae", *Anales IB UNAM*, Tomo XVIII, UNAM, México D. F, pp. 189-196.
- Rodríguez, Leonel, 1989, "El Instituto de Ciencias, Literatura y Artes, 1826", en: *Memorias del Primer Congreso Mexicano de Historia de la Ciencia y de la Tecnología*, México, Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología.
- Rodríguez, de R. A. C., 1999, *Las ciencias Naturales en el México independiente. Una visión de conjunto*, en: Hugo Aréchiga y Carlos Bayer (coord.), *Las Ciencias Naturales en México*, México, Fondo de Cultura Económica", pp. 92-124.
- Rouaix, P., 1942, "EL profesor Alfonso L. Herrera y su labor en la Comisión de Parasitología Agrícola", *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, No 4, pp. 193-199.
- Ruíz, Gutiérrez. R., 1987, *Positivismo y evolución: introducción del darwinismo en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ruse, M., 1983, *La revolución darwinista*, Madrid, Alianza Universidad.
- Salamanca, F.; Armendares S.; 1995, "The Development of Human Genetics in Mexico". *Archives of Medical Research* No 26, pp. 55-62.
- Saldaña, J. J., 1992, "Acerca de la Historia de la Ciencia Nacional" en "Los orígenes de la ciencia nacional", México, *Sociedad Latinoamericana de Historia de la Ciencia y a Tecnología, Facultad de Filosofía y Letras*, UNAM, pp. 8-55
- Saldaña, J. J.; Azuela B. L. F., 1994, "De amateurs a profesionales. Las sociedades científicas en México en el siglo XIX", *Quipú*, Vol 11, No 2, mayo agosto.
- Sarton, G., 1968, *Ensayos de Historia de la Ciencia*, Trad. Antonio Caso, México, UTEHA.
- Stebbins, R. E., 1974, *France*, en: T. Glick, *The Comparative Reception of Darwinism*, pp. 117-167,
- Schedi, K. E., 1939, "Fauna mexicana I. Scolytidae, Coptonoidae y Platypodidae mexicanos", *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, Vol. I, Núm. 3-4, pp.317-378.
- Simpson, G. G., 1944, *Tempo and mode in evolution*, Columbia University Press, New York, 237 pp.

-----, 1953, *The major features of evolution*, Columbia University Press, New York, 434 pp.

Singer, C., 1947, *Historia de la biología*, Buenos Aires/México, Espasa-Calpe.

Smocovitis, V. B.; Stebbins L. 1996, *Unifying Biology, The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology*, Princeton University Press, Princeton, USA.

Smocovitis, V. B.; Stebbins, Ledyard G., 1997, "Jr. and the evolutionary synthesis (1924-1950)", *American Journal of Botany*, No. 84, pp. 1625-1637.

Sokoloff, D.; Mooser T., 1943, "Nueva *Hemogregarina* de la sangre de *Ctenosaura pectinata*: *Haemogregarina ctenosaurae* sp. nov.", *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, Vol. III, Núm. 1-2, pp.119-126.

-----, 1948, "Algunas observaciones sobre quistes de *Gastrostyla steini* Eug.", *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, Vol.V Núm. 3-4, pp.41-51.

Suárez, D. E. M., 1989, *Orígenes y repercusiones sociales de la ingeniería genética*, Tesis de Licenciatura en Biología, UNAM, Facultad de Ciencias, 126 pp.

Taboada, E., 1938, *Apuntes de genética*. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo.

-----, 1985a, "Concepciones Generales Sobre el Método Experimental en Agronomía", Conferencia dictada en 1956, en: Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, "Edmundo I. Taboada Ramírez", Una semblanza 1906-1983, Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA), México, D. F., pp. 36-47.

-----, 1985b, "Mejoramiento Genético", conferencia dictada en 1981 en: *Edmundo I. Taboada Ramírez. Una semblanza 1906-1983*, Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA), México, D. F., pp. 58-69.

Tortolero, V. A. (coordinador), 1997, *Tierra, Agua y Bosques: Historia y medio ambiente en el México Central*, México, Centre Francais d'Etudes Mexicaines et Centroaméricaines, Instituto de Investigaciones Históricas, Dr. José María Luis Mora, Potrerillos Editores, S. A., de C. V., Universidad de Guadalajara, pp. 179-218

- Tuñon, de Lara M., 1979, *Metodología Social de España*, 4ta edición, Ed. Madrid, Siglo XXI de España, p. 123.
- Valdés, G. J., 1990, "Sesenta años del Instituto de Biología. Instituto de Biología 1929-1989", suplemento de la revista Ciencias, Grupo de Difusión, Facultad de Ciencias,/Instituto de Biología/UNAM, pp. I-VIII.
- Velasco, J. Ma., "Anotaciones y observaciones al trabajo del señor Augusto Weismann, sobre la transformación del ajolote mexicano en *Amblistoma*", en: *La Naturaleza*, Num. 5, pp. 58-84.
- Vessuri, Hebe M. C. 1996, *El proceso de Institucionalización* en: Jacques Salomon y col. *Una búsqueda incierta*, Ciencia, Tecnología y Desarrollo, Prologo de Hector Gurgalino de Souza, traducción de Susana Marín de Rawlinson, México, Editorial Universidad de las Naciones Unidas, Centro de Investigaciones y Docencia Económica y El Triimestre Económico, FCE, pp.180-200.
- Villalobos, A., 1946, "Estudios de los cambarinos mexicanos IV. Consideraciones acerca de la posición sistemática y redescrición de *Procamburus digueti* (Bouvier), *Procambus Bouvieri* (Ortman)", *Anales IB UNAM*, Tomo XVII, UNAM, México D. F., pp. 215-230.
- Vucinich, A., 1974, *Russia: Biological Sciences*, en: Glick, T. F., (ed.) "*The Comparative Reception of Darwinism*", , Austin, University of Texas Press, pp. 227-255.
- Wallerstein, I.M., 1991, *El moderno sistema mundial*, en: *La agricultura capitalista y los orígenes de la economía-mundo europea en el siglo XVI*, Vol. I, Sexta edición, Siglo Veintiuno, México.
- Webster, G. Von. 1992. "La agricultura en el porfiriato: 1876–1911." en: *Primer Simposio de Ciencias Agronómicas. México*, Colegio de Posgraduados en Ciencias Agrícolas de Chapingo, pp. 135–137.
- Zulueta, C., 1998, *Un científico olvidado Don Antonio de Zulueta, Pionero de la Genética en España*, en: *Historia*, Vol. XXII, núm. 272, pp. 114-120

