

ISSN 0188-6843

Publicaciones Especiales del Museo de Zoología

Número 12

2003

**LA TAXONOMÍA EN MÉXICO
DURANTE EL SIGLO XX**

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Departamento de Biología Evolutiva

COMITÉ EDITORIAL

Keith S. Brown Jr.
Universidad de Campinas, Sao Paulo, Brasil

Jonathan A. Campbell
University of Texas, Arlington, Texas, EUA

John W. Fitzpatrick
Cornell University, Ithaca, New York, EUA

Gerardo Lamas
Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

Joane H. Lewis
Iowa State University, Ames, Iowa, EUA

Robert E. Lewis
Iowa State University, Ames, Iowa, EUA

Roy W. McDiarmid
Fish & Wildlife Service
U.S. National Museum of Natural History, Washington D.C., EUA

Juan Carlos Morales
Columbia University, New York, EUA

Nelson Papavero
Universidade Federal do Rio de Janeiro

A. Townsend Peterson
Museum of Natural Science,
University of Kansas, Lawrence, Kansas, EUA

Jay M. Savage
University of Miami, Miami, Florida, EUA

David J. Schmidly
Texas A&M University, College Station, Texas, EUA

Arthur M. Shapiro
University of California, Davis, California, EUA

Don E. Wilson
U.S. National Museum of Natural History, Washington D.C., EUA

Nixon A. Wilson
University of Northern Iowa, Cedar Falls, Iowa, EUA

PRESENTACIÓN

Las Publicaciones Especiales del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias son un órgano informativo de los resultados de las investigaciones principalmente de profesores y estudiantes del Museo o de investigadores visitantes o asociados. Debido a los problemas financieros que implica la producción de estas publicaciones, de momento no se ha planeado publicar de forma periódica estos trabajos.

Los trabajos en esta serie están relacionados con la faunística, curación de colecciones, biogeografía, algunos aspectos teóricos y metodológicos en Biología Comparada y sistemática de la fauna de México y regiones de influencia; varios de ellos -por su extensión- no tienen cabida en revistas especializadas, que generalmente publican trabajos de extensión limitada.

El editor principal de estas publicaciones es Oscar Flores Villela, los editores asociados son Jorge Llorente Bousquets e Isabel Vargas Fernández (invertebrados) y Adolfo G. Navarro Sigüenza (vertebrados). El comité editorial está constituido por 14 miembros distinguidos de la comunidad científica internacional. Ellos han sido invitados principalmente para apoyar las áreas de la Zoología en las que laboran especialistas en el Museo: Lepidopterología, Sifonapterología, Herpetología, Ornitología y Mastozoología.

NORMAS EDITORIALES

Todas las contribuciones deberán enviarse al editor o a los editores asociados al Museo de Zoología, Facultad de Ciencias UNAM, Apdo. Post. 70-399, México D.F. 04510.

Los autores de los trabajos deben cumplir con los términos de la presentación de la revista. Se dará preferencia a trabajos que por su extensión o contenido no tengan cabida fácil en otras publicaciones. Los trabajos no excederán de 300 cuartillas tamaño carta a doble espacio, gráficas, figuras y cuadros, deberán ir numerados secuencialmente y en hojas por separado. También se deberá incluir una página de título, la que llevará, además de éste, nombre(s) completo(s) del autor(es), institución(es) y dirección(es). Es recomendable la entrega de los trabajos en disco de 5 1/4, indicando el procesador de palabra en el que se escribió el archivo, de preferencia use "Word". Además se deberá entregar un original y dos copias de buena calidad de cada trabajo.

La bibliografía debe citarse al final del texto. Deben usarse abreviaturas de los nombres de las revistas científicas recomendadas por la "Bibliographic Guide for Editors and Authors".

Los dibujos a línea deberán presentarse en tinta china, tomando en consideración las medidas de la publicación. Los pies de figura se enviarán por separado, numerados en el orden en que aparecen citados en el texto. De preferencia no incluir fotografías a menos que sea estrictamente necesario.

PUBLICACIONES ESPECIALES DEL MUSEO DE ZOOLOGÍA

Número 12

**LA TAXONOMÍA EN MÉXICO
DURANTE EL SIGLO XX**

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Departamento de Biología Evolutiva

2003

LA TAXONOMÍA EN MÉXICO DURANTE EL SIGLO XX

LAYLA MICHAN AGUIRRE¹

JORGE LLORENTE BOUSQUETS¹

¹Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera” (MZFC), Facultad de Ciencias, UNAM. Departamento de Biología, Ciudad Universitaria, Apartado Postal 70-399, México 04510, D.F.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
PRESENTACIÓN.....	3
INTRODUCCIÓN	6
La historiografía de la ciencia	6
La historiografía de la taxonomía	15
La historiografía de la ciencia en México.....	17
Del esencialismo a la filogenia.....	20
La institucionalización de la sistemática.....	31
MATERIAL Y MÉTODOS	36
La base de datos TaXMeXX.....	36
Captura y clasificación de la información obtenida de los artículos	42
Otras fuentes utilizadas	45
RESULTADOS, COMENTARIOS Y DISCUSIÓN	47
La investigación historiográfica.....	47
La base de datos TaxMeXX.....	48
Los taxónomos.....	52
Caraterísticas generales de los artículos.....	62
Características teórico-metodológicas.....	65
La taxonomía en México durante el siglo XX ¿del esencialismo a la filogenia?	83
Características institucionales	95
La institucionalización de la taxonomía mexicana.....	119
El desarrollo de la taxonomía en México durante el siglo XX	126
PERSPECTIVAS	133
AGRADECIMIENTOS.....	135
REFERENCIAS	136
APÉNDICES	
1. Abreviaturas utilizadas por temas.....	171
2. Fuentes para la historia de la ciencia	176
3. Algunas revistas especializadas en historia de la ciencia.....	177
4. Algunas bases de datos taxonómicas en línea	178
5. Las propuestas historiográficas de E. Trabulsee y J. J. Saldaña.....	182
6. Los museos biológicos en la historia	185
7. Tipos de trabajo taxonómico.....	191
8. Análisis de la dispersión bibliográfica de la taxonomía en México durante el siglo XX: Una primera aproximación.....	194
9. Las colecciones biológicas registradas en México.....	203
10. Criterios de evaluación del CONACYT.....	207
11. centros de investigación taxonómica más representativos del siglo XX en México.....	208
12. La taxonomía en México antes del siglo XX.....	211
13. El CONACYT, el SNI y la CONABIO	227

RESUMEN

Se presenta una visión del desarrollo de la taxonomía en México, se hace una breve exposición de los antecedentes teóricos necesarios para este proyecto, que comprenden la investigación historiográfica de la ciencia, la historiografía de la taxonomía y de la ciencia en México y la historia de la taxonomía desde el punto de vista teórico-metodológico e institucional.

Se utilizaron artículos taxonómicos publicados en México durante el siglo XX como fuentes primarias de la investigación, las cuales se capturaron y sistematizaron en la base de datos relacional TaXMeXX, diseñada específicamente para esta investigación, de acuerdo con las necesidades que planteaba el proyecto. Esta base contiene cerca del 95% de la información producida sobre taxonomía en México durante el siglo XX y tiene aplicación histórica y taxonómica. Consta de 57 revistas capturadas, 28 revistas examinadas, 1079 volúmenes analizados, 1329 números analizados, 6578 artículos capturados, 6150 artículos analizados, 79,294 páginas totales, 2460 autores capturados, 2331 autores analizados pertenecientes a 44 países y 164 instituciones mexicanas, y 31 tipos de trabajo taxonómico, por mencionar los más importantes. Además, se utilizan otras bases de datos y bibliografía existente sobre el tema.

Las cifras se presentan y analizan de forma cualitativa y cuantitativa y se muestran algunas tendencias, de tal manera que los datos, los cálculos y las gráficas obtenidas se exponen, interpretan e integran para presentar el desarrollo de la taxonomía en México durante el siglo XX respecto a los taxónomos, el contenido teórico metodológico de los artículos y la institucionalización, y se muestra su estado y perspectivas.

La formación de instituciones donde se realizó, desarrolló, difundió, enseñó, comunicó, fomentó y profesionalizó la historia natural (taxonomía-sistemática en la actualidad), fueron proyectadas desde 1788 pero se consolidaron hasta finales del siglo XIX. Después se dio una ruptura drástica durante la Revolución, y no es sino hasta 1930 que se establecieron las bases institucionales contemporáneas donde se realiza la práctica taxonómica de nuevo cuño, para arraigarse y persistir hasta nuestros días, como ocurrió en los últimos 20 años del siglo XX.

Durante el siglo pasado aumentó considerablemente el número de revistas, artículos, instituciones y taxónomos; pero el crecimiento fue mínimo tomando en cuenta las necesidades; la institución que tuvo más impacto fue el Instituto de Biología de la UNAM y sus *Anales* fueron la publicación periódica más representativa.

Desde el punto de vista teórico metodológico principalmente se hicieron trabajos de caracteres, descripciones de nuevos taxones, floras y faunas; los taxones más estudiados fueron los insectos, los helmintos y las plantas, en especial las cactáceas y suculentas; las regiones mejor estudiadas fueron Veracruz, Chiapas y Oaxaca. Los trabajos de síntesis y análisis taxonómico fueron mínimos, la aplicación del método filogenético fue escasa y los aportes teórico-metodológicos fueron casi nulos.

Por lo tanto es indispensable fomentar una 'nueva cultura taxonómica' que comprenda la formación de nuevos taxónomos y su actualización, el fortalecimiento de las instituciones de investigación y enseñanza, la fundación de un museo nacional y la asignación de recursos suficientes para el desarrollo óptimo de la taxonomía, disciplina básica e integradora de la biología y esencial para el desarrollo de un país megadiverso.

ABSTRACT

In this work the development of the taxonomy in Mexico is presented. A short description of the theoretical background needed for this project, which includes historiography research of the science, historiography of the taxonomy and of science in Mexico and the taxonomy history with a theoretical-methodological and institutional point of view, is given.

Taxonomic articles published during the 20th century were the primary sources of this research. They were captured and systematized in the relational database TaXMeXX that was specifically designed according to the necessities of this research. The database contains around 95% of the Mexican taxonomic information produced during the 20th century and has historical and taxonomic applications. TaXMeXX has information captured from 57 journals, 28 examined journals, 1079 analyzed volumes, 1379 analyzed numbers, 6578 papers, 6150 analyzed articles, 79, 294 total pages, 2460 authors, 2331 analyzed authors from 44 countries and 164 Mexican institutions, and 31 kinds of taxonomic works. Furthermore, other database and bibliographic information of the topic were taken into consideration.

Data were qualitatively and quantitatively analyzed and presented, as well as some tendencies. In this way, data, calculus, and graphs are shown, interpreted, and integrated in order to present the development of taxonomy in Mexico during the the 20th century according to the taxonomists, the theoretical-methodological articles content and institutionalization, showing its current status and perspectives.

The establishment of institutions where were made, developed, diffused, taught, communicated, fomented, and incorporated as a profession the natural history (taxonomy-systematic currently), were projected since 1788 but consolidated until the end of the 20th century. After, was a drastic rupture during Mexican Revolution and only until 1930 were established the contemporary institutional bases where are made the taxonomic practices newly coined, to consolidate and persist up to now as occur in the last 20 years of the 20th century.

During the 20th century there was a considerable increase in the number of journals, articles, institutions, and taxonomists but considering the necessities of the country, that growth was minimal. The Instituto de Biología in UNAM was the institution with the most impact and its *Anales* was the periodically publications most representative.

With the theoretical-methodological point of view were made papers of characters, descriptions of new taxa, floras, and faunas. The most studied taxa were insects, helminths, plants and in particular, cacti and succulents. The best studied regions were Veracruz, Chiapas and Oaxaca. The synthetic papers, taxonomic analyses and the application of the phylogenetic method were used rarely, and there were no theoretical or methodological contributions.

Based on these results, it is indispensable to foment a 'new culture of the taxonomy' that includes the formation of new taxonomists with updated information, the reinforcement of new research and teaching institutions, the establishment of a national museum and the assignation of enough sources. It will be in order to the optimum development of the taxonomy which is the basic and integrator discipline of biology thus as, essential for the development of a country with a huge diversity.

PRESENTACIÓN

En México, por sus características biológicas, sociales e históricas, se produjeron numerosos trabajos taxonómicos, los cuales son susceptibles de estudio para el análisis de las teorías, los métodos y los conceptos de la sistemática que se han asimilado, producido y/o utilizado en nuestro país con la finalidad de *"conocer las características particulares del pasado de la biología en México, para comprender mejor su estado actual y planificar su desarrollo más adecuado en el futuro"* (Beltrán, 1977).

Abordar la historia reciente de una disciplina científica en una época en la que la producción científica crece día a día de forma exponencial impone nuevos retos de estudio, así como la aplicación de nuevas técnicas de almacenamiento, sistematización, análisis, procesamiento y presentación de la información. Con fundamento en la importancia que poseen los estudios interdisciplinarios para el análisis de la historia de la ciencia y en las características de la investigación historiográfica contemporánea, en este trabajo se propone la aplicación de técnicas informáticas y cientimétricas para el estudio de la taxonomía en México durante el siglo XX mediante la instrumentación de una base de datos denominada TaXMeXX.

Para realizar estudios históricos sobre la ciencia con un enfoque actual e integral, es necesario recurrir a las fuentes originales, a los textos científicos mismos. Solo así se puede interpretar su contenido, lo que requiere de un conocimiento profundo de las ideas científicas presentes y de sus implicaciones. Esto permite situar dichas obras dentro del proceso general del avance científico de su época, así como determinar sus fuentes, las influencias que sufrieron, sus antecedentes y su lugar en la historia cultural (Trabulse, 1997).

El desarrollo de la ciencia en nuestro país ha sido pobre, si se compara con la ocurrida en otros territorios con mayor desarrollo cultural y económico, pues no se han producido grandes descubrimientos o aportaciones decisivas que hayan sido incorporadas al conocimiento científico de la humanidad (De Gortari, 1980); esto es causa y efecto de que los estudios de historiografía de la ciencia en México hayan sido pocos, sobre todo los que estudian la ciencia y el periodo reciente.

Las teorías, los métodos y los conceptos de la práctica taxonómica en México, durante el siglo XX, podrían definirse como el resultado de la combinación e interacción de dos elementos: a) la introducción de nuevos paradigmas a la tradición taxonómica heredada del siglo XIX, y b) la institucionalización.

La asimilación de nuevos paradigmas en la taxonomía del siglo XX se consolidó a partir de las contribuciones teóricas, metodológicas y conceptuales más relevantes en la taxonomía-sistemática después de Darwin y producidas durante el siglo XX por varias corrientes, enfoques y escuelas de pensamiento: 1) la Nueva Sistemática encabezada por Huxley (1940) y desarrollada por los evolucionistas Mayr (1942, 1963) y Simpson (1961); 2) el procedimiento feneticista y los métodos numéricos instrumentados por la escuela fenética establecida por Sokal y Sneath (1963¹), y Jardine y Sibson (1971); y 3) la sistemática filogenética propuesta por Hennig (1950²) y desarrollada o modificada por Eldredge y Cracraft (1980), Nelson y Platnick (1981), Wiley (1981) y Farris (1983), entre otros.

La institucionalización de la taxonomía en México consistió en: 1) la profesionalización de la disciplina; 2) la fundación de instituciones de investigación, enseñanza y sociedades científicas; 3) la publicación de revistas y libros especializados; y 4) la formación de colecciones bióticas de naturaleza científica.

¹ Reeditado en 1973, ver Sneath y Sokal.

² Publicado en español en 1968.

Al tomar como objeto de estudio la práctica taxonómica mexicana institucionalizada durante el siglo XX, simultánea al establecimiento de los nuevos paradigmas en la sistemática mundial, se pretende hacer estudios comparativos que incluyan ambas perspectivas para reconocer, sistematizar, analizar, evaluar e interpretar la evolución teórica, metodológica y conceptual que se haya producido por la implementación, uso y adopción de los nuevos paradigmas producidos en esta disciplina; para contrastarlos y complementarlos con el proceso de institucionalización que se llevó al cabo en nuestro país.

De tal forma que el análisis del contenido de los artículos taxonómicos en México durante el siglo XX permitirá determinar la aplicación de los nuevos paradigmas en la taxonomía-sistemática (gradista, fenética y cladística) y establecer su repercusión en la visión y práctica (tanto teórico-metodológico como institucional) del estudio de la diversidad biológica por los taxónomos mexicanos durante el siglo XX. Para lo cual se diseñó la presente investigación en la que se aborda la historia de una disciplina biológica durante el siglo XX, utilizando herramientas, análisis y enfoques novedosos. Las teorías, los métodos y los conceptos se examinarán principalmente bajo la perspectiva de la sistemática, esto implica el análisis desde un punto de vista biológico (taxonómico), fundamentado en los principios, ideas, actividades, autores y evolución de tal actividad científica. Puesto que el objeto de estudio de la investigación (la taxonomía mexicana, representada en las publicaciones periódicas principalmente) se localiza en un contexto espacio-temporal, económico y cultural determinado, es necesario incluir a la historia, que se aplicará en dos sentidos: el histórico (hechos), para contextualizar e integrar a la taxonomía en la historia científica (teorías) y en el institucional (publicaciones, sociedades e instituciones) de la época a estudiar.

Debido a la singularidad del objeto de estudio de este trabajo, la información sigue una secuencia lógica que va de lo general a lo particular y en orden cronológico. De acuerdo con las características de diseño de este trabajo, se integran: la historia como descripción y explicación, la taxonomía como objeto de estudio y las bases de datos como herramienta. La introducción consta de dos partes, en la primera se sintetiza lo concerniente a la historiografía de la ciencia, su historia, métodos y singularidades, tanto a nivel mundial como nacional; y en la segunda se exponen las principales características históricas, conceptuales e institucionales del objeto de estudio de este trabajo, la taxonomía.

Por la extensión de varios de los resultados de la investigación que proporcionan información más desarrollada y detallada sobre los temas más significativos, se presentan de forma independiente en la sección denominada 'Apéndices', esto es una estrategia práctica para facilitar la lectura y la consulta de la información. Esta sección está compuesta por las abreviaturas utilizadas (Apéndice 1), síntesis, revisiones, cuadros y listas.

Los resultados y la discusión se dividieron en varias secciones de acuerdo con los objetivos de este trabajo: el primero está dedicado a hacer algunas consideraciones sobre el método utilizado, en el segundo se discute acerca de la base de datos implementada. En el tercero se presentan los datos, cifras, cálculos y gráficas con algunas consideraciones respecto a los artífices del trabajo taxonómico, los taxónomos. En el cuarto se exponen varias de las características generales de los artículos y en el quinto se explora el contenido de los artículos desde el punto de vista conceptual, esto es los taxones, las regiones, los problemas, las teorías, los métodos y conceptos abordados; en el sexto se interpretan e integran los resultados al respecto. En las secciones séptima y octava se aborda la institucionalización de la taxonomía, especialmente las publicaciones y las instituciones, ambos constituyen el contexto en el que se dan los elementos analizados en los capítulos anteriores. En la octava y última parte se hace una síntesis y se exponen las tendencias y perspectivas de taxonomía en México.

Por último, se exponen las perspectivas donde se establecen algunas propuestas futuras de investigación y las referencias donde se presentan todos los textos referidos en los capítulos y los apéndices que abarca el presente trabajo.

INTRODUCCIÓN

Para empezar diremos que una explicación es histórica si incorpora en el explanans aspectos contingentes que no están subordinados a leyes. Esto puede suceder de dos maneras: i) ontológicamente: cuando los sistemas de los que habla la teoría (los taxa) son entidades históricas en la medida en la que el principio de individuación de taxa es genealógico y ii) epistemológicamente: cuando la teoría es histórica en la medida en que sus explicaciones toman la forma de una narrativa de manera esencial.

S. Martínez, 1997. *De los efectos a las causas.*

No hay nada que sea más apasionante que la convergencia de generalidades en objetos disímboles, y los sinuosos caminos por los que transitan definiciones, sinónimos, antónimos y eventos que les son comunes o distintos, pero que al final se vuelven uno, en la fascinante narrativa que explica, la contingencia que pasa, el cambio continuo y la evolución, tan característicos de la naturaleza y de la historia, ambos entes que dependen del contexto espacial y temporal en el que se desarrollan. Esta coincidencia no es casual ni tampoco trivial, porque resulta un deleite que permite tener acceso a la realidad de formas simultáneas utilizando el método que más disfruto.....

LA HISTORIOGRAFÍA DE LA CIENCIA

Debido a que las grandes controversias científicas del pasado frecuentemente tienen influencia en la ciencia moderna, los estudios y análisis actuales no pueden comprenderse de modo completo, a menos que se conozca su historia. Desde que surgió la ciencia ha experimentado un cambio histórico constante y, por lo tanto, es material legítimo para el historiador (Mayr, 1998a). Los historiadores y los científicos tienen puntos de vista y fundamentos diferentes. Unos y otros reclaman a la historia de la ciencia como propia. Cada grupo selecciona distintos aspectos de un tema para su análisis y discusión, de acuerdo con sus observaciones y los objetivos que se propongan. Además, ambos grupos hacen aproximaciones distintas, aplican métodos y perspectivas diversas, pero producen lo mismo: la narrativa y la explicación de los hechos científicos del pasado de la forma más objetiva, coherente y analítica posible.

El concepto de historia, como muchos otros, tiene varias acepciones. Dos de ellas son las más comunes: a) la sucesión de todos los hechos acaecidos en el tiempo, y b) la investigación de los acontecimientos de las sociedades humanas en el tiempo y en el espacio. Esto es, se denomina con la misma palabra al objeto de estudio (los acontecimientos) y a la disciplina que los interpreta (la historia); para diferenciarlos, a la segunda (investigación histórica) se le aplica el término historiografía, que se refiere al análisis de la realidad histórica, a sus resultados expuestos en una narrativa (comúnmente en un texto) y realizada por un profesional (generalmente un filósofo, un historiador o un científico) (Christie, 1996).

La implementación de puntos de vista sociológicos, económicos, psicológicos y culturales son necesarios en la visión histórica moderna de la historiografía de la ciencia, que no solo consiste en realizar la descripción de los hechos científicos, sino que reconstruye los acontecimientos aplicando objetivos, métodos, análisis, interpretaciones y discusiones específicas. Se debe considerar que el acceso a los sucesos del pasado siempre es indirecto, porque el conocimiento de lo sucedido es limitado en extensión y es producto de las selecciones, interpretaciones e hipótesis que hace el historiador, cuya evidencia son las fuentes que pueden ser de índole muy diversa (Kragh, 1989). Las principales fuentes utilizadas en la historiografía de la ciencia se citan en el apéndice 2.

Debido a que esta disciplina es practicada por autores tan diferentes como científicos, historiadores, sociólogos y filósofos, todos ellos han aportado elementos propios al método de estudio.

En la actualidad se considera que la historiografía de la ciencia nació en los siglos XVII y XVIII, de manera simultánea con la Revolución Científica, se desarrolló durante la Ilustración y se fortaleció con las ideas de la Revolución Francesa. Se inició con las historias informales que elaboraban los científicos sobre sus disciplinas particulares con una finalidad pedagógica para: 1) exponer los conceptos de su especialidad cronológicamente, 2) explicar y sintetizar los avances más trascendentes, y 3) atraer a los estudiantes al conocimiento científico (Kuhn, 1990). Posteriormente, durante el siglo XIX, esta disciplina se desarrolló con la introducción del denominado historicismo: visión que hace énfasis en que el hombre, la naturaleza y la sociedad están formados por procesos históricos, más que por principios estáticos, eternos y abstractos, como la razón o la justicia. Ejemplos de estas tesis fueron los trabajos de Hegel y Marx. En esta época surgieron los historiadores de la ciencia, y para el siglo XX esta disciplina se institucionalizó y profesionalizó con la aparición de publicaciones (Apéndice 3), sociedades, y centros de investigación especializados (Sloan, 1990; López-Piñero, 1992b) (Cuadro 1).

La filosofía de la ciencia tuvo una influencia determinante en el desarrollo y la consolidación de la historiografía de la ciencia, resultado de la afinidad e interrelación existente entre la historia y la filosofía. Ejemplo de esto fueron los aportes de: a) los filósofos de la ciencia, como los 'programas de investigación' de Lakatos (1975a,b), las 'tradiciones' de Laudan (1977), los 'estilos' de Hacking (1992) y Feyerabend (1974), y la 'epistemología evolutiva' de Hull (1988) (Suárez, 1992); b) los historiadores de la ciencia ejemplificados por Allen (1983), Bowler (1984, 1989, 1995, 1997), Boorstin (1986), Christie (1996), Coleman (1983), Koyré (1965, 1978), Mieli (1951), Rostand (1986), Sarton (1952-1959, 1927-1948), Shapin (1994), Singer (1947), Sloan (1990); y c) los científicos como Gould (1994a,b, 1995a,b), Mayr (1982, 1998a,b), Sagan (1984,1985) y Watson (1981).

La historiografía de la ciencia a finales del siglo XX se caracterizó por la proliferación de métodos y perspectivas y por la falta de consenso. Su concepción y práctica fueron eclécticas, pues dio cabida a intereses distintos (Kragh, 1989). Los historiadores de la ciencia se formaron en áreas muy diferentes, lo cual fomentó el surgimiento y la aplicación de diversas teorías, enfoques, principios y métodos (Christie, 1996), de acuerdo con el autor, las finalidades, las tendencias y el contexto histórico. Los principales enfoques³ empleados para hacer historiografía de la ciencia podrían clasificarse en: continuo, discontinuo, interno y externo (Saldaña, 1989b; López-Piñero, 1992b; Richards, 1997).

El modelo continuo de historia de la ciencia entiende al cambio científico como un proceso homogéneo y permanente, se funda en las nociones de la unidad de la ciencia y de la uniformidad del devenir científico. Según Saldaña (1989b), esta postura concibe a la historia de la ciencia en tres versiones diferentes: 1) como un proceso de acumulación progresiva (Butterfield, 1981); 2) como un proceso evolutivo, en el cual la ciencia actual es el resultado histórico de sus estados anteriores; y 3) la historia de los precursores, que no acepta la novedad en la historia y sostiene que todo conocimiento moderno ha sido propuesto ya por los antiguos (Sagan, 1985).

³ Éstos generalmente dependen de la disciplina, el concepto de ciencia que se aplique y de la postura filosófica del autor.

Cuadro 1. Acontecimientos y obras más importantes en la historia de la historiografía de la ciencia. Tomado de Saldaña (1989a), López Piñero (1992b) y Christie (1996).

Autor o evento y año	Descripción
Francis Bacon (1626)	Escribió <i>La Nueva Atlántida</i> , fue promotor de la Revolución Científica del siglo XVII que se inició en Occidente. Hizo historia de la ciencia a partir de la indagación de sus características distintivas aunada a las ideas de conocimiento científico, poder y progreso.
Herman Boerhaave (1727)	Redactó <i>El nuevo método de la química</i> (Londres).
Jean d'Alembert (1751)	Expuso en el <i>Discurso Preliminar a la Enciclopedia</i> de Diderot, la historia de la 'Revolución Científica' en una época delimitada, en orden cronológico con eventos continuos, revolucionarios, progresivos y novedosos resultado del desarrollo de la filosofía, la ciencia y la autoridad intelectual. En su obra los científicos son los protagonistas y héroes.
Joseph Priestley (1767)	Narró 'el progreso de la mente humana' en la <i>Historia y estado presente de la electricidad</i> ; en este escrito, los fines de la historiografía de la ciencia no eran tan elevados, hizo la historia de los descubrimientos prácticos, destacó los experimentos realizados y la construcción de los instrumentos apropiados. Fue la primera vez que la historiografía de la ciencia retrató a la ciencia como un ejercicio activo, altamente instrumentado y experimental.
Antoine Lavoisier (1774)	Presentó <i>Opúsculos físicos y químicos</i> (París).
Adam Smith (1795)	Estableció en <i>Los principios que llevan y dirigen las investigaciones filosóficas; ilustrados por la Historia de la Astronomía</i> (1980), un eslabón entre la historia y la filosofía de la ciencia que demostró ser de perdurable importancia. En este caso la historiografía de la ciencia nació ligada al interés filosófico de indagar sobre la naturaleza de la ciencia.
John Herschel (1832)	En <i>Estudio preliminar del estudio de la Filosofía Natural</i> expuso la relación existente entre la ciencia y la filosofía de la ciencia.
Friedrich Hegel (1837)	Afirmó, como historicista, en sus <i>Lecciones sobre la filosofía de la historia universal</i> (1975) y en la <i>Filosofía de la historia</i> (1956) que las formas de producción material y económica, incluida la ciencia, a lo largo de la historia eran las determinantes de la dinámica social y estaban unidas en una visión de la existencia humana como algo producido fundamentalmente por el cambio histórico.
William Whewell (1837)	Consideró a la ciencia como una combinación de hechos y teorías en la <i>Historia de las ciencias inductivas</i> . En esta obra tuvo como propósito central hacer la 'reconstrucción racional', de la ciencia con base en la teoría de la gravitación universal de Newton, unió la historia y la filosofía, no siguió estrictamente una narrativa cronológica de hechos, sino que buscó a través del intelecto una serie de relaciones causales que finalmente emergieron como una teoría científica.
Karl Marx (1859)	Propuso y desarrolló el historicismo en la <i>Contribución a la crítica de la economía política</i>
Revista <i>Isis</i> (1913)	Instituida por Sarton en Bélgica como medio de difusión de la History of Science Society.
Revista <i>Archeion</i> (1919)	Fundada por A. Mieli, fue el órgano oficial de la Academia Internacional de Historia de la Ciencia.
George Sarton (1927-1948)	Produjo la <i>Introducción a la Historia de la ciencia</i> .
Boris Hessen (1931)	Escribió <i>Las raíces socioeconómicas de la mecánica de Newton</i> . Fue el primer trabajo externalista en la historia de la ciencia.
Robert Merton (1938)	Elaboró <i>Science, Technology and society in seventeenth century</i> .
Alexander Koyré (1939)	Planteó en <i>Estudios galileanos</i> que el conocimiento crece de manera acumulativa y gradual, y que el desarrollo conceptual es independiente de las otras actividades humanas.
John D. Bernal (1939)	Realizó <i>La función social de la ciencia</i> .
Herbert Butterfield (1949)	Presentó <i>Los orígenes de la ciencia moderna</i> (1300-1800).
Joseph Needham (1954)	Publicó <i>Ciencia y civilización en China</i> .
Thomas S. Kuhn (1962)	Redactó <i>La estructura de las revoluciones científicas</i> , donde propuso las ideas de 'ciencia normal', 'revoluciones científicas', 'paradigma' e 'inconmensurabilidad'.

La postura opuesta, llamada discontinua, se caracteriza por representar a la historia de la ciencia como un proceso heterogéneo, en donde cambian los enfoques, teorías o paradigmas por revoluciones, y las distintas concepciones utilizadas son inconmensurables entre sí. Los representantes principales de esta escuela fueron Kuhn (1971) y Bachelard (1984).

Una segunda polémica que durante décadas se desarrolló en la historiografía de la ciencia fue entre las concepciones denominadas internalismo y el externalismo. La historiografía de la ciencia interna o intelectual asume que existen normas propias al conocimiento que explican su desarrollo, reconoce que la ciencia se da en un contexto social, pero éste solo puede menguar o promover el ritmo del cambio científico, no puede afectar el contenido de las teorías. El internalismo considera que la realidad de la razón, el argumento y la evidencia son propios a la ciencia, se interesa por el estudio de las teorías, métodos y conceptos, y se originó influido por el positivismo. Estima que el desenvolvimiento de la ciencia se rige por sus propias reglas inherentes, y no puede

explicarse más que a través de sí misma; los factores económicos y sociales son el escenario, pero no pueden ejercer influencia en la estructura del conocimiento, la naturaleza ni la dirección del proceso científico. La designación social del desarrollo de la ciencia considera tres niveles de análisis: a) identificar la naturaleza social de la ciencia; b) el condicionamiento de la ciencia a ciertas épocas, civilizaciones y culturas; y c) la determinación del proceso científico individual a través de las teorías, las concepciones, las nociones, etc. (Mikulinsky, 1989).

Por ejemplo, algunos internalistas como George Sarton (1884-1956) concibieron al conocimiento como: *“positivo, sistematizado, progresivo y acumulativo”* (Sarton, 1952-1959); mientras que Alexandre Koyré (1882-1964) se interesó en trazar el origen de estructuras conceptuales, comprendió a la historia de la ciencia como la historia del pensamiento, y formó el estilo idealista de la historiografía norteamericana (Koyré, 1965, 1978).

La historiografía externa o social asume que la ciencia es resultado de factores externos. Incluye toda la variedad de agentes sociales, estudia las sociedades, instituciones y relaciones de producción, porque el contexto social puede definir y explicar el contenido del conocimiento. Se originó a partir de la influencia del materialismo histórico y se auxilió de disciplinas como la sociología, la antropología, la politología y la psicología, entre otras (Christie, 1996). Este estilo surgió porque se consideraba que la realización del conocimiento científico es intelectual, creativo e individual, pero su naturaleza es social (Kuhn, 1971). El trabajo científico se origina por las necesidades de la sociedad y su existencia está condicionada a su capacidad de satisfacer esas demandas; además, requiere de medios de investigación, técnicas y herramientas que son el resultado del esfuerzo de muchos individuos (Mikulinsky, 1989).

El externalismo se caracterizó por: 1) hacer énfasis en la necesidad de estudiar los mecanismos de institucionalización de las ciencias (universidades, sociedades científicas y laboratorios) y su profesionalización; 2) la aparición de disciplinas científicas, especialidades y programas de investigación; 3) el estudio de las ciencias con base en su impacto, incidencia y transmisión; y 4) la relación de la ciencia con otras entidades sociales más amplias como la cultura, la política y la ideología (Saldaña, 1989a). Los principales exponentes de esta corriente fueron Nordenskiöld (1949), Ben-David (1971), Merton (1973), Jacob (1976), Bloom (1976) y Bernal (1979, 1997) con el llamado ‘Programa Fuerte de Edimburgo’, quienes sustentaron las ideas más ortodoxas (Richards, 1997), además del modelo gestáltico, representado por Foucault (1968), Kuhn (1971⁴), Hanson (1977), que propone que la percepción y la conceptualización están condicionadas por la experiencia pasada, las suposiciones conocidas y el contexto

Además de estos enfoques comunes, se generaron otras formas singulares de practicar la historiografía de la ciencia, como las de Toulmin (1972), Popper (1974) y los estudios sobre la ciencia indicados por la epistemología evolutiva que emplea los principios de la teoría evolucionista para plantear y resolver problemas acerca de cómo surgió y se desarrolló el conocimiento científico. Esta última postura rechaza la existencia de fundamentos últimos del conocimiento, válidos para todo tiempo y lugar (Martínez y Olivé, 1997; Martínez y Barahona 1998; Ruiz y Ayala, 1998).

Las discusiones entre internalistas y externalistas comenzaron principalmente en los años 30, cuando apareció el trabajo de Hessen (1931⁵), quien abordó la historia de la ciencia desde un punto de vista social. Durante los años 50 esta dicotomía terminó por adoptar también la alternativa entre reconstrucción racional y

⁴ La primera versión en inglés es de 1962.

⁵ Este artículo fue publicado por Saldaña, aparece en las referencias como Hessen (1989).

narración histórica (Rossi, 1990). A finales del siglo, esta división se disolvió porque como explica Mikulinsky (1989), fue artificial, pues no corresponde a la complejidad que exhibe realmente la ciencia, y apuntó: *"la ciencia es un todo único, por lo tanto sólo puede haber una historia de la ciencia"*. Además, Shapin (1992) consideró que esta disputa se convirtió en integración (eclecticismo). De tal forma que la historiografía de la ciencia alcanzó su madurez, proyectó multiplicidad, presentó variedad de orientaciones y fue tolerante; además, asumió que coexistieran y se confrontaran tradiciones diferentes y programas diversos para lograr un objetivo común, que Lopez-Piñero (1992b) definió como *"la aclaración comparada, transhistórica y transcultural de las distintas formas de la actividad científica"*.

En sentido estricto no hay algún límite natural de tiempo para hacer estudios de historiografía de la ciencia; aunque tradicionalmente la historia trata del pasado, cuesta trabajo hallar argumentos convincentes para negar que también puedan tratarse históricamente el pasado reciente y el presente⁶. Sin embargo, algunos autores argumentan que la historia contemporánea de la ciencia es un término ilegítimo, argumentando que: 1) su objeto de estudio es el conjunto de los científicos, por lo tanto el historiador actual tiene mucha dificultad para lograr una interpretación objetiva porque comparte la misma realidad; 2) los compromisos y la situación personal del historiador influyen en la explicación que origina pues participa en los conflictos y controversias de su época; y 3) muchos de los acontecimientos estudiados tal vez no han concluido, de manera que el historiador no conocerá los resultados y, por lo tanto, no podrá utilizarlos en su valoración de los acontecimientos (Kragh, 1989). A partir de estos elementos, se considera que la historia se relaciona solo con las actividades que *"no pueden ser recordadas. El pasado sólo necesita investigación histórica siempre que no sea ni pueda ser recordado. Siempre que se le pueda recordar, no le hace falta historiadores"* (Collingwood, 1996). Aplicando este criterio, la historiografía contemporánea quedaría excluida de los estudios históricos.

En oposición a estas críticas, los investigadores en historia contemporánea responden y postulan las consideraciones siguientes: 1) el juicio y las influencias del historiador siempre existirán sin importar el periodo de estudio; 2) la cantidad y la calidad de las fuentes contemporáneas son mayores; 3) se cuenta con evidencias más fidedignas como son la entrevista, el cuestionario, la encuesta y el test, la observación participativa y no participativa, entre otras; y 4) el historiador contemporáneo puede entender mejor el contexto en el que se dan los acontecimientos, pues forma parte de él, por lo que puede realizar interpretaciones más holistas (Chadarevian, 1997; Söderqvist, 1997). Incluso Kragh, (1989) afirma que: *"el hecho de que las fuentes sean contemporáneas no las hacen menos dignas de confianza o más difíciles de valorar críticamente que lo que podrían serlo muchas fuentes antiguas y la ausencia de toda objetividad innata en las fuentes no se limita a las actuales, mientras que, por el contrario, con ellas tiene el historiador más posibilidades de confrontar la fiabilidad de sus fuentes"*.

Aunque muy pocos investigadores estudian el periodo contemporáneo⁷, durante los últimos años del siglo XX se produjo una tendencia mayor en la producción de historiografía sobre actividades científicas contemporáneas, debido a lo atractivo de los temas, la variedad de fuentes existentes y la factibilidad de aplicar los resultados en la planeación de la práctica científica⁸. Esta disciplina enfrenta problemas teóricos particulares y utiliza métodos singulares (Söderqvist, 1997) en el análisis de fenómenos característicos de su objeto de estudio,

⁶ Se considera historia reciente cuando se vive en la generación en la que se produjeron los sucesos que se estudian.

⁷ La cantidad de historiadores contemporáneos dedicados a la ciencia es mínimo, en México estos proyectos son prácticamente inexistentes.

⁸ En muchos países se utiliza el análisis de la producción científica para definir las estrategias y los presupuestos que se asignarán a la investigación científica.

por ejemplo: el crecimiento exponencial del número de investigadores, la cantidad de publicaciones, el total de instituciones y el conjunto de la información producida; pues a partir de 1950 se ha originado más del 90% de toda la ciencia que se ha generado en la historia⁹ (Price, 1973).

Esta inmensa cantidad de datos repercutió en la forma en la que se almacenó, procesó e interpretó la información, lo que propició el surgimiento de métodos cuantitativos (bibliométricos y cientimétricos) y la aplicación de comparaciones estadísticas (Chadarevian, 1997; Söderqvist, 1997). Todas estas herramientas pueden ser de ayuda para el historiador de la ciencia, en especial los que estudian la época contemporánea (Price, 1973; Hull, 1988; Kragh, 1989).

Los métodos más comunes en la historiografía de la ciencia contemporánea son la realización de biografías y prosopografías, así como la aplicación de análisis cientimétricos y sociológicos como la entrevista, la encuesta, el test, etc. Las biografías de científicos en forma individual constituyen uno de los recursos más antiguos de hacer historia de la ciencia, aunque utilizan un enfoque individual, lo cual distorsiona la realidad porque el conocimiento científico no es artificio de un solo sujeto. Incluso, hay quienes consideran que una biografía, por mucha historia que contenga, está constituida por principios antihistóricos (la historia es historia del pensamiento), y sus límites están dados por acontecimientos biológicos (el nacimiento y la muerte del personaje) (Collingwood, 1996); sin embargo, presenta la ventaja de aportar mucha información y de ser una excelente forma de divulgar la historia de la ciencia (Kragh, 1989).

La prosopografía fue introducida por Alphonse De Candolle en 1873. Consiste en la realización de biografías colectivas, donde se integran los datos de muchas personas y acontecimientos, en este caso no es prioritario el análisis del contenido de las publicaciones científicas, las cartas o manuscritos; sino que se utilizan principalmente las biografías, las tablas de descubrimientos, los protocolos, los anuarios de instituciones científicas, los registros académicos y los diccionarios biográficos, entre otras fuentes. Este método tiene las desventajas de que habitualmente los datos son empíricos, se analizan cuantitativamente y solo representan la historia de la aristocracia de la ciencia, pues por lo general se refieren a una elite (Kragh, 1989).

La cientimetría¹⁰ se define como la aplicación de métodos cuantitativos a la investigación sobre el desarrollo de la ciencia, se ocupa del estudio de la información producida por los científicos (Gorbea, 1996), desempeña un papel importante como instrumento de análisis y prognosis de las políticas de investigación (Kragh, 1989). Se auxilia de la infometría, la bibliometría, la estadística y la informática, que en conjunto constituyen lo que actualmente se denomina ciencias de la información (Spasser, 1999; Bensman, 2000). Esta disciplina se desarrolló alrededor de 1960, y considera a la ciencia como un proceso informativo que se ha caracterizado por: 1) el aumento geométrico de la información científica contenida en libros científicos, revistas, series, entre otras (Price, 1973), y 2) el desarrollo de las bases de datos (Neufeld y Cornog, 1986). Se pueden distinguir dos tipos de estudios dentro de la historia de la ciencia con orientación cientimétrica: a) el progreso de la ciencia en el tiempo para cuantificar de diversas maneras el desarrollo científico, y b) la estructura de la comunicación científica en un período determinado o en la influencia de los aportes de esta etapa (con cercanía a la prosopografía y la sociología).

⁹ Lo mismo sucedió con disciplinas que aparecieron o se transformaron como respuesta a las nuevas circunstancias, tal fue el caso de la biblioteconomía y las denominadas ciencias de la información (Shapiro, 1995).

¹⁰ También se le llama *ciencimetría*.

La cientimetría es un método objetivo que permite conocer de forma superficial las condiciones que se quieren estudiar, utiliza el análisis de dos evidencias esenciales para ilustrar el desarrollo de la ciencia: el número de científicos y de publicaciones. Este método suele ser anacrónico y dificulta delimitar los aportes científicos en un contexto histórico y espacial, pero si se usa combinado con otros métodos puede ser una herramienta importante, (cf. Kragh, 1989). Algunos de los parámetros bibliométricos utilizados por esta corriente son la obsolescencia, la vida media, la concentración-dispersión, la productividad de autores, la colaboración, el análisis de referencias y citas, el factor de impacto y la sensibilidad, entre otras (Gorbea, 1996). Este tipo de información cientimétrica se ha convertido en parte sustancial del análisis del comportamiento científico, porque proporciona indicadores de actividades científicas y tecnológicas para evaluar: 1) el desempeño del aparato científico nacional, la calidad y el impacto del conocimiento producido, debido a que un artículo es resultado del proyecto de una investigación que involucra a varios elementos del sistema científico, como la formación de recursos humanos, las redes de trabajo, el apoyo a los investigadores y la colaboración entre las instituciones, entre otros; 2) el grado de interacción entre los científicos nacionales y extranjeros en la realización de proyectos conjuntos que culminan en un artículo; 3) el conocimiento que se utiliza para generar un nuevo documento a través de las influencias teóricas contenidas en los documentos que consultan los investigadores; 4) el grado de actividad de los autores mediante el conteo de los artículos generados; 5) el panorama global de la influencia que tienen los artículos científicos dentro de la producción mundial; y 6) los campos de conocimiento de mayor actividad, con lo cual se facilita la comparación entre las características de los sistemas de investigación de diferentes países (CONACyT, 2000).

La aplicación de tales índices ha permitido realizar análisis y evaluaciones sobre el estado de la ciencia en varias naciones, pues se comparan los resultados obtenidos y se elaboran las tendencias en el tiempo; esta práctica sobre todo es utilizada por las instituciones de gobierno encargadas de fomentar y/o estudiar la praxis de la ciencia para definir estrategias y políticas de desarrollo científico nacionales e internacionales, tal es el caso de: la American Association for Advancement of Science (AAAS) en E.U.A; el Consejo Andino de Ciencia y Tecnología (CACYT), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Bolivia (CONACyT), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Perú (CONCYTEC), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) en México, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (CSIC), el Fondo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación de Venezuela (FONACyT), y la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología de Ecuador (FUNDACyT), por mencionar algunos.

Un grupo de investigación que aplica el enfoque interno, externo y las técnicas cientimétricas en la historiografía de la ciencia es el de López-Piñero; en el Instituto de Historia de la Ciencia y la Documentación de la Universidad de Valencia, España donde él laboró, se realizan estudios muy exitosos que pretenden: *"desarrollar y fomentar la actividad investigadora relativa a los estudios históricos y documentales, información y documentación, sobre las ciencias de la naturaleza y sus aplicaciones enfocados al estudio de las teorías, procedimientos y organización de la actividad científica desde la antigüedad y la integración de la actividad científica a las realidades socioeconómicas, políticas y culturales que la condicionan así como la elaboración de repertorios de la producción científica española e iberoamericana, tanto en forma impresa como en bases de datos"* (Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación López Piñero, 2000).

Las Bases de Datos. Con el desarrollo vertiginoso de la informática en las tres últimas décadas, esta disciplina ha propuesto numerosos procedimientos electrónicos que se pueden aplicar para sistematizar la información. Una de

estas herramientas son las bases de datos, que se definen de varias maneras. Según Date (1993), una base de datos es un sistema informático de registros con el propósito de almacenar, mantener y generar información, la cual está sistematizada en tablas con un orden establecido. Es decir, son programas que permiten guardar, ordenar, procesar y presentar los datos con las siguientes ventajas: 1) facilitan acumular mucha información en poco espacio, 2) sistematizan los datos de acuerdo con las necesidades del proyecto, 3) proporcionan el acceso a la información, 4) realizan búsquedas a partir de diferentes criterios, 5) procesan datos de forma cuantitativa y cualitativa, 6) interrelacionan los resultados utilizando distintas variables, 7) actualizan la información fácil y rápidamente, 8) son compatibles con otras bases de datos, 9) efectúan diversos cálculos por medio de consultas ('queries'), 10) se extienden por módulos, y 11) se pueden diseñar, almacenar, manejar y analizar en una computadora personal (PC).

El diseño y la difusión de gran cantidad de bases de datos, particularmente las que se pueden consultar en línea fue, sin dudas, el fenómeno más importante en la industria de la información a finales del siglo XX. No está documentado en la literatura cuáles fueron las primeras bases de datos, porque cualquier archivo que se pueda leer en una computadora podría ser considerada como tal, pero debieron haber sido las tarjetas perforadas usadas para las computadoras en los años 50. En esa época se produjeron nuevos métodos y se desarrollaron sistemas novedosos para manejar la información, lo que provocó el diseño de la primera base de datos formal, en 1951, por el U.S Bureau of Census. En 1960 se dio el acontecimiento más importante en la industria de la información con la creación de las bases de datos de texto, en particular las bibliográficas que en un principio contenían resúmenes e índices y posteriormente incluyeron fotocomposiciones y citas que se almacenaron en cintas magnéticas (Naufeld y Cornog, 1986).

Entre las primeras bases diseñadas destacaron: 1) *Medical Literature Analysis and Retrieval System (MEDLARS)*, producida en 1960 por The National Library of Medicine (NLM); 2) *Chemical Registry System y Chemical and Biological Activities (CBAS)*, editadas en 1965 por la Chemical Abstracts Service (CAS) en forma impresa y cinta magnética para computadora; 3) *Machine Readable Catalog (MARC)*, emitida en 1969 por The Library of Congress; 4) *Engineering Information* en 1967; y 5) *BioSciences Information Service (BIOSIS)* en 1969. Se calcula que en 1965 existían de 12 a 20 bases de datos aproximadamente, para antes de 1970 ya había cerca de 55; otro cálculo estimaba que en 1968 habían 25 y que para 1970 en promedio el número había aumentado a 75 (Naufeld y Cornog, 1986).

Existe gran variedad de bases de datos, las cuales se distinguen por su propósito, diseño, lenguaje de programación, tamaño, características de la información, clase de usuarios, mecanismo, grado de acceso permitido y método de procesamiento de datos (software o hardware) que se utilicen.

Los sistemas más antiguos se clasificaron en tres categorías: de lista invertida, jerárquicos y de red. En la actualidad se consideran dos: los sistemas orientados a objetos y las bases de datos relacionales. Estas últimas son las más utilizadas, presentan los datos en dos o más tablas (constituidas por registros o renglones y columnas), están relacionadas entre sí por medio de la repetición de un atributo en otro archivo y cumplen con las siguientes características: 1) tienen mínima redundancia (no repiten atributos), y 2) son consistentes (actualizan los valores), y son íntegras (carecen de registros vacíos). Para elegir el tipo de base de datos adecuado para ordenar y procesar determinada información es necesario tomar en cuenta el propósito, la cantidad, el tipo de datos a utilizar y sistematizar, así como considerar la capacidad técnica con la que se cuenta. Para la construcción de una

base de datos lo más importante es el diseño de las tablas y las relaciones lógicas que permitan tener un sistema normalizado, óptimo y no redundante (Date, 1993).

La forma más fácil de acceder a una base de datos es utilizando un manejador (DBMS), un programa que permite la creación, documentación, mantenimiento (altas, bajas, borrar, cambiar), modificación de la estructura, generación de informes, consultas, pantallas de captura y menús, seguridad del sistema, definición de un lenguaje propio, así como importación, exportación e intercambio de informes entre bases de datos (Date, 1993). Algunos ejemplos son Informix, Sybase, Oracle, Progress y Access.

Dentro de la infinidad de aplicaciones que han tenido las bases de datos en los diversos campos del conocimiento, la técnica y la industria, para este trabajo interesan las que se utilizan para la sistemática y para la historiografía de la ciencia. En las tareas taxonómicas esta herramienta se ha vuelto de enorme valor para realizar actividades como: el manejo de colecciones biológicas, automatización de información bibliográfica, catalogación, nomenclatura, descripción, identificación, clasificación, ilustración y publicación, por mencionar las más importantes (Escalante *et al.*, 2000).

De tal forma que existen varios tipos de bases de datos taxonómicas: 1) las bibliográficas¹¹, 2) las curatoriales¹², 3) las que hacen identificaciones y descripciones taxonómicas¹³, 4) las que realizan clasificaciones¹⁴, 5) las nomenclaturales¹⁵, 6) las listas y catálogos, además, también podrían servir, 7) las geográficas, y 8) las biogeográficas, entre otras. Las bases de datos biológicas, que contienen conjuntos de datos sobre organismos o fenómenos biológicos, en sí mismas son colecciones científicas, incluso pueden llegar a ser más consultadas que las colecciones físicas mismas, debido a que buena parte del trabajo de investigación que se realiza con las colecciones, tiene que ver más con información relacionada con los ejemplares, que con los especímenes mismos. Si los catálogos estuvieran disponibles, para consultarse 'en línea' por medio de redes de cómputo, seguramente se facilitaría, optimizaría e incrementaría la demanda de uso (Peláez, 1994). Para finales del siglo XX la cantidad de estas bases de datos sumaban cientos, en el apéndice 4 se pueden ver algunas de las más utilizadas.

Mucha de esta información contenida en las bases de datos taxonómicas es de gran interés histórico, en especial las bibliográficas, las nomenclaturales, las geográficas y los catálogos de las colecciones, porque en la mayoría de los casos los registros tienen asignada una fecha.

Durante las últimas décadas, en la historiografía de la ciencia se ha utilizado gran cantidad de recursos que permiten ampliar el espectro del análisis de las fuentes. La aplicación de las bases de datos en los estudios de historiografía de la ciencia es muy reciente, porque con una base de datos bien estructurada y normalizada se puede tener la información sistematizada óptimamente para responder en forma cuantitativa a preguntas complejas e integradas, las cuales pueden servir de evidencia para hacer comparaciones, obtener tendencias y realizar análisis históricos; tal es el caso de *Iusodat*, base de datos sobre historia de la ciencia, de la medicina y de la técnica en Portugal y Brasil desde el Renacimiento hasta 1900 (Martins, 1994) (<http://www.ifi.unicamp.br/~ghct/lusodats.htm>), *Iberodata Proyecto de Base de Datos sobre Historia de la Ciencia, de la Medicina y de la Técnica Ibero-Americana* (<http://www.ifi.unicamp.br/~ghct/iberod-s.htm>), *Science and Technology in Canadian*

¹¹ Por ejemplo *SCI*, *Biological Abstracts*, *Zoological Record*, *Index Kewensis*, *Anales del Instituto de Biología*, *Periódica* y *Latindex*.

¹² Por ejemplo *Biótica* (CONABIO, 1998a).

¹³ Ver Rogers y Tanimoto (1960), Dalwitz (1974, 1978, 1980), Dalwitz y Paine (1986), Partridge *et al.* (1988), Duncan y Meacham (1989) y Pankhurst (1972).

¹⁴ Ver Allkin y White (1998).

¹⁵ Por ejemplo *Species 2000*.

History a Bibliographic Database (MacDonald y Kaunelis, 1995, 1998), *Bibliografía histórica de la Ciencia y la Técnica en España* (Unidad de Historia de la Ciencia del Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación "López Piñero", 2002), y *History of science and technology database* (History of Science Society, 2002).

También se han aplicado con una finalidad historiográfica, por mencionar algunas, las bases de datos bibliográficas que almacenan información contenida en bibliotecas y/ o revistas, que a su vez construyen catálogos electrónicos, cuyo fin es ordenar la información por temas, autores y citas, lo cual permite estudiar las tendencias científicas y bibliométricas (hábitos de publicación y citación) para obtener índices como el de Bradford, Lotka, impacto y coautoría, entre otros que han seguido ciertos tópicos, autores, regiones o épocas. Ejemplos de estas bases son el *Science Citation Index (SCI)*, el *Biological Abstracts* y *Latindex*, con las cuales se han hecho algunos análisis históricos¹⁶. La desventaja de estas bases de datos estriba en que la información está capturada con una finalidad bibliográfica, lo que implica categorías y criterios difíciles de manejar, métodos de captura poco rigurosos e información insuficiente y poco idónea para realizar análisis históricos.

LA HISTORIOGRAFÍA DE LA TAXONOMÍA

En la actualidad, la labor de exponer la historia general de toda una disciplina es poco frecuente, pues las tendencias contemporáneas en la historiografía de la ciencia (como en el conocimiento en general) se centran en problemas particulares y en periodos de tiempo estrechos, esto permite realizar estudios profundos y detallados, pero reduccionistas y aislados. La ventaja de presentar un panorama íntegro es que permite comprender la continuidad representada por el objeto de estudio y mostrar las discontinuidades reflejadas en los cambios de concepciones, y la repercusión de éstos en la estructura, conformación, institucionalización y dinámica de una ciencia. Además, permite hacer comparaciones para establecer relaciones y generalizaciones respecto al comportamiento y desarrollo de la ciencia en sus distintas regiones, etapas y temas.

La taxonomía biológica a través de la historia¹⁷ no ha sido una disciplina independiente sino integradora y de referencia. Fue practicada en un principio por los naturalistas botánicos, médicos, boticarios, exploradores y durante el siglo XX por biólogos de formación e intereses diversos. Los estudios de descripción, nomenclatura, clasificación, comparación y distribución de los organismos enmarcados en la historia natural, representaron el paradigma de los estudios de la ciencia de la vida hasta el siglo XIX y se consideran la piedra angular sobre la que posteriormente, durante el siglo XX, se constituiría en una ciencia estructurada y madura como la biología comparada (Papavero *et al.*, 1995a), cuya historia sobre personajes, ideas y métodos representa uno de los ámbitos de la biología más antiguos y documentados.

Existen pocos trabajos que presenten la historiografía de la sistemática. Ésta generalmente aparece incluida en textos de historia de la biología como los de: Nordenskiöld (1926 en sueco, 1949 en español) el primer libro escrito sobre el tema y el más completo; Radl (1931), Singer (1947), Mieli (1951) y Guyénot (1956), Rostand (1986), publicados hace varias décadas, y Jahn *et al.* (1989) el más actual, una compilación que contiene aparte de la narrativa, varias biografías y hace énfasis en los eventos que se produjeron en la Europa Oriental. Todos estos textos se caracterizaron por presentar el desarrollo de la ciencia de la vida en general y contienen como una de sus partes algo de lo concerniente a la Biología Comparada, por lo que son una referencia básica.

¹⁶ Por ejemplo Galicia-Alcántara (1990), entre muchos otros. Estos artículos se publican en revistas especializadas como *Revista Española de Documentación Científica*, *Scientometrics* y *JASIS*, por mencionar las más importantes.

A finales del siglo XX la historiografía de la biología se abordó desde tres tendencias principales: 1) 'el cientificismo', que se caracterizó por producir historias sobre el desarrollo de la racionalidad científica en etapas progresivas que llegan hasta Darwin, en esta corriente se plantea que la historia natural estática y creacionista fue sustituida por la biología evolucionista, la taxonomía esencialista se convirtió en genealógica y poblacional, las ideas evolucionistas lineales formuladas desde los griegos y desarrolladas por Lamarck y Saint-Hilaire fueron transformadas y formalizadas por Darwin, quien propuso la selección natural y la evolución divergente. Posteriormente se produjo la unidad de la biología, con la formalización de subdisciplinas como la embriología, la biogeografía y la geología, se expuso la nueva síntesis y se desarrollaron los estudios de evolución, genética de poblaciones, ecología y sistemática; 2) 'la historicista'¹⁸ está influida por las ideas kuhnianas, es más descriptiva que normativa, trata de aislar las ideas primordiales como naturaleza, evolución y sistema natural, analiza los elementos que presentan un desarrollo histórico dentro de contextos específicos, busca un entendimiento completo y contextual de las ideas, sin presentar etapas de progreso histórico; pertenecen a esta corriente Foucault (1968) quién abordó entre otros temas la historia natural y la clasificación, Lovejoy (1968a,b), Koyré (1965, 1978) y Roger (1971, 1989); y 3) las representadas por dos escuelas intelectuales, el 'Programa fuerte de Edimburgo' y la 'Sociología del conocimiento científico', que se caracterizan por ser externalistas radicales, estos trabajos en la actualidad son fuertemente debatidos entre historiadores y filósofos de la ciencia angloamericanos (Sloan, 1990; Lamo de Espinosa *et al.*, 1994).

En lo que respecta a los trabajos historiográficos sobre sistemática¹⁹ existen pocos²⁰, la mayoría están escritos en otras lenguas, entre ellos resaltan los de Cain (1954, 1981,1990, 1992, 1993, 1994), Walters (1961), Callot (1965), Hull (1965, 1974, 1988), Burt (1966), Uschmann (1967), Guedes (1967), Stafleu (1969), Winsor (1969, 1976a,b, 1979, 1985, 1991, 1994, 1995), Foucault (1970), Larson (1971), Gruber (1972), Sloan (1972, 1979, 1987, 1990), Ghiselin y Jaffe (1973), Lindroth (1973), Ghiselin (1974, 1984, 1997), Bernier (1975, 1984), Stresemann (1975), Slobodchikoff (1976), Wiley (1978), Dean (1979, 1980), Dupuis (1979), Nelson (1979), Appel (1980), Di Gregorio (1982), Farber (1982), Hagen (1982), Mayr (1982), Stevens (1982, 1983, 1984, 1986, 1992, 1994), Reif (1983), Barsanti (1984, 1988, 1992a,b), Gaffney (1984), Holman (1985), Knight (1985), La Vergata (1987), Oppenheimer (1987), Rieppel (1987), De Queiroz (1988), Hull (1988), O'Hara (1988, 1991,1992), Vernon (1988, 1993), Williams (1988), Gilmour (1989), Atran (1990), Cronk (1990), Ritvo (1990), Craw (1992), Donoghue y Kadereit (1992), Stemerding (1993), Birney y Choat (1994), Arlin y Sundberg (1998), Stevens y Cullen (1990) y Blu (2000). La mayoría de ellos se centran en algunos de los personajes o temas taxonómicos. En español cabe destacar los trabajos de Papavero y Llorente (autores y editores principales) en sus colecciones *Principia Taxonómica* (ocho volúmenes) e *Historia de la biología Comparada: Desde el Génesis hasta el Siglo de las Luces* (seis volúmenes), donde revisan y exponen ampliamente los fundamentos e historia de la Biología Comparada (taxonomía y la biogeografía). En estas obras se hace un análisis de la historia de la taxonomía, así como del nacimiento de algunos de los conceptos, las ideas principales, las teorías y los métodos que esta ciencia conlleva. Abarcan una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de sistemática

¹⁷ Primero estuvo incluida en la denominada Historia Natural y después en la Biología.

¹⁸ También se le llama historia de las ideas.

¹⁹ Me refiero a la tarea de describir, nombrar, ordenar y clasificar en la denominada historia natural hasta el siglo XX y la sistemática *sensu* Wiley (1981) en el siglo XX.

²⁰ En comparación con los existentes para otras disciplinas biológicas como la evolución y la genética.

biológica, presentan un análisis histórico de la taxonomía en el que se hace énfasis en las teorías biológicas, sin olvidar el contexto temporal, geográfico, institucional y filosófico en el que se producen y desarrollan.

En cuanto al desarrollo de la historia natural y de la biología en México, no se ha hecho un trabajo general. El precursor de estos estudios y el autor más distinguido sobre la materia fue Enrique Beltrán. También hicieron trabajos importantes sobre algún periodo o tema: Luz María Azuela, Ana Barahona, Rafael Guevara, Ismael Ledesma, Roberto Moreno de los Arcos, Rosaura Ruiz, Juan José Saldaña, Alberto Saladino, Germán Somolinos y Graciela Zamudio. Además, se debe resaltar la información que al respecto presenta Elías Trabulse en su magnífica serie sobre Historia de la Ciencia en México. Los trabajos más significativos sobre el tema de los autores mencionados se pueden ver en las referencias.

Respecto a la historia de la sistemática en México no existen trabajos formales, pero se han hecho ensayos o aproximaciones desde distintas perspectivas realizadas principalmente por taxónomos; entre los mexicanos están: para la botánica Herrera (1921), Ibarra (1937a,b, 1938a,b, 1940), Beltrán (1942a,b, 1943a,b, 1945, 1948a,b, 1949a,b, 1951a,b,c,d, 1952, 1953a,b, 1955a,b, 1956, 1960, 1961, 1964a,b,c, 1965, 1966a,b, 1967, 1968a,b, 1969, 1971, 1977, 1979, 1982, Rzedowski (1981), Sosa y Dávila (1994), y Herrera *et al.* (1998); y en zoología están los de Álvarez (1949, 1960, 1972), Martín Del Campo (1952), Barrera (1955), Herrera (1965, 1967, 1994), Sánchez-León (1969), Ramírez-Pulido y Briton (1981), Sánchez (1983), Casas-Andreu, (1984), Aceves (1985, 1993), Sánchez-Herrera (1985). Hoffmann *et al.* (1993), Llorente *et al.* (1996), Azuela y Guevara (1998a,b), y Aréchiga y Beyer (1999), entre otros (ver referencias). También hay algunos trabajos de extranjeros, como el de Adler (1979), Chiszar y Smith (1982), Smith y Reese (1969), Smith y Smith (1969) y Taylor (1969).

La mayoría de los trabajos mencionados abordan la historia de la taxonomía a partir de la especialidad de estudio del autor o como parte del desarrollo de una disciplina determinada²¹, generalmente comprenden bibliografías sobre un determinado taxón, datos sobre colecciones, investigadores, exploraciones, instituciones; en pocos casos se ocupan del siglo XX y comúnmente no se presentan análisis sobre las teorías, los conceptos y/o los métodos aplicados. No existe ningún programa de investigación sobre historiografía de la taxonomía en México, por lo que es indispensable fomentar los estudios profesionales y multidisciplinarios sobre el tema. Recuérdese que es una de las disciplinas que supuestamente tienen mayor tradición e importancia en la ciencia mexicana.

LA HISTORIOGRAFÍA DE LA CIENCIA EN MÉXICO

No se debe olvidar que la historia se practica de forma diferente en cada lugar, de acuerdo con las fuentes disponibles y el contexto local (González, 1991). América Latina (México incluido) presenta características propias que hacen de la ciencia latinoamericana un proceso distintivo, para hacer estudios de historiografía de la ciencia no europea se han seguido dos posturas: considerar la ciencia como nacional, construida por los científicos locales, sin descartar la influencia de otras naciones (Rashed, 1980; Saldaña, 1996); o considerar que es colonial, principalmente resultado de la influencia de la ciencia europea o de los Estados Unidos (Basalla, 1967; Glick, 1992).

La historiografía de la ciencia mexicana evolucionó y se profesionalizó a finales del siglo XX. En un principio los que hicieron historia de la ciencia fueron científicos que entre una de sus muchas otras actividades investigaban sobre el tópico (ver antes), actualmente existe la vía para especializarse en el tema, partiendo de una

formación científica, histórica y filosófica. Hay una cantidad considerable de publicaciones sobre historiografía de la ciencia, tanto a escala mundial como nacional; se realizan congresos, seminarios, coloquios y cursos, lo que ha permitido un desarrollo más acelerado en este campo del conocimiento; pero como es una disciplina en proceso de consolidación y fortalecimiento, hubo y hay pocos investigadores dedicados a estudiar el pasado científico de México. Respecto a la historia actual, los estudios fueron todavía más escasos y, en general, no se aplicaron la bibliometría ni la cientimetría. Los autores y los trabajos más representativos de historiografía de la ciencia en México se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Autores y obras más significativas de historiografía de la ciencia en México. Síntesis de Parra (1903), De Gortari (1957, 1980), Beltrán (1979), Flores (1982), Moreno (1986, 1988, 1989a,b, 1994), Trabulse (1983, 1997), Saladino (1990 1996, 1998), Saldaña (1992, 1996), Azuela y Guevara (1998).

Autor	Ideas principales
Porfirio Parra	En <i>La Ciencia en México</i> (1903) describió la historia de la ciencia en México con una tendencia positivista
José Joaquín Izquierdo	Escribió <i>La primera casa de las ciencias en México</i> (1958) y fue el primero en entender la necesidad de hacer estudios históricos de la ciencia. En sus trabajos historiográficos, principalmente sobre la medicina, expuso el pensamiento de la época, valoró las ideas y las obras por comparación con las opiniones y tendencias contemporáneas o anteriores. Publicó 126 trabajos históricos de los cuales 11 fueron libros.
Francisco Flores y Troncoso	Escribió <i>Historia de la medicina en México</i> (1982) obra extensa y detallada que consta de cuatro tomos.
Elí De Gortari	<p><i>La ciencia en la reforma</i> (1957) y <i>la ciencia en la historia de México</i> (1968), fueron las primeras obras generales de historiografía de la ciencia en México, inició los estudios del tema en nuestro país y tomó en cuenta la historia de la Nación en su conjunto. No existía hasta ese momento ninguna obra en la cual se presentara la estructura completa de nuestro desarrollo histórico de una manera objetiva y congruente, aunque ya se contaba con algunos estudios rigurosamente científicos sobre ciertas épocas en particular. Expuso que uno de los aspectos más importantes de cada época histórica lo formaron los trabajos científicos que en ella se emprendieron, porque se encuentran ligados a todas las condiciones determinantes de la vida económica, política y cultural, dentro del medio en el cual se conformó y se expresó el pensamiento de los científicos. Agregó que es importante analizar: las condiciones sociales, las concepciones filosóficas en las que se apoyan y las consecuencias resultantes en que se producen las investigaciones científicas en sus aplicaciones directas.</p> <p>Intentó determinar cuales fueron los conocimientos científicos elaborados o manejados por los mexicanos en las distintas épocas, analizó las condiciones históricas que los hicieron surgir, las influencias recibidas o ejercidas en diversas ocasiones o por diferentes conductos, y la manera como dichos conocimientos se convirtieron en agentes activos que influyeron en la vida social de México. Destacó la participación de la ciencia en la transformación social de México y en el surgimiento de sus problemas económicos, políticos y culturales; para finalmente mostrar la manera como la ciencia puede coadyuvar a resolver dichos problemas que, en último término, solo pueden ser atendidos y superados con la aplicación inteligente y eficaz de los resultados de la investigación científica.</p> <p>Hizo un recuento de la situación científica y social que se vivía en algunos de los estados del país y dio gran importancia a la fundación de instituciones científicas, nombró las ciencias que se desarrollaron y las líneas de investigación que se hicieron. Concluyó que desde la época de la conquista, las contribuciones a la ciencia mexicana fueron escasas y en muchos casos no fueron conocidas oportunamente en los otros países por falta de un contacto efectivo. Su obra estuvo influida por las ideas de Bernal (1979, 1997).</p>
Enrique Beltrán	<p>Historiador de la ciencia, principalmente de la biología, trató los aportes de la ciencia en México desde su pasado prehispánico. Construyó y aseguró la continuidad, consolidación e institucionalización de la historia de la ciencia en México, fundó la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología.</p> <p>Explicó que es preciso conocer las características particulares del pasado de la Biología en México para comprender mejor su estado actual y planear su desarrollo más adecuado para el futuro, usar a la historia como herramienta y premisa de trabajo. Describió las etapas por las que pasó la biología en su tiempo, los temas que se abordaron, los lugares en donde trabajó como maestro, investigador, funcionario, las luchas en las que se involucró, las instituciones y sociedades en que participó. Su contribución al tema constó de casi un centenar de trabajos, ver referencias.</p>
Rafael Moreno de los Arcos	<p>Sus principales investigaciones en la historia de la ciencia fueron del México Colonial (siglo XVIII), pero también abordó la época prehispánica y la ciencia decimonónica, rescató textos científicos novohispanos.</p> <p>Sus principales publicaciones fueron: <i>La polémica del darwinismo en México</i>, <i>Linneo en México 1788-1798</i>, <i>Los cinco soles cosmogónicos</i>, <i>Catálogo de los manuscritos científicos de la biblioteca nacional</i>. Estudió a personajes como Joaquín Velásquez de León, Antonio de León y Gama, y José Antonio Alzate y Ramírez.</p>
Elías Trabulse	<p><i>La historia de la ciencia en México</i> fue la obra más completa sobre el tema, abarcó los siglos XVI, XVII, XVIII y XIX, todo el periodo colonial, estudió a muchos personajes como Carlos de Sigüenza y Góngora y sor Juana Inés de la Cruz. Ver apéndice 5.</p>
Juan José Saldaña	<p>Estudió la ciencia colonial, principalmente el siglo XVIII, abordó la ciencia nacional y el estado nacional, la ciencia y la tecnología en los nuevos estados americanos y describió los eventos más importantes dentro de la ciencia en México. Se enfocó al estudio de los siglos XVIII y XIX y a las instituciones. Escribió obras como: <i>Los orígenes de la ciencia nacional</i> (1992) e <i>Introducción a la teoría de la historia de las ciencias</i> (1996). Ver apéndice 5.</p>

²¹ Recordar que la taxonomía no es una práctica unificada sino integradora.

Respecto a los estudios que se realizaron de historiografía de la ciencia en México a finales del siglo XX, los más representativos fueron la 'Historia social de la ciencia' (Saldaña, 1989a,b, 1996) y la 'Nueva historiografía de las ciencias' (Trabulse 1985a,b,c, 1988, 1997). Ambos autores desarrollaron trabajos significativos sobre historia de la ciencia en México y establecieron líneas de investigación a partir de distintas tendencias que coinciden en la trascendencia de la ciencia en la historia de este país. Las características de cada una se presentan de forma más explícita en el apéndice 5.

Para cualquier trabajo historiográfico es necesario asumir criterios de división temporal de los acontecimientos en épocas, con base en las necesidades, antecedentes, objetos de estudio y región, entre otros. La historia de la ciencia en México se ha dividido en varias etapas, con base en las concepciones de algunos autores como De Gortari (1980) y Trabulse (1983), y para la historia de la biología están las propuestas por Herrera (1921) y Beltrán (1982). Generalmente cada autor utiliza la clasificación que más le conviene o se acomoda a sus objetivos, y aunque cualquier orden del tiempo histórico puede ser arbitrario o artificial, es necesario utilizar estrategias para tener como base un esquema ordenado. Por ejemplo, Trabulse (1983) divide en cinco periodos el desenvolvimiento científico de México (Cuadro 3), y considera que para clasificar el tiempo del desarrollo científico de un país se deben tomar en cuenta el lenguaje, las creencias, los paradigmas adoptados y aceptados, y los intereses de la comunidad científica.

Cuadro 3. Periodos en la historia de la ciencia mexicana según Trabulse (1983).

Periodo	Características
1521-1528	Adaptación de la ciencia europea en México con estudios botánicos, zoológicos, geográficos, médicos, etnográficos y metalúrgicos.
1580-1630	Disminución de las teorías mecanicistas y aumento de las teorías alquimistas y astrológicas de corte hermético. Importancia de textos de influencia aristotélico-galénica (organicista y escolástica).
1630-1680	Mayor difusión de las teorías herméticas, estudios matemáticos y astronómicos.
1680-1750	Incremento de ritmo científico. Adopción del mecanicismo.
1750-1810	Auge científico.
1810 -1820	Productividad y altibajos por las crisis sociales de principios de siglo, disminución en el ritmo de la labor científica.
1821-1850	Vigoroso empuje ilustrado de la ciencia sujeta a la inestabilidad política y social.
1850-2000	Impulso de la ciencia mexicana

Para este trabajo seguimos una modificación de la división de la historia, de acuerdo con el punto de vista que utilizó Barrera (1955) para su estudio: *“Consideramos que la Historia de la Entomología en nuestro país corre pareja con las vicisitudes y desarrollo de las Ciencias Naturales y la Biología Mexicanas, ya que forma parte de ellas; ahora bien, puesto que las actividades de índole intelectual, cualesquiera que éstas sean, están siempre determinadas por las condiciones materiales de existencia y desenvolvimiento de la sociedad que las mantiene, apuntamos que el estudio del desarrollo de la ciencia que nos ocupa deberá referirse al de las características que imprimieron en él las condiciones imperantes en cada uno de los tres periodos clásicos de la Historia Mexicana: Precortesiano, Colonial y del México Independiente”*. También reconocemos estas tres etapas, por considerar que son las que más se acercan a la realidad del desarrollo de los estudios de historia natural en México y por ser las que más se ajustan a los objetivos propuestos. Dentro de éstos, en coincidencia con De Gortari (1980), también proponemos que: *“en México han existido tres grandes épocas durante las cuales han existido las condiciones necesarias para que se intensificara notablemente la actividad científica: la primera comprende las tres últimas décadas del siglo XVIII y la primera del siglo XIX; la segunda abarcó el último tercio del siglo XIX y los primeros años del XX; y la tercera de 1930 hasta nuestros días”*.

DEL ESENCIALISMO A LA FILOGENIA

*¿Cómo pudo definir la época clásica este dominio de la historia natural, cuya evidencia y unidad misma nos parecen ahora tan lejanas y como ya revueltas?
¿Cuál es el campo en el que la naturaleza apareció tan próxima a sí misma que los individuos que comprende pudieron ser clasificados, y tan alejada de sí misma que tenían que serlo por medio del análisis y la reflexión?*

M. Foucault, 1968. *Las Palabras y las Cosas*.

Puesto que la unidad percibida por Buffon residía en los procesos de la naturaleza.....creía que la taxonomía era una técnica erudita para hacer que el mundo pareciera más sencillo de lo que era en realidad.

D. J. Boorstin, 1986. *Los Descubridores*.

Para la comprensión de las teorías, los métodos y los conceptos de la sistemática actual es necesario conocer, al menos sucintamente, su desarrollo histórico, para entender cómo se dio la génesis, la evolución y la construcción de las ideas, así como el contexto en el que surgieron y se difundieron. De aquí deriva la importancia que representa la realización de los estudios históricos sobre esta disciplina. Con este fin se presentarán de forma sintética y en orden cronológico los autores más representativos y sus principales contribuciones a la taxonomía.

A. P. de Candolle (1778-1841) fue el primero en proponer el término taxonomía para referirse a la teoría de la clasificación, esta palabra deriva del griego *taxís*, arreglo, y *nomos*, ley; a partir de la cual se han acuñado términos como taxinomia, taxones y otros más.

La taxonomía comprende la descripción, la nomenclatura, la clasificación, la teoría y la historia de la clasificación según Wiley (1981), incluyendo sus bases, principios, procedimientos y reglas (Simpson, 1961). La sistemática es el estudio de la diversidad de las relaciones entre los organismos en el nivel de población o en un nivel superior. Debido a que los términos taxonomía y sistemática se han usado indistintamente, y a que hay concordancia en el significado de sus etimologías (aunque no en su uso constante y práctico), se recomienda tomar en cuenta la existencia de dos prácticas en la clasificación que se relacionan entre sí, pero no se prefiere ninguno de estos dos vocablos para distinguirlos y pueden utilizarse ambos (Wiley, 1981); por lo tanto en este trabajo se usarán indistintamente.

Los tres componentes principales de la sistemática son la clasificación, el reconocimiento y el origen de las especies o especiación, y la filogenia o historia evolutiva (Llorente, 1986). Agrupar y nombrar a los organismos es una tarea que ha ocupado al hombre desde tiempos remotos, las clasificaciones de los seres vivos se hicieron con un enfoque pragmático, de acuerdo con las necesidades y cosmogonías eran indispensables para la comunicación y la realización de actividades utilitarias como: la alimentación, la caza, la agricultura, la ganadería y la medicina (Berlin *et al.*, 1974; Barrera, 1994).

La clasificación puede considerarse una de las tareas fundamentales de la ciencia, ya que es necesario ofrecer los objetos, procesos y fenómenos de un modo ordenado, para poder descubrir las relaciones, principios y leyes que los regulan, además, en esta tarea, se refleja el carácter cambiante y progresista de la biología, pues se buscan nuevos caracteres, especies, sus relaciones de ancestría-descendencia y desde luego su evolución (Llorente, 1990).

La clasificación consta de ordenar un conjunto de objetos de acuerdo con un criterio, principio o ley determinados, con el fin de delimitar y sistematizar entidades, conceptos o cosas; es una acción propia del hombre dado que los objetos no están ordenados por sí mismos; toda clasificación se considera artificial ya que el hombre, como resultado de su capacidad de razonar e interpretar el mundo que le rodea, es el que asigna el orden a las entidades según sus ideas, necesidades y criterios (Kragh, 1989). La definición, la finalidad y los criterios aplicados

para establecer una clasificación biológica han cambiado a través del tiempo, esta práctica primero consistió en un método simple para ordenar, que a finales del siglo XX se convirtió en una hipótesis acerca de los patrones de biodiversidad.

Ideas anteriores al siglo XX. Puesto que en la historia de la taxonomía se han desarrollado diferentes tendencias, es importante considerar cuáles fueron las principales, cómo se caracterizaron, cómo interactuaron históricamente y cuáles fueron los principales debates al respecto.

A continuación se presentan los autores e ideas desarrolladas en la historia natural que influyeron significativamente en la clasificación biológica. Se utilizará un enfoque diacrónico²², por lo tanto se debe hacer una diferencia clara entre la historia natural y la sistemática del siglo XX. La primera fue practicada hasta el siglo XIX y se definía como la encargada de nombrar, describir, y clasificar a la naturaleza (todo lo no creado por el hombre y que incluía a los vegetales, animales y minerales (Sloan, 1990); este enfoque después de un largo proceso de madurez se convertiría en lo que actualmente se denomina taxonomía o sistemática (Wiley, 1981). En el cuadro 4 se presentan los autores y las ideas más importantes en la clasificación biológica anteriores al siglo XX en orden cronológico.

Cuadro 4. Ideas taxonómicas esencialistas. Síntesis de las colecciones *Historia de la Biología Comparada y Principia Taxonómica* de Papavero *et al.* (1993-2002) (ver referencias).

Autor	Ideas
Éuritos de Taranto (475 a. C.)	Aplicó las ideas pitagóricas en la clasificación de los seres vivos: intentó asignar un número a cada especie.
Platón (428 a. C.)	Estableció el principio de la dicotomía (división lógica), mostró que cuando se suman las diferencias se obtenía la definición de especie, que variaba de acuerdo con las selecciones que se hacían <i>a priori</i> . Su objetivo principal fue descubrir esencias que definían a las entidades. Sus clasificaciones se constituían de un <i>genos</i> , y formaban un <i>eidos</i> con el uso de los pares de las diferencias contrarias (nunca ausentes), la elección de las diferencias y el orden utilizado eran arbitrarios. Reconoció a los animales en una cadena que iba de los menos a los mas perfectos.
Aristóteles (384 a. C.)	Fue el primero en sugerir una clasificación biológica lógica y racional. Usó para hacer clasificaciones: los grados de diferencia, el principio del " <i>más o menos</i> ", y la analogía. Utilizó el concepto de especie de dos maneras: lógica y biológica, admitió que eran fijas y no relacionadas, por lo tanto se encontró con innumerables dificultades para clasificarlas lógicamente. En su <i>Historia de los animales</i> ²³ presentó una disposición lógica de los animales, y los ordenó de los más a los menos perfectos, nombró a un total aproximado de 591 especies. Concibió una 'escala natural' como sistema totalmente ordenado desde los seres inanimados al más perfecto de los seres animados en el que hay una complicación gradual de la forma, desde la más sencilla hasta la más compleja. Fue un observador metódico de la naturaleza, propuso la clasificación jerárquica de los animales, formó dicotomías con base en los caracteres observados, ejemplo de esto fue su división de los animales en <i>Enaima</i> y <i>Anaima</i> , estas clases las subdividió en géneros (por el parecido o comunidad de caracteres) y especies (por las diferencias). Expresó la necesidad de estudiar los caracteres o las partes (causas) y buscó la correlación entre las diferencias de esas partes, construyó su concepción utilizando la <i>dicotomía de un genos en dos eidos</i> .
Espeusipo (408 a. C.-339 a. C.)	Se interesó en la clasificación y nomenclatura botánica y zoológica, fue el primero en adoptar las politomías y abandonó las dicotomías, reclasificó a los <i>Anaima</i> , clasificó a los nombres en tautónimos (homónimos y sinónimos) y heterónimos (heterónimos, poliónimos y parónimos), y escribió: <i>Diálogos sobre las semejanzas de las ciencias, divisiones e hipótesis relativas a las semejanzas y ejemplos de géneros y especies</i> .
Hsun Tzu (310 a. C.-230 a. C.)	Hizo comentarios importantes sobre nomenclatura, el principio de individuación y la clasificación de los nombres.
Porfirio (232-305)	Explicó que género y especie eran términos relacionados y que no se podía definir uno sin el otro. Para ilustrar el procedimiento de determinación de las especies, los medievales utilizaron una representación gráfica el 'Árbol de Porfirio', basada en las ideas de Platón, que propone una jerarquía con existencia racional pero no necesariamente natural, éste fue el antecedente de todas las claves dicotómicas. Escribió la <i>Isagoge</i> donde designó al género por una sola palabra y la especie por dos, lo que originó el sistema binomial de la nomenclatura biológica. Para este autor las especies y los géneros tenían un origen dudoso, pues no era claro si subsistían o solo eran pensamientos. Usó el concepto extensional de género, y utilizó la presencia y ausencia de un mismo carácter para el reconocimiento de grupos.
Edward Wotton (1552)	En <i>De differentiis animalium libri decem</i> expuso un resumen de los sistemas clasificatorios de Aristóteles con algunas modificaciones.

²² Estudiar los conceptos considerando únicamente las teorías que existían en el pasado, despreciando los acontecimientos posteriores que no tuvieron influencia sobre el periodo en cuestión.

²³ Aristóteles (1992).

Autor	Ideas
Andrea Cesalpino (1583)	En <i>De Plantis Libri XVI</i> aplicó de un modo correcto el método aristotélico en los vegetales, realizó el arreglo sistemático de las plantas por observación y experimentación, las dividió en cuatro grupos y trató de probar su ausencia de sexualidad. Fue tomado como base por Linneo y Ray. Con él, terminó la botánica utilitaria (<i>agros</i>) y se inició la botánica teórica, al objetar la clasificación con base en la utilidad. Definió a la especie y entendió la dualidad del significado de este concepto.
Antoine Arnauld y Pierre Nicole (1662)	En la <i>Logique de Port Royal</i> expusieron la distinción entre intensión y extensión, la ausencia de caracteres para la formación de clases, su explicación de los universales (género, especie, diferencia, propio y accidente) y los aspectos sobre la división, la definición y la descripción; todas estas ideas fueron fundamentales en el desarrollo histórico del pensamiento taxonómico.
John Ray (1628-1705)	En <i>A discourse on the specific differences of plants</i> (1674) enumeró los accidentes (variaciones de tamaño, color, forma, sabor y número de hojas) y explicó que las diferencias de este tipo no se debían tomar en cuenta para separar a las especies. Afirmó en su <i>Historia Plantarum</i> que la perpetuación de los caracteres esenciales a través de la reproducción, era el mejor criterio correcto para distinguir las especies.
Joseph Pitton de Tournefort (1656-1708)	Realizó un estudio minucioso de las flores, para basar en ellas su sistema de clasificación. Realizó viajes de recolección al sur de Francia y a los Pirineos. En 1694 terminó <i>Éléments de Botanique ou Méthode pour connaître les Plantes</i> de nueve volúmenes con 451 grabados al cobre. Allí trató de 10,146 especies o variedades de plantas, que reunió en 698 géneros, distribuidos en 22 clases, dividió las plantas en dos clases: hierbas y subarbustos, y árboles y arbustos.
Karl von Linneo (1707-1778)	Sentó las bases de la sistemática actual, en <i>Systema Naturae</i> (1758) utilizó el modelo de clasificación aristotélico y aplicó la extensión del principio de Leibniz aplicado a las especies: dos especies son distintas si son no-comparables desde el punto de vista intencional. Utilizó los principios de la Lógica de Port Royal, definió al " <i>nomen legitimum</i> " como a una especie que no tenía un carácter esencial y el " <i>nomen essentiale</i> " varios atributos, de tal forma que toda especie tenía una definición y usó la ausencia de caracteres para definir grupos. Estableció la nomenclatura binomial y sistematizó los grupos principales de individuos en la jerarquía de cinco grupos principales (clase, orden, género, especie y variedad), entre otras cosas más.
George Louis Leclerc, Conde de Buffon (1707-1788)	Escribió <i>Histoire Naturelle</i> . Estableció que una clasificación basada en caracteres esenciales no representaba el orden de la naturaleza, sino que era un sistema arbitrario impuesto por la mente, pues no era correcto suponer, como lo hizo Linneo, que una jerarquía de conceptos abstractos podían aplicarse a un mundo que contenía solo individuos concretos; y por último, que todo el conocimiento del hombre era un conjunto de causas, a través de ellas y no de esencias. Estableció cuatro reglas para clasificar a los organismos y propuso que la única manera natural de clasificar a los animales era en cuanto a sus relaciones con los hombres y qué había. Consideró que una especie es cualquier conjunto de organismos o de partes de ellos que tuvieran la misma intención en todos sus elementos. Realizó un mapa de afinidades de las razas de los perros, similar a un árbol genealógico, cuya novedad estaba en lo geográfico y en lo genealógico. Tuvo influencias de Locke y Leibniz. Buffon criticó los sistemas de clasificación basados en las características externas, era realista y consideraba que someter a las especies a un conjunto racional de categorías era una abstracción artificiosa de la mente humana; enfatizaba que el sistema de Linneo era abstracto, artificial y que procedía de la mente, no de la naturaleza.
Jean Baptiste Lamarck (1744-1829)	En <i>La filosofía zoológica</i> (1809) propuso un transformismo <i>sui generis</i> y admitió la existencia de fuerzas internas que producían cambios evolutivos y hacían que los taxones siguieran la <i>scala naturae</i> . Clasificó a los animales y realizó el primer árbol genealógico.
Michel Adanson (1727-1806)	En <i>Familles des Plantes</i> (1763-1764) usó la base de clasificación más amplia posible, consideró las combinaciones de todos los estados de caracteres, se propuso hacer un sistema deductivo incluyendo todas las especies de plantas.
Georges Cuvier (1769-1832)	Propuso el principio de correlación de las partes. Estableció cuatro tipos fundamentales de organismos (vertebrados, moluscos, articulados y radiados) a partir de los cuales se pudieron haber compuesto todos los animales, con esto puso fin a la idea de <i>scala naturae</i> . No admitió la producción de especies incapaces de sobrevivir, ni los cambios en las condiciones de su existencia. Admitió la extinción de las especies.
Etienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844)	Escribió <i>Philosophie anatomique</i> (1818). Estableció la analogía entre los órganos y las partes de los animales, propuso el 'principio de las conexiones', que se aplicó para establecer correspondencia entre los órganos, basada en el enfoque de las relaciones y las dependencias de las partes. Esto lo aplicó a la comparación de esqueletos entre los peces y los demás vertebrados. La 'ley de comparación' enunciada por él en 1807 dice que existe un animal modificado por la variación recíproca inversa de todas o algunas de sus partes, por lo que para cada uno de sus órganos solo hay disponibilidad de una cantidad dada de materiales formativos. Estableció analogías entre distintos grupos de animales (llamado 'plan de construcción de los animales'). Fue un morfológico que describió, clasificó, generalizó y no se preocupó mucho por las causas, sino por buscar la unidad de la diversidad orgánica.

Los intentos formales de sistematizar la naturaleza aparecieron en la civilización griega con los trabajos de Platón y Aristóteles quienes establecieron en la Academia y el Liceo la mayoría de los fundamentos lógicos de la clasificación biológica clásica, posteriormente resaltaron las obras de Dioscórides y Plinio con una botánica más pragmática. Durante el Renacimiento resaltaron autores como Leonhard Fuchs (1501-1566), Guillaume Rondelet (1507-1566), Konrad Gesner (1516-1565), Pierre Belon (1517-1564), Rembert Dodoens (1517-1585), Ulisse Aldrovandi (1522-1605), Andrea Cesalpino (1524-1603), Robert Hooke (1635-1703), John Gerard (1542-1612) y Gaspard Bauhin (1560-1624), quienes realizaron clasificaciones basadas en los clásicos, generalmente en orden

alfabético con una breve descripción, se utilizaban nombre vulgares, a las plantas se les agregaban sus propiedades terapéuticas o culinarias y se incluían seres imaginarios.

En los siglos XVI, XVII y XVIII se realizaron exploraciones y se hicieron descubrimientos de nuevos territorios que plantearon nuevas interrogantes sobre los elementos y los procesos de la naturaleza, se conocieron nuevas especies que era necesario describir, nombrar y clasificar, así también se descubrió la sexualidad en las plantas, se establecieron claramente las diferencias entre las características de las plantas y los animales y se reconoció la existencia de híbridos (Hankins, 1988). Además, hasta ese momento el estudio y la clasificación de las plantas y los animales no estaban unificados porque se basaban en distintos textos: los zoólogos se apegaban al método seguido por Aristóteles en *Historia Animalium* y las plantas se ordenaron de acuerdo con Plinio, Hipócrates, Teofrasto y Dioscórides²⁴, de tal forma que era indispensable encontrar una base común de comparación y evaluación que permitiera unificar los principios de la clasificación botánica y zoológica, el primero en intentar esto fue Ray y el que lo logró fue Linneo con su *Systema Naturae* (Nordenskiöld, 1949).

De tal forma que los esquemas de clasificación existentes no eran idóneos (Singer, 1947), y se desarrollaron nuevos criterios para ordenar al mundo vivo. El principal objetivo de los naturalistas era encontrar un sistema natural con base en las esencias (esencialismo), el problema era establecer cuál era la esencia y cuál sería el sistema de clasificación apropiado, también definir si se requería una sola característica o una combinación de caracteres para definir a una especie, pues una cualidad única podía servir en un caso y fallar en otro, por lo tanto, la alternativa era subordinar unas particularidades a otras, pero había que decidir cuáles eran las fundamentales y cuál debía ser su orden (Reig, 1983; Hankins, 1988). Entonces se crearon gran cantidad de clasificaciones basadas en distintos criterios, por ejemplo para las plantas Tournefort usaba la corola, Magnol el cáliz, Boerhave el fruto, Siegesbeck las semillas, y Jussieu y Linneo los estambres; incluso, se consideraba que entre más atributos utilizaran, la probabilidad de describir taxones naturales era mayor, a partir de este principio, Michel Adanson (1763-1764) utilizó todas las partes de la planta (Papavero y Llorente, 1994c).

De todos los naturalistas anteriores, Linneo ocupa un lugar importante porque: 1) estableció las bases de la taxonomía que se hizo predominante; 2) clasificó gran cantidad de organismos, principalmente plantas, insectos y aves; 3) narró las observaciones realizadas en sus expediciones; 4) estableció las bases de la nomenclatura y las aplicó a todos los seres vivos; 5) ordenó los grupos de organismos en cinco categorías: clase, orden, género, especie y variedad; y 6) fomentó la institucionalización de la taxonomía, porque participó y promovió la realización de exploraciones, la formación de colecciones, la publicación de textos y la enseñanza de la historia natural descriptiva (Papavero y Llorente, 1994b). A finales del siglo XVIII, el sistema taxonómico linneano ya se había impuesto en los principales centros de Europa e Inglaterra y su uso se popularizó entre la mayoría de los naturalistas, incluso su décima edición de *Systema Naturae* (1758) sigue siendo la referencia universal de cualquier zoólogo a principios del siglo XXI, de acuerdo con el Código Internacional de Nomenclatura.

Posteriormente, Illiger (1785-1813) fue el primero que consideró formalmente los aspectos históricos para esclarecer las características y las relaciones entre los grupos taxonómicos. Esta misma tendencia la propagaron autores como Maupertuis, Diderot, Buffon, Leibniz, Lamarck y St. Hilaire, quienes expusieron ideas transformistas y promovieron la importancia de considerar la historia de los organismos en las clasificaciones (Papavero y Llorente, 1994b,c; 1995). Para el siglo XIX, Lamarck hizo una clasificación de invertebrados que fue muy difundida, Alfred

²⁴ Según Nordenskiöld (1949), la causa principal de esta dicotomía se debe a la desaparición de los textos de botánica de Aristóteles.

Russel Wallace (1856) publicó el primer trabajo de taxonomía evolutiva, y Charles Darwin (1859) desarrolló y fundamentó la teoría de la evolución por medio de selección natural.

Darwin, en el *Origen de las especies*, estableció la existencia de la evolución gradual y continua como resultado de la descendencia con modificación, por la intervención de procesos como la variabilidad, la selección natural, la adaptación, la selección sexual y lucha por la existencia. En el capítulo 13 de este libro discutió los principios generales de la clasificación, sus principales aportes a la taxonomía se pueden resumir en los siguientes: 1) la existencia de un solo ancestro común para todos los organismos; 2) la temporalización de las clasificaciones; 3) las clasificaciones biológicas deben fundarse en la filogenia o la genealogía (no las diferenció); 4) los caracteres homólogos son más relevantes para una clasificación que los análogos (adaptativos), porque establecen las relaciones de parentesco entre los taxones; 5) la historia evolutiva y la morfología son inseparables; 6) las características que tenían mayor valor para la clasificación son la unidad del tipo²⁵, el desarrollo embrionario y los órganos rudimentarios²⁶; 7) la producción de las nuevas especies es a partir de las preexistentes (especiación); 8) la edad de la Tierra es mayor que la determinada en su época; 9) el registro fósil es incompleto; y 10) realizó del primer diagrama evolutivo, por mencionar las más importantes.

Éste pretendió ser el enfoque dominante en la taxonomía durante más de 100 años y ha tenido una influencia innegable en el desarrollo de la sistemática. Posteriormente, Ernst Haeckel (1834-1909) hizo la conversión de la morfología al evolucionismo, graficó gran cantidad de árboles de descendencia de los organismos, en especial de reinos y de *phyla*; bautizó y describió la 'ley biogenética fundamental' (la ontogenia recapitula la filogenia); y reconoció que hay un triple paralelismo entre sistema natural, filogenia y ontogenia. En 1866 creó los términos filogénesis, filogenia, phylum, monofilético y polifilético. Este autor dio igual importancia a la forma y a la función de los órganos (Papavero *et al.*, 1997).

El siglo XX. A pesar de estos cambios conceptuales en la sistemática, durante la primera mitad del siglo XX se siguió practicando la taxonomía esencialista (que aún continúa) con base en el sistema linneano y las ideas darwinianas influidas aún fuertemente por el esencialismo aristotélico (Hull, 1965). Los libros de referencia sobre las teorías, métodos y conceptos de la taxonomía biológica fueron similares, la tendencia monopolizadora en esta disciplina la ejerció la corriente desarrollada por los biólogos de la Síntesis Moderna. Esta hegemonía se mantuvo en la práctica taxonómica y creó un conservadurismo que prácticamente retrasó el avance del conocimiento sistemático e incluso a finales del siglo XX siguió teniendo gran influencia. La resistencia al cambio fue muy fuerte y resultó difícil proponer otras alternativas de pensamiento respecto a la biología comparada (Llorente y Luna, 1994).

Alrededor de 1940 aparecieron tres obras relevantes para la sistemática, que sentaron las bases de la Nueva Sistemática y de la Síntesis Moderna de la Evolución: *The new systematics* (Huxley, 1940), *Systematics and the origin of species* (Mayr, 1942), y *Tempo and mode in evolution* (Simpson, 1944). La primera representa una síntesis de diversas disciplinas biológicas, entre las que están las ideas de Charles Darwin, las de la genética mendeliana, las de la genética de poblaciones y se introdujo al análisis taxonómico nuevas técnicas de estudio que permitieron observaciones más finas como las citogenéticas, las moleculares y bioquímicas por mencionar las más

²⁵ Los animales descendieron unos de otros y retuvieron, por innumerables generaciones, la organización de sus antecesores, a partir de la identificación de un arquetipo con un ancestro común.

²⁶ Representan el testimonio de un estado anterior y son conservados por herencia.

comunes. En ese momento se formalizó la taxonomía evolutiva y perduran sus principios hasta nuestros días (Llorente y Luna, 1994).

La taxonomía de la segunda mitad del siglo XX se caracterizó por: 1) considerar que las clasificaciones deben reflejar, fundamentalmente, las relaciones genealógicas que existen entre los diferentes organismos y los cambios que se han dado en ellos a través del tiempo (divergencia, como aspecto subordinado) y, si es posible, otros componentes de la filogenia o historia evolutiva (*v. gr.* polaridad o dirección evolutiva, relaciones espaciales o geográficas y diversificación); 2) fundamentar las clasificaciones biológicas en cuatro conceptos importantes: a) especie o unidad de clasificación, b) caracteres y su distribución, c) relaciones de semejanza, y d) homología, a partir de estos elementos se establecieron relaciones fenéticas (similitud total), patrísticas (divergencia), genealógicas, cronísticas, y espaciales; y 3) clasificar a los seres vivos con base en los principios representados por las tres tendencias: la evolutiva o gradista, la filogenética o cladista y la fenética o numérica; las dos primeras utilizan como criterio las relaciones ancestrales, mientras que la última aplica la similitud total; las principales características de cada una de ellas se encuentran resumidas en el cuadro 5.

A partir de 1950 se generó una de las polémicas más apasionantes que se hayan producido en las ciencias naturales del siglo XX, los métodos cladístico y panbiogeográfico debilitaron paulatinamente el dominio del paradigma gradista y dispersionista que prevalecía en la sistemática y la biogeografía respectivamente. Esto motivó interesantes controversias sobre los aspectos teóricos y metodológicos, sobre todo en cuanto al rigor y formalidad de las propuestas existentes (Hull, 1988). En este mismo periodo se dio la introducción de gran variedad de caracteres y propiedades de los organismos; la consolidación de teorías en geología y biología molecular y la revolución tecnológica que ha desarrollado el cómputo y la telemática influyeron de modo determinante en las perspectivas de observación y análisis de las relaciones taxonómicas entre los seres vivos (Llorente, 1990; Llorente y Luna, 1994). En este contexto se produjeron formas alternativas de clasificación de los organismos: la fenética y la filogenética, intentaron llenar el vacío metodológico existente. Tal vez la idea más significativa para la biología comparada del siglo XX fue la expresión metodológica de Hennig a la propuesta darwiniana de lo que debiera ser una clasificación natural (Llorente, 1990; De Luna, 1995).

La polémica entre las escuelas de clasificación se dio a partir del análisis de los principios resumidos en el cuadro anterior, se consideraron diferentes aproximaciones metodológicas, teóricas e incluso filosóficas. Un análisis de esta controversia (1960-1980) puede examinarse detalladamente, aunque con sesgos, en las apreciaciones de Hull (1988). A continuación se presentan en forma sintética los puntos que se pueden resaltar de cada una de las escuelas, así como algunas de las críticas y discusiones entre ellas.

En la escuela evolutiva no existe un método explícito y estandarizado para clasificar a los seres vivos y su práctica es muy heterogénea, a menudo se basa en el principio de autoridad, lo que produce que los resultados no sean reproducibles. Los evolucionistas, cuando obtienen la genealogía de un grupo de organismos a clasificar, se interesan en las ramas o divisiones (clados), pero también destacan el resultado de cada división subsecuente (diversificación); en particular se abocan al estudio comparativo de la divergencia filética de todos los linajes evolutivos, donde la historia de los grupos hermanos generalmente es diferente. Esta corriente agrupa los taxones considerando una mezcla de las relaciones genealógicas y el grado de diferencia entre los mismos, y así admiten la existencia de grupos parafiléticos (grados), además le dan un excesivo interés al proceso de especiación, lo que

Cuadro 5. Principales características de las escuelas taxonómicas del siglo XX. Tomado de Sokal y Sneath (1963), Wiley (1981), Crisci y López-Armengol (1983), Llorente (1986,1990), Hull (1988), Brusca y Brusca (1990), Quicke (1993), Papavero y Llorente (1993, 1996a,b), Ball (1994), Morrone (2000, 2001).

Característica	Evolutiva	Fenética	Filogenética
Nombres utilizados para denominar la escuela.	Tradicional, filista, gradista o clásica.	Numericista, neoadansoniana, taximetría o estadística.	Cladística, hennigiana o genealogista.
Principales antecesores.	Darwin (1859), Wallace (1856) y Hæeckel (1866).	Taranto (474 a. C) y Adanson (1763-1764).	Mitchell (1889, 1901) y Camp (1923).
Principales representantes.	Mayr	Sokal, Sneath y Jardine.	Hennig, Nelson, Wiley, Farris y Platnick.
Periodo de tiempo.	Desde 1940.	Desde 1950.	Desde 1950.
Textos clásicos	<i>The methods and Principles of Systematic Zoology</i> Mayr, Linsley y Usinger (1953), <i>Principles of Systematic Zoology</i> Mayr y Ashlock (1991) y <i>Principles of Animal Taxonomy</i> de G. G. Simpson (1961).	<i>Numerical Taxonomy</i> Sokal y Sneath (1963). <i>Mathematical Taxonomy</i> , Jardine y Sibson (1971).	<i>Elementos de una sistemática filogenética</i> Hennig (1950) ¹ . <i>Phylogenetics. The Theory and practice of phylogenetic systematics</i> Wiley (1981). <i>Systematics and biogeography: cladistics and vicariance</i> Nelson y Platnick (1981). <i>Phylogenetic patterns and the evolutionary process</i> Eldredge y Cracraft (1980).
Fundamento	Mezcla de relaciones evolutivas	Similitud total	Cladogénesis: historia de los eventos de especiación ramificación.
Principio	La evolución ha producido grupos naturales de organismos, entonces la clasificación debe reflejar este proceso. Las bases son las similitudes y las diferencias observadas entre los grupos de seres.	Refleja la similitud total. Fenético significa libre de teoría. Una clasificación será mejor cuanto más información tenga sobre los taxones y además, se base en el mayor número de caracteres. <i>A priori</i> cada carácter posee el mismo valor.	Destaca el valor fundamental de la cladogénesis (ramificación). Las especies son unidades de la evolución y los taxones superiores naturales (clados) son unidades de historia, y tienen continuidad a partir de una especie ancestral común.
Rechazan	Reducir la clasificación a similitud	Conceptos evolutivos.	Especiación filética
Método general de agrupamiento de taxones.	Divergencia y cladogénesis.	Similitud total.	Caracteres derivados compartidos (sinapomorfías).
La filogenia en la clasificación expresa.	Divergencia y otros componentes de la filogenia.	Utilidad y conveniencia.	Genealogías hipotéticas, es un conjunto de hipótesis obtenidas a partir de la información proporcionada por los caracteres y su distribución.
Homología	Evolutiva, importante.	No se considera, solo es operativa	Evolutiva, de importancia primaria
Monofilia	Los taxones no deben ser necesariamente monofiléticos u holofiléticos.	La filogenia es irrelevante como criterio de agrupamiento	Los taxones deben ser estrictamente monofiléticos.
Parafilia	Se aplica si hay diferencias morfológicas considerables, si ocupan zonas adaptativas distintas, o si hay diferencia de entre la riqueza de los taxones comparados (divergencia).	No se considera	No se considera
Concepto de especie	Biológico y evolutivo.	Fenética	Evolutiva, filogenética y cladística.
Subespecie y compatibilidad reproductiva	Por lo general es relevante, en especial geográficamente.	No la consideran	Irrelevante
Unidad de estudio	Especie biológica.	OTU (Unidad Taxonómica Operacional).	Semaforonte
Relaciones que refleja la clasificación	Genealogía, la similitud total/ diferencia. y otros componentes de la filogenia.	Similitud total o diferencia.	Genealogía, ancestría común inmediata.
Caracteres que se utilizan	Homólogos y selectivamente neutros (no adaptativos), entre los que están los embrionarios, moleculares y conductuales o los que han permanecido constantes a lo largo de la evolución (no cambian en respuesta a las condiciones ambientales).	Todos los caracteres posibles observables y cuantificables, a todos los caracteres se les da la misma importancia, para lograr la mayor objetividad posible, se recomienda usar como mínimo 50 y hasta mil o más, y a cada uno de ellos se le asigna una forma numérica.	Homólogos, sinapomórficos y autapomórficos.
Fósiles	Pueden ser muy importantes.	No se usan.	Se consideran pero dentro de sus relaciones filogenéticas.
Datos ecológicos	Pueden ser muy importantes.	No se usan	Se utilizan rara vez
Dendrograma	Filograma (árbol evolutivo).	Fenograma	Cladograma (clado, un ancestro con

Característica	Evolutiva	Fenética	Filogenética
			todos sus descendientes).
Características del dendrograma	Refleja los puntos de división y los grados de las divergencias subsecuentes (cladogénesis y anagénesis), está compuesto de especies (evolutivas y genealógicamente continuas de la población) y eventos de especiación.	Muestra gráficamente la relación en grado de similitud entre dos OTUs o grupos de OTUs. Los valores de similitud se expresan en una escala en el extremo superior. Los OTUs se colocan en el extremo derecho y dan origen cada uno a un eje horizontal, los ejes horizontales se unirán mediante ejes verticales que expresan, en relación con la escala el valor de similitud existente entre los OTUs o conjuntos de OTUs.	La filogenia (genealogía) consiste en una secuencia de dicotomías, cada una representa la división de una especie parental en dos especies hijas, las especies ancestrales dejan de existir (por método) al tiempo que se produce la dicotomía.
Transformación de un dendrograma a clasificación.	La clasificación refleja tanto los patrones de ramificación como el grado de diferencia entre los taxones.	No hay reglas generales. Se utilizan arbitrariamente los niveles de similitud total diferencia, dependiendo del taxón y los algoritmos.	La clasificación describe los patrones de ramificación en el cladograma.
Procesamiento de los datos.	CONPHEN4	NTSYS-PC, MVSP Plus, SYN-TAX III, PHYLIP	Hennig86, PAUP, MacClade, CLADOS, PEE-Wee, NONA
Criterio Metodológico	No es específico	Estadística, empirismo y operacionismo; trata de eliminar la subjetividad del proceso clasificatorio.	Parsimonia ³ o simplicidad de las hipótesis.
Polarización de caracteres.	Registro fósil, más generalizado	No hay	Grupo externo y embriología
Pasos a seguir para clasificar.	Se incluye el análisis de los atributos disponibles de los organismos, como sus correlaciones, condiciones ecológicas y patrones de distribución; con este tipo de análisis se pretende reflejar dos de los procesos evolutivos más importantes; la división y las subsecuentes divergencias de las divisiones.	La elección y/o definición de OTUs, caracteres a observar, construcción de matriz básica de datos (presencia, ausencia o multiestado), obtención de un valor de similitud para cada par de OTUs, construcción de la matriz de similitud o de distancias, análisis de agrupamiento, construcción de fenogramas (métodos de agrupamiento: ligamiento promedio, completo y simple), generalizaciones e interpretación de relaciones taxonómicas.	En la reconstrucción filogenética para probar monofilia en un grupo taxonómico superior, basta con demostrar la posesión de un tipo de homólogos denominados sinapomorfías o caracteres derivados compartidos, como condición necesaria y suficiente. Para reconocer grupos hermanos es indispensable la heterotomía (las sinapomorfías que los unen y las autapomorfías que los distinguen).
Para establecer las relaciones.	La evolución tiene dos componentes principales, el patrón de ramificación y el grado de divergencia fenotípica, cuando hay conflicto entre ambos, se prefiere el segundo criterio.	La similitud de las clasificaciones es global (homóloga y homoplástica) de manera que no indica necesariamente parentesco. La cercanía y la distancia taxonómica entre las especies se calcula por el uso de algoritmos en donde las características se procesan con la ayuda de computadoras. Los algoritmos se obtienen por técnicas: secuenciales, simultáneas, divisivas; división de subconjuntos, etc. El ligamiento promedio: define la proximidad entre dos grupos como el promedio entre todos los pares de las OTUs.	Para determinar las hipótesis genealógicas se utilizan las sinapomorfías. Se aplican tres criterios morfológicos básicos para la identificar las homología entre dos o más caracteres si se considera que los homólogos son producto de la descendencia a partir de un ancestro común (cercano o lejano): de similitud de posición, de calidad de parecido o composición especial y de continuación de la similitud a través de formas intermedias (especies).

¹En ese año la publicación alemana tuvo muy poca difusión, fue hasta 1966 con la edición en inglés y en 1968 con la española que esta propuesta fue ampliamente conocida. ²La filogenia tiene los siguientes parámetros estimables: polaridad, grado de divergencia, genealogía, relaciones cronísticas espaciales o biogeográficas. ³ Parsimonia significa elegir la o las hipótesis que requieran el menor número de procedimientos.

promovió gran cantidad de estudios al nivel de especie, este fenómeno contribuyó al retraso en la aceptación del cladismo (Morrone, 2001).

Cuando para los cladistas, dos grupos con un mismo ancestro deben tener la misma categoría; para los evolucionistas, los grupos hermanos pueden tener una categoría diferente, porque su historia evolutiva difiere en cuanto a divergencia y diversificación. Por lo tanto, los resultados obtenidos en otros componentes filogenéticos tienen efectos en el estudio comparativo y en consecuencia en la clasificación (Mayr, 1981). Las implicaciones de exaltar la divergencia en esta escuela, condujeron a la formulación de distintos conceptos de monofilia respecto a los propuestos por los cladistas.

Para la escuela fenética la clasificación es una 'ciencia empírica' que debe estar libre de inferencias genealógicas y construye sus clasificaciones mediante la evaluación de la similitud total. Considera que las clasificaciones no representan la historia evolutiva porque no es posible detectarla; en cambio la similitud fenotípica representa la realidad aunque de forma imperfecta. Los fenetistas asumen que su método es el único prácticamente válido, porque su clasificación se basa en un procedimiento empírico aplicable a entidades observables (no necesariamente biológicas), elimina otras interferencias, las cuales podrían ser inducidas *a posteriori* a partir de los patrones obtenidos (un empirismo a ultranza). Por lo tanto una clasificación es estrictamente fenética, si solo provee la adición de los factores observados (Hull, 1988). Esta corriente argumenta que todos los sistemáticos son fenéticos pues sustentan sus estudios en caracteres fenéticos.

La taxonomía numérica tiene las siguientes desventajas: 1) la similitud global combina caracteres que se aplican a diferentes niveles de universalidad, 2) se pueden obtener diferentes agrupamientos a partir de la misma matriz de datos si se utilizan distintos algoritmos, 3) por lo tanto no produce clasificaciones objetivas ni estables. Sin embargo, este programa aplica menos decisiones subjetivas que el gradismo y utiliza métodos explícitos, pero este método a finales del siglo XX fue abandonado casi por completo, y la cantidad de artículos publicados sobre el tema disminuyó notablemente, debido quizás a la animadversión que tiene esta escuela por las consideraciones teóricas (Hull, 1988), solo en algunos casos este método se aplicó para resolver problemas taxonómicos por debajo del nivel de especie y en análisis moleculares (Morrone, 2001).

La corriente filogenética, hennigiana o cladista, también tuvo sus orígenes en las ideas decimonónicas de descendencia con modificación, no obstante la propuesta de un método riguroso y formal de clasificación filogenética se produjo hasta 1950 (Llorente, 1990) con la propuesta de Willi Hennig (1950)²⁷. Una síntesis histórica del cladismo en español se puede leer en los trabajos de Morrone (2000, 2001). Esta escuela considera que la clasificación de los organismos debe hacerse con base en el reconocimiento de sus relaciones genealógicas a través de un cladograma y, según Morrone (2001), entre sus funciones destacan: 1) promover el marco mediante el cual los biólogos pueden comunicar información acerca de los seres vivos; 2) proporcionar las bases para diferentes interpretaciones evolutivas; 3) predecir caracteres en organismos recién descubiertos o poco conocidos; y 4) predecir el orden en otros sistemas de caracteres.

El método cladístico consiste en: 1) definir los taxones de estudio; 2) elegir los caracteres que representan la evidencia de la historia evolutiva, identificar los caracteres homólogos y determinar cuáles son apomórficos (derivados) y plesiomórficos (no derivados) y establecer las sinapomorfías, autapomorfías y heterobotmia²⁸ (caracteres derivados compartidos), a través de la distributividad de los caracteres; 3) identificar los taxones naturales (monofiléticos), los únicos relevantes desde el punto de vista filogenético porque comparten una historia independiente (Wiley *et al.*, 1991), éstos son grupos que existen en la naturaleza, haya o no un sistemático para percibirlos y nombrarlos, pero deben ser descubiertos, no pueden ser inventados y se originaron de acuerdo con procesos naturales, por lo tanto, las clasificaciones deben reflejar la historia de estos procesos (Wiley, 1981); 4) descubrir las relaciones genealógicas de los taxones analizados y representarlas en un cladograma; y 5) traducir las relaciones genealógicas del cladograma en una clasificación formal.

²⁷ Fue editado en español en 1968.

²⁸ La heterobotmia consta de una sinapomorfía y por lo menos un par de autapomorfías, nos permite reconocer dos especies como monofiléticas y morfológicamente distintas por lo que se consideran especies hermanas (Papavero y Llorente, 1996b).

El cladismo representa un programa científico robusto y progresivo porque incorpora un sistema explícito para la refutación de hipótesis a todos los niveles de análisis, pues abarca desde los caracteres hasta los cladogramas (De Luna, 1995, 1996). Los sistemáticos filogenéticos utilizan el método hipotético-deductivo, con fundamento en la comparación de los patrones de distribución de los caracteres dentro de los taxones (vivos o fósiles), se buscan patrones congruentes y se propone una hipótesis de las relaciones filogenéticas basada en la distribución congruente del mayor número de sinapomorfias, dicha hipótesis es considerada como la más parsimoniosa, hasta que es impugnada por una hipótesis más robusta o de mayor parsimonia (por el descubrimiento y análisis de nuevos caracteres).

La historia real de un grupo monofilético es resultado de una serie de eventos únicos, por lo tanto no puede modificarse por eventos subsecuentes; se desconoce (*sensu stricto*) porque solo se pueden tener aproximaciones cada vez más robustas por medio del planteamiento de hipótesis y la búsqueda de sus objeciones; de tal manera que cuando se propone una historia evolutiva diferente sobre un taxón, lo que se hace es interpretar de manera distinta la evidencia (caracteres)²⁹, tratando de contestar a la mayor cantidad de preguntas posibles, con base en procesos congruentes y prediciendo nuevos eventos para formar una mejor explicación desde el punto de vista epistemológico. En síntesis, una clasificación hennigiana puede considerarse como un pronóstico que puede ser desmentido (sometido a prueba) con un nuevo patrón de distribución de caracteres (Wiley *et al.*, 1991). Además, los árboles filogenéticos están compuestos de taxones representados por sus especies ancestrales (hipotéticas o actuales), por lo tanto, son suposiciones y no hechos, incluso el incremento de nuevos taxones y caracteres puede producir modificaciones en el planteamiento inicial, aunque se aplique el mismo método. En este enfoque los cladogramas son la base de los árboles filogenéticos porque tienen una connotación específica de ancestría implícita y un eje relativo de tiempo, con los que se deduce el orden en el que se originaron los grupos (Wiley *et al.*, 1991).

Pese a que el cladismo fue formulado como un enfoque genealógico, más tarde pasó por una transformación que lo hizo independiente de toda consideración filogenética. Los principales representantes de esta corriente denominada cladismo de patrón o transformado (en oposición al filogenético) son Nelson, Platnick y Patterson, quienes consideran que el cladismo es un método básico para construir clasificaciones naturales que preceden a los planteos filogenéticos; por lo tanto, para que la explicación causal de un patrón sea válida, es preferible no percibirlo en relación con el proceso que lo ha producido. Luego de su transformación, el cladismo se ha convertido en el método sistemático más consistente y se ha constituido en una herramienta eficaz para todos los programas de investigación en biología comparada (Morrone, 1995).

Dentro de los debates filosóficos respecto al uso de distintos criterios para formular clasificaciones biológicas se suscitaron algunas opiniones interesantes, por ejemplo, De Luna (1995) utilizó tres aspectos de la relación entre filosofía de la ciencia y sistemática para hacer un examen de las escuelas taxonómicas de clasificación: 1) la ontología de los grupos naturales, 2) las bases para la clasificación, y 3) la prueba de hipótesis. Concluyó que la filosofía fenética está asociada con la visión ontológica que considera a los grupos como 'clases', mientras que el cladismo trata a los taxones como 'individuos históricos' (Wiley, 1981). Además, De Luna (1995) consideró que desde un punto de vista popperiano la doctrina fenética queda eliminada como propuesta válida

²⁹ En esto son similares la historia y la sistemática, intentan reconstruir los acontecimientos del pasado a partir de las evidencias que han quedado en el presente.

porque pretende ser neutral respecto a las teorías, y la evolucionista se debe desechar por carecer de un sistema crítico para evaluar hipótesis. Por lo tanto, las ontologías más robustas para la investigación taxonómica son las asociadas con los enfoques evolucionista y cladístico, siendo el segundo el más consistente y adecuado.

Este mismo autor consideró que la selección de un método para la clasificación no debe basarse en ventajas operativas, sino que debe ser consecuencia de la elección previa de una posición ontológica, y terminó diciendo que: *“gracias al desarrollo de la filosofía y métodos cladistas, la sistemática ha ganado credibilidad como ciencia,... pues provee una metodología científica para la investigación taxonómica basada en la teoría evolutiva”*. Es importante apuntar que estos argumentos corresponden al plano epistemológico y no necesariamente al metodológico ni empírico.

Según Mayr y Ashlock (1991), los cladistas consideran una clasificación como un simple índice ordenado de información almacenada, pero esta característica les permite construir clasificaciones de forma sistemática y reproducible. Al respecto, Ridley (1986, 1993) opinó que el método fenético conduce a una clasificación artificial, subjetiva, idealista y ambigua, porque hay muchas medidas de similitud que son incongruentes entre sí, por lo que este método carece de una justificación filosófica sólida, pero puede tener la ventaja que no es necesario modificar mucho la clasificación cuando aparecen nuevas ideas filogenéticas. La escuela evolucionista pretende construir clasificaciones naturales, para lo cual incorpora elementos de la fenética y de la filogenética (sin decir cómo y cuándo); por lo tanto presenta inexactitudes teóricas y prácticas, y sus resultados son inestables. En cuanto a la clasificación cladista, este autor consideró que es realista, objetiva y precisa; a partir de lo cual el autor concluyó que el cladismo es el sistema de clasificación mejor justificado teóricamente.

Una de las desventajas que presenta el cladismo es que para la clasificación se puede necesitar de gran número de niveles jerárquicos (tal vez miles), lo que resulta impráctico. Como solución a esto de Queiroz y Gauthier (1990, 1992, 1994), Papavero *et al.* (1992, 2001d), Bryant (1994), Sundberg y Pleijel (1994), Brummitt (1997), Cantino *et al.* (1997, 1999), Crane y Kenrick (1997), De Queiroz (1997a,b, 2000), Kron (1997), Cantino (1998, 2000), Hibbett y Donoghue (1998), Johnson y Porter (1998), Moore (1998), Milius (1999), Nixon y Carpenter (2000), Stuessy (2000), Pleijel y Rouse (2000), Withgott (2000), Pennisi (2001), Bryant y Cantino (2002), Kress y Depriest (2002) y Stevens (2002), entre otros, han hecho comentarios y han propuesto algunas alternativas. Además, este método no funciona totalmente cuando hay hibridación (transferencia génica), endosimbiosis, plásmidos o episomas (flujo horizontal de información). Esto no es una debilidad del método, sino que se debe admitir la existencia de fenómenos ecológicos y evolutivos que el cladismo debe considerar (Llorente, 1990).

La taxonomía, en comparación con otras disciplinas, retrasó su desarrollo científico como ciencia debido a que quedó atrapada en los conceptos aristotélicos y en el método esencialista linneano; la actitud cautelosa y agnóstica del enfoque fenético y el estilo convencional y reticente al examen de realizar inferencias de la escuela evolucionista impidió el progreso de la taxonomía como una disciplina científica crítica (Hull, 1965). En consecuencia con estas dos posiciones, la investigación sistemática se basó en análisis que consisten principalmente en la acumulación de datos sobre el tipo de caracteres y la habilidad del investigador para interpretar el valor probatorio de éstos, lo que le proporcionó credibilidad y robustez al método.

Si la elaboración de floras y monografías no se percibía como ciencia, entonces, la única actividad del taxónomo considerada como científica había sido el uso de nuevos métodos para la acumulación de datos. Sin

embargo, la sistemática como ciencia adquirió prestigio debido a la aplicación de los análisis cladísticos que permitieron proponer hipótesis y explicaciones evolutivas congruentes (De Luna, 1995).

LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA SISTEMÁTICA

El proceso conceptual que desembocó a finales del siglo XX en las distintas formas de abordar el conocimiento taxonómico se originó, como cualquier proceso histórico, en un contexto social determinado. Los naturalistas o taxónomos trabajaban en un lugar específico, eran apoyados económicamente por instancias definidas, se formaron en colegios, formaban colecciones, publicaban sus resultados y se reunían para discutirlos, esto es: se institucionalizó. Aunque el término institucionalización de una disciplina ha sido utilizado en la historia, la filosofía y la sociología con distintos enfoques, en este trabajo el uso que se le dará al término es: el establecimiento de instituciones en las que se realiza, desarrolla, difunde, enseña, comunica, fomenta o profesionaliza la práctica taxonómica; entre éstas se consideran las universidades, los institutos de investigación, los museos y sus colecciones, las instituciones de fomento, las sociedades y los órganos de difusión como las publicaciones periódicas, las políticas editoriales y los libros, ente los principales.

El proceso de institucionalización de la ciencia (incluida la historia natural) se originó en el siglo XVII, como consecuencia de la revolución científica en Europa, especialmente en Alemania, Francia e Inglaterra con la contratación de los primeros especialistas, la fundación de colecciones e instituciones de investigación, el establecimiento de sociedades y la publicación de obras y revistas sobre el tema. Durante el siglo XVIII continuó el proceso de institucionalización, por ejemplo, Linneo además de sentar las bases de sistematización de los seres vivos, también se interesó por organizar expediciones, formar colecciones y publicar sus resultados de forma sistemática, lo que contribuyó de forma importante a la organización de los estudios taxonómicos.

Para el siglo XIX se produjo el apogeo de numerosas sociedades, se promovió el financiamiento de colecciones nacionales de historia natural (jardines botánicos y gabinetes de historia natural), se fomentaron expediciones y recolectas financiadas por los gobiernos e instituciones de investigación (Sloan, 1990) y aumentó significativamente el número de publicaciones taxonómicas. Para mediados del siglo XX la hegemonía científica se trasladó del Viejo Continente a los Estados Unidos, lugar donde se establecieron instituciones importantes, se contrataron gran cantidad de investigadores y se editaron gran cantidad de publicaciones (especialmente revistas) consolidándose como una potencia mundial en los estudios sobre sistemática biológica. Los estudios taxonómicos con más tradición en contexto mundial a través de la historia por su importancia económica fueron principalmente en la botánica, la entomología y la ornitología.

Es importante apuntar que la taxonomía es una disciplina *sui generis* en el ámbito de la biología, desde su origen hasta finales del siglo XX fue practicada y difundida básicamente por los botánicos y zoólogos, pero también fue aplicada por todo aquel que estudiara al mundo vivo por su función integradora (nombra, describe, sistematiza y clasifica su objeto de estudio); no obstante esta cualidad ha resultado en una práctica interdisciplinaria, tanto en el sentido práctico como teórico, que nunca ha estado unificada (Hennig, 1968).

Las revistas científicas. Con la invención de la imprenta por Johannes Gutenberg en Alemania (1445) se difundió el conocimiento a través de textos, lo que sustituyó la transmisión oral, y el uso de papiros y pergaminos copiados por amanuenses, este nuevo invento produjo una nueva forma de divulgación del *conocimiento* manipulable, perdurable y económica, de tal forma que los libros se convirtieron en el principal medio difusor del conocimiento científico. Dos siglos después se imprimieron las primeras revistas científicas, que tenían como ventaja el presentar en poco espacio y de forma organizada varios temas resumidos, actualizados, y arbitrados. Denys de Sallo (1626-1669), un mecenas de los estudios científicos, reprodujo los pasajes más notables que encontró en los libros científicos para propagarlos y difundirlos por medio de su publicación, a intervalos regulares daba a conocer las novedades que surgían en el mundo de las ciencias. Así surgió, en 1655, el primer periódico científico, el *Journal des Sçavans*, que en un principio contenía más reseñas que contribuciones originales, pero gradualmente se convirtió en un medio eficaz de divulgación de descubrimientos y análisis científicos. De forma inmediata se produjeron publicaciones similares en Inglaterra, Italia, Alemania, Suiza y Holanda (Papavero *et al.*, 2001a). Por ejemplo, tres meses después de la aparición del *Journal des Sçavans*, la Royal Society publicó gran número de trabajos biológicos notables, como los de Malpighi, Hooke, Grew y Leeuwenhoek e inició la edición de sus *Philosophical Transactions*, donde se publicaron algunos de los artículos clásicos de la literatura científica de la época, uno de los grandes impulsores de esta sociedad, y en especial de su revista, fue Henry Oldenburg (1615-1677). Para 1682, en Alemania apareció la revista *Acta Eruditorum*, fundada por Otto Mencke (1644-1707) con trabajos de matemáticas de autores como Leibniz, Huyghens, Bernoulli y otros (Papavero *et al.*, 2001a).

Desde esa época, la lista de periódicos científicos creció exponencialmente, se duplicó su número cada 15 años, aumentó diez veces en 50 años, mil veces en un siglo y medio, y cien mil veces en los 300 años subsecuentes a 1665 (Price, 1973). En 1959 había entre 75,000 y 100,000 periódicos consagrados a la ciencia y la tecnología, que difundieron cerca de 1,200,000 artículos por año. Tan solo en los Estados Unidos, la cantidad de periódicos de ciencia y tecnología desde 1800 se duplicó aproximadamente cada 20 años, para 1960, el *World List of Scientific Periodicals* contenía 59,961 títulos de periódicos (Papavero *et al.*, 2001a).

A finales del siglo XX había en circulación revistas científicas nacionales, extranjeras o internacionales; que podían ser, según su finalidad: de divulgación, de difusión o especializadas. En el *Science Citation Index*, los *Biological Abstracts* y los *Zoological Records*, entre otros, se mencionan las revistas especializadas más importantes que abordan temas sistemáticos³⁰. Por ejemplo, para el caso de la zoología, en la base de datos del *Zoological Record* correspondiente al 2000 (Biosis, 1978-2000) se mencionan cerca de 4687 revistas zoológicas, y en todas ellas se pueden encontrar artículos taxonómicos sobre esta subdisciplina. Algunas revistas taxonómicas que abordaron temas metodológicos, teóricos y conceptuales a finales del siglo fueron en orden alfabético: *Australian Systematic Botany*, *Cladistics*, *International Journal of Systematic Bacteriology*, *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, *Invertebrate Taxonomy*, *Journal of Classification*, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, *Systematic and Applied Microbiology*, *Systematic Entomology*, *Systematic Biology*, *Systematic Botany*, *Systematic Zoology* y *Taxon*.

³⁰ Las categorías "Taxonomía" o "Sistemática" generalmente no se utilizan, la búsqueda debe hacerse a partir del taxón de estudio.

Los museos biológicos. Los zoólogos y los botánicos que hacen taxonomía generalmente han trabajado asociados a colecciones y museos, por lo tanto, a través de la historia éstos han constituido los centros de investigación taxonómica principales. Un museo biológico se concibe como el espacio donde se alojan las colecciones de organismos y la información escrita e iconográfica sobre ellos; los especímenes los recolectan, registran, investigan y preservan los taxónomos Llorente *et al.* (1994) y Llorente y Castro (2002). En estos establecimientos se alojan seres que se encuentran en la naturaleza dispersos en el tiempo y en el espacio, con el propósito de conservarlos para la realización de investigación, educación, difusión y como referencia; de tal forma que éstos se han convertido en instituciones dinámicas e interactivas (Navarro y Llorente, 1994). Esta definición de museo biológico incluye a los herbarios, zoológicos, vivarios, jardines botánicos y reservas bióticas; en varios de éstos los organismos interactúan con su ambiente natural y constituyen reservas naturales, lo que ha generado una nueva manera de conservar el patrimonio natural y cultural, y además, responden a la necesidad de la sistemática moderna de examinar las formas de expresión vivas desde perspectivas distintas como la etológica, ecológica y/o molecular.

Los museos se originaron con los griegos, pero su estructura -como la conocemos en la actualidad-, la adquirieron a partir del siglo XVII y su número se multiplicó durante el siglo XIX, época en la que se establecieron las colecciones más importantes, varias de las cuales se mantuvieron, se desarrollaron y perduraron hasta finales del siglo XX. En el primer semestre del 2002 había varios cientos de museos y miles de colecciones biológicas en el mundo, algunos de los más importantes fueron: American Museum of Natural History (Nueva York), Berliner Museum für Naturkunde (Alemania), British Museum of Natural History (Londres), Harvard Museum of Natural History, Muséum National d'Histoire Naturelle (Francia), National Museum of Natural History (Smithsonian Institution). Respecto a los herbarios, los 18 más representativos se muestran en el cuadro 6. Una breve historia de los museos y las colecciones biológicas se presenta de una forma más detallada en el apéndice 6.

Cuadro 6. Herbarios con mayor número de especímenes y estimación de la cantidad de ejemplares que poseen (Peláez, 1994).

Herbario	Especímenes
Kew, Inglaterra	7,000,000
San Petersburgo, Federación Rusa	6,000,000
Paris, Francia	5,000,000
Museo Británico de Historia Natural	5,000,000
Estocolmo, Suecia	4,000,000
Ginebra, Suiza	4,000,000
Lyon, Francia	3,800,000
Cambridge, EUA	3,540,000
Manchester, Inglaterra	3,000,000

Herbario	Especímenes
Nueva York (Bot. Gard.), EUA	3,000,000
Washington (U.S. Nat. Herb.), EUA	3,000,000
Chicago, EUA	2,350,000
Lund, Suecia	2,000,000
Uppsala, Suecia	2,000,000
San Luis (Mo. Bot. Gard.), EUA	1,700,000
Berkeley, EUA	1,225,000
Ann Arbor, EUA	1,000,000
Filadelfia, EUA	1,000,000

Las sociedades científicas. Hacia el final del siglo XVI la ciencia ya era una actividad colectiva y los resultados obtenidos de forma individual eran sometidos a críticas, pruebas, corroboraciones, adiciones y discusiones grupales que generalmente se realizaban por correspondencia, un medio que era moroso, incierto, caro, ineficaz y limitado; esto se solucionó con la organización de reuniones científicas para intercambiar información y conversar sobre asuntos de interés común. Estas sesiones generalmente se realizaban en los salones de las mansiones de los socios o nobles con intereses científicos y en muchos casos se invitaba a científicos extranjeros (Papavero *et al.*, 2001b).

Algunos promotores de estas reuniones fueron William Gylberde (1544-1603), Nicolas-Claude Fabri de Peiresc y en especial Pierre Mersenne (1588-1648), quien viajó mucho por Europa donde conoció filósofos y científicos principalmente franceses e ingleses que le informaban sobre sus descubrimientos, los cuales él divulgaba por Europa en las reuniones. Melchisedec Thevenot (1620-1692), quien se reunía con Mersenne en París, también convocaba a sesiones científicas en su casa, esa asociación en 1666 obtuvo de Luis XIV el reconocimiento oficial y adoptó el nombre de Académie Royale des Sciences, que en 1699 trasladó su sede al Louvre con el nombre de Académie des Sciences (Papavero *et al.*, 2001b).

Mientras tanto, en Italia, el Gran Duque de Toscana Fernando II y su hermano Leopoldo instalaron, en 1651, un gabinete de estudios en el cual se reunían los científicos para realizar experimentos y discutir sus resultados que eran impersonales y colectivos; en 1657 esta organización se transformó en la Accademia dei Cimento (del experimento) que duró hasta 1667, estuvo patrocinada por los Medici y su lema era 'Probando y reprobando' (Papavero *et al.*, 2001b).

En 1645 inició sus reuniones la Royal Society for the Promotion of Natural Knowledge, en 1660 se integró en una sociedad formal con el apoyo del rey Carlos II y dos años después se constituyó como la Royal Society of London, sus miembros gozaban de libertad de expresión, eran partidarios del puritanismo y seguidores de Francis Bacon (Papavero *et al.*, 2001b).

En Alemania, a principios del siglo XVII, en Rostock existía la Societas Eruditorum, fundada en 1622 por el biólogo Joachim Jungius (1587-1657), la cual solo duró un bienio. En Alemania, en 1652, se fundó la Academia Naturae Curiosorum en Schweinfurth, una asociación principalmente de médicos, y en 1700 se originó la Berliner Akademie (Papavero *et al.*, 2001b).

En varias de estas asociaciones científicas participaron historiadores naturales que entre otras cosas abordaron temas taxonómicos, pero realmente las primeras sociedades de historia natural se formaron en los siglos XVIII y XIX, algunas de ellas fueron: la Linnean Society (1788), la Wernerian Natural History Society (1808), la Zoological Society of London (1830), y la Ray Society (1844), que también publicaron revistas con artículos sobre el tema.

Desde su aparición hasta finales del siglo XX el número de asociaciones biológicas aumentó exponencialmente, fueron cientos las sociedades en las que se agruparon los taxónomos, se dividieron en las disciplinas (botánica, zoología y microbiología), las subdisciplinas (cactología, entomología, helmintología etc...) a las que pertenecen o según las teorías, los métodos y los aspectos conceptuales que abordan. Algunas de las sociedades explícitamente taxonómicas se pueden ver en el cuadro 7, las hubo tanto internacionales como nacionales y regionales, generalmente estas sociedades editaron revistas y realizaron reuniones periódicas donde difundían y analizaban sus resultados.

Cuadro 7. Algunas sociedades taxonómicas del siglo XX.

Sociedad	País	Fundación
American Society of Plant Taxonomists	EUA	N. D.
Association of Systematics Collections	Internacional	N. D.
Australian Systematic Botany Society	Australia	1973?
Bay Area Biosystematists	EUA	1936
International Association of Plant Taxonomists	Internacional	1950
Gesellschaft für Klassifikation e.V. ¹	Alemania	1977
German Classification Society	Alemania	N. D.
Japan Society of Plant Taxonomists	Japón	N. D.
Japanese Society of Systematic Zoology	Japón	1950
Systematics Association of New Zealand	Nueva Zelanda	N. D.
Société Francophone de Classification	Belgica	1977
Société Française de Systématique	Francia	1974
Society for the Preservation of Natural History Collections	Internacional	N. D.
Society of Australian Systematic Biologists	Australia	1996?
Society of Systematic Biologists ²	EUA	1948
Southern African Society for Systematic Biology	África del sur	1999
Systematic and Applied Acarology Society	Internacional	N. D.
The Society of Australian Systematic Biologists	Australia	1996?
The Systematics Association	Inglaterra	1937
The Willi Hennig Society	Internacional	1980

¹German Society of Biological Systematics. ²Hasta 1996 se llamó Society of Systematic Zoology.

El propósito de este trabajo ha sido investigar los cambios de la práctica taxonómica en México durante el siglo XX y establecer que factores influyeron en este proceso. Los objetivos más concretos se enumeran a continuación: a) sistematizar la información relevante de la taxonomía mexicana del siglo XX en la base de datos TaXMeXX, que principalmente incluya datos sobre revistas, artículos, autores, instituciones, taxones y regiones; b) hacer una breve historia y documentación de la práctica taxonómica mexicana durante el siglo XX; c) identificar, enmarcar, interpretar y hacer un seguimiento cronológico de los principales componentes del desarrollo de la taxonomía del siglo XX en México con base en el contenido teórico-metodológico aplicado y desarrollado con base en el análisis de los taxónomos: i) el contenido de los artículos taxonómicos (tipo de trabajo realizado, los caracteres utilizados, los métodos aplicados, las teorías adoptadas, los taxones estudiados y las regiones tratadas); ii) la institucionalización a partir del examen de las revistas, los artículos, las instituciones de investigación, fomento y enseñanza, las colecciones y las sociedades; d) reconocer algunas tendencias y las posibles perspectivas de la práctica taxonómica en México.

De tal manera que se dan respuestas a preguntas sobre la taxonomía mexicana del siglo XX como las que se citan a continuación: a) la cantidad y las características de los taxónomos mexicanos, b) la colaboración realizada entre los taxónomos, c) los tipos de trabajo taxonómico producidos, d) los tipos de caracteres taxonómicos utilizados, e) los métodos y las técnicas más usados y desarrollados, f) los taxones y las regiones de estudio abordadas, g) las características de las revistas y los artículos publicados, h) las principales instituciones (de investigación, enseñanza y fomento) y sociedades, i) la cantidad y características de las colecciones biológicas, j) los cambios en la práctica taxonómica, k) los principales problemas a los que se enfrentaron los taxónomos mexicanos, l) el estado de la taxonomía en México a finales del siglo XX, y j) las opciones y perspectivas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Es preciso conocer las características particulares del pasado de la Biología en México para comprender mejor su estado actual y planear su desarrollo más adecuado para el futuro, usar a la historia como herramienta y premisa de trabajo.

E. Beltrán, 1979. *Reflexiones sobre la historiografía de la Biología en México.*

De acuerdo con el propósito de este trabajo, la época a la que se refiere, y la formación de los autores, esta investigación se centrará principalmente en el estudio del contenido científico (las teorías, los métodos y los conceptos) y de las fuentes (los artículos científicos), enmarcado dentro de lo que se denomina enfoque internalista. Sin embargo, si se admite que la única forma válida de interpretar los hechos históricos es considerando el contexto en el que éstos se han producido (institucionalización), se adoptaron también algunos elementos externalistas. Además, se aplica el uso de una herramienta informática, las bases de datos, y se utilizan técnicas científicas.

LA BASE DE DATOS TAXMEXX

En este trabajo proponemos la sistematización del examen de fuentes históricas en la base de datos TaXMeXX, así como del procesamiento, interpretación y presentación de los resultados obtenidos. El esquema general de trabajo se puede ver en la figura 1.

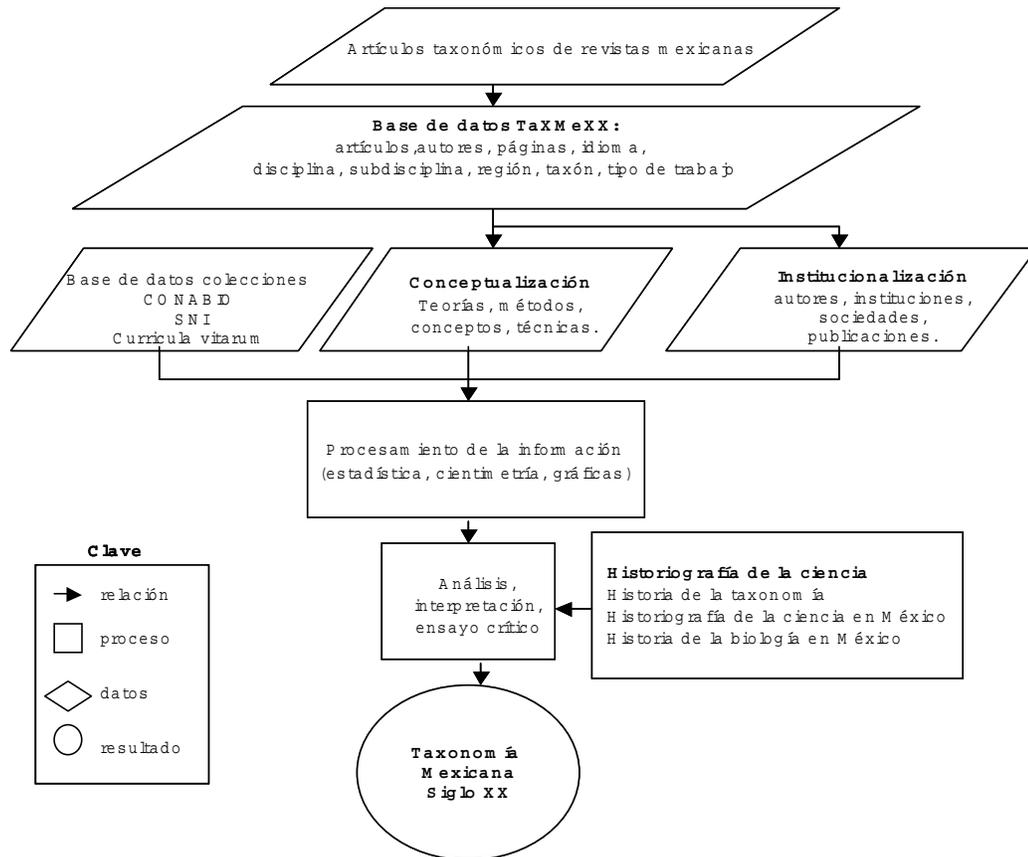


Figura 1. Diagrama de trabajo utilizado para la investigación.

Para esta investigación y en atención de las necesidades del proyecto, específicamente se diseñó una base de datos relacional en el programa Access (Microsoft Office, 2000) denominada TaXMeXX, como una herramienta para la compilación, organización, sistematización, clasificación, representación tabular y gráfica de la información obtenida a partir del análisis de las revistas y los artículos sobre taxonomía; ésta tiene almacenada la información sobre las revistas, los volúmenes, los artículos, los autores, las instituciones, los taxones, la región y el tipo de trabajo taxonómico. La base fue procesada y analizada para incluirse en una narrativa histórica, donde se pretende examinar el desarrollo de la taxonomía en México durante el siglo XX (Figura 2).

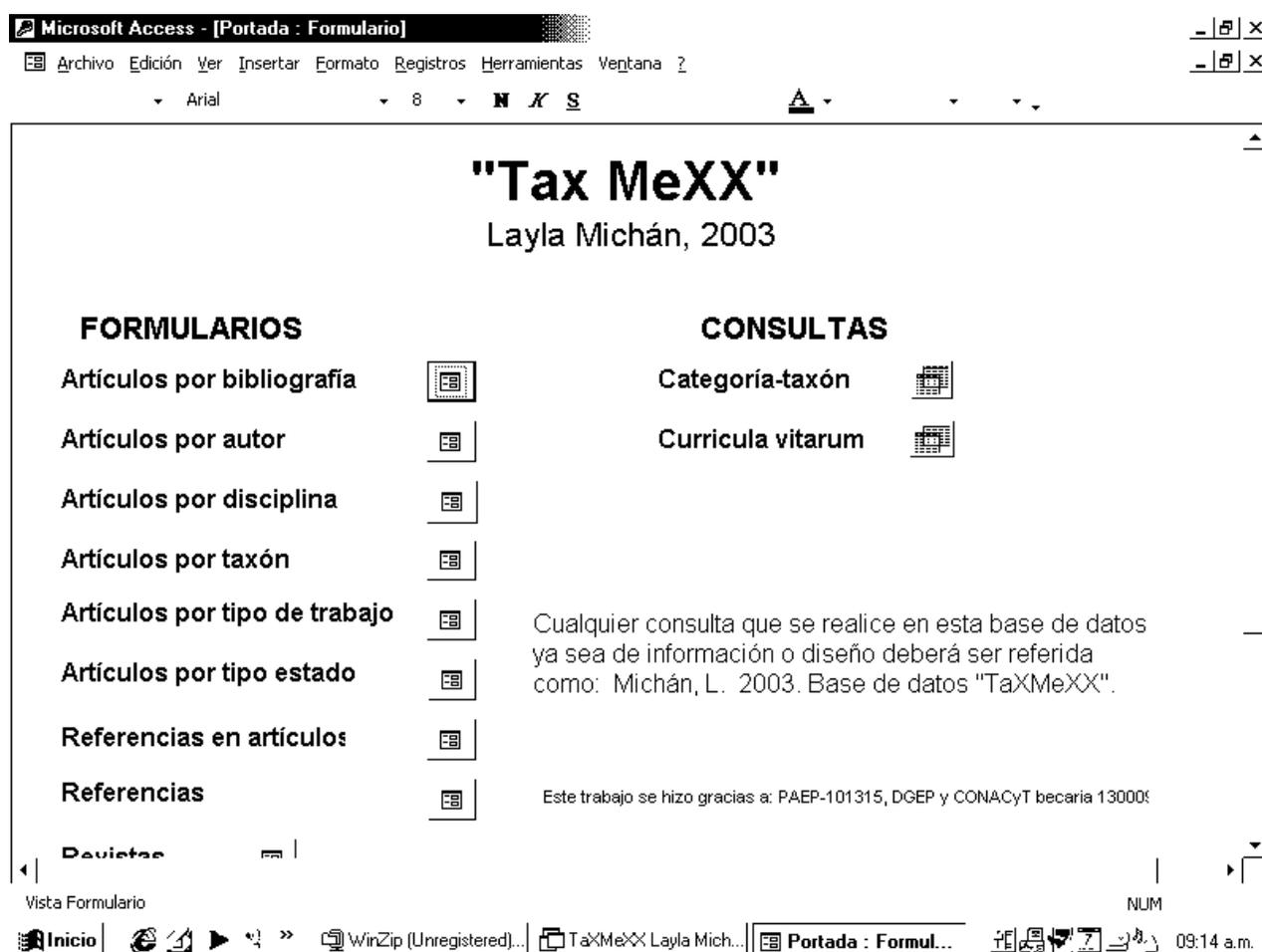


Figura 2. Portada de la base de datos TaXMeXX.

La base de datos TaXMeXX contiene 40 tablas, de las cuales tres son principales (con un identificador único y la mayoría de los campos), 15 son intermedias (con dos identificadores), y 22 son accesorias (con un identificador y listas de opciones), cuya función es permitir la actualización (diccionarios). Entre estas tablas se hicieron 28 relaciones de uno a muchos, con integridad referencial y actualización en cascada (Figura 3). Además, se diseñaron ocho formularios principales, 50 subformularios y más de un centenar de consultas, informes y macros. Las tablas se nombraron con base en el tipo de datos y la información que contienen, de tal forma que es fácil identificarlas. Los formularios y los informes también permiten reconocer el contenido a partir de los títulos. Por ejemplo, la tabla 'artículos' y la tabla 'autor' están relacionadas por la tabla 'Rartículoautor'.

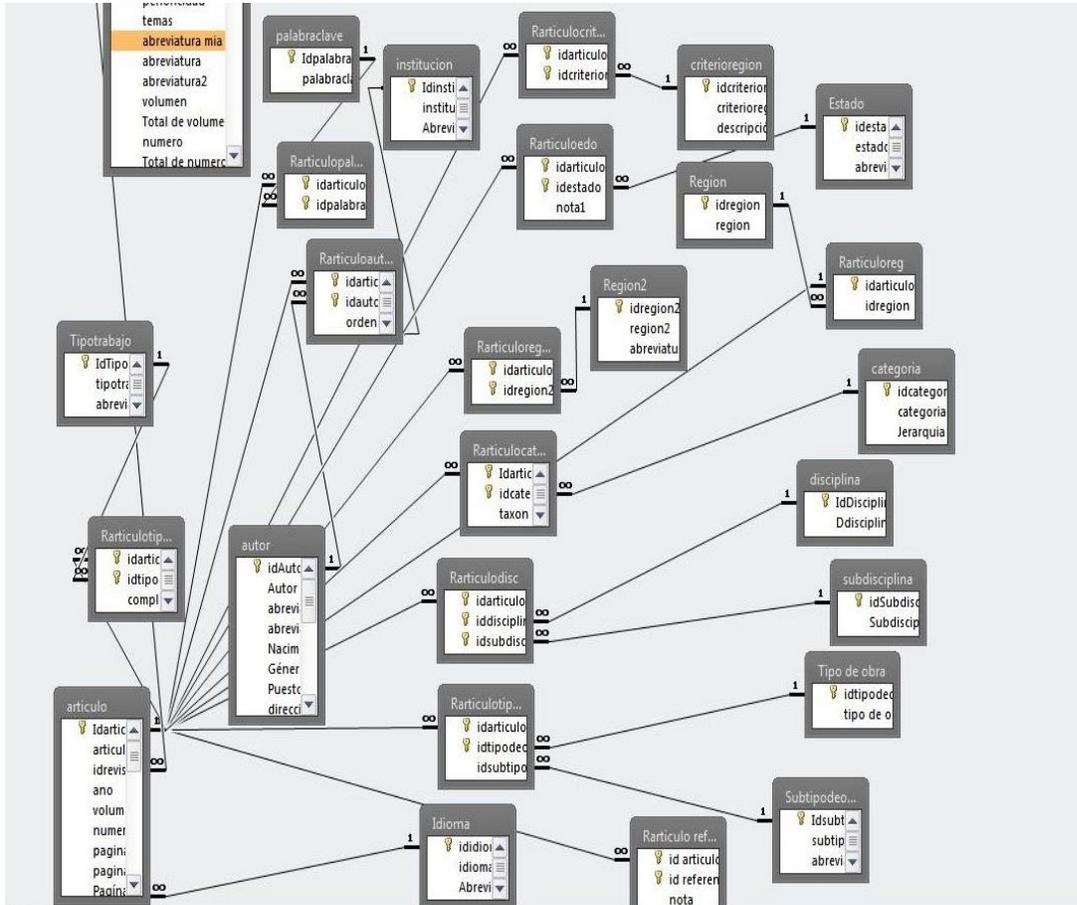


Figura 3. Estructura relacional de la base de datos TaxMeXX.

Selección de las revistas analizadas. Las formas principales mediante las cuales se expresó, difundió y preservó el conocimiento taxonómico durante el siglo XX fueron: los libros, las revistas, las series, las memorias, las tesis, las fotografías, las películas y materiales electrónicos, entre otros; de estos medios, el más significativo fue la publicación de trabajos científicos (artículos y monografías) contenidos en revistas especializadas, porque presentaron la mayor cantidad y diversidad de información, por esta razón constituyeron el núcleo principal de análisis de esta investigación.

Con el propósito de identificar las principales publicaciones periódicas que se produjeron en nuestro país y que pudieran contener conocimiento taxonómico, se realizó una búsqueda, lo más exhaustiva posible, de las publicaciones periódicas más representativas de medicina, botánica, zoología, agronomía, geología, veterinaria y ciencia en general; así se consiguió tener una idea del universo de información existente al respecto. Para esto se consultaron gran cantidad de fuentes: libros de botánica, zoología, historia de la biología, bibliografías, índices de bibliotecas, *curricula vitarum* y bases de datos. El resultado de esta consulta arrojó un total de 139 revistas, cuya lista se presenta en orden alfabético.

- | | |
|---|---|
| 1. <i>Acta Botánica Mexicana</i> | 44. <i>Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística</i> |
| 2. <i>Acta Científica Potosina</i> | 45. <i>Boletín de la Sociedad Mexicana de Herpetología</i> |
| 3. <i>Acta Mexicana de Ciencia y Tecnología</i> | 46. <i>Boletín de la Sociedad Mexicana de Lepidoptología</i> |
| 4. <i>Acta Protozoológica</i> | 47. <i>Boletín de la Sociedad Veracruzana de Zoología</i> |
| 5. <i>Acta Zoológica Mexicana</i> | 48. <i>Boletín de Parasitología Agrícola</i> |
| 6. <i>Acta Zoológica Mexicana Nueva Serie</i> | 49. <i>Boletín del Departamento de Salubridad Pública</i> |
| 7. <i>Agraria</i> | 50. <i>Boletín del Instituto de Botánica Universidad de Guadalajara</i> |
| 8. <i>Agricultor Mexicano</i> | 51. <i>Boletín del Instituto de Higiene</i> |
| 9. <i>Agricultor Moderno</i> | 52. <i>Boletín Divulgativo</i> |
| 10. <i>Agricultura Internacional</i> | 53. <i>Boletín Forestal</i> |
| 11. <i>Agricultura Técnica en México</i> | 54. <i>Boletín Hidrológico</i> |
| 12. <i>Agrimex, Base de Datos Agrícola Mexicana</i> | 55. <i>Boletín Informativo</i> |
| 13. <i>Agrociencia</i> | 56. <i>Boletín Informativo 1</i> |
| 14. <i>Agrosíntesis</i> | 57. <i>Boletín Nakari</i> |
| 15. <i>Agrosistemas</i> | 58. <i>Boletín Técnico</i> |
| 16. <i>América Indígena</i> | 59. <i>Cactáceas y Suculentas Mexicanas</i> |
| 17. <i>Anales de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales</i> | 60. <i>Catálogo SARH-INIFAP</i> |
| 18. <i>Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas</i> | 61. <i>Centzontle</i> |
| 19. <i>Anales de la Sociedad Humboldt</i> | 62. <i>Chapingo</i> |
| 20. <i>Anales de la Sociedad Mexicana de la Ciencia y la Tecnología</i> | 63. <i>Ciencia</i> |
| 21. <i>Anales de la Sociedad Mexicana para el Cultivo de la Ciencia</i> | 64. <i>Ciencia Forestal</i> |
| 22. <i>Anales del Instituto de Biología Series Botánica, Zoológica y Ciencias del Mar</i> | 65. <i>Ciencia Nicolaita</i> |
| 23. <i>Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología</i> | 66. <i>Ciencia Pesquera</i> |
| 24. <i>Anales del Instituto Médico Nacional</i> | 67. <i>Ciencia y Desarrollo</i> |
| 25. <i>Anales del Instituto Nacional de Antropología e Historia</i> | 68. <i>Ciencia y Tecnología</i> |
| 26. <i>Anales del Instituto Nacional de Parasitología</i> | 69. <i>Ciencias</i> |
| 27. <i>Avance y Perspectiva</i> | 70. <i>Ciencias del Mar</i> |
| 28. <i>Avancient</i> | 71. <i>Ciencias Marinas</i> |
| 29. <i>Banmar</i> | 72. <i>Circular de la Estación Agrícola Central</i> |
| 30. <i>Bibliocafé</i> | 73. <i>Colección Floral de Jalisco</i> |
| 31. <i>Biodiversitas</i> | 74. <i>Compendio Técnico Científico</i> |
| 32. <i>Biotam</i> | 75. <i>Cuadernos CDB</i> |
| 33. <i>Biótica</i> | 76. <i>Cuadernos de Divulgación</i> |
| 34. <i>Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología</i> | 77. <i>Cuadernos de Investigación</i> |
| 35. <i>Boletín Amaranto</i> | 78. <i>Cuauhtli</i> |
| 36. <i>Boletín de Agricultura, Minería e Industria</i> | 79. <i>Divulga</i> |
| 37. <i>Boletín de la Academia de la Investigación Científica</i> | 80. <i>Dugesiana</i> |
| 38. <i>Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos</i> | 81. <i>DUMAC Conservación y Ecología</i> |
| 39. <i>Boletín de la Dirección General de Agricultura</i> | 82. <i>Ecológica</i> |
| 40. <i>Boletín de la Sociedad Agrícola Mexicana</i> | 83. <i>Ecológicas</i> |
| 41. <i>Boletín de la Sociedad Botánica de México</i> | 84. <i>El Estudio, Seminario de Ciencias Médicas</i> |
| 42. <i>Boletín de la Sociedad Botánica del Estado de Jalisco</i> | 85. <i>El Mundo Científico</i> |
| 43. <i>Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología</i> | 86. <i>Especies en Peligro</i> |
| | 87. <i>Etnoecológica</i> |
| | 88. <i>Floral</i> |
| | 89. <i>Folia Entomológica Mexicana</i> |
| | 90. <i>Gaceta de Literatura de México</i> |

- | | |
|---|---|
| 91. <i>Gaceta de México</i> | 116. <i>Publicaciones Biológicas</i> |
| 92. <i>Gaceta Ecológica</i> | 117. <i>Publicaciones del Instituto Nacional de Antropología e Historia</i> |
| 93. <i>Gaceta Médica de México</i> | 118. <i>Publicaciones Especiales del Museo de Zoología</i> |
| 94. <i>Hidrobiológica</i> | 119. <i>Reporte Científico</i> |
| 95. <i>Información Científica y Tecnológica</i> | 120. <i>Revista Agrícola</i> |
| 96. <i>Infomar</i> | 121. <i>Revista Agrícola 1</i> |
| 97. <i>INIREB Informa</i> | 122. <i>Revista Chapingo, Serie Horticultura y Forestal</i> |
| 98. <i>Interciencia</i> | 123. <i>Revista Ciencias del Mar</i> |
| 99. <i>Investigación Científica</i> | 124. <i>Revista Científica Mexicana</i> |
| 100. <i>Investigaciones Marinas</i> | 125. <i>Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural</i> |
| 101. <i>La Naturaleza</i> | 126. <i>Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología</i> |
| 102. <i>Macpalxóchitl</i> | 127. <i>Revista del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales</i> |
| 103. <i>Medicina Tradicional</i> | 128. <i>Revista Fitotecnia Mexicana</i> |
| 104. <i>Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate</i> | 129. <i>Revista Investigación Científica</i> |
| 105. <i>Mercurio Volante</i> | 130. <i>Revista Latinoamericana de Microbiología</i> |
| 106. <i>México Forestal</i> | 131. <i>Revista Mexicana de Biología</i> |
| 107. <i>Micología Neotropical Aplicada</i> | 132. <i>Revista Mexicana de Fitopatología</i> |
| 108. <i>Noticias del CEDO</i> | 133. <i>Revista Mexicana de Mastozoología</i> |
| 109. <i>Oceanología</i> | 134. <i>Revista Mexicana de Micología</i> |
| 110. <i>Ocelotl</i> | 135. <i>Revista Mexicana de Parasitología</i> |
| 111. <i>Oikos</i> | 136. <i>Serie Científica</i> |
| 112. <i>Orquídea</i> | 137. <i>Tiempos de Ciencia</i> |
| 113. <i>Palinológica y Paleobotánica</i> | 138. <i>Vertebrata Mexicana</i> |
| 114. <i>Polibotánica</i> | 139. <i>Yashte</i> |
| 115. <i>Publicación del Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur</i> | 140. <i>Zoología Informa</i> |

A partir de esta lista se hizo una selección de acuerdo con los siguientes criterios: 1) que hubieran publicado artículos relacionados con taxonomía; 2) que fueran publicaciones periódicas editadas en México; 3) que la comunidad científica tuviera acceso a ella; 4) que se hubieran publicado entre el 1 de enero de 1901 y el 31 de diciembre del 2000; 5) que estuvieran nombradas en el índice de alguna biblioteca o publicación; 6) que aportaran mayor cantidad de información, porque tenían más números o cubrían una época mayor; 7) que tuvieran o hubieran tenido mayor difusión (impacto); 8) que la gran mayoría de los números editados estuvieran disponibles para consulta; 9) que en su contenido abarcaran las subdisciplinas taxonómicas (*sensu lato*) como microbiología, ficología, micología, entomología, ictiología, herpetología, ornitología, mastozoología, etc. estudiadas en nuestro país; y 10) que representaran a las instituciones y sociedades más relevantes por su producción, número de taxónomos y/o líneas de investigación.

De acuerdo con lo anterior se eligieron 28 revistas y para cada una se capturó la siguiente información: 1) nombre, 2) abreviatura, 3) editor, 4) época, 5) ISSN (International Standard Serial Number), 6) número de volúmenes y números totales, y 7) tiraje. Para cada volumen se obtuvo: 1) nombre de la revista, 2) año, 3) página inicial y final, 4) páginas totales, 5) fecha de publicación o impresión, 6) número de artículos taxonómicos, y 7) biblioteca en la que se consultó (Figura 4).

La mayor parte de las revistas principalmente fueron consultadas en la Biblioteca del Instituto de Biología, además, se examinaron los acervos bibliográficos del Museo de Zoología, el Herbario, los laboratorios de Ecología y Ficología y la biblioteca (todos éstos de la Facultad de Ciencias), el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, el Instituto de Fisiología Celular, el Instituto de Investigaciones Biomédicas, el Laboratorio de Ecología y Conservación de Fauna Silvestre del Instituto de Ecología (todas éstas dependencias de la UNAM), el IMERNAR y la Academia Mexicana de Ciencias; así como las bibliotecas personales de: Joaquín Cifuentes, Evangelina Elizondo, Héctor Espinosa, Oscar Flores, Raúl Gío, Gonzalo Halffter, Teófilo Herrera, Beatriz Ludlow, Isolda Luna, Jorge Llorente, Juan J. Morrone, Eberto Novelo, José Palacios, Rafael Lamothe y Leia Scheinvar.

Microsoft Access - [volumen]

Archivo Edición Ver Insertar Formato Registros Herramientas Ventana ?

1697 Índice Terminado

Revista Dugesiana

volumen 1 Numero 1 paginas 1-50 Total de paginas: 50

Año: 1994 fecha de publicación octubre 1994

Artículos taxonómicos 2 Ejemplares: 200

Biblioteca Juan José Morrone Lupi

Notas:

Registro: 9 de 1784

Vista Formulario

Inicio WinZi... TaXM... graficas Micros... Portad... volu... 09:19 a.m.

Figura 4. Formulario de captura de los números y volúmenes de la base de datos TaXMeXX.

Para tener un registro documental de las revistas analizadas, de cada número se obtuvo una copia del índice, en la que se marcaron con plumón azul cada uno de los artículos que fueron analizados y en la esquina superior derecha se anotó con rojo el número de artículos capturados, dato que posteriormente se capturó en el formulario denominado volumen. De esta manera se formó un archivo con todos los índices de las revistas colocados en orden alfabético por publicación y cronológico por volumen. Además, este acervo constituye una colección importante desde el punto de vista histórico, porque conjunta los índices de todas las series analizadas y varios de los artículos históricos, bibliográficos y obituarios sobre taxonomía publicados durante el siglo XX.

ANÁLISIS DE LOS ARTÍCULOS

Para efectuar esta tarea, que constituyó una parte fundamental de la investigación, se realizó la revisión cuidadosa de cada colección de revistas por volumen y/o número, y artículo. Cada artículo se revisó en orden lógico de acuerdo con sus elementos: 1) título, 2) palabras clave, 3) resumen, 4) material y métodos, y 5) discusión y/o conclusiones.

En este estudio, un artículo taxonómico (*sensu stricto*) es una contribución original que en su contenido presenta evidencia clara de que fue hecho con un propósito taxonómico, es decir, que hace referencia explícita a alguna de las tareas taxonómicas como: descripción, identificación, determinación, clasificación o establecimiento de relaciones taxonómicas, desde el punto de vista práctico o teórico.

Al considerar que los resultados de los análisis contenidos en esta base de datos se realizaron para un análisis histórico y que los taxónomos no escriben únicamente artículos taxonómicos, también se analizaron y capturaron aquellos artículos complementarios que contribuyeron al conocimiento de la taxonomía en nuestro país, entre los que están los trabajos bibliográficos, históricos, índices, ensayos, obituarios y reseñas, por mencionar los más comunes.

Para reconocer los artículos taxonómicos se utilizaron los siguientes criterios:

1. Se buscó que el título incluyera alguno de los elementos taxonómicos siguientes (en orden alfabético):

Algunas consideraciones sobre el taxón...	Historia de la entomología...	Redescripción del taxón ...
Bibliografía de taxón o autor ...	Las colecciones...	Revisión del taxón ...
Catálogo del taxón...	Monografía del taxón...	Sinopsis del taxón ...
Descripción del taxón...	Notas sobre el taxón...	Taxón de (lugar)...
Fauna de (lugar)...	Nueva especie del taxón ...	Vegetación...
Flora de (lugar)...	Nuevo registro del taxón ...	
	Obituario de un taxónomo...	

- b) Si se trataba de un artículo con algún título de los mencionados o que sugería algún tema taxonómico se continuaba con el análisis.
- c) Si no fue ninguno de los casos anteriores, el artículo se desechó, de tal manera que sí el título indicaba que el propósito estaba enfocado a otra disciplina, aunque tuviera algún elemento taxonómico implícito en alguna sección (lista de taxones, nuevo registro, caracteres) se eliminó, tal fue el caso de trabajos ecológicos, de distribución (de cualquier tipo) o aplicados, fisiológicos, de comportamiento, densidad, genéticos y bioquímicos, entre otros.

2. Posteriormente se analizaron las secciones siguientes del artículo, para poder determinar si efectivamente el propósito del artículo era taxonómico; si esto era confirmado entonces se capturaba y clasificaba como artículo taxonómico; si no lo era, se eliminó, aunque presentara títulos que lo sugirieran, como fue el caso de varios artículos faunísticos y florísticos que tuvieron propósitos claramente ecológicos, entre otros.

CAPTURA Y CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA DE LOS ARTÍCULOS

A continuación se analizó y clasificó el contenido de cada artículo identificado como taxonómico y se capturó la siguiente información (Figura 4):

1. Nombre de la revista.
2. Año.
3. Volumen.
4. Número.
5. Páginas en la que empieza y termina el artículo.
6. Número de páginas totales que abarca el artículo.
7. Autor: nombre, nombre abreviado, orden en el que se encuentra en el trabajo, género, e institución a la que perteneció cuando escribió tal artículo. Cuando el autor puso su dirección personal se clasificó como particular. Si el autor tenía asignada más de una institución, ésta se capturó en la sección de notas; el número de estos casos fue mínimo.
8. Título del artículo.
9. Idioma en el que está escrito.

10. Tipo de escrito: nota (dos o menos páginas) o *in extenso* (tres o más páginas), artículo científico o ensayo.

11. Tipo de trabajo taxonómico. Éste se determinó con base en el contenido de todo el artículo. Para establecer la clasificación se ampliaron y modificaron los criterios utilizados por Blackwelder (1967), Mayr (1969) y Papavero y Llorente (1999), a partir de los cuales se realizaron las definiciones para cada una (sumaron 31) (Apéndice 7). Se aplicó el criterio más incluyente (la mayor cantidad de información posible) para asignar el o los tipos de trabajo correspondientes a cada artículo, de tal manera que en muchos casos se identificaron varios tipos de trabajos para un solo artículo.

12. Disciplinas: zoología, botánica y microbiología.

13. Subdisciplinas:

a. Botánica (Protista, Plantae y Fungi): ficología (algas), Magnoliophyta, micología (Fungi) y pteridología (Pteridophyta), orquideología (Orchidales), cactología (Caryophyllales y Bromeliales), entre otras.

b. Zoología³¹ (Protista³² y Animalia): anelidología (Annelida y otros *phyla* menores), aracnología (Arachnida), carcinología (Crustacea), helmintología (Platyhelminthes, Nematoda, Acanthocephala, Mesozoa, Nematomorpha y Nemertinea), malacología (Mollusca), entomología (Insecta y otras clases menores), herpetología (Amphibia y Reptilia), mastozoología (Mammalia), ornitología (Aves), otros (Bryozoa y Appendicularia), paleontología (fósiles) y protozoología (Protista), por mencionar las más comunes.

c. Microbiología (Monera).

14. Taxón en estudio. Se registró el nombre del taxón estudiado en el artículo con base en la mínima categoría mencionada en el título. Además, para unificar la base de datos a una sola categoría, en la mayoría de los casos se capturó el orden con base en las siguientes clasificaciones:

- a. Clasificación botánica: Cronquist (1988).
- b. Clasificación zoológica: *Zoological Records* (Biosis, 1978-2000).
- c. Clasificación micológica: Hawksworth *et al.* (1995).

En este campo se utilizó un asterisco (*) para representar la categoría respecto a la cual se unificó un taxón determinado, por ejemplo en insectos se utilizó el orden. También, en varios casos se capturó la familia y el nombre científico, tal fue el caso de los artículos entomológicos y botánicos.

15. Región. Lugar donde se hizo el estudio o la recolecta del taxón, y/o a la cual se refiere el artículo. La clasificación se hizo con base en la División Política Estatal de los Estados Unidos Mexicanos. Había dos categorías principales: México y extranjero; y un campo para especificar el estado y el país al que se hacía referencia.

16. Notas. Campo en el que se capturó información adicional que fuera necesaria.

Además, en los formularios de captura se agregaron algunos campos que permitieron hacer filtros y establecer controles como los denominados: 1) 'terminado', se refiere a los artículos que fueron analizados completamente, y 2) 'analizado', significa que se han verificado los datos.

³¹ Esta clasificación se hizo con base en la jerarquía utilizada en el *Zoological Record* (1978-2000).

³² En el *Zoological Record* (1978-2000) lo denominan Protozoa.

Figura 5. Formulario de captura para artículos de la base de datos TaXMeXX.

Es necesario aclarar que no todos los artículos deben tener llenos todos los campos, dado que la información obtenida depende del tipo de trabajo, y ésta no siempre aparece o no es necesaria. Sin embargo, se trataron de capturar todos los datos a partir de la información implícita o explícita proporcionada en el texto, los cuadros, o las figuras del artículo analizado.

Las combinaciones de datos que se pueden realizar a partir de la información contenida en la base de datos TaXMeXX son muy diversas y dependen de la cantidad de los campos capturados, por ejemplo, pueden hacerse consultas simples (1:1), por ejemplo: autores por artículo, autores por año, autores por taxón; o compuestas (1:2, 1:3,2:1, 2:2.... etc...), por ejemplo: familias por autor por año, autores por género por año, artículos por disciplina por institución, artículos por revista por autor, artículos por institución por taxón, por región, por tipo de trabajo, entre otras. Si se considera que en la base hay 25 registros distintos y se relacionan, por ejemplo, con 19 de los campos, las combinaciones aproximadas podrían ser más de varios miles, esto solo si se estiman algunas de las opciones, de tal forma que si se procesara toda la información y se hicieran todas las relaciones posibles, habrían una cantidad muy grande de resultados.

Además de las publicaciones y los artículos analizados en la base de datos TaXMeXX, también se capturó la información procedente de otras revistas y series que son de gran importancia en la taxonomía mexicana, pero por razones metodológicas, prácticas, de tiempo y de representación no se analizaron o no se incluyeron en los resultados (ver resultados y discusión). Tal fue el caso de algunas publicaciones del Instituto de Biología que no

corresponden con la definición de revista (pues son series), lo que desviaría los resultados al incorporarlas; *Quetzal* o el *Boletín Amaranto* no se tomaron en cuenta por sus características³³ y el tipo de artículos que presentan y el *Boletín del Instituto de Botánica*, entre otras, no se consideraron por falta de tiempo, estas revistas podrán ser incluidas en un futuro dentro de TaXMeXX para hacer un análisis exhaustivo, que incluso pudiera incluir los libros especializados.

Para tener un universo más representativo, varios artículos capturados pero no analizados, se obtuvieron de las listas de publicaciones de los autores, de las series mismas y de la bibliografía contenida en Llorente *et al.* (2000a).

Es importante señalar que la base de datos en su totalidad fue realizada por la primera autora con la coordinación del segundo; el diseño, la captura, la normalización y el análisis son su responsabilidad; esto conlleva las ventajas y desventajas metodológicas que ello implica. Hasta el momento la normalización está acabada en su mayor parte y con el tiempo se irá realizando una revisión más exhaustiva con la ayuda de los especialistas en cada materia. Los registros de Coleoptera y Lepidoptera han pasado ya por esta verificación, con la supervisión de los entomólogos Juan José Morrone y Jorge Llorente; los peces y los helmintos fueron sometidos a una primera revisión (superficial) por Héctor Espinosa Pérez y Gerardo Pérez Ponce de León.

A partir de estas normalizaciones se pudo concluir que el margen de error en el análisis y la captura de registros fue cercano al 7%; y los más comunes fueron: 1) falla ortográfica en el título, sobre todo en la escritura de los nombres científicos y/o del autor que los describió, y 2) equivocación en la asignación del autor (al elegirlo de la lista se seleccionaba el anterior o el posterior). Estos errores fueron fácilmente identificados por los expertos y son evidentes al hacer el procesamiento de los datos, por lo que son factibles de corrección.

La base de datos y el índice bibliográfico con la información que ésta contiene, se presentarán impresos, en discos, y/o en línea por Internet en un futuro.

OTRAS FUENTES UTILIZADAS

Bases de datos. También se utilizó información contenida en otras bases de datos como: *Síntesis del estado de las colecciones biológicas mexicanas, Resultados de la encuesta inventario y diagnóstico de la actividad taxonómica en México 1996-1998*, (Llorente *et al.*, 2000a), CONACYT (listas de publicaciones de candidatos e investigadores nacionales dedicados a taxonomía, sistemática, botánica, zoología micología, evolución, estados), SNI (listas de publicaciones), *Periódica* (UNAM, 1979) (<http://www.dgbiblio.unam.mx/>), *Latindex* (UNAM, 1997) (<http://www.latindex.unam.mx>), *ISI* (<http://132.248.67.1:8080/wos/isis/cgi/CIW.cgi>), *Zoological Record* (Biosis, 1978-2000) y *Biological Abstracts* (<http://xochi.cichcu.unam.mx:8590/>).

Además, se usaron libros de botánica, zoología, expediciones, exploraciones, bibliografías e índices entre los que están los de León (1895), Beltrán (1942b), Guerra (1950), Fernández del Castillo (1956, 1959), Lagman (1964), Flores (1982), Martínez (1984) y Beuchot (1996). Fueron de capital importancia los índices de las revistas: *Anales del Instituto de Biología* en su versión impresa (Butanda y Ramírez, 1997) y electrónica (<http://biblio68.ibiologia.unam.mx/FullText/>), *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, (Butanda, 1990), *Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología* (1978), *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate* (Aguilar y Santillán y Mendizábal, 1934), *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* (Gío-Argáez y Rivas, 1993; IMERNAR,

³³ La mayoría de sus artículos no tienen finalidad taxonómica.

1999); *La Naturaleza* (Smith, 1942; Beltrán, 1948b y Gío-Argáez y Rivas, 1993); *Revista Mexicana de Biología* (Beltrán, 1951b); y las bibliografías de mamíferos (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1994) y pteridofitas (Riba y Butanda, 1987), entre otros.

Los trabajos historiográficos más importantes de la ciencia y de la biología en México se utilizaron para concluir, contextualizar, integrar, evaluar y convalidar los resultados que se obtuvieron a partir del análisis de las revistas. Por ejemplo, se consultó a: Parra (1903), Izquierdo (1955, 1958), De Gortari (1957, 1980), Moreno (1988, 1989a,b, 1994), Saldaña (1992), Trabulse (1991, 1997), Saladino (1990); además, los trabajos sobre el desarrollo de la biología de Herrera (1921), Ibarra (1937a,b, 1938a,b, 1940), Beltrán (1942a, 1943a,b, 1945, 1948a,b, 1949a,b, 1951a,b,c,d, 1953a,b, 1955a,b, 1956, 1960, 1961, 1964a,b,c,d, 1966a,b, 1967, 1968a,b, 1969, 1971, 1977, 1979, 1982, 1984), Barrera (1955, 1974, 1994), Herrera (1965, 1967, 1994), Herrera *et al.* (1998), Rzedowski (1970, 1981), Hoffmann (1984), Hoffmann *et al.* (1993), Azuela y Guevara (1998ab), Aréchiga y Beyer (1999), y Michán y Llorente (1999), entre los más importantes (ver referencias).

Listas de publicaciones de taxónomos mexicanos. Debido a que la información contenida en la base de datos únicamente se refiere a revistas mexicanas, fue necesario establecer la representatividad de los datos capturados, esto se logró comparando los datos de TaXMeXX con la producción total de los investigadores, respecto a la cantidad de trabajos publicados en revistas no consideradas en la base TaXMeXX y en revistas extranjeras. Para ello se analizaron las listas de publicaciones de 35 investigadores representativos de la taxonomía mexicana del siglo XX, con la intención de tener un conjunto en el que se verificara la tendencia de sus publicaciones dentro y fuera del país. A partir de esta información se obtuvo para cada autor: 1) periodo de publicación, 2) total de trabajos publicados, incluidos artículos, libros, capítulos y congresos, 3) total de trabajos taxonómicos, 4) total de trabajos no taxonómicos, 5) total de trabajos taxonómicos publicados en México, 6) total de trabajos taxonómicos publicados en el extranjero, y 7) revistas en las que publicaron trabajos taxonómicos no analizados en TaXMeXX. Para algunos casos, también se obtuvo la tendencia de publicación en el tiempo para cada investigador.

Todos los datos se procesaron, analizaron y graficaron con los programas Access y Excel de Microsoft Office (2000). Se realizaron operaciones aritméticas, obtención de porcentajes y tendencias, entre otros. Para cada tipo de gráfica se realizó una plantilla en la cual se puede modificar la información dependiendo del taxón o conjunto al que se aplique.

RESULTADOS, COMENTARIOS Y DISCUSIÓN

El hombre no es solamente fruto de la historia y de las fuerzas que la mueven, como se pretende ahora; tampoco la historia es el resultado de la sola voluntad humana. El hombre, me parece, no está en la historia: es historia.

Voy a insinuar una respuesta que quizá no sea del todo satisfactoria. Con ella no pretendo sino aclararme a mí mismo el sentido de algunas experiencias y admito que tal vez no tenga más valor que el de construir una respuesta personal a una pregunta personal.

O. Paz, 1950. *El laberinto de la soledad*.

LA INVESTIGACIÓN HISTORIOGRÁFICA

En este trabajo se presenta el análisis temporal de una disciplina científica mexicana a partir de una perspectiva diferente, se estudia un tema, un periodo y un método no abordados y mucho menos integrados. Este proceso incluyó: 1) la recopilación de fuentes, 2) la sistematización y el procesamiento de la información en una base de datos, 3) el análisis cuantitativo y cualitativo de la información, 4) la presentación gráfica de las tendencias generales, y 5) la interpretación y contextualización de la información.

La historiografía contemporánea motiva varios retos al historiador: 1) la aplicación de técnicas, métodos e instrumentos nuevos, tales como los informáticos que representan un avance importante; y 2) la cercanía de las fuentes y el vivir próximo a la época que se estudia, lo cual permite en muchos casos hacer análisis más objetivos y plantear conclusiones más comprensibles, porque se convive con el objeto de estudio y facilita que los resultados se puedan aplicar en el diseño de planes y estrategias de desarrollo, aunque también se corre el riesgo de ser parcial.

El exceso de información es otro de los problemas a los que se enfrenta la historiografía contemporánea, por lo que es indispensable discriminar. En este caso se hizo énfasis en las revistas, porque la sistematización de esta información era necesaria y urgente, es la más numerosa, significativa y representativa, además, constituye el producto más colectivo e institucional. Los libros mexicanos y extranjeros sobre los taxones mexicanos deberán añadirse a esta base de datos en un futuro y también se deberán incluir análisis sobre el tema de las revistas extranjeras. Por otra parte, debe tomarse en cuenta que la publicación en revistas extranjeras de trabajos taxonómicos mexicanos es un fenómeno más reciente, de los últimos 20 años.

El uso de datos cuantitativos también presenta ventajas y desventajas, entre las primeras están la objetividad y representación, entre las segundas se puede mencionar que en algunos casos son poco representativos, porque el conocimiento científico no solo consta de obras impresas; pueden ser reduccionistas y no consideran el contexto en el que se produjeron. Para superar en parte esto, se tomaron complementos que incluyeron algunos otros elementos externos.

De tal forma que integrar los datos cuantitativos y cualitativos referentes a la información taxonómica e institucional contenida en los artículos taxonómicos publicados en México, permitirá obtener respuestas acerca del comportamiento de varios de los principales elementos que conformaron el desarrollo de una disciplina acotada espacio-temporalmente. Este tipo de análisis tiene una importancia doble: primero, la meramente descriptiva de reconocer y sistematizar los acontecimientos, las circunstancias y los productos de la investigación taxonómica³⁴; y

³⁴ Aquí se usa el término de forma global, pues se incluyó al medio difusor, los artículos y al conocimiento que éstos contienen.

segundo, la crítico-analítica en la que se establecen las implicaciones e influencias, desarrollo y alcance de estas tanto a nivel regional como mundial.

La trascendencia de las preguntas historiográficas aquí abordadas consiste en que a partir de los resultados obtenidos se podrán establecer estrategias respecto a la práctica, la investigación, el fomento de la taxonomía, lo cual permitirá mejorar el desarrollo de esta disciplina. Esta investigación será fructífera en la medida en la que varios de sus resultados puedan aplicarse en el mejoramiento del desarrollo de la taxonomía en México.

LA BASE DE DATOS TAXMEXX

Una de las mejores formas de preservar el conocimiento sobre una disciplina es por medio de la documentación, este proceso consiste en capturar y sistematizar la mayor cantidad de información posible sobre el tema (impresa principalmente); esto se vuelve trascendente en la sistemática si se considera la relevancia que tienen los documentos científicos para la práctica taxonómica, pues una de sus tareas básicas: la descripción y la denominación de nuevos organismos, se establece y se difunde a través de este medio. Por esta razón sería importante que las instituciones principales en las que se realiza investigación taxonómica tengan un departamento especializado en la historia y la documentación de la biología comparada en la que se sistematice la información y se proporcione la asesoría idónea a los investigadores; en México estaría como ejemplo el Instituto de Biología de la UNAM, centro en el que se realiza la mayor cantidad de investigación de este tipo, lugar donde se albergan las colecciones nacionales y se encuentra la bibliografía especializada más abundante. También sería importante implementar secciones de este tipo en la Facultad de Ciencias de la UNAM, la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas y el Instituto de Ecología, A. C.

Un instrumento idóneo para documentar eficazmente un acervo de información son las bases de datos manejadas electrónicamente; por esta razón, en este estudio se presentan algunos resultados obtenidos en la base de datos TaXMeXX que se diseñó con la finalidad de utilizarla en estudios histórico-taxonómicos.

Esta base de datos constituye una herramienta que contiene información relevante y permite procesar una muestra significativa de lo publicado sobre taxonomía en México durante el siglo XX, pues abarca hasta el momento más del 90% de la información producida, por lo tanto los resultados que se obtengan son significativamente representativos para establecer las características y tendencias de esta disciplina durante la época estudiada. Esta cifra se obtuvo como resultado del análisis del comportamiento de la curva de Bradford (Apéndice 8), la línea llega a un punto de saturación en la cual el aumento es mínimo pues ya están incluidos la mayor cantidad de artículos publicados sobre el tema, además este dato fue confirmado con la comparación externa de la información obtenida del análisis de la lista de publicaciones de los *curricula vitarum* de algunos de los taxónomos mexicanos, y con los datos contenidos en el trabajo *Síntesis del estado de las colecciones biológicas mexicanas* (Llorente *et al.*, 2000a). Además, hay un número mínimo de artículos de revistas mexicanas *sensu stricto* no incluidos. (Ver adelante la cantidad de revistas obtenidas con temas taxonómicos no analizadas en este trabajo).

Aunque esta base de datos fue construida con una intención histórica también puede aplicarse para consultas bibliográficas, esto resulta importante porque contiene la mayoría de los artículos taxonómicos escritos y publicados durante el siglo XX en México, y de los más relevantes, lo cual puede representar una herramienta de consulta muy útil para los taxónomos mexicanos y extranjeros, en especial para aquellos que comienzan su

formación. Si se considera que gran proporción de los trabajos botánicos y zoológicos son taxonómicos también esta base de datos contiene una cantidad de información importante para el desarrollo de estas disciplinas y en general es de interés para cualquier biólogo o historiador de la biología.

La información contenida en TaXMeXX se vuelve aún más significativa si se toma en cuenta la carencia de literatura y de bancos de datos sobre bibliografía referentes a cualquier taxón de los países en desarrollo; incluso es fundamental si se considera que el número mayor de artículos taxonómicos sobre los organismos mexicanos principalmente se encuentra en revistas extranjeras, están escritos en otros idiomas y por lo general son inaccesibles, por su difusión o edición limitada y elevado costo de suscripción³⁵. Al respecto Rodríguez-Yáñez *et al.* (1994) apuntan: "*desgraciadamente no hay en México sistemas u obras de referencia que permitan una búsqueda rápida y adecuada de la literatura relevante al trabajo [taxonómico] que se realiza*".

La cantidad de datos contenidos en TaXMeXX se puede apreciar en el cuadro 8, ahí se presentan los campos principales capturados y analizados.

Cuadro 8. Algunos de los principales elementos capturados y analizados en la base de datos TaXMeXX.

Categoría	Número de registros
Publicaciones capturadas	57
Revistas analizadas	28
Volúmenes capturados	1, 330
Volúmenes analizados	1, 079
Números capturados	1, 780
Números analizados	1, 329
Artículos capturados	6, 578
Artículos analizados	6,150
Páginas totales	79, 294
Autores capturados	2, 460
Autores analizados	2, 331
Países a los que pertenecen los autores	44
Instituciones mexicanas a las que pertenecen los autores	164
Países a los que se refiere el artículo	98
Tipos de trabajo	31
Idiomas	6

Se capturaron 57 revistas diferentes y 6578 escritos, de este total fueron analizadas completamente las 28 (50%) revistas más representativas y 6150 (93.5%) artículos cuyos resultados serán presentados, analizados e interpretados en este capítulo. El resto, 29 (50%) publicaciones con únicamente 428 (6.5%) escritos solo se mencionan, no fueron analizados y no se incluyeron en el estudio por poseer alguna de las siguientes características: 1) las publicaciones no son periódicas, 2) no se consiguió la serie completa, 3) no es una revista con enfoque taxonómico, 4) su difusión fue muy limitada, o 5) por razones metodológicas o prácticas, como el tamaño de la muestra de estudio o el tiempo disponible para realizar la investigación. Estos datos se obtuvieron de la información registrada por Llorente *et al.* (2000a) y las listas de publicaciones obtenidas de algunos autores; así que el único criterio utilizado para incluir estos artículos en la base TaXMeXX fue que el título sugiriera una finalidad taxonómica, pues el texto no se analizó; además, para estos casos solo se llenaron algunos de los

³⁵ Más adelante en la sección de publicaciones periódicas se tratan de forma más extensa los problemas que tienen los taxónomos mexicanos para consultar literatura especializada.

campos referentes a la cita bibliográfica³⁶. Este conjunto podría analizarse posteriormente para completar la base de datos y hacerla exhaustiva (Cuadro 9).

Cuadro 9. Revistas y artículos capturados no analizados en TaXMeXX.

Nombre	Institución	Época	Artículos capturados
<i>Acta Científica Potosina</i>	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	1957-1994	3
<i>Acta de Chapultepec</i>	Museo de Historia Natural de la Ciudad de México		7
<i>Acta Politécnica Mexicana</i>	IPN. Escuela Superior de Medicina	1959	1
<i>Agrociencia</i>	El Colegio de Postgraduados	1966-	11
<i>Avacient</i>	Instituto Tecnológico de Chetumal	1990	6
<i>Biológicas, Morelia, Michoacán</i>	Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	N.D.	1
<i>BIOTAM</i>	Instituto de Ecología en Alimentos Universidad Autónoma de Tamaulipas	1989	14
<i>Boletín Amaranto</i>	Asociación Mexicana de Jardines Botánicos A. C.	1988	2
<i>Boletín de la Dirección General de Agricultura</i>	Dirección General de Agricultura	1911-1917	16
<i>Boletín de la Sociedad Agrícola Mexicana</i>	Sociedad Agrícola Mexicana	1979-1914	
<i>Boletín de la Sociedad Mexicana de Entomología</i>	Sociedad Mexicana de Entomología	1968-1973, 1985?	2
<i>Boletín de Parasitología Agrícola</i>	Comisión de Parasitología Agrícola	1900-1908 1908-?	1
<i>Boletín del Instituto de Botánica</i>	Universidad de Guadalajara	1978	26
<i>Boletín Nakari</i>	Sociedad Jalisciense de Cactología	1990	1
<i>Chapingo</i>	Universidad Autónoma de Chapingo	1927	1
<i>Ciencia Nicolaita</i>	Coordinación de la Investigación Científica, UMSNH, Morelia, Michoacán	1992	1
<i>Contactos</i>	ND	N.D.	3
<i>Cuadernos del Instituto de Biología UNAM</i>	Instituto de Biología UNAM	1989	30
<i>Flora de Veracruz*</i>	Instituto de Ecología A. C	1978	116
<i>Flora del Bajío y de regiones adyacentes*</i>	Instituto de Ecología A. C	1991	107
<i>Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*</i>	Instituto de Biología UNAM	1993	22
<i>Gaceta Médica de México</i>	Academia Mexicana de Medicina	1864	3
<i>Investigaciones Marinas CICIMAR</i>	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, SEP	1985	2
<i>Listados Faunísticos de México*</i>	Instituto de Biología UNAM	1989	8
<i>Listados Florísticos de México*</i>	Instituto de Biología UNAM	1983	18
<i>Monografías del Instituto de Biología UNAM*</i>	Instituto de Biología UNAM	1982	5
<i>Quetzal</i>	N.D.	N.D.	2
<i>Revista de la Sociedad Mexicana de Entomología¹</i>	Sociedad Mexicana de Entomología	1955-1955	6
<i>Revista del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales</i>	Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales	1939-1965?	9
<i>Revista Mexicana de Fitopatología</i>	Sociedad Mexicana de Fitopatología A. C.	1982	2
<i>Tiempos de Ciencia, U. de G.</i>	Universidad de Guadalajara	1985-1992?	3

¹No se analizó porque solo se publicó un número, e históricamente no se puede considerar antecesora directa de *Folia Entomológica Mexicana*, contiene seis artículos e incluirla hubiera creado desviación en el análisis bibliométrico. *Se marcan las que no son publicaciones periódicas, se puede completar la información con el cuadro 2.

Este conjunto de escritos capturados y no analizados constó de 428 artículos, de los cuales 306 (71.5%) fueron publicaciones no periódicas y representan exclusivamente el 4.7% del total de la base de datos. Esto significa que el 50% de las publicaciones mencionadas no analizadas contiene cerca del 6.5% de escritos, éstos generalmente correspondieron a series de trabajos florísticos y faunísticos de gran tamaño que se publicaron en conjuntos que corresponden a una misma región geográfica y que representan un trabajo taxonómico significativo, la mayor parte de ellos fueron publicados por el Instituto de Biología y el de Ecología A. C (Cuadro 9). El resto no analizado, 122 registros (28.5%), correspondieron a artículos publicados que solo representaron el 1.85% del total

³⁶ Autor, año, revista, volumen y número de páginas.

de la información de la base de datos, este conjunto no es comparable cualitativa ni cuantitativamente con el resto de la información analizada porque no se hizo una revisión de cada revista y no se sabe cuántos artículos taxonómicos pudieran contener.

La finalidad de capturar las publicaciones no analizadas fue para tener una referencia de otras revistas y artículos que pudieran existir sobre el tema y obtener una cifra aproximada sobre la cantidad de trabajos no considerados en esta investigación y la proporción que representan. Al respecto se puede considerar que el número pequeño de estos casos no es significativo en comparación con los analizados en TaXMeXX; esta evaluación cuantitativa es otra evidencia de que la información contenida en la base es suficientemente representativa de la práctica taxonómica en México durante el siglo XX.

También se debe considerar que varias revistas de agricultura, botánica, microbiología, veterinaria y zoología que tratan temas aplicados no se reseñan en este trabajo, aunque en algunos casos publicaron artículos y monografías de interés agrícola, forestal, veterinario y médico que presentan información que puede ser de importancia taxonómica. Estos escritos fueron muy comunes sobre todo en la entomología, la micología y la helmintología, tal fue el caso de revistas como: *Ciencia Forestal*, *Gaceta Médica de México*, *Fitófilo*, *México Forestal*, *Revista Veterinaria de México*, por mencionar algunas. Tal vez en un futuro convenga rescatar bajo examen minucioso estos trabajos taxonómicos para obtener información sobre la relación y la aplicación de la sistemática con otras disciplinas.

Es importante hacer notar que en la base de datos hay contenida gran cantidad de información no procesada ni presentada en este trabajo por sus objetivos principales y por razones prácticas, pero serán analizadas y presentadas en un futuro, además de que también podría ser fuente de información histórica para otras disciplinas como la botánica y la zoología por mencionar a las más importantes.

A continuación se presentan varios resultados de los análisis de las revistas y los artículos de la base de datos TaXMeXX y de otras fuentes, contextualizados e integrados en una perspectiva histórica. Para establecer las características de la taxonomía en México durante el siglo XX se requiere conocer los siguientes elementos principales: 1) los investigadores, 2) las características de los trabajos que producen, y 3) las instituciones a las que pertenecen y las revistas en que publican. De tal manera que la exposición del estado de la taxonomía en México se ha dividido para su presentación en dos partes: a) la primera está dedicada a los taxónomos, los artífices de la producción taxonómica y la razón de ser de las instituciones y a las características de la producción taxonómica propiamente dicha (con énfasis en el contenido teórico-metodológico), obtenida a través del análisis de los artículos en cuanto a los taxones, regiones y temas tratados, a los problemas abordados, a los análisis que se realizaron, en especial los tipos de trabajos, las teorías, los métodos y los conceptos utilizados; b) posteriormente, se refiere a todos aquellos elementos de la práctica taxonómica que en este trabajo hemos denominado institucionalización, es decir, a los aspectos extrínsecos pero fundamentales para el desarrollo de una disciplina (instituciones de investigación y fomento, sociedades y revistas), al final se da una visión sucinta sobre las perspectivas en la práctica de esta ciencia para el siglo XXI.

Debido a lo extenso del tópico, a la gran cantidad de resultados cuantitativos y a la estructura del trabajo, será necesario tratar cada uno de estos temas por separado, pero siempre haciendo referencia a las relaciones existentes, de tal manera que para cada una de las secciones se expondrán los resultados y observaciones, y se

harán las discusiones pertinentes de manera independiente, las cuales serán integradas en la sección de conclusiones.

LOS TAXÓNOMOS

El productor de un trabajo taxonómico es un investigador especializado, generalmente denominado taxónomo o sistemático, Lamothe (1994) lo define como: *“aquel investigador que además de identificar correctamente las especies con las que trabaje y de situarlas dentro de una serie de jerarquías taxonómicas, es capaz de describirlas y compararlas con otras dentro de la misma categoría taxonómica; de elaborar claves y cuando se encuentre con una especie nueva, describirla, situarla taxonómicamente y darle un nombre científico, para lo cual debe entender, conocer y manejar la nomenclatura científica [y los principios sistemáticos] de su especialidad”*.

A continuación se exponen algunos datos sobre la cantidad de taxónomos que trabajaron en México durante el siglo XX y algunas de sus características. En TaXMeXX hubo un total de 2331 autores que por lo menos hicieron un artículo taxonómico en todo el siglo, para 1987 se registraron 230 personas que solo publicaron un artículo sobre sistemática, para 1999 fueron 155, y para el 2000 hubo 172, es decir, en México, a finales de siglo hubo cerca de 150 taxónomos. En estos resultados se debe considerar que solo están incluidos quienes escribieron en las revistas mexicanas (el criterio más incluyente), pero no basta con que alguien publique un solo artículo para ser considerado como taxónomo; sin embargo esto permite identificar a todas aquellas personas que están involucradas con el trabajo taxonómico, pues incluye a los estudiantes, técnicos y especialistas que hicieron escritos (Cuadro 10).

Cuadro 10. Estimación de la cantidad de taxónomos en México.

Año	Fuente	Taxónomos
1987 ¹	SNI	65*
1987	TaXMeXX	230
1987	Instituto de Biología ⁴	81**
1999 ²	Colecciones Biológicas Mexicanas	119
1999 ³	SNI	125**
1999	TaXMeXX	155
2000	TaXMeXX	172
2000	Instituto de Biología ⁵	77**

¹López-Ochoterena y Casas-Andreu (1991). ²Llorente *et al.* (2000a), se refieren a las personas que trabajan en una colección y pertenecen al SNI. ³SNI (1999). ⁴Instituto de Biología (1991). ⁵Instituto de Biología (2001). *Incluye taxonomía, botánica y zoología. **Consta de botánicos y zoólogos.

En lo que respecta al personal que trabajó en los museos biológicos de México, en 1999 hubo registradas 977 personas colaborando en las colecciones, de los cuales 371 (32%) fueron contratados como investigadores o profesores, y de ellos 119 (12%) pertenecían al SNI (58 botánicos, 56 zoólogos y cinco microbiólogos), el resto fueron estudiantes, técnicos y capturistas (Llorente *et al.*, 2000a).

En cuanto a los taxónomos que están adscritos a las instituciones de investigación se puede hacer una estimación aproximada si se considera a las que tienen mayor cantidad de taxónomos contratados, por ejemplo el Instituto de Biología de la UNAM fue la institución en nuestro país con mayor cantidad de taxónomos, en el año

2000 contaba con 72 investigadores³⁷, pero pertenecían al SNI solo 47 (66%). (Instituto de Biología, 2001)³⁸. Respecto a otras instituciones, en la Facultad de Ciencias de la UNAM hay cerca de 25 taxónomos y en el Instituto de Ecología A. C. hay 20 aproximadamente; si se considera que estas instituciones tienen cerca del 44% de los taxónomos mexicanos (ver la sección de instituciones) podría deducirse que a finales del siglo XX hubo cerca de 200 taxónomos contratados en los centros de investigación, no todos avalados por el SNI. Los informes de las instituciones como el Instituto de Biología, la Facultad de Ciencias, ambos de la UNAM, el Instituto de Ecología A. C. y la ENCB del IPN, por ejemplo, podrían dar datos para revisar el ritmo de crecimiento (o decrecimiento) de estas cifras durante los últimos 30 años.

Más datos respecto a la cantidad de taxónomos en México los produjo el SNI. En 1987 registró un total de 3927 investigadores, de los cuales 286 fueron biólogos, de ellos 17 estaban dedicados a la taxonomía, 22 a la zoología y 26 a la botánica. Si se toma en cuenta que generalmente los botánicos y los zoólogos practican la taxonomía y la imposibilidad de discriminar entre los que la aplican o no, se considerara que el número aproximado de taxónomos en ese año es la suma de las tres categorías, el total sería cercano a 65 que equivale al 1.6% de la suma de investigadores registrados en el SNI y al 22.7% en el área químico-biológicas (López-Ochoterena y Casas-Andreu, 1991). Para 1999 las cifras aumentaron de modo considerable pero no las proporciones, había 7252 investigadores en el SNI, de los cuales 125 eran taxónomos explícitamente, lo que corresponde al 1.7% del total de investigadores registrados en el SNI y al 11.6% del área químico-biológicas (SNI, 1999). Por lo tanto, en nueve años, el número de investigadores aumentó y la cifra de taxónomos se duplicó, pero la proporción de taxónomos respecto al total de investigadores permaneció igual, significa que en proporción la cantidad de taxónomos contratados no aumentó. En cuanto a los 127 investigadores citados por el SNI en 1999, fue difícil identificar a los taxónomos porque se utilizan las categorías 'zoólogo' o 'botánico', pero probablemente la mayoría de ellos hicieron taxonomía.

En relación con la cantidad de autores acumulados en el tiempo según TaXMeXX, se puede observar que durante el siglo XX esta variable aumentó de forma significativa, en el periodo 1900-1905 había en promedio seis taxónomos, para 1931-1935 el promedio subió a 30, en 30 años el aumento fue de cinco veces; en el lapso 1961-1965 la cifra alcanzó 109 autores, casi cuatro veces más que el periodo anterior y cerca de 16 veces más que en 1900; posteriormente, en el periodo 1986-1990 se registró un promedio de 303 taxónomos, el máximo por quinquenio durante el siglo; este dato representa un aumento de tres veces más respecto al periodo anterior, de tal manera que a finales de siglo hubo 50 veces más taxónomos que los registrados para 1900. En los dos últimos periodos de 1991-1995 fueron 264 en promedio y en 1996-2000 la cifra llegó a 290 (Figura 6).

³⁷ La mayoría aparecen en TaXMeXX.

³⁸ Es necesario apuntar que los criterios utilizados por el SNI para evaluar a los especialistas han causado muchas polémicas, a tal grado que algunos de ellos lo descalifican y prefieren no someter su trabajo a tal evaluación. Algunas de las características de este sistema se pueden ver en las características del SNI en la sección de las instituciones. El SNI ha promovido la dispersión de las publicaciones taxonómicas y la dependencia (Barrera, 1974) en aras de mejorar la 'calidad', pero muchos taxónomos publican lo mismo aunque en inglés y pagando derecho de página con la posibilidad de producir mayor impacto de su trabajo, por el supuesto de ser más visible en revistas extranjeras. Pocas de estas revistas están en el SCI y pocas de éstas publican trabajos de envergadura en el campo taxonómico como monografías y catálogos, a pesar que la taxonomía es una ciencia estratégica en el conocimiento de los recursos naturales de la nación.

Los aumentos más significativos se dieron en 1931 cuando se duplicó por primera vez la cantidad de personas que escribieron sobre taxonomía, para 1941 se cuadruplicó, en 1971 se sextuplicó y para 1986 se octuplicó, esto se produjo en periodos de 30, 10, 30 y 15 años respectivamente (Figura 6). Varias de estas fechas coinciden con la fundación de centros importantes donde se realizó investigación taxonómica como el Instituto de Biología, la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, la Facultad de Ciencias (investigación) y el Instituto de Ecología, el papel de las instituciones en este proceso fue definitivo pues se fomentó la enseñanza, se contrató personal de tiempo completo y se financiaron proyectos (Figura 6). Lo cual se discute más ampliamente en las secciones dedicadas a la institucionalización.

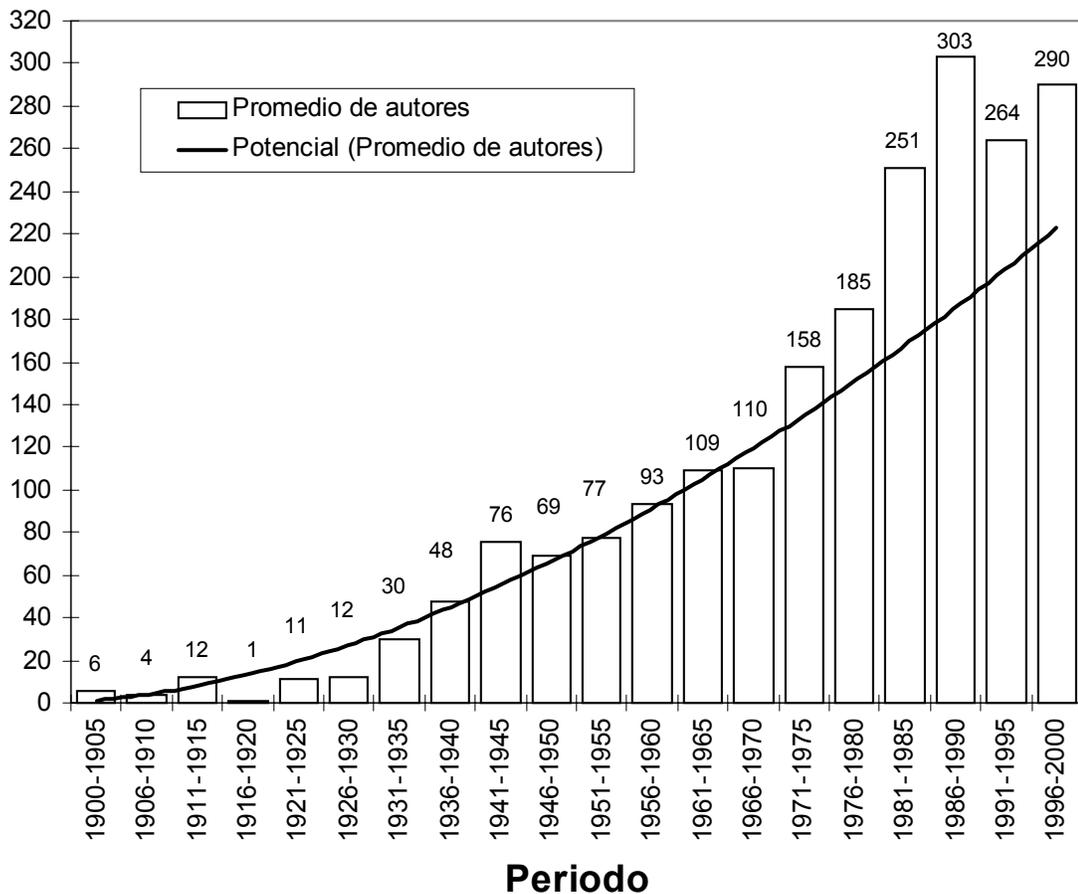


Figura 6. Promedio de autores por quinquenio que publicaron sobre taxonomía en México durante el siglo XX según TaXMeXX y el promedio acumulado.

Si se compara la tendencia de los autores acumulados con la participación de nuevos taxónomos (otros investigadores en la producción de los artículos), es evidente la cantidad de taxónomos que se fueron incorporando conforme al tiempo a la actividad sistemática, y sobre todo es clara la de un grupo de autores en la producción (seguramente la mayor proporción de esta área fue resultado del trabajo de los especialistas; ver las características de la producción de los taxónomos en la siguiente sección) (Figura 7).

Otra referencia sobre la cantidad de taxónomos en un período es a partir de la tendencia en el tiempo de los investigadores adscritos al Instituto de Biología, ésta aumentó al final del siglo, aunque no de forma significativa (Instituto de Biología, 2001), y hubo una disminución en el periodo 1977-1980 debida posiblemente a la separación

de algunos investigadores que formaron los institutos de Ciencias del Mar, Fisiología Celular y de Ecología. Estos eventos que acontecieron entre 1970 y 1985, incidieron en el número de científicos del Instituto de Biología que se convirtió en una entidad más especializada en los estudios que nos ocupan (Figura 7).

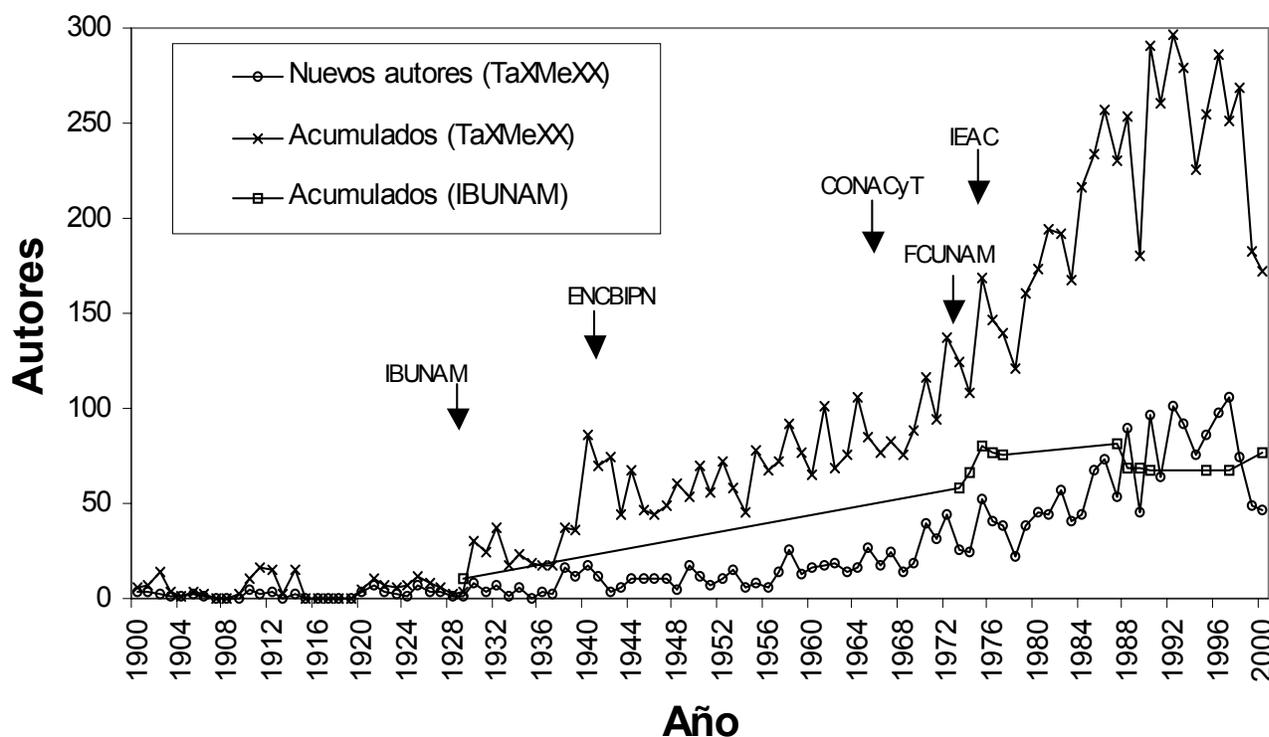


Figura 7. Cantidad de autores que publicaron sobre taxonomía en México durante el siglo XX. Tomado de TaXMeXX e Instituto de Biología (1981, 1983, 1984, 1988, 1989, 1991, 1995, 1997, 2001) y Ortega *et al.* (1996). Las abreviaturas de las instituciones se pueden consultar en el apéndice 1.

A partir del análisis de los 2331 autores registrados en TaXMeXX se obtuvieron tres conjuntos³⁹: 1) el primer grupo incluye 26 (0.01%) taxónomos que participaron en 2141 (35%) artículos, 2) el segundo grupo lo conforman 125 (5.4%) autores que colaboraron con 2346 (38%) escritos, y 3) el tercero con 2180 (93.5%) investigadores que aportaron 4034 (65.5%) trabajos taxonómicos. La suma de la cantidad de artículos no fue de 100% porque más del 35% de ellos fueron escritos por más de un autor (ver en esta sección lo concerniente a la colaboración entre los taxónomos).

Los 26 taxónomos que conforman el primer grupo son los que hicieron la mayor cantidad de trabajos durante el siglo XX, el investigador que más aportó, realizó 163 artículos y el último 41, varios de ellos fueron los precursores de la taxonomía mexicana, produjeron gran cantidad de trabajos de síntesis y formaron taxónomos y colecciones; desafortunadamente, 35% de ellos ya murieron. En general fue directamente proporcional el número de artículos al de páginas en cada uno de los autores (Figura 8).

³⁹ Nos referimos únicamente a los taxónomos que publicaron en las revistas mexicanas del siglo XX. Aunque los resultados son representativos sería importante hacer un estudio en el que se consideren también las publicaciones periódicas extranjeras, además de libros y series tanto nacionales como extranjeras, para tener un estudio exhaustivo y resultados más exactos.

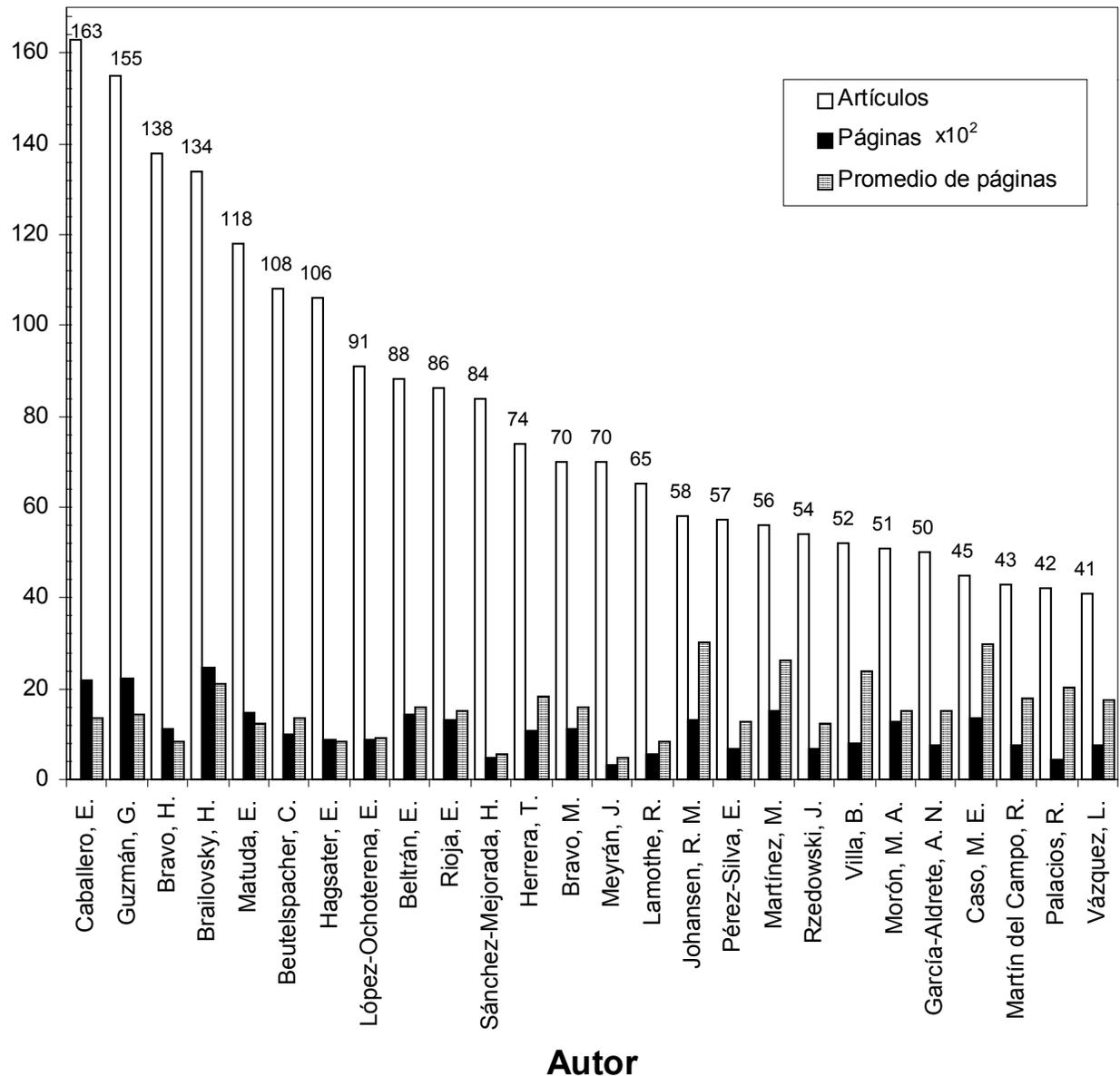


Figura 8. Cantidad de artículos, páginas y promedio de páginas por artículo publicadas por los 26 autores más productivos de la taxonomía de México durante el siglo XX. El número en las barras corresponde a la cantidad de artículos.

Los seis primeros autores con mayor cantidad de artículos en la base de datos fueron: 1) el helmintólogo Eduardo Caballero del IBUNAM con 163 artículos y 2197 páginas, 2) el micólogo Gastón Guzmán del IEAC con 155 artículos y 2218 páginas, 3) la cactóloga del IBUNAM Helia Bravo con 138 artículos y 1127 páginas, 4) el entomólogo Harry Brailovsky del IBUNAM con 134 artículos (2472 páginas), y 5) el botánico Eizi Matuda del IBUNAM con 118 artículos y 1454 páginas. El botánico Maximino Martínez no está en este conjunto porque tuvo 56 artículos pero se distinguió por la gran cantidad de páginas que escribió (1502). La tendencia de publicación en el tiempo de los seis primeros autores se muestran en las figuras 9 y 10, la publicación fue continua en la mayoría de los casos pero se nota una disminución al final porque publicaron sus artículos en el extranjero (Ver la sección del análisis de publicaciones de algunos taxónomos mexicanos).

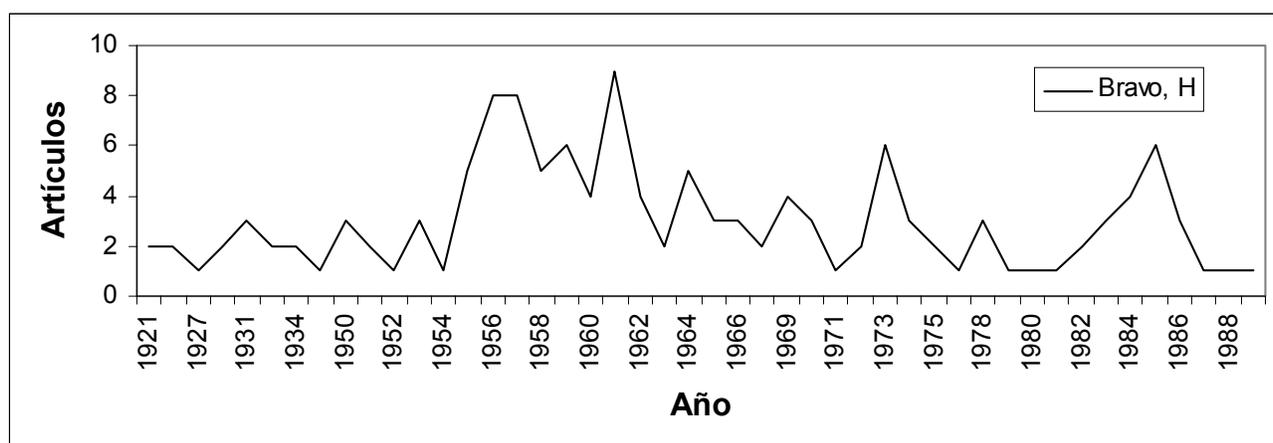
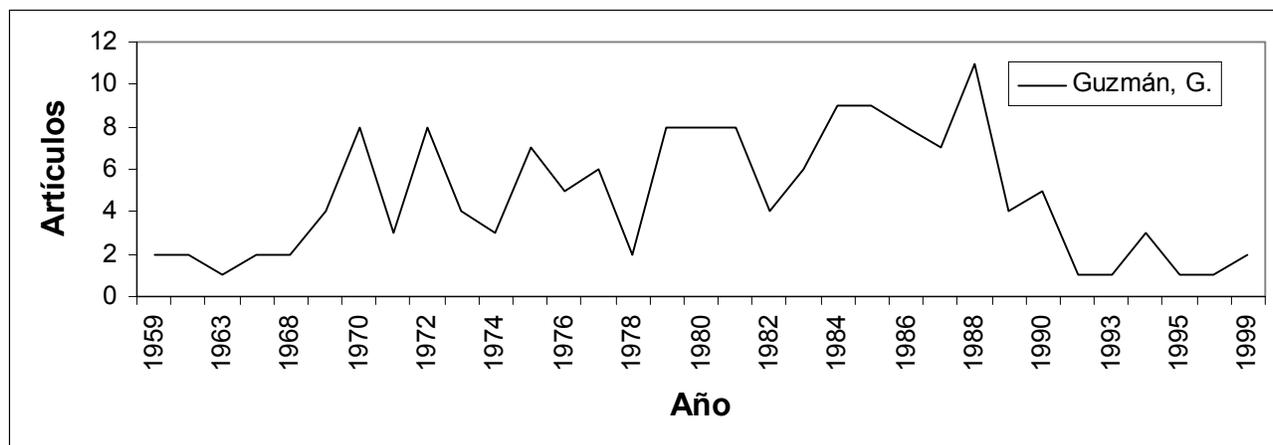
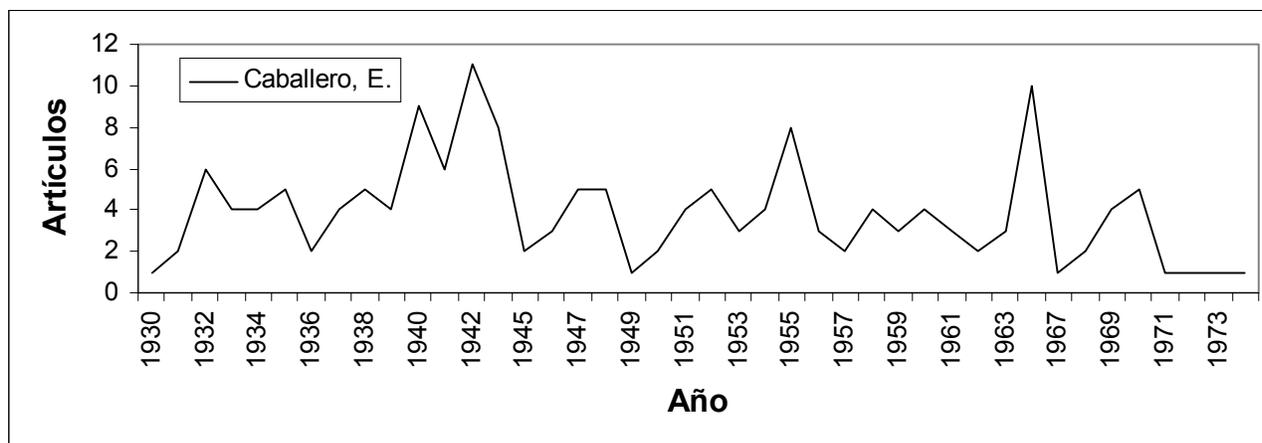


Figura 9. Cantidad de artículos publicados en el tiempo de los tres autores más productivos según TaXMeXX.

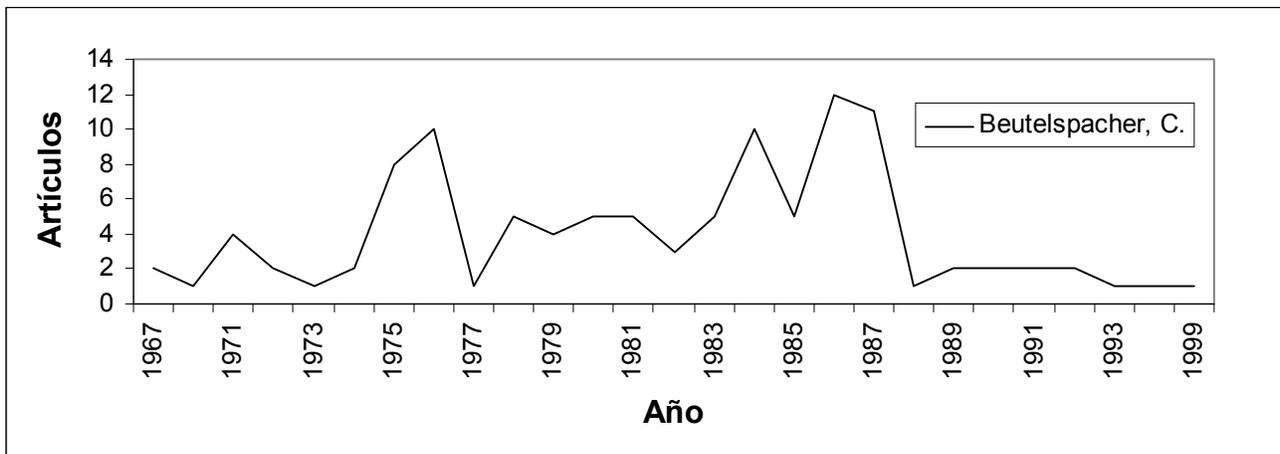
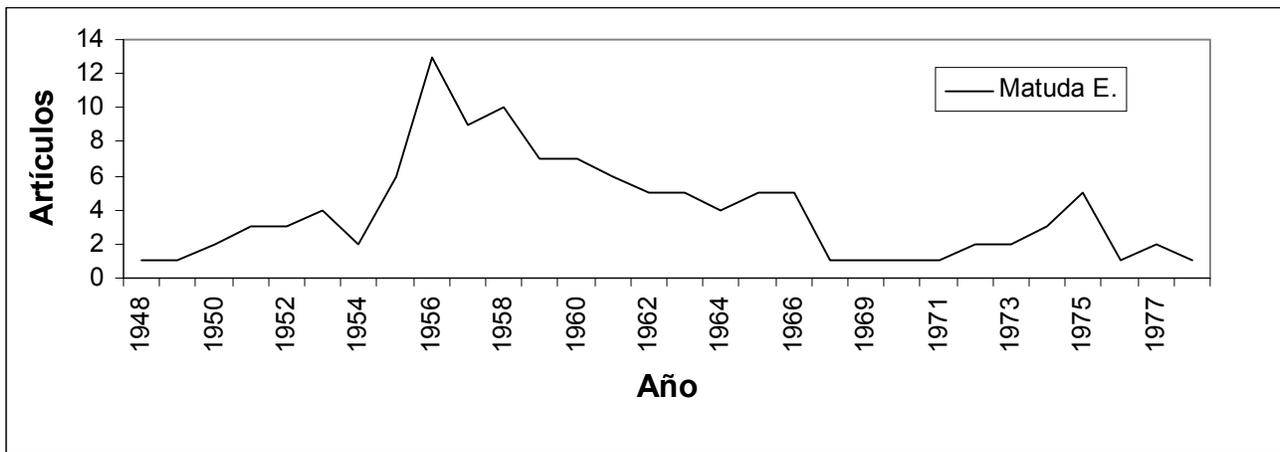
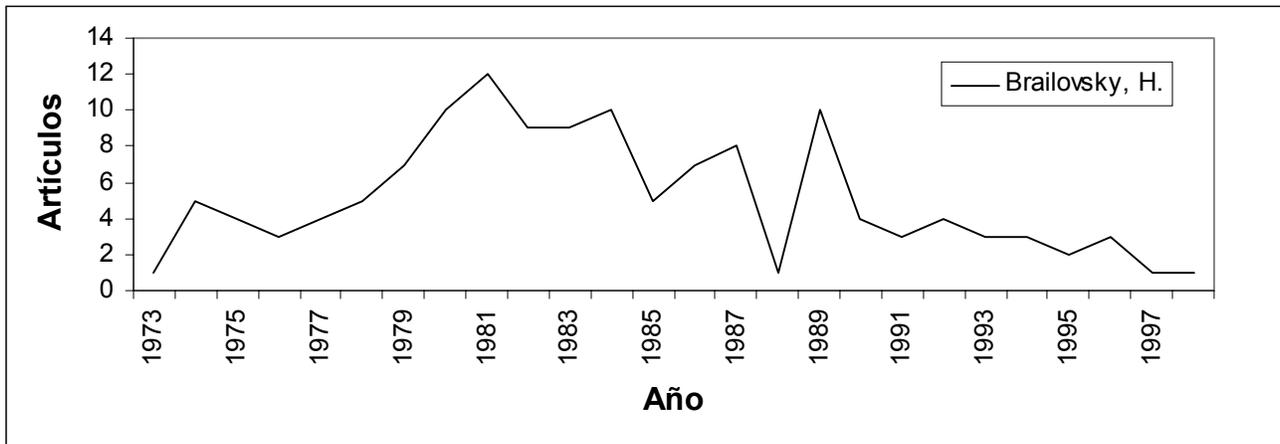


Figura 10. Cantidad de artículos publicados en el tiempo de los autores del cuarto al sexto en orden de productividad según TaXMeXX.

Respecto al segundo grupo de los taxónomos más productivos dentro de las publicaciones periódicas mexicanas del siglo XX se obtuvo que: 1) publicaron como máximo 40 artículos y como mínimo 10; 2) varios de ellos son especialistas y pueden ser considerados, junto con los taxónomos del grupo uno, como los 151 sistemáticos más representativos del siglo; 3) produjeron mayor cantidad de artículos y páginas, y también lo hicieron con más calidad (realizaron la mayoría de los trabajos de síntesis de conocimiento: monografías, revisiones, sinopsis y catálogos). Es necesario agregar que varios de los investigadores de este grupo son jóvenes que tienen mucho por producir; por otra parte, varios de estos taxónomos publicaron tanto más en revistas del extranjero. Además, los taxónomos actuales también publican en otras materias distintas a la sistemática, en especial la ecología y la biogeografía. En el cuadro 11 se muestra la cantidad de artículos, el número de páginas escritas y promedio de páginas por artículo de los autores de este segundo conjunto.

Cuadro 11. 125 autores que forman al grupo dos en orden de productividad registrados en TaXMeXX, el orden presentado es descendiente por el número de artículos.

Autor	Artículos	Páginas	Promedio de páginas
Zaragoza, C. S.	40	610	15.25
Álvarez Solórzano, T.	39	677	17.36
De la Maza, J.	38	399	10.50
Hoffmann, A.	37	577	15.60
Greenwood, E. W.	37	346	9.35
Dressler, R. L.	37	309	8.35
Llorente, J.	36	1165	32.36
Halbinger, F.	36	405	11.25
Maldonado, M.	35	443	12.65
Cházaro, M.	35	209	5.97
Barrera, A.	33	436	13.21
Bolívar, C.	33	242	7.33
De la Maza, R. G	33	405	12.27
Martínez, A.	33	662	20.06
Gold, B.	32	110	3.44
Halfpter, G.	32	1286	40.18
Hoffmann, C. C.	31	971	31.32
Miranda, F.	31	343	11.06
Quiroz, D. L.	31	384	12.39
Palacios-Vargas, J. G.	30	427	14.23
Reyes-Castillo, P.	28	747	26.68
Arreguín, M. L.	28	496	17.71
Moran, R.	27	146	5.40
Calderón, G.	27	208	7.70
Álvarez del Villar, J.	27	354	13.11
Márquez, C.	27	332	12.30
Madrazo, M.	27	248	9.18
Ludlow, B.	26	371	14.27
Mullerried, F.	26	234	9.00
Chacón, S.	25	272	10.88
Deloya, C.	24	504	21.00
Scheinvar, L.	24	289	12.04
Cifuentes, J.	24	502	20.92
Ruiz, M.	24	442	18.45
Ulloa, M.	24	206	8.58
Soto, M. A.	23	303	13.17
Villalobos-Figueroa A.	23	529	23.00
Novelo-Gutiérrez, R.	23	325	14.13
Peláez, D.	23	312	13.56

Autor	Artículos	Páginas	Promedio de páginas
Bueno-Soria, J.	22	297	13.5
Jiménez, J.	22	139	6.32
Villada, M.	22	149	6.77
Gándara, G.	21	253	12.05
González, R.	21	236	11.24
Vargas, L.	21	291	13.86
Gómez, Pompa, A.	20	236	11.80
Piña, I.	19	122	6.42
Ochoterena, I.	19	240	12.63
Delgado, L.	18	246	13.66
Hernández X. E.	18	233	12.94
Riba, R.	18	179	9.94
Barrera, E.	18	400	22.22
Sokoloff, D.	18	189	10.50
Zamudio, S.	18	136	7.55
Paray, L.	18	143	7.94
Castro, J. L.	18	343	19.05
Guzmán, L.	17	206	12.12
Espejo, A.	17	172	10.12
De la Maza, R. F.	17	98	5.76
Ramirez, J.	16	250	15.62
Osorio Tafall, B. F.	15	244	16.27
Pérez-Reyes, R.	15	134	8.93
Valenzuela, R.	15	357	23.80
Ibañez, S.	15	228	15.2
Bonet, F.	15	241	16.07
Dampf, A.	15	209	13.93
Castillo, J.	14	395	28.21
Salazar, G. A.	14	112	8.00
Hernández, V.	14	142	10.14
Salgado, G.	14	222	15.86
Luis, A.	13	488	37.54
Muñiz, R.	13	236	18.15
Bassols, I.	13	204	15.70
Otero, F.	13	47	3.61
Cuatrecasas, J.	13	104	8.00
Bremer, L.	13	51	3.92
Polaco, O. J.	13	181	13.92
Lira, R.	13	166	12.77

Autor	Artículos	Páginas	Promedio de páginas
Chiang, F.	13	136	10.46
Mójica-Guzmán, A.	13	350	26.92
Pérez-Ponce, G.	13	155	11.92
Zerecero, M. C.	13	188	14.46
García-Cubas, A.	13	393	30.23
Delgadillo, C.	13	93	7.15
López, A. R.	12	93	7.75
Dugés, A.	12	62	5.16
White, L. A.	12	216	18.00
Galván, R.	12	141	11.75
Aguirre, E.	12	259	21.58
Cuesta, C.	12	177	14.75
San Martín, G. F.	12	131	10.92
Laguarda, A.	12	92	7.66
Bandala, V.	12	236	19.66
Buen, F.	12	256	21.33
Grocott, R. G.	12	232	19.33
Ruiz-Cancino, E.	12	112	9.33
Carrión, G.	12	152	12.66
Reko, P.	11	161	14.63
Sousa, M.	11	77	7.00
Navarrete-Heredia, J. L.	11	71	6.45
Martínez, M.	11	88	8.00
Casas, G.	11	93	8.45

Autor	Artículos	Páginas	Promedio de páginas
Papavero, N.	11	234	21.27
Glass, C.	11	49	4.45
Buchenau, F. G.	11	31	2.82
Ancona, L.	11	133	12.10
Santiago-Fragoso, S.	11	85	7.72
Hendrichs, S. J.	11	70	6.36
Sámamo, A.	11	160	14.54
Villaseñor, J. L.	11	184	16.72
Lamas, G.	11	138	12.54
Jiménez, M. L.	11	75	6.82
López, A.	10	142	14.20
Díaz, A.	10	53	5.30
Rosillo, S.	10	105	10.50
Montoya, L.	10	198	19.80
Islas, F.	10	115	11.50
Flores, O.	10	438	43.80
Pollard, G. E.	10	66	6.60
Cerecero, M. C.	10	131	13.10
Caballero, G.	10	93	9.30
Salazar, G. A.	10	63	6.30
Novelo, A.	10	60	6.00
Morrone, J. J.	10	145	14.50
Fernández, R.	10	236	23.60

En el último grupo están incluidos la mayoría de los autores capturados que son 2180 (93.5%), cada uno de ellos escribió menos de 10 artículos. De estos autores 1400, esto es el 64%, escribieron solo un artículo, por lo tanto en este último grupo seguramente están estudiantes y otros especialistas que por alguna razón abordaron algún tema taxonómico, pero no son taxónomos de profesión. Tal vez esto debería incluir los que escribieron menos de cuatro artículos.

Se debe tomar en cuenta que uno de los problemas para la captura de información bibliográfica en la base de datos, fue definir la identidad de los autores a partir de la abreviatura utilizada en los artículos, porque unos firmaron cada vez de distinta forma y las revistas usan diferentes criterios al respecto, esto es, usan uno o dos nombres completos o los abrevian y/o utilizan uno o dos apellidos, incluso en el caso de las mujeres algunas veces ponen su apellido de solteras y en otros el de casadas, esto produce problemas en la unificación de los nombres y en la asignación de los artículos a los autores, así que posiblemente existan en TaXMeXX diferentes abreviaturas para el mismo autor. Este fenómeno podría producir desviaciones en los resultados, que para este caso no se estimaron significativas; cuando fue posible soslayar esto, se hizo a partir del nombre abreviado contenido en el artículo, de tal forma que sin tomar en cuenta la firma del autor se usó su nombre completo.

En cuanto a otras de las características de los autores mexicanos registrados por TaXMeXX, se determinó que del total de 2331 taxónomos, 1480 (63%) fueron varones, 629 (28%) mujeres y de 220 (9%) no se pudo determinar el género, porque en el artículo solo apareció la inicial del nombre. Este resultado fue similar al obtenido para los investigadores del Instituto de Biología en el año 2000, donde se registraron 50 (69%) varones y 22 (31%) mujeres (Instituto de Biología, 2001); y era de esperarse por las características culturales prevalecientes en nuestro país, donde no es costumbre que las mujeres se dediquen a la ciencia y mucho menos de tiempo completo.

La tendencia de los géneros en el tiempo, según los datos de TaXMeXX, no cambió mucho respecto a las proporciones (Figura 11), los primeros 27 años del siglo únicamente publicaron varones, para 1921 publicó la primera mujer, Helia Bravo (1921a,b); para 1940 las mujeres alcanzaron una proporción en promedio de 15%, y se mantuvo así hasta la década de los 50s que aumentó a 18%, después continuó este valor y subió un poco al 19%, hasta que en la década de los 80s llegó al 26% y se conservó en este intervalo hasta el año 2000. De tal forma que en 73 años solo hubo un incremento en la publicación de mujeres de un 11%; este dato resulta interesante porque a lo largo del siglo XX las diferencias de género en la fuerza de trabajo disminuyeron significativamente y parece que esto no repercutió en la taxonomía, por lo que es importante fomentar los estudios taxonómicos entre las mujeres que estudian biología.

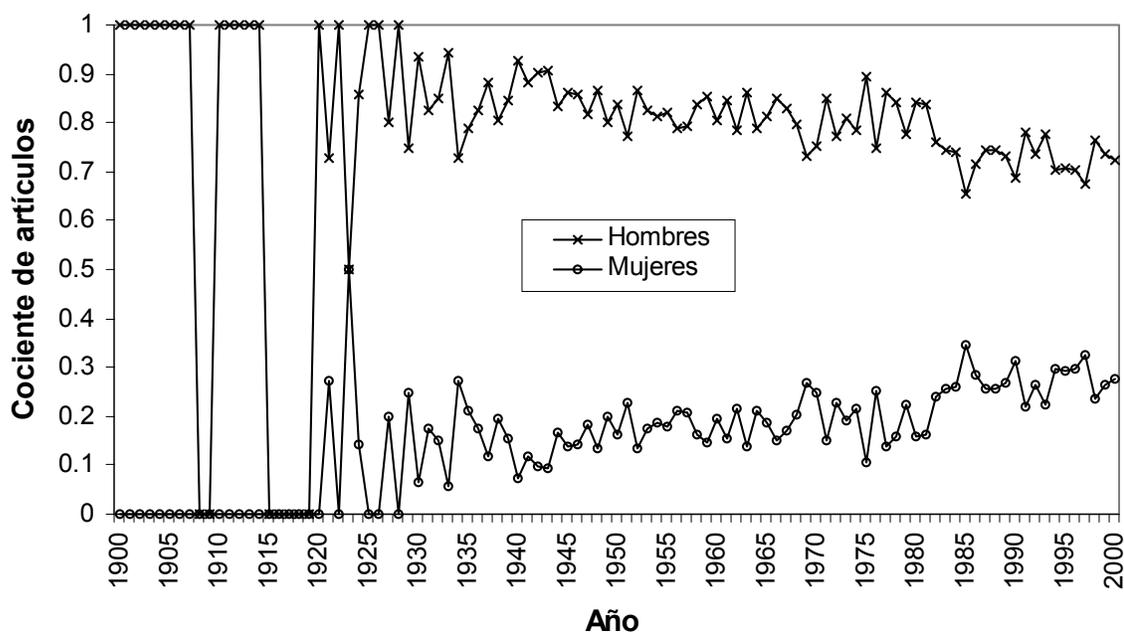


Figura 11. Comportamiento en el tiempo de la proporción de hombres y mujeres que publicaron trabajos taxonómicos según TaXMeXX.

En cuanto a la edad de los taxónomos mexicanos a finales del siglo se tienen algunos datos, el promedio de edad de los Investigadores del Instituto de Biología fue de 51 años (Instituto de Biología, 2001), la mayoría de los cuales son especialistas; la edad de las personas que colaboraron en las colecciones a nivel nacional en promedio fue menor a los 40 años (Llorente *et al.*, 2000a).

Respecto a la formación académica también hay algunos datos sobre el personal de las colecciones mexicanas, en 1999 alrededor de un 50% de las personas tuvo nivel de licenciatura (pasantes y graduados) y 39% eran estudiantes. Sólo un 11% tenían posgrado.

Colaboración. En lo que se refiere a la cantidad de autores participantes por artículo, el número máximo fue de 12 coautores en un artículo, el 75.6% de los artículos fueron escritos por un solo autor, el 15.9% por dos, el 3.5% por tres colaboradores, el 1.3% fue escrito por cuatro o más autores y el 3.7% fueron anónimos o no se pudo determinar. El comportamiento de esta variable en el tiempo hace evidente que conforme pasó el tiempo, aumentó el número de artículos escritos por más de un autor; desde 1901 hasta 1931 hubo un solo artículo que fue escrito por dos autores (1925), a partir de ese momento la proporción de artículos escritos por una persona disminuyó a

80% y se mantuvo así toda la década, de 1940 a 1950 subió a 93%, y a partir de ese período se inició un promedio de descenso continuo: en los 50s bajó a 85%, en los 60s a 79%, en los 70s a 74%, en los 80s a 55%, y en los 90s llegó al 43%, de tal forma que la disminución total de esta variable en el transcurso de siglo fue de un 50% y en los últimos 15 años hubo una cantidad similar de artículos publicados por uno y por dos autores; los artículos escritos por tres autores, también aumentaron a partir de 1985, aunque no de una forma importante (Figura 12).

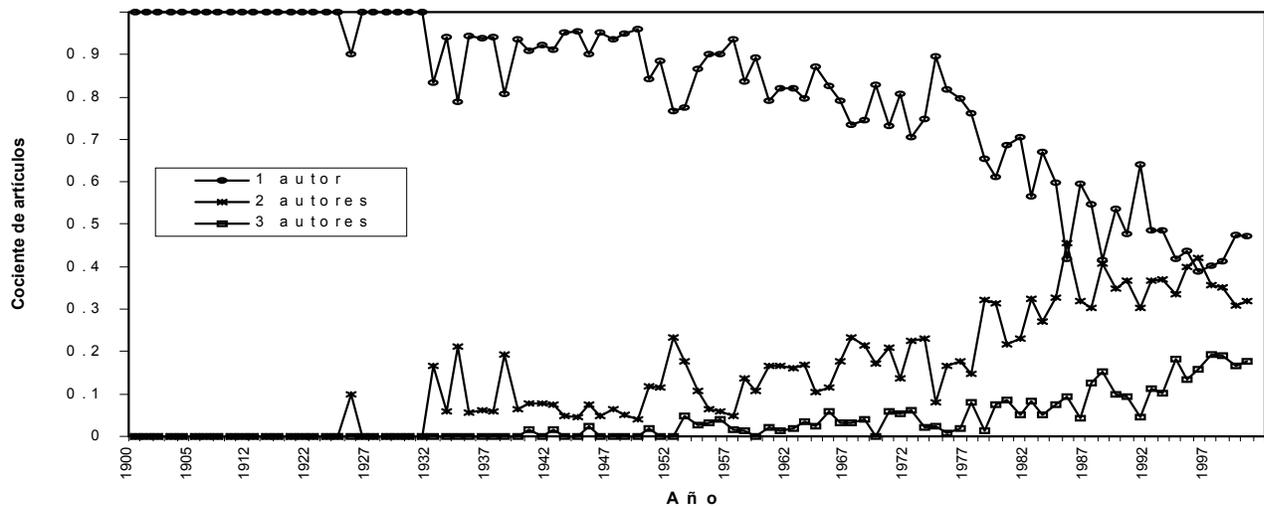


Figura 12. Comportamiento en el tiempo del cociente de la cantidad de autores por artículo en el tiempo.

Esta tendencia en el aumento de autores por artículo también fue evidente en toda la producción científica mexicana, de los 28,101 artículos producidos en México en el periodo 1990-1999, el 86% en promedio fue elaborado por dos o más investigadores (SCI, 1999) y la tendencia fue en incremento; en 1990 este tipo de documentos representó el 82%; en 1994 concentraron el 83%, y en 1999 sumó el 89% (máximo histórico) (CONACyT, 2000).

Muchos otros datos respecto a los autores se tratarán en este trabajo, como las tendencias de éstos respecto a las instituciones a las que pertenecen, los taxones y las regiones que han estudiado, además de los contenidos teórico-metodológicos, pero serán abordados e integrados a la información de cada una de las secciones siguientes.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ARTÍCULOS

A continuación se presentan las características generales de los artículos taxonómicos estudiados, esto es respecto a su tamaño, finalidad y cantidad. El 82.5% (5374) de los artículos analizados en TaXMeXX constó de tres o más páginas y el 17.5% (776) está constituido por notas (dos o menos páginas), el promedio de páginas por artículo taxonómico fue de 13, el comportamiento en el tiempo de esta variable mostró una ligera tendencia a la disminución (Figura 13).

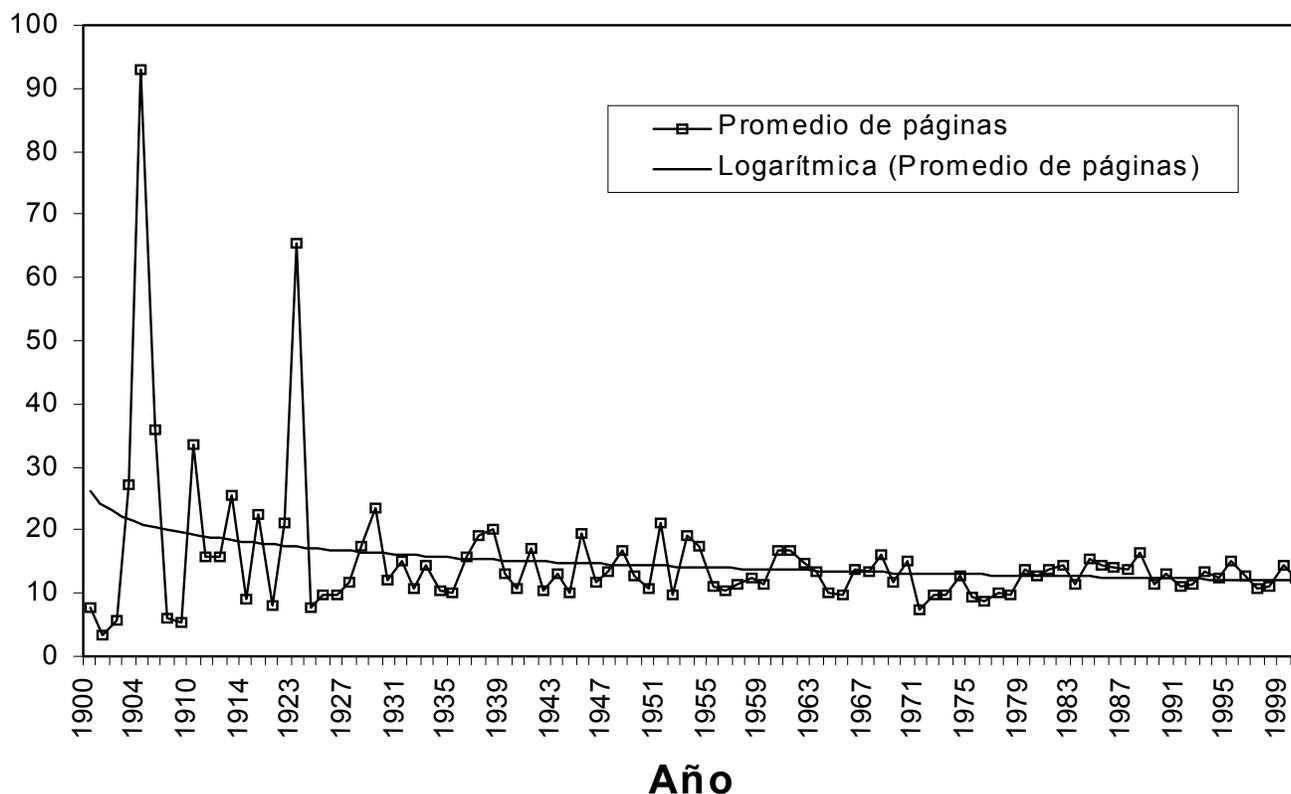


Figura 13. Promedio de páginas por artículo en el tiempo y su tendencia logarítmica.

El 93% fue de artículos científicos y 7% correspondió a ensayos. Del total de los artículos analizados, 5295 (86%) fueron taxonómicos y 855 (14%) abordaron temas complementarios a la taxonomía (óbitos, bibliografías, reseñas de libros o históricos). De tal manera que la mayoría de los trabajos taxonómicos aportaron nuevos conocimientos taxonómicos, pero estos investigadores también estuvieron interesados en temas históricos, de divulgación y enseñanza. En la base de datos TaXMeXX se pueden consultar varios de los títulos de estos artículos; de interés especial podrían ser los obituarios y las reseñas de libros, estos últimos útiles para determinar qué tipos de lecturas estaban a disposición de los taxónomos de la época.

El 93.7% de los artículos fueron escritos en español, el 5% en inglés y los restantes son artículos en francés, portugués, alemán y uno en italiano. Los artículos de la revista *Orquídea* se presentaron en español e inglés, pero fueron clasificados solo en la categoría de español, porque en realidad constituyen una traducción del original que se publicó en el idioma nativo, e incluirlos produciría desviación de los resultados.

Los primeros seis artículos sobre taxonomía se publicaron en 1900 en las *Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate"*⁴⁰, desde esa fecha hasta 1919 se publicó de forma esporádica sobre el tema, según se registra en las revistas mexicanas analizadas; en 1930 se inició ya la publicación continua (Figura 14) y se dio un aumento considerable en el número de artículos como resultado de la fundación del Instituto de Biología y de los *Anales del IBUNAM*; posteriormente, en los años 80, también se generó un incremento considerable con el

⁴⁰ Cinco de ellos fueron históricos.

surgimiento de gran cantidad de instituciones y revistas especializadas (ver la sección de instituciones). En los últimos años del siglo XX decayó la cantidad de artículos, posiblemente como resultado del desfase de las fechas de publicación de las revistas; debido principalmente a problemas editoriales y económicos, al fomento del SNI para que los investigadores publicaran en el extranjero y a la reducción del número de taxónomos de estándares profesionales en los últimos años del siglo, este último fenómeno en especial se registra para la botánica (Villaseñor, J. L. com. pers.) y se demuestra en el análisis sobre el número de autores obtenido de TaXMeXX.

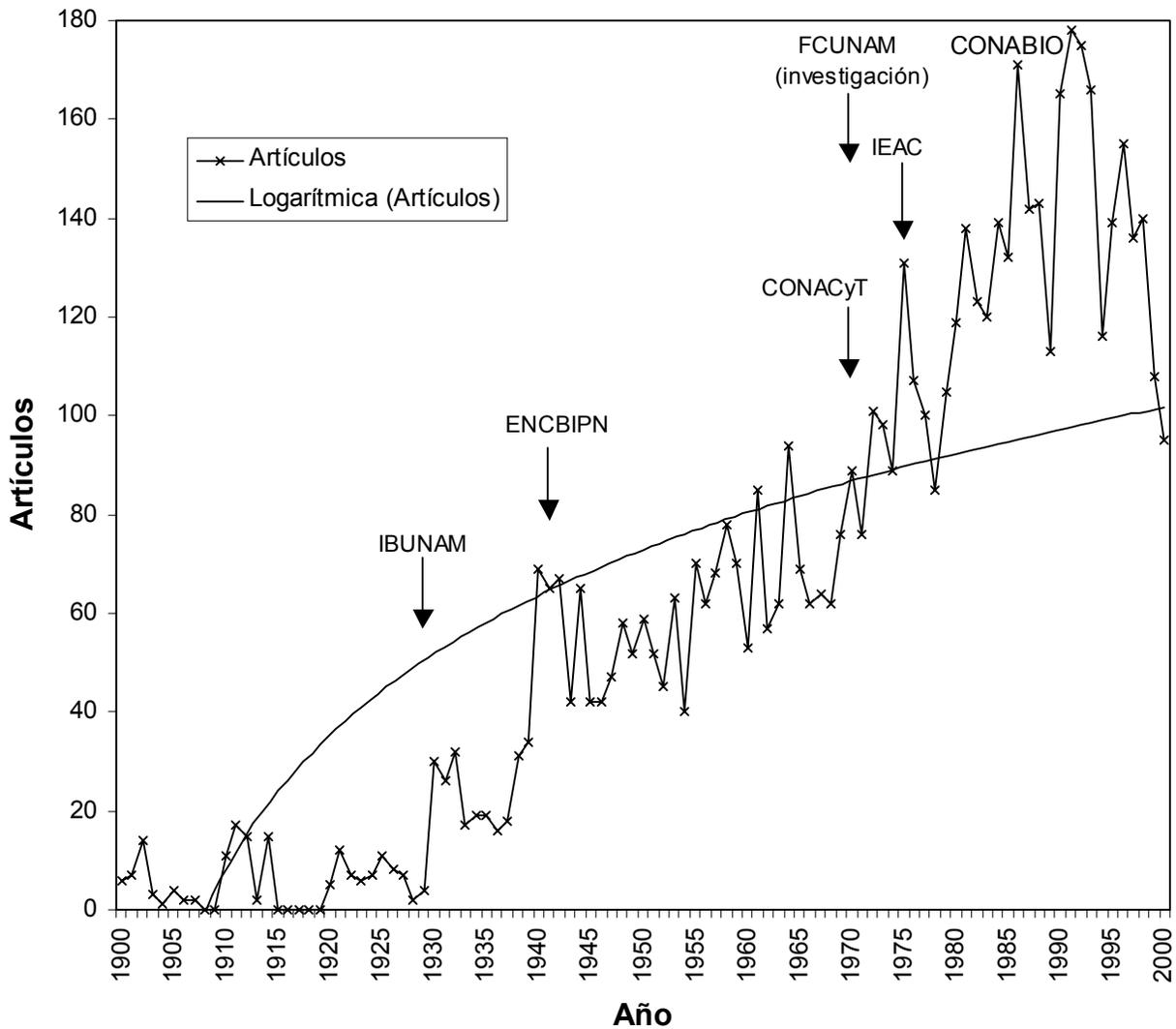


Figura 14. Curva acumulativa de la cantidad de artículos producidos durante el siglo XX según la información capturada en TaXMeXX y su tendencia logarítmica.

En el análisis de los artículos taxonómicos por quinquenios (Figura 15) es más evidente el aumento que por décadas; en las dos primeras, la producción se mantuvo, en la tercera se duplicó y en la cuarta se triplicó para aumentar 10 veces en la quinta y sexta décadas; 12 en la séptima, 20 en la octava y descendió a 18 veces más en las dos últimas décadas del siglo XX. El 83% de los artículos totales se produjeron en el periodo comprendido de

1951 al 2000. El análisis sobre la cantidad de artículos taxonómicos publicados en el tiempo y su relación con las revistas y las instituciones serán presentados en la parte dedicada a la institucionalización.

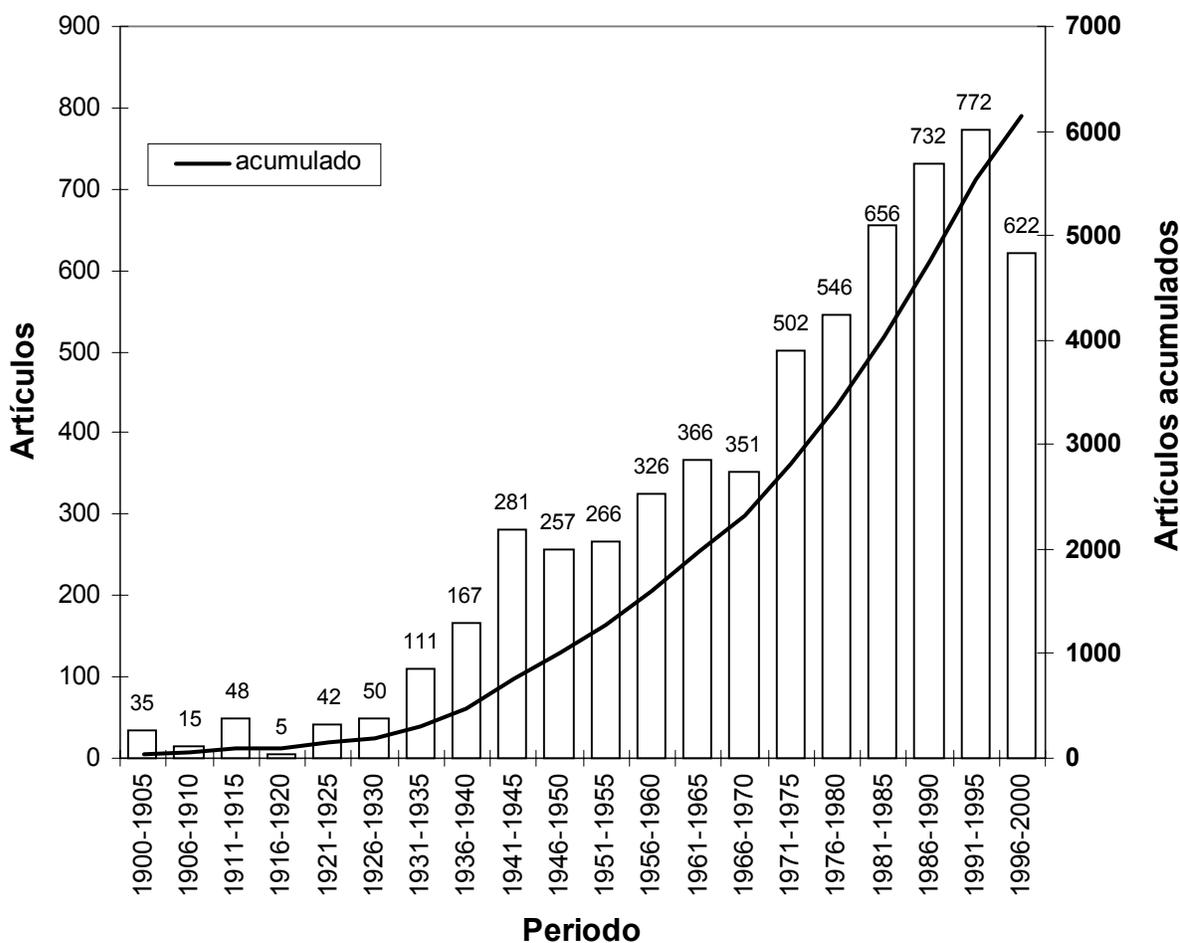


Figura 15. Cantidad de artículos publicados cada cinco años según la información contenida en TaXMeXX y su total acumulado en el tiempo.

CARACTERÍSTICAS TEÓRICO-METODOLÓGICAS

En la primera parte de esta sección se abordarán las características propiamente taxonómicas de los artículos, esto es, los aportes teóricos, metodológicos y conceptuales que hicieron los taxónomos mexicanos durante el siglo XX; por lo tanto en este apartado se incluyen las características de los contenidos de los artículos escritos, los problemas abordados, los taxones y las regiones estudiadas, los métodos empleados y las disciplinas tratadas.

De los 6150 artículos analizados según la información contenida en TaXMeXX, 4272 (70%) se refirieron al estudio de caracteres y rasgos, el 31% abordó la descripción de nuevos taxones, el 16% estableció registros nuevos de distribución geográfica, y con la misma proporción de 13% cada una, se hicieron: claves, mención sobre la distribución, clasificaciones, faunas y precisiones sobre nomenclatura; las demás categorías representaron cada una menos del 10% de los escritos (Cuadro 12, Figura 16). En este caso también debe considerarse que un artículo puede pertenecer a varias categorías por lo que el total no suma un 100%. A continuación se presentarán las características más generales de las prácticas taxonómicas en los artículos mexicanos.

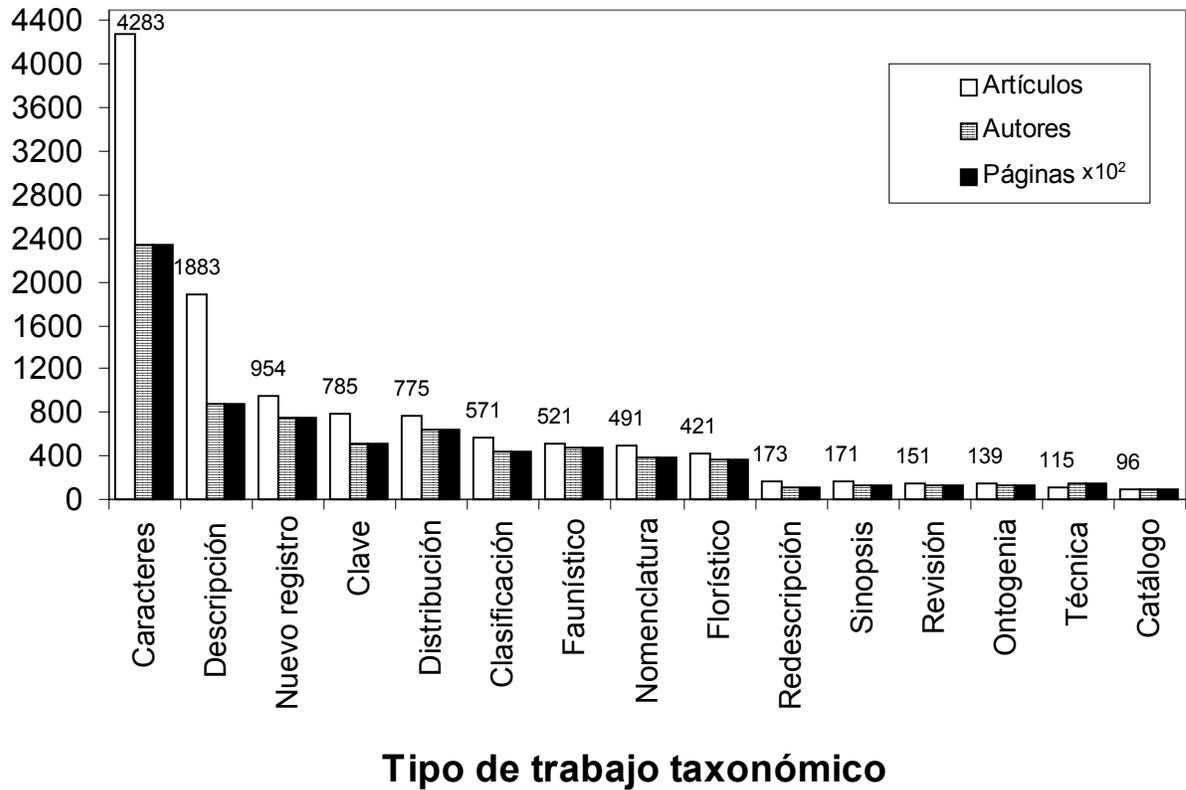


Figura 16. Clasificación del contenido teórico-metodológico de los artículos taxonómicos realizados en México durante el siglo XX. El número sobre las barras se refiere a la cantidad de artículos.

Cuadro 12. Tipo de trabajo taxonómico más frecuente en los artículos analizados en TaXMeXX.

Tipo de trabajo	Complemento	Artículos
Caracteres y rasgos	Morfológicos	3930
Descripción de taxones nuevos	Especie	1099
Caracteres y rasgos	Ecológicos	898
Descripción de taxones nuevos	Especies	615
Caracteres y rasgos	Microscópicos	361
Comparativo	Especies	281
Nomenclatura	Sinonimia	193
Descripción de taxones nuevos	Género	180
Análisis de relaciones	Relación	142
Reseña o recensión	Extranjero	138
Caracteres y rasgos	Bioquímicos	109
Análisis de relaciones	Afinidad	108
Redescripción de taxones	Especie	95
Descripción de taxones nuevos	Subespecie	86
Caracteres y rasgos	Genéticos	79
Obituario	Extranjero	76
Formas inmaduras y ontogenia	Larva	70
Histórico	Extranjero	59
Distribución	Biogeografía	57
Redescripción de taxones	Especies	50
Descripción de taxones nuevos	Géneros	42
Revisión	Género	40
Técnica	Cultivo	37
Análisis de relaciones	Filogenético	29

Tipo de trabajo	Complemento	Artículos
Caracteres y rasgos	Etológicos	28
Método	Estadístico	26
Descripción de taxones nuevos	Variación	25
Clasificación	Fenético	19
Análisis de relaciones	Cercanía	19
Formas inmaduras y ontogenia	Pupa	18
Caracteres y rasgos	Histológicos	17
Formas inmaduras y ontogenia	Huevo	17
Descripción de taxones nuevos	Subespecies	17
Descripción de taxones nuevos	Subgénero	16
Concepto	Especie	14
Técnica	Recolecta	14
Sinopsis	Género	14
Revisión	Familia	14
Formas inmaduras y ontogenia	Oruga	13
Formas inmaduras y ontogenia	Imago	13
Comparativo	Especie	13
Caracteres y rasgos	Fisiológicos	13
Técnica	Informática	12
Método	Filogenético	12
Método	Fenético	12
Teoría sistemática	Filogenético	10
Comparativo	Géneros	10

Los caracteres taxonómicos. Los caracteres son la base para identificar y comparar a los organismos, constituyen la materia prima del taxónomo, por lo tanto era de esperarse que las evidencias esenciales que comparan y analizan fueran el aspecto taxonómico más abordado en los artículos; la definición y el estudio de caracteres siempre fueron la proporción más grande de los temas sistemáticos tratados en los artículos según TaXMeXX, registrando un promedio del 90% de los artículos y en varias ocasiones llegó a alcanzar un máximo del 100% (Figura 17).

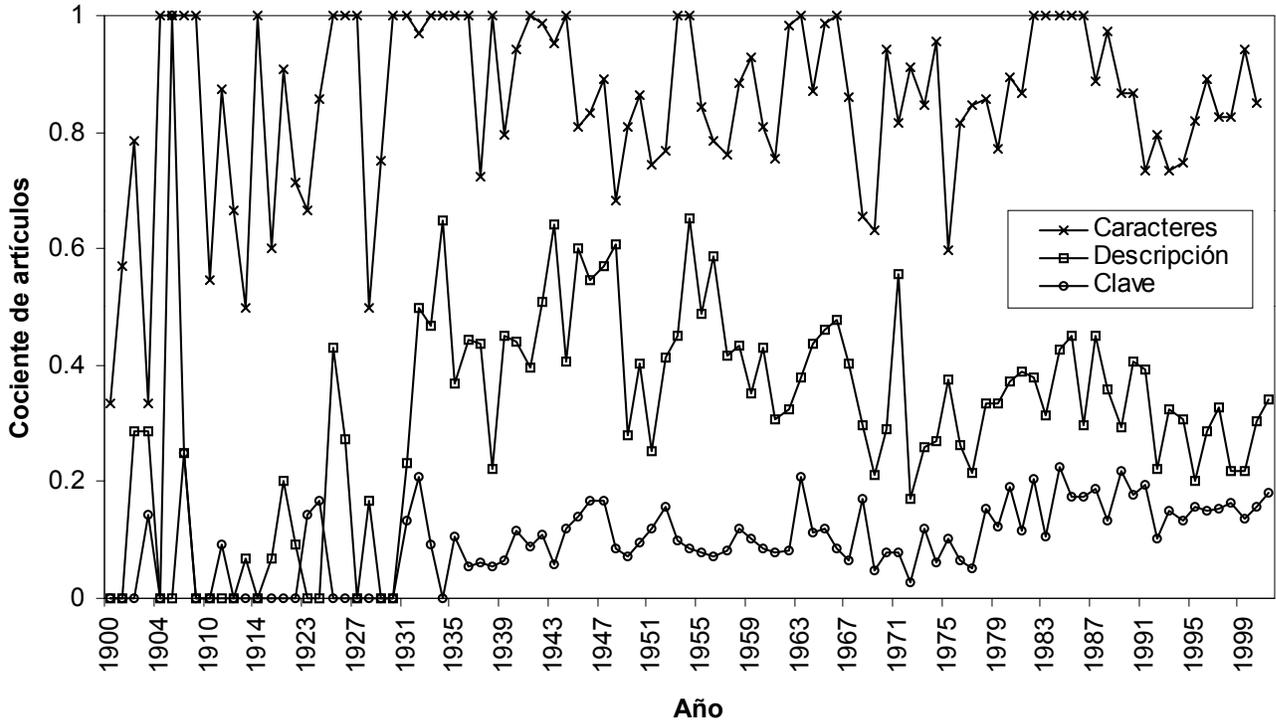


Figura 17. Comportamiento en el tiempo de las proporciones en las que se estudiaron caracteres, descripción de nuevos taxones y claves en los artículos mexicanos del siglo XX según TaXMeXX.

De los caracteres estudiados en los artículos fueron: 80% morfológicos, 16.5% ecológicos y el 3.5% restante estuvo constituido (en orden decreciente) por caracteres etológicos, cromosómicos, microscópicos y ontogenéticos (Figura 18, Cuadro 13). La primera vez que se aplicó el uso de caracteres citológicos en una revista mexicana, según TaXMeXX fue en un ciliado por Demetrio Sokoloff (1930), también correspondió a este mismo autor hacer el primer trabajo que aplicó el uso de caracteres cromosómicos en algas (Sokoloff, 1931).

En 1902 T. D. A. Cockerell fue el primero en publicar el uso de caracteres microscópicos con aplicación taxonómica en un artículo sobre *Pseudococcus*, un hemíptero de la familia Coccidae del estado de Puebla, según la información contenida en TaXMeXX. Los siguientes trabajos que presentan una investigación en la que se utilizan este tipo de caracteres aparecen varios años después, hasta 1921 fueron dos de I. Ochoterena y en 1923 uno realizado por H. Bravo, todos en protozoarios; desde ese momento su uso fue más continuo en los trabajos taxonómicos. Cada vez es más importante en taxonomía conocer la ultraestructura de algunos organismos; pocos son los microscopios electrónicos que existen y menos los microscopios de barrido; de tal manera que, por su costo, estas herramientas tan necesarias para el taxónomo están seriamente restringidas para su uso (Lamothe, 1994).

El primer trabajo con caracteres bioquímicos fue realizado en una euforbiácea por G. Gándara, en 1930, los citológicos fueron utilizados por primera vez en 1930 por D. Sokoloff del Instituto de Biología en un ciliado de Xochimilco, un año después el mismo autor estrenó el uso de los caracteres genéticos en la sistemática de un alga del D. F., y finalmente, los caracteres macromoleculares se utilizaron para estudios taxonómicos hasta la última década del siglo. Las instituciones en las que se aplicaron técnicas de estudio de caracteres más sofisticadas fueron el IBUNAM y la ENCB (Cuadro 13).

Cuadro 13. Tipo de caracteres más utilizados por cada institución.

Institución	Caracteres	Artículos	Institución	Caracteres	Artículos
IBUNAM	Morfológicos	1801	SMHN	Morfológicos	35
ENCBIPN	Morfológicos	534	ENCBIPN	Bioquímicos	35
IEAC	Morfológicos	252	ENEP	Morfológicos	31
FCUNAM	Morfológicos	233	ISET	Morfológicos	29
Particular	Morfológicos	221	UV	Morfológicos	28
IBUNAM	Microscópicos	169	UAMor	Morfológicos	27
ENCBIPN	Microscópicos	109	ICMyLUNAM	Genéticos	27
ICMyLUNAM	Morfológicos	109	INAH	Morfológicos	23
UAM	Morfológicos	108	IBUNAM	Genéticos	21
UGua	Morfológicos	87	IEAC	Genéticos	20
INIREB	Morfológicos	85	IBUNAM	Etológicos	20
IBUNAM	Bioquímicos	74	IBUNAM	Histológicos	18
INIREB	Microscópicos	70	IEAC	Microscópicos	18
Orquideología	Morfológicos	65	INDRE	Morfológicos	17
FCUNAM	Microscópicos	65	Narro	Morfológicos	17
Postgraduados	Morfológicos	53	UABC	Morfológicos	16
UANL	Morfológicos	35	IGeolUNAM	Morfológicos	16

Respecto al uso de caracteres en las plantas y los animales, varios de ellos fueron relacionados con los rasgos propios de cada uno de los grupos, entre los 'no morfológicos' de adultos fueron más comunes el uso de caracteres bioquímicos, fisiológicos, genéticos y microscópicos en las plantas, y los citológicos, etológicos, ecológicos y ontogenéticos en los animales (Figura 18).

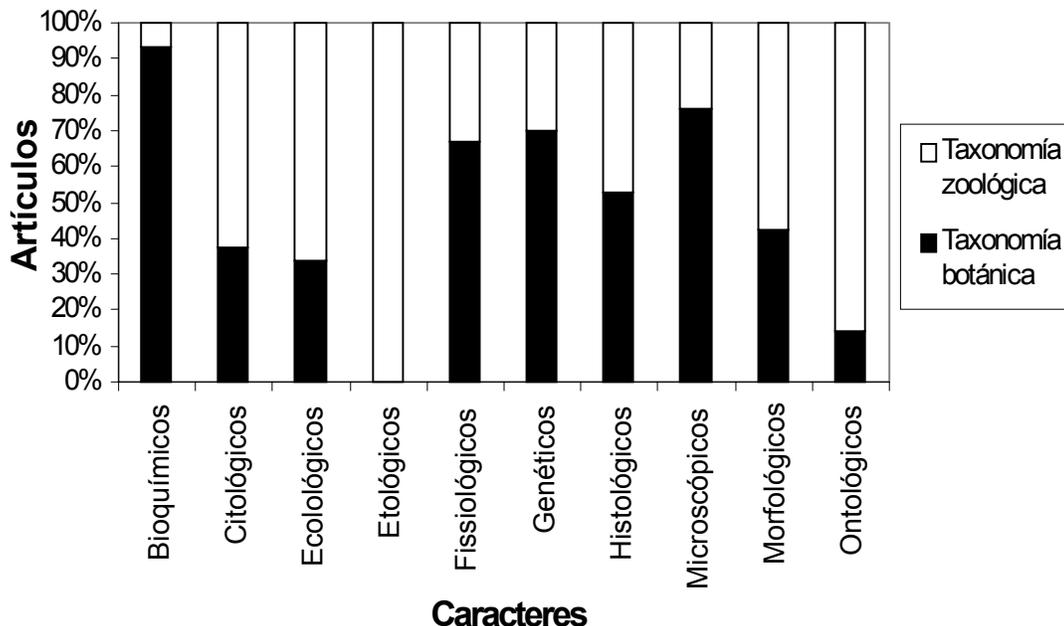


Figura 18. Tipos de caracteres abordados por la taxonomía botánica y la zoológica según TaXMeXX (Ver apéndice 7).

Las claves. Uno de los trabajos más comunes del taxónomo son las claves de identificación (determinación taxonómica), de las 785 (13%) claves presentadas en los artículos taxonómicos, 318 (40%) fueron botánicas, 464 (60%) zoológicas, y tres microbiológicas. El comportamiento de este tipo de trabajos se obtuvo a partir de cocientes y en general mostró que los artículos taxonómicos tuvieron claves de 20% en promedio, y no hubieron cambios significativos al respecto (Figura 19). Los taxones para los que se realizaron mayor cantidad de claves se muestran en el cuadro 14, la mayor parte de ellas se publicaron en artículos entomológicos. Con estos datos es evidente la falta de claves para la identificación de muchos grupos taxonómicos mexicanos (Lamothe, 1994). Para los estados en los que se hicieron más claves de identificación estuvieron primero Veracruz y después Oaxaca, Chiapas, Jalisco, Hidalgo y Guerrero, estados con gran diversidad biológica (Figura 19).

Cuadro 14. Taxones en los que se realizaron mayor cantidad de artículos con claves de identificación.

Taxón	Artículos	Taxón	Artículos	Taxón	Artículos
Coleoptera	110	Thysanoptera	18	Pteridophyta	11
Hemiptera	84	Fabales	17	Solanales	10
Caryophyllales	47	Lepidoptera	15	Nematoda	10
Orchidales	39	Liliales	15	Decapoda	10
Platyhelminthes	20	Acari	14	Odonata	10
Diptera	19	Asterales	13		
Basidiomycetes	18	Hymenoptera	13		
Collembola	18	Scrophulariales	11		

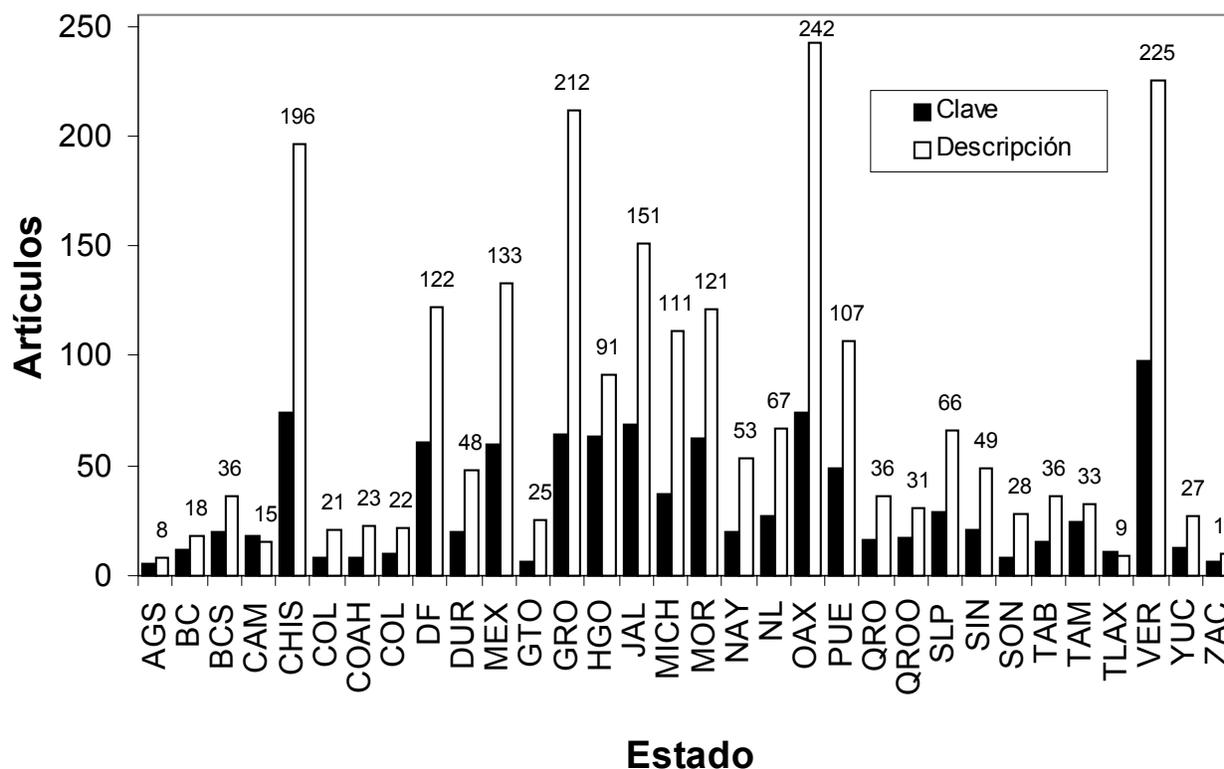


Figura 19. Cantidad de artículos por estado en los que se hicieron claves y descripciones de nuevos taxones. El número sobre las barras corresponde a las descripciones.

Descripción de nuevos taxones. 754 (32%) autores hicieron al menos la propuesta y descripción de un nuevo taxón, 83 de ellos (11%) produjeron el 91.5% de los artículos sobre el tema (Cuadro 15), los autores que hicieron mayor cantidad de descripciones por lo general también fueron los que escribieron más artículos (ver el análisis presentado al respecto en la sección anterior). Estos autores escribieron 1887 artículos en los que se hizo al menos una descripción, de los cuales 1098 (58%) se refieren a una sola especie y 614 (32.5%) a dos o más, 180 describen un nuevo género, 86 una nueva subespecie, 42 dos o más géneros, 25 una nueva variedad, 16 son de descripción de dos o más subespecies y 16 de dos o más subgéneros. Del total de los artículos descriptivos, el 70% se refirieron a animales, el 29% a plantas y el 1% a bacterias.

Cuadro 15. Autores con mayor cantidad de artículos que contenían descripción de nuevos taxones.

Autor	Artículos	Autor	Artículos	Autor	Artículos
Brailovsky, H.	135	Bueno-Soria, J.	20	Greenwood, E. W.	11
Caballero, E.	121	Jiménez, J.	19	Sánchez-Mejorada, H.	10
Johansen, R. M.	66	Miranda, F.	17	Caballero, G.	10
Bravo, M.	64	Calderón, G.	17	López, A. R.	10
Rioja, E.	52	Mullerried, F.	17	Rosillo, S.	9
Matuda, E.	51	Barrera, E.	17	Ruiz, M.	9
Beutelspacher, C.	46	Halffter, G.	17	Cramer, C.	9
García-Aldrete, A. N.	41	Bonet, F.	16	Hernández, V.	9
Bravo, H.	40	Peláez, D.	15	Mooser, O.	9
Martínez, A.	39	De la Maza, J.	15	Sousa, M.	9
Rzedowski, J.	35	Cuatrecasas, J.	14	Baker, E. W.	9
Zaragoza, C. S.	33	Deloya, C.	14	Vargas, L.	9
Hagsater, E.	31	Márquez, C.	14	Pérez-Reyes, R.	8
Morón, M. A.	30	Espejo, A.	13	González, F.	8
Bolívar, C.	29	González, R.	13	Martínez, M.	8
Dressler, R. L.	26	Moran, R.	13	Zerecero, M. C.	8
Hoffmann, A.	26	Reyes-Castillo, P.	13	Villa, B.	8
Vázquez, L.	24	Mójica-Guzmán, A.	12	Álvarez Solórzano, T.	8
Lamothe, R.	23	Buen, F.	12	Lorence, D. H.	8
Hoffmann, C. C.	23	Delgado, L.	12	López-Ochoterena, E.	8
Martínez, M.	23	Zamudio, S.	12	Salazar, G. A.	7
Guzmán, G.	23	Soto, M. A.	12	San Martín, G. F.	7
Villalobos-Figueroa A.	22	Grocott, R. G.	12	Chemsak, J. A.	7
Caso, M. E.	22	Sokoloff, D.	12	Cerecero, M. C.	7
Álvarez del Villar, J.	22	Herrera, T.	12	Llorente, J.	7
Barrera, A.	21	De la Maza, R. G.	11	Hendrichs, S. J.	7
Palacios-Vargas, J. G.	21	Castro, J. L.	11	Osorio Tafall, B. F.	7
Meyrán, J.	20	Salazar, G. A.	11		

El 95% (1796) de los trabajos publicados con descripciones de nuevos organismos solo se realizaron en cinco instituciones mexicanas: el Instituto de Biología aportó 1140 (60%) artículos, la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas 269 (14%), el Instituto de Ecología A. C. 158 (8%), la Facultad de Ciencias 125 (6%) y los particulares 104 (5%). Respecto a los países en los que se escribieron artículos citando nuevos taxones están en los tres primeros lugares E.U.A con 238 (0.13%), Argentina con 56 (0.02%) y Brasil con 31 (0.01%).

La proporción en la que aparecieron descripciones de taxones durante el siglo muestra que hubo un aumento considerable en el periodo de 1930 a 1960, donde el 60% de los artículos presentaron nuevos organismos (Figura 17). Los estados en los que se encontraron más taxones descritos fueron Veracruz, Oaxaca Guerrero y Chiapas (Figura 19).

Los trabajos faunísticos y florísticos. En 521 (8%) de los artículos se presentaron trabajos faunísticos, en el periodo 1906 y 1938 este tipo de trabajos representaron el 50% de los artículos taxonómicos, a partir de 1939 esta proporción disminuyó y se mantuvo a finales del siglo en un promedio cercano al 10% (Figura 20). El estado en el que se realizaron mayor cantidad de trabajos faunísticos fue Veracruz (Figura 21).

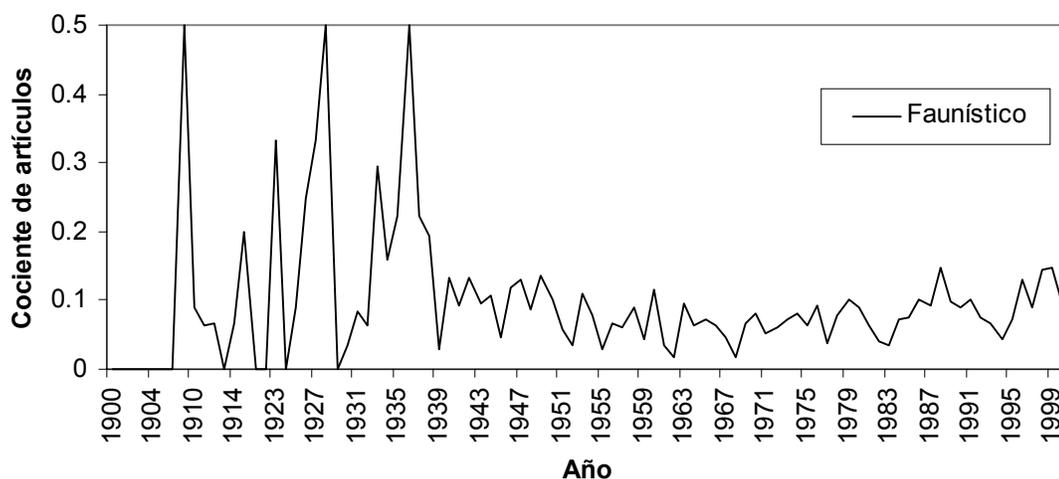


Figura 20. Comportamiento en el tiempo de la proporción de artículos taxonómicos con trabajos faunísticos.

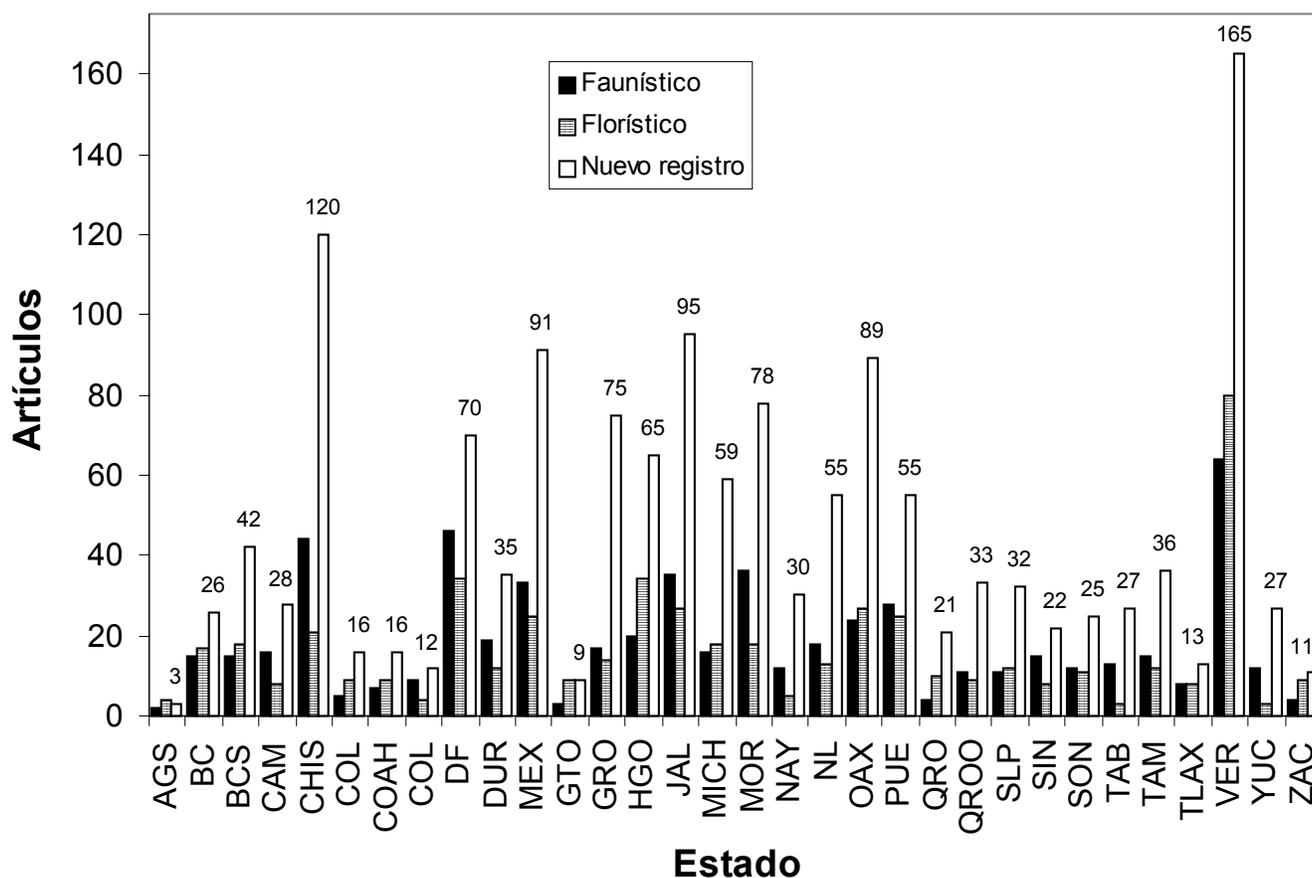


Figura 21. Cantidad de artículos con floras, faunas y nuevos registros de distribución por estado según TaXMeXX. Los números sobre las barras corresponden a los registros de distribución nuevos.

En cuanto a los 421 (7%) artículos que presentaron floras, 23 (5%) trabajos fueron de regiones del extranjero y 398 (95%) del territorio mexicano, el estado en el que se realizaron mayor cantidad de faunas fue Veracruz (Figura 21). La proporción de artículos en los que se hicieron trabajos florísticos fue cercana al 10% (Figura 22).

Se debe considerar que para esta investigación no se analizaron las floras (más de 400), ni las faunas (algunas decenas) de México que se publicaron como series independientes, tal fue el caso por ejemplo de los *Listados Florísticos de México*, la *Flora de Veracruz* y *Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán*, publicadas por el Instituto de Biología, *Flora del Bajío y regiones adyacentes*, editadas por el Instituto de Ecología A. C. Todos estos trabajos no examinados aumentarían considerablemente las cifras anteriores, en especial los florísticos (Ver cuadro 9).

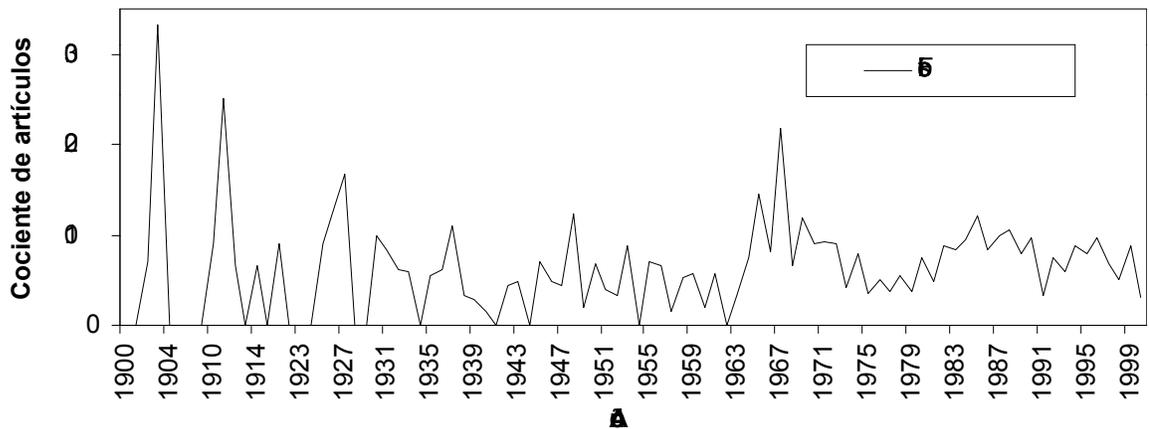


Figura 22. Comportamiento en el tiempo de los artículos con floras según TaXMeXX.

Los registros de distribución nuevos. De los 954 registros de distribución nuevos obtenidos, 766 (80%) fueron para especies de México, de las cuales 165 correspondieron a Veracruz y 120 de Chiapas, y 188 (20%) fueron de taxones del extranjero (Cuadro 16). Del total, 379 fueron sobre plantas, 574 animales y un solo microorganismo. Los estados para los que se citaron estos registros fueron por mucho Veracruz y Chiapas (Figura 21). La proporción de este tipo de trabajos en el tiempo mostró que entre 1978 y 1983 aumentó hasta llegar a representar como máximo el 30% de los artículos (Figura 23).

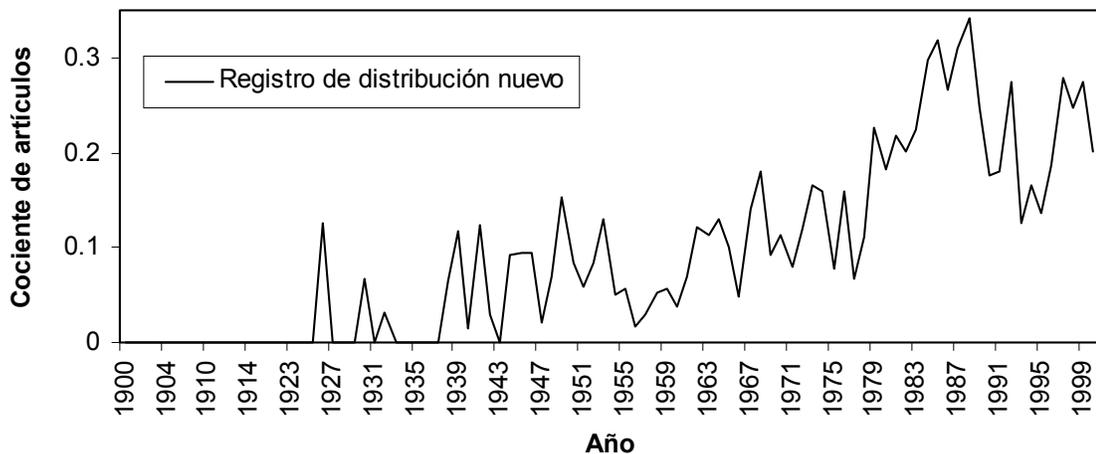


Figura 23. Comportamiento en el tiempo de los artículos con registros de distribución nuevos según TaXMeXX.

Cuadro 16. Cantidad de artículos en los que se presentaron registros nuevos de distribución en el extranjero.

País	Artículos	País	Artículos	País	Artículos	País	Artículos
Brasil	16	Venezuela	6	Puerto Rico	2	Ghana	1
Perú	14	Bolivia	6	Centroamérica	2	Salvador	1
Costa Rica	13	Ecuador	5	India	2	British Honduras	1
Guatemala	13	Surinam	5	Guyana Británica	2	Canadá	1
Colombia	11	Antillas	4	Chile	2	España	1
EUA	8	Honduras	4	Paraguay	2	Jamaica	1
Argentina	8	Guyana Francesa	3	América	1	Hispaniola	1
Panamá	8	Belice	3	Uruguay	1	Vietnam	1
Cuba	6	Nicaragua	3	Bahamas	1		

La nomenclatura. De los 490 (8%) de los artículos que abordaron algún problema nomenclatural vale la pena indicar que 193 (40%) reconocieron sinonimias, de las cuales fueron: 87 botánicas, 106 zoológicas y 1 microbiológica.

Los trabajos de síntesis y de análisis taxonómico. Estos trabajos fueron escasos, se realizó clasificación en 571 (9.2%) artículos, 543 (95%) se hicieron de forma tradicional y en los 28 (5%) restantes se aplicó un método establecido, de los cuales 19 (3%) fueron fenéticos y 9 (2%) utilizaron el método filogenético. Las clasificaciones fenéticas fueron cinco botánicas, diez zoológicas y cuatro microbiológicas, mientras que las filogenéticas fueron siete botánicas y dos zoológicas; todos se publicaron en el último cuarto de siglo.

De los 5160 artículos, 171 (2.8%) fueron sinopsis, 151 (2.5%) consistieron en revisiones taxonómicas y 25 (0.45%) fueron monografías, y 44 incluyeron análisis de relaciones. En la figura 16 se presentó una gráfica comparativa de la cantidad de autores, páginas y artículos de cada una de estas categorías excepto para las monografías cuyos números fueron 25 artículos, 2714 páginas y 21 autores distintos. En el cuadro 17 en orden descendiente se muestra el número de revisiones y monografías realizadas por los taxónomos mexicanos más representativos, la mayoría de estos trabajos estuvieron hechos por solo un autor.

Cuadro 17. Autores que realizaron mayor cantidad de revisiones y monografías, no se incluyeron sinopsis ni trabajos revisionales de razas geográficas. Las definiciones utilizadas para cada categoría se presentan en el apéndice 7.

Autor	Tipo de trabajo	Número	Autor	Tipo de trabajo	Número
Brailovsky, H.	Revisión	35	Guzmán, G.	Revisión	2
Johansen, R. M.	Revisión	13	Morón, M. A.	Revisión	2
Halffter, G.	Monografía	6	Martínez, A.	Revisión	2
Barrera, E.	Revisión	5	Méndez, L. I.	Revisión	2
Mójica-Guzmán, A.	Revisión	5	Bueno-Soria, J.	Revisión	2
Caballero, E.	Revisión	4	Hagsater, E.	Revisión	2
Martínez, A.	Monografía	4	Reyes-Castillo, P.	Monografía	2
Beutelspacher, C.	Revisión	4	Zaragoza, C. S.	Monografía	2
Matuda, E.	Revisión	4	Bravo, M.	Revisión	2
García-Aldrete, A. N.	Revisión	3	Schuster, J. C.	Revisión	2
Amezcu, F.	Revisión	3	Hernández, V.	Revisión	2
Yañez, A. A.	Revisión	3	Villaseñor, J. L.	Revisión	2
Martínez, M.	Monografía	3	Lamas, G.	Revisión	2
Hoffmann, C. C.	Revisión	3	Baker, E. W.	Revisión	2
Norrbom, A.	Revisión	2	Villalobos-Figueroa A.	Revisión	2
Rioja, E.	Revisión	2	Ibañez Bernal Sergio	Revisión	2
Reyes-Castillo, P.	Revisión	2	Villalobos Figueroa Alejandro	Revisión	2
Reséndez, A.	Monografía	2			

Los artículos que hicieron referencia a alguna relación fueron 432 (7%), de éstos 395 (92%) utilizaron el enfoque evolucionista que se caracteriza por utilizar un criterio subjetivo y no aplicaron un método específico, de los cuales 142 (33%) trabajos se refirieron a relaciones explícitamente, 111 (26%) expusieron la existencia de afinidad, 19 mencionaron cercanía, siete semejanza, ocho parentesco, cuatro proximidad, en estos casos no se hizo ningún tipo de análisis, solo se hizo referencia al concepto mencionado, y solo en siete se hicieron inferencias específicamente evolucionistas.

En 37 (8%) de los artículos se aplicó un método formal para establecer relaciones evolutivas, 29 de los cuales utilizaron un enfoque filogenético (diez botánicos y 19 zoológicos, de éstos, siete fueron entomológicos) y ocho se basaron en la fenética (cuatro botánicos y cuatro zoológicos). Con este resultado es evidente el poco uso que aún se han dado a los métodos de análisis de relaciones. De tal forma que en solo 44 artículos se hizo un análisis de relaciones, en proporción, un número considerablemente bajo, por lo que es evidente la necesidad de fomentar este tipo de trabajos entre los taxónomos mexicanos.

Taxones. Respecto a las características de los taxones abordados en los artículos; del total de los artículos taxonómicos capturados en TaXMeXX, el 51% trató sobre taxonomía zoológica y abarcó 46,345 páginas, el 43% versó sobre taxonomía botánica con 30,149 páginas, el 5% trató la taxonomía en general con 2113 páginas, y el 1% abordó la taxonomía microbiológica con 479 páginas (Cuadro 18).

Lot y Butanda (1994) analizaron los artículos publicados entre 1984-1994 en las tres revistas botánicas más importantes; sus resultados para la taxonomía⁴¹ fueron: del 47% para *Anales del Instituto de Biología serie Botánica*, 58.5% para *Acta Botánica Mexicana* y 35% para *Boletín de la Sociedad Mexicana de Botánica*. Según los resultados obtenidos en TaXMeXX la proporción de páginas taxonómicas totales para cada una de estas revistas fue de: 55%, 65% y 56.5% respectivamente. Riba y Butanda (1987) y Riba (1994) hicieron lo propio al analizar más de 1500 referencias bibliográficas sobre pteridofitas de México, las publicaciones que se señalaron como taxonómicas fueron monografías o revisiones de taxones particulares y no incluyeron algunas publicaciones de tipo florístico con especies nuevas o con comentarios al margen referentes a la taxonomía de algún grupo particular. Para algunas disciplinas zoológicas también hay algunos datos, por ejemplo Rodríguez-Yáñez *et al.* (1994), realizaron un análisis parcial de casi 3600 referencias bibliográficas sobre las aves silvestres de México, desde 1825 hasta 1992, y obtuvieron que la mayoría de los trabajos trataron sobre taxonomía, distribución y ecología, este resultado también lo obtuvo Gutiérrez (1999) para mariposas.

En lo que respecta a la cantidad de autores por disciplina, 4% hicieron taxonomía general, 42% realizaron botánica, 51% practicaron zoología y 3% trabajaron microbiología. Llorente *et al.* (2000a) registraron para ese año, en las colecciones institucionales mexicanas, que el 53% de los investigadores contratados trabajaron en botánica, 45% en zoología y 2% en microbiología; de tal manera que también hay una proporción muy similar de taxónomos botánicos y zoológicos en México durante todo el siglo XX (Cuadro 18). Debe advertirse que la diversidad zoológica supera cuando menos en quince veces la botánica, a nivel mundial y nacional (ver adelante).

⁴¹ Incluye las categorías: taxonomía, florística y nomenclatura.

Cuadro 18. Algunos datos obtenidos para cada disciplina en TaXMeXX.

Característica	Taxonomía Botánica	Taxonomía Zoológica	Taxonomía Microbiológica
Artículos	2713	3160	50
Páginas taxonómicas	30149	46345	479
Autores	3789	4396	92
Instituciones mexicanas	98	117	12
Descripción de taxones nuevos	606	1280	12
Monografías y revisiones	32	144	0
Revistas	17	24	6

El comportamiento de la proporción de artículos publicados por cada disciplina se representa en la figura 24, ahí se demuestra que el desarrollo de la zoología fue superior al de la botánica de 1929 a 1956, ese periodo en promedio abarcó el 70% de los artículos, en los 44 años posteriores ambas disciplinas produjeron un número de artículos similar. Respecto a la proporción en el tiempo del número de autores que hicieron trabajos de taxonomía botánica y zoológica fue muy similar a la de los artículos.

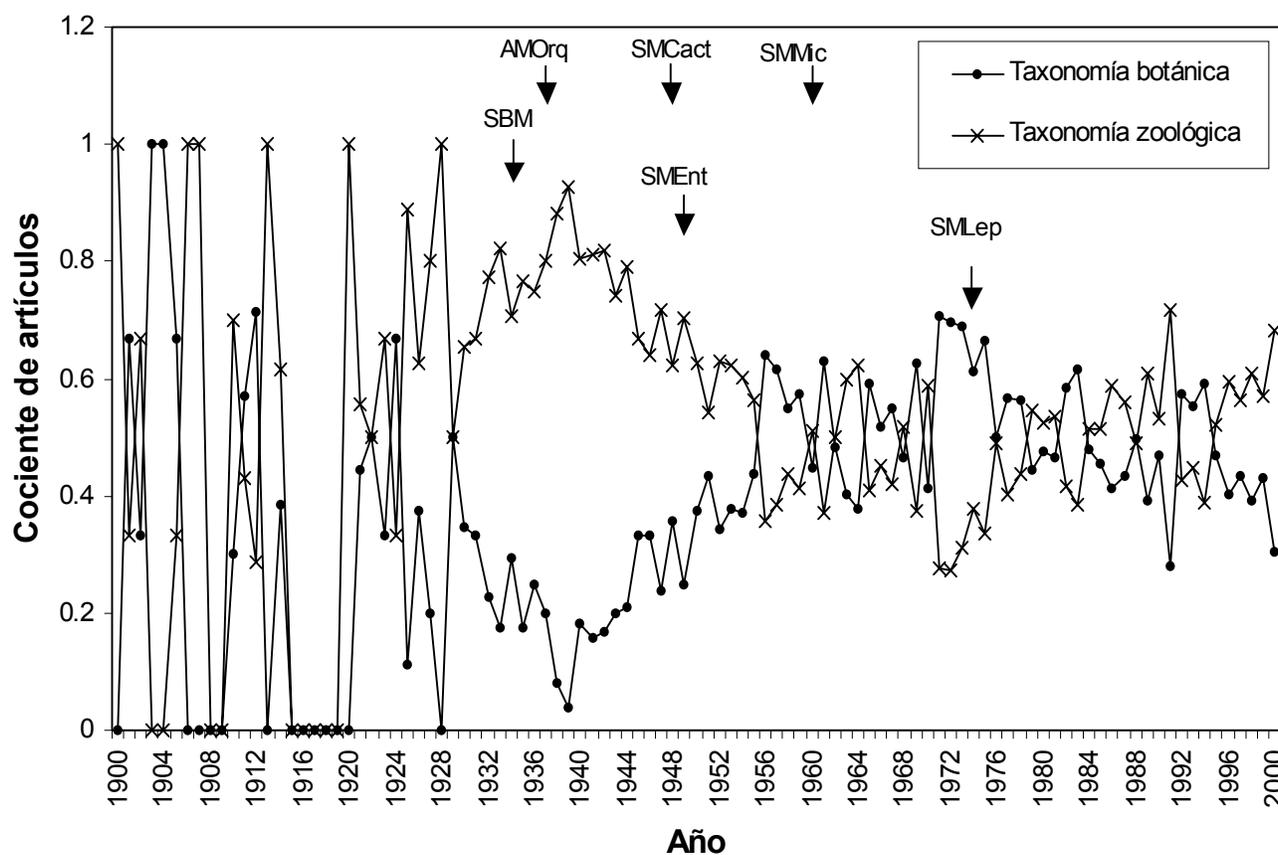


Figura 24. Proporción de artículos publicados por cada disciplina en el tiempo. El significado de cada abreviatura de las sociedades está en el apéndice 1.

Sobre el comportamiento diferencial de la taxonomía botánica y la zoológica en México hay más referencias: el SNI en 1987 tenía reconocidos 286 biólogos de los cuales 17 estaban dedicados a la taxonomía, 22 a la zoología y 26 a la botánica. Llorente *et al.* (2000a) también presentaron algunos datos, vale la pena resaltar que en 1999 colaboraron en las colecciones mexicanas 977 personas de las cuales 522 fueron del área botánica, 437 de la zoológica, y 18 de la microbiológica (Cuadro 19); botánicos fueron 413 y zoólogos 355, mientras que la

curación y recolecta de los ejemplares de las colecciones fueron realizadas por 470 personas para botánica y por 392 asociados para zoología, la cantidad de publicaciones producidas para botánica fueron de 483 y de zoología 494. Por lo tanto, según esta fuente, el número de investigadores en botánica fue mayor que para zoología.

Cuadro 19. Tipo de nombramiento del personal asociado a las colecciones. Modificado de Llorente *et al.* (2000a).

Área	Total personas/personal con nombramiento	Investigador -profesor	Técnico académico	Ayudante de profesor	Técnico	Capturista	Otro
Botánica	522/336	225	69	25	13	3	1 ¹
Zoología	437/244	139	65	13	23	1	3 ²
Microbiología	18/13	7	4	2	0	0	0
Total	977/623	371	138	40	36	4	4

¹Analista-programador. ²Una cátedra patrimonial de excelencia y dos profesores invitados o visitantes.

Se registró que en la botánica los grupos más trabajados fueron en primer lugar las Magnoliophyta con el 30.5%, seguido de las cactáceas y suculentas con 28.5%, los hongos con 18% y las orquídeas con 15.5% (Figura 25). Respecto a las cactáceas y las orquídeas las contribuciones de aficionados o diletantes fueron significativas cuantitativamente.

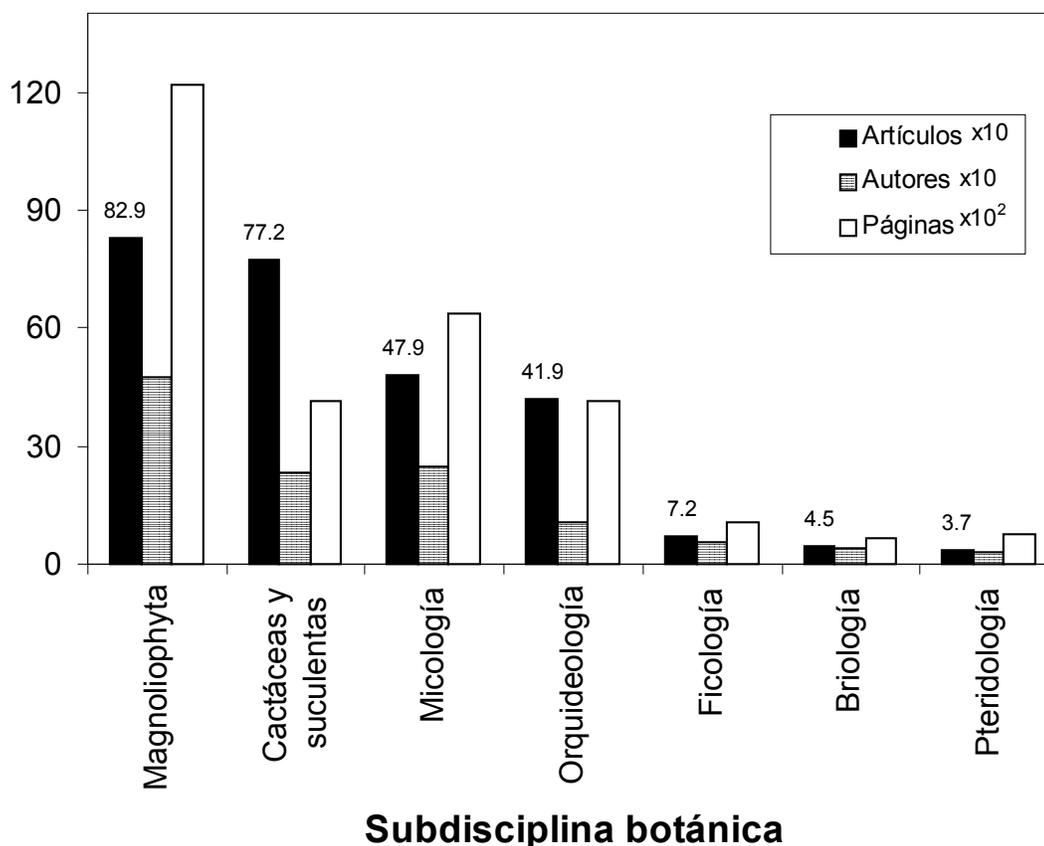


Figura 25. Cantidad de autores, artículos y páginas por las subdisciplinas botánicas según TaXMeXX. Los números sobre las barras se refieren a la cantidad de artículos.

Respecto a las subdisciplinas zoológicas la entomología *sensu lato* abarcó el 45% (21,753 páginas) del total de los artículos analizados y representó por mucho la subdisciplina con mayor cantidad de trabajos taxonómicos y taxónomos en México durante el siglo XX; la siguiente correspondió a los helmintos con 12.5% (4346 páginas) y en tercer lugar la protozoología con 6.5% (2187 páginas). Estos tres grupos sumaron el 64% de los artículos zoológicos (Figura 26). La entomología se conformó de 25% trabajos de Coleoptera (Michán y Morrone, 2002), siguieron los de Lepidoptera (22%) (Michán *et al.*, en prensa) y los de Hemiptera (12%). La presentación, el análisis y la discusión extensa sobre estos resultados, una síntesis del desarrollo de la taxonomía entomológica, de Coleoptera y de Lepidoptera en México durante el siglo XX se pueden ver en Michán y Llorente (2002), Michán y Morrone (2002) y Michán *et al.* (en prensa).

En general, para las especialidades botánicas y zoológicas la cantidad de autores y de páginas fueron proporcionales a la cantidad de artículos.

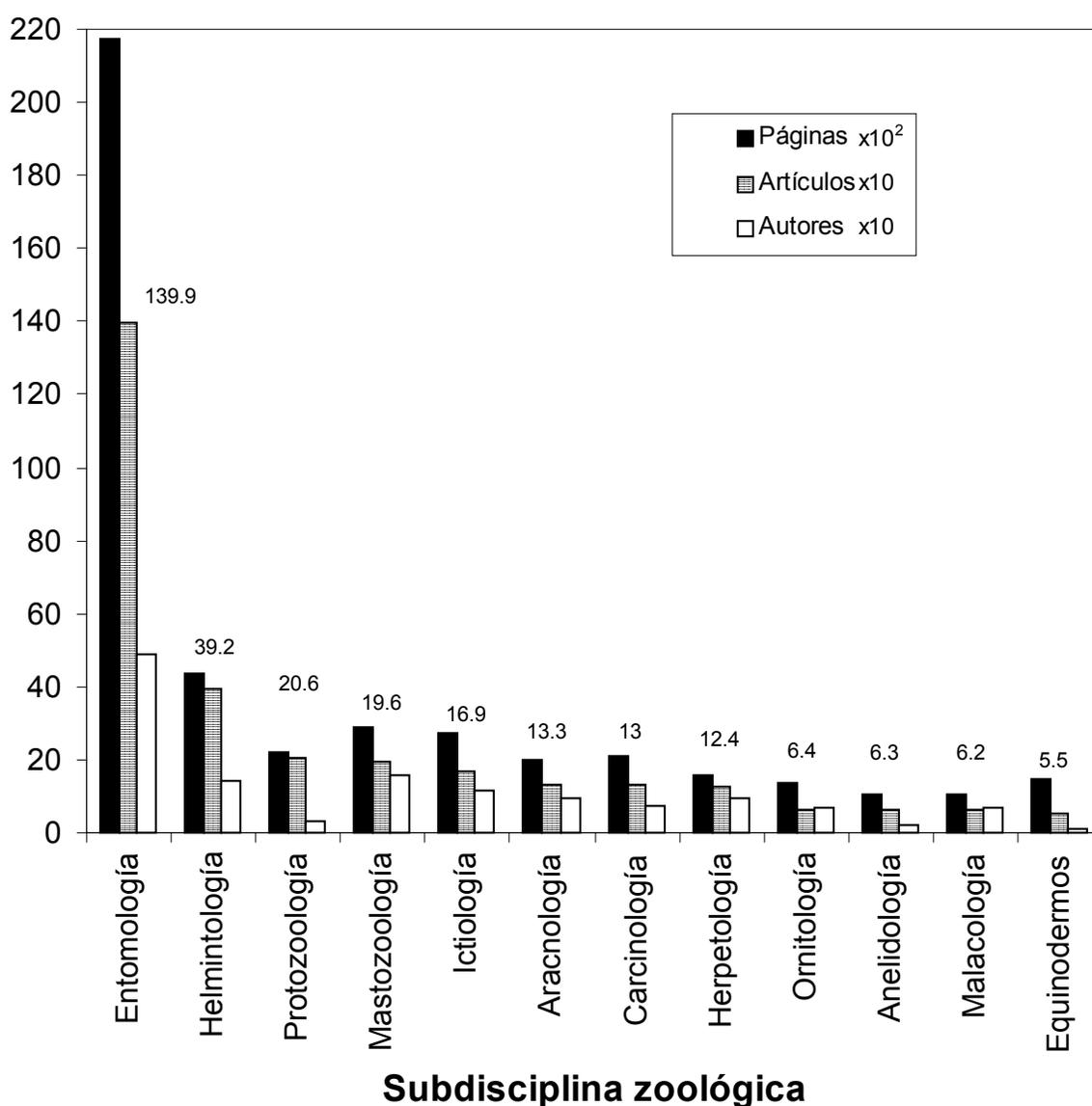


Figura 26. Cantidad de autores, artículos y páginas para las subdisciplinas zoológicas según TaXMeXX. Los números arriba de las barras pertenecen a los artículos.

Si se consideran los resultados obtenidos para los taxones principales, los artículos más estudiados fueron en plantas: las Caryophyllales y las Orchidales, seguidos de órdenes de animales como Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera, y Platyhelminthes (Cuadro 20, Figura 27), juntos estos cuatro órdenes sumaron casi el 39% del total de los trabajos analizados, lo que confirma el interés que se ha dado en ciertos taxones y la escasez de estudios en otras.

Cuadro 20. Algunos datos de los taxones más estudiados (diez artículos o más) según TaXMeXX.

Taxón	Artículos	Páginas	Promedio de páginas
Caryophyllales	443	2813	6.35
Orchidales	434	4204	9.69
Coleoptera	340	6330	18.62
Lepidoptera	336	5171	15.39
Platyhelminthes	246	2982	12.12
Hemiptera	166	3416	20.58
Plantae	160	3759	23.49
Liliales	125	919	7.35
Acari	101	1513	14.98
Rosales	97	452	4.66
Diptera	96	1315	13.70
Nematoda	87	933	10.72
Ascomycetes	84	1225	14.58
Basidiomycetes	75	1483	19.77
Fabales	71	785	11.06
Decapoda	66	1071	16.23
Thysanoptera	66	1862	28.21
Fungi	65	642	9.88
Alga	63	1367	21.70
Chiroptera	59	567	9.61
Mammalia	56	1541	27.52
Ciliata	54	991	18.35
Psocoptera	50	768	15.36
Reptilia	50	1252	25.04
Bromeliales	48	247	5.15
Pisces	48	1160	24.17
Collembola	46	764	16.61
Asterales	44	533	12.11
Aves	44	1030	23.41
Scrophulariales	44	392	8.91
Rodentia	43	573	13.33
Hymenoptera	42	786	18.71
Solanales	42	493	11.74
Violales	42	279	6.64
Amphibia	41	1099	26.80
Monera	37	290	7.84
Sapindales	37	332	8.97
Pinales	36	999	27.75
Euphorbiales	35	194	5.54
Macromycetes	35	481	13.74
Protozoa	35	340	9.71
Lamiales	34	426	12.53
Squamata	34	271	7.97
Insecta	33	438	13.27
Pteridophyta	30	529	17.63
Fagales	29	483	16.66
Homoptera	29	415	14.31

Taxón	Artículos	Páginas	Promedio de páginas
Cyprinodontiformes	28	226	8.07
Orthoptera	27	448	16.59
Perciformes	27	363	13.44
Polychaeta	26	501	19.27
Musci	24	326	13.58
Hirudinea	23	218	9.48
Trichoptera	22	287	13.05
Bivalvia	21	273	13.00
Siphonaptera	21	332	15.81
Magnoliophyta	20	657	32.85
Malvales	20	139	6.95
Mollusca	20	446	22.30
Odonata	20	366	18.30
Arales	19	303	15.95
Araneae	18	202	11.22
Ostracoda	18	268	14.89
Acanthocephala	16	189	11.81
Isopoda	16	204	12.75
Myrtales	16	74	4.63
Stelleroidea	16	304	19.00
Carnivora	14	105	7.50
Gastropoda	14	168	12.00
Líquenes	14	257	18.36
Scorpiones	14	349	24.93
Atheriniformes	13	175	13.46
Basidio	13	197	15.15
Mallophaga	13	151	11.62
Myxomicetes	13	205	15.77
Aphylophorales	12	228	19.00
Cyperales	12	183	15.25
Ebenales	12	49	4.08
Gasteromycetes	12	245	20.42
Pyrenomycetes	12	126	10.50
Rubiales	12	115	9.58
Arecales	11	73	6.64
Briophyta	11	237	21.55
Commelinidales	11	79	7.18
Copepoda	11	108	9.82
Cypriniformes	11	158	14.36
Santales	11	77	7.00
Gentianales	10	64	6.40
Pezizales	10	135	13.50
Protozoo	10	99	9.90

El análisis respecto al número de taxones estudiados por cada taxónomo mostró que casi el 79% de los autores se especializó en un solo grupo de organismos (orden o *phylum*), mientras que el 12% lo hizo en dos, el máximo de taxones distintos estudiados por un solo autor fueron 18.

Respecto al contenido de los artículos se hicieron más descripciones de taxones nuevos, revisiones y monografías en zoología que en botánica (Cuadro 20), esta tendencia se mantuvo para la mayoría de los casos (Figura 27), con una proporción casi del doble. En cuanto a la cantidad trabajos taxonómicos⁴² que se realizó por artículo también fue mayor para los zoológicos con un promedio de 2.9, mientras que para los botánicos fue de 2.4, esto significa que generalmente los zoólogos hicieron trabajos con más elementos taxonómicos.

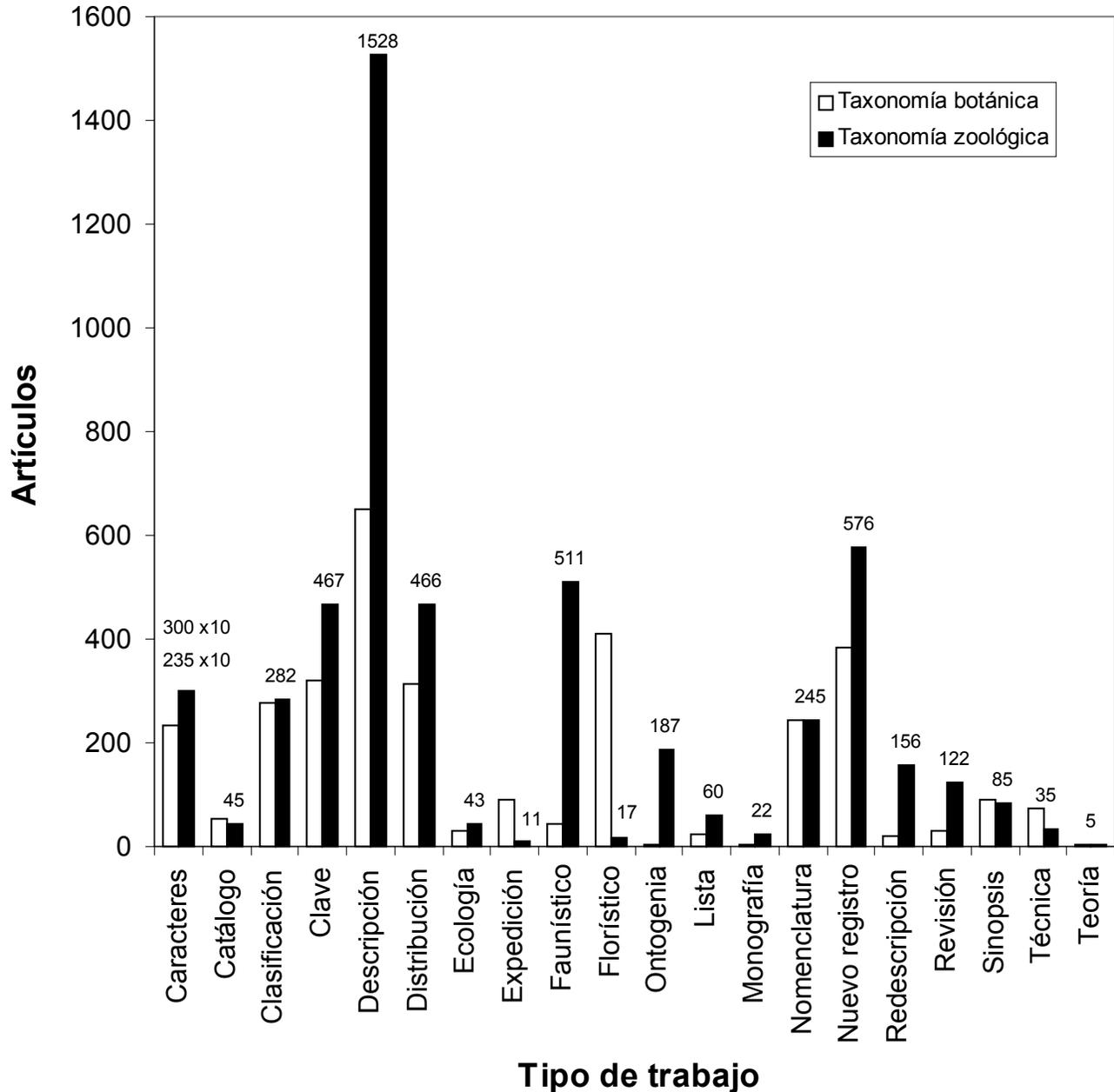


Figura 27. Cantidad de artículos registrados para cada tipo de trabajo taxonómico en botánica y zoología. Los números sobre las barras corresponden a la taxonomía zoológica. Para el caso de los caracteres los números se indican con un múltiplo de 10.

⁴² De acuerdo con la clasificación utilizada en este trabajo, ver apéndice 7.

Por ejemplo Llorente *et al.* (2000a) obtuvieron datos sobre el tipo de publicaciones de las colecciones biológicas mexicanas y resultó que la cantidad fue similar para la botánica y la zoología, pero en la segunda hubo mayor cantidad de trabajos de síntesis (Cuadro 21).

Cuadro 21. Publicaciones producidas por el personal adscrito a las colecciones.

Área	Monografías	Libros	Capítulos de libros	Artículos de investigación	Manuales, claves, guías de campo	Otras ¹
Botánica	67	183	374	2513	138	483
Zoología	53	81	326	2391	64	494
Microbiología	3	1	8	71	8	14
Total	123	265	708	4975	210	991

¹Artículos y material de divulgación, folletos técnicos, mapas, memorias de congresos. Modificado de Llorente *et al.*, 2000a.

Las regiones de estudio. En cuanto a las regiones geográficas en las que se realizó el trabajo taxonómico se puede decir que el 79% de los artículos se refirieron al país, 12% se hizo o se refiere al extranjero, el 6% incluye a México y al extranjero, y 3% no se pudo determinar. Esta variable en el tiempo mostró que la relación de los taxones de México y del extranjero tratados en las revistas mexicanas del siglo XX se mantuvo a lo largo de siglo con una proporción en promedio de ocho nacionales y dos foráneos, la diferencia máxima se dio en 1930 cuando la relación fue de siete a tres (Figura 28). A partir de esto se concluye que la tendencia fue a escribir y publicar los trabajos sobre organismos mexicanos, resultado que era de esperarse.

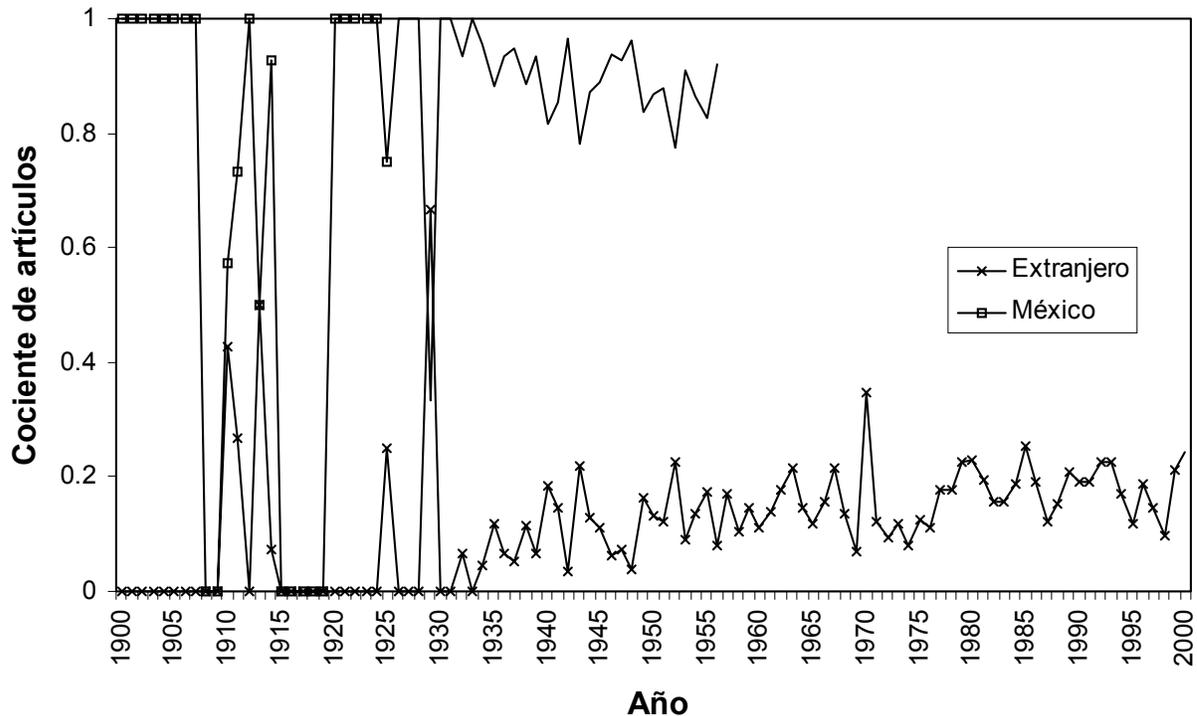


Figura 28. Cociente⁴³ de los artículos referentes a taxones mexicanos y extranjeros según TaxMeXX.

⁴³ Artículos mexicanos o extranjeros/artículos totales.

En relación con los 2331 autores contenidos en la base de datos 71% estudiaron taxones ubicados en México, 13% lo hizo con taxones extranjeros y 16% estudió taxones tanto mexicanos como extranjeros. si solo se toma en cuenta a los autores adscritos a instituciones mexicanas (65%) se obtuvo que el 83% estudió solo taxones mexicanos, 8% abordó organismos de México y el extranjero, y 1% trató sobre taxones extranjeros.

También se registró que el 20% de los autores se especializó en una sola región (estado de la república o país), mientras que el 10% lo hizo en dos, el 7% en seis y el 6% en cuatro. Si se considera solo a los taxones mexicanos, entonces el 17% de los autores se especializó en un solo estado, el 8.6% en tres, el 6.5% en cuatro y el 5% en cinco, seis y siete estados cada uno; conforme aumentó el número de estados la proporción de autores disminuyó, como se esperaba.

De tal manera que cerca del 85% de los autores que publicaron en las revistas mexicanas durante el siglo XX hicieron estudios con poblaciones mexicanas, resultado que era de esperarse, pero también varios de los taxónomos, en especial los especialistas han extendido su área de estudio más allá de las fronteras.

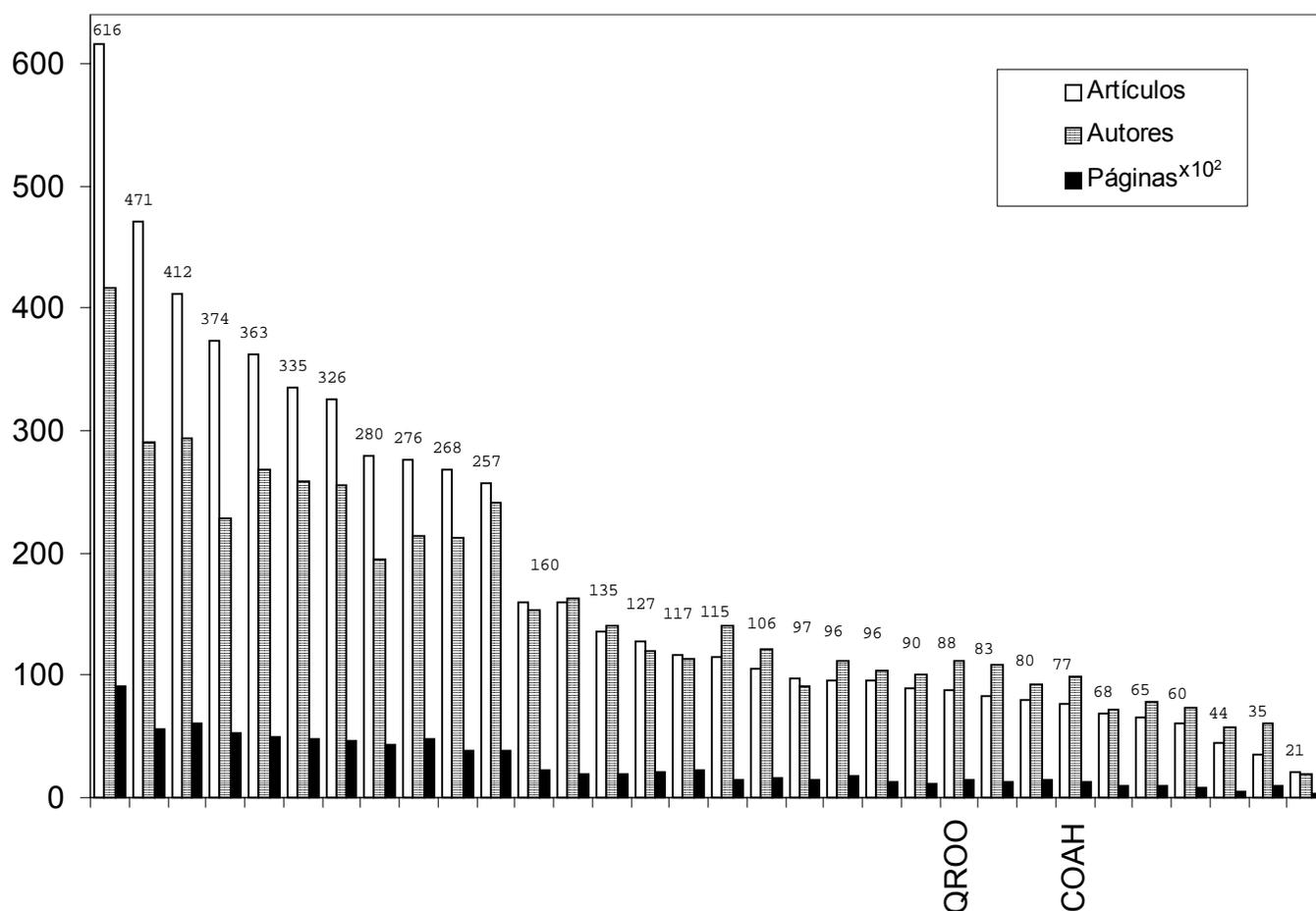


Figura 29. Cantidad de artículos, autores y páginas escritas para cada estado de la República Mexicana⁴⁴ según TaXMeXX. Los números sobre las barras corresponden a los artículos, las abreviaturas están en el apéndice 1.

⁴⁴ Se refiere a la región en la que se realizó el estudio.

En el total de los artículos referidos a México se citaron los estados de Veracruz el 10%, Oaxaca el 8%, Chiapas el 7%, el Distrito Federal 6% y Guerrero el 6%, el Estado de México y Jalisco con 5% (Figura 29). Estos siete estados se abordaron en el 47% de los artículos, fueron estudiados por el 94% de los autores y sumaron el 51% de páginas escritas. De tal manera que se puede asegurar que constituyen las regiones de México más estudiadas desde el punto de vista taxonómico. Se puede advertir así cierta centralización, preferencias, cercanía a instituciones y el síndrome de las vías de comunicación (Ver Soberón *et al.*, 1996 y Llorente *et al.*, 2000a para el caso de ejemplares de colecciones).

El 12% de los artículos se refirió al estudio de un taxón extranjero (87 regiones), los países más mencionados fueron E.U.A con el 8.6%, Guatemala con el 7.6%, Brasil con el 7.5% y Panamá con el 5%, estos cuatro países suman el 35% de tales artículos (Figura 30), los dos primeros seguramente han sido los más estudiados por su cercanía y los dos segundos por la biodiversidad que presentan.

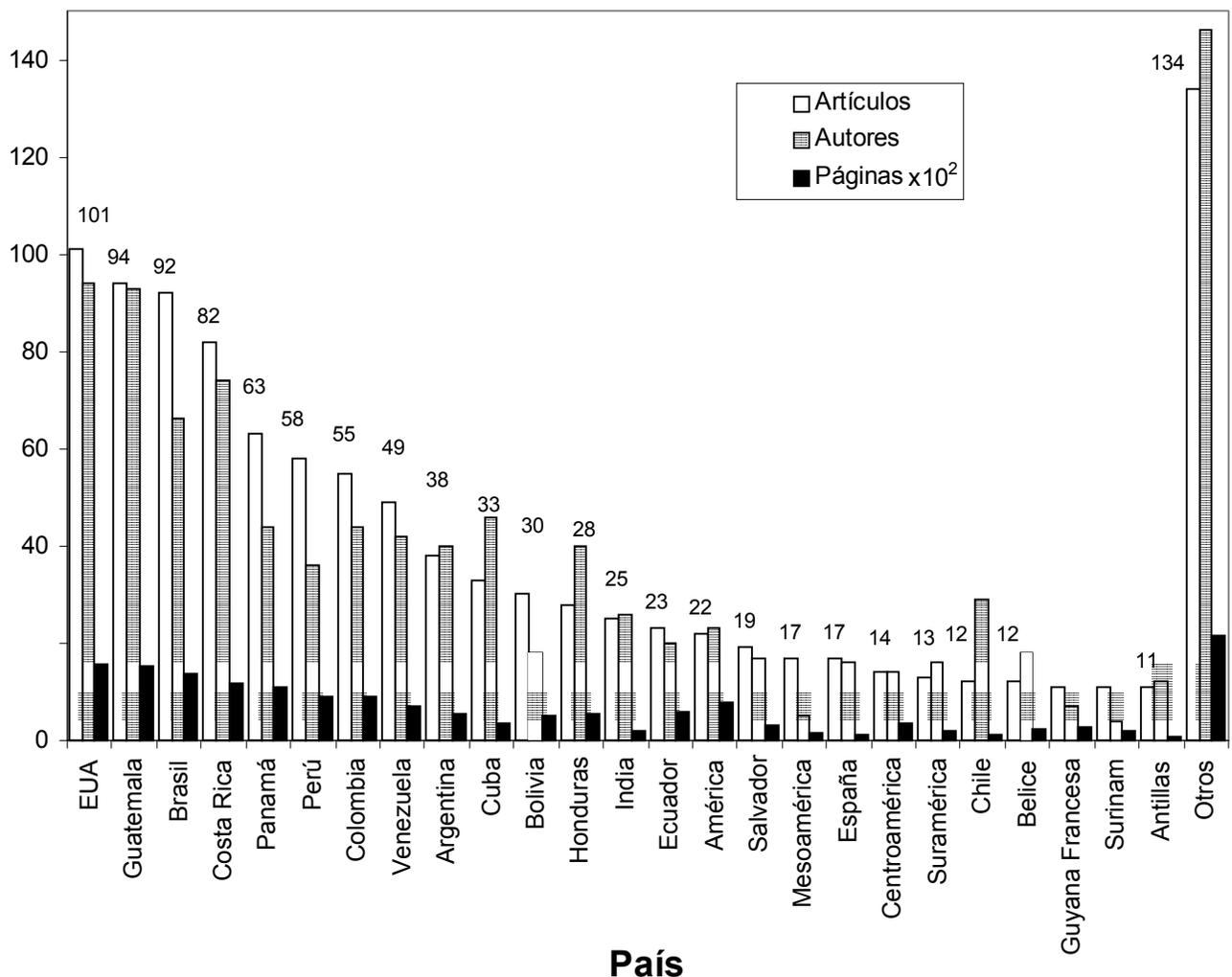


Figura 30. Cantidad de artículos, autores y páginas por país⁴⁵, según los datos contenidos en TaXMeXX. La categoría otros incluye 62 países con nueve artículos o menos. Los números sobre las barras se refieren a los artículos.

⁴⁵ Se refiere a la región en la que se realizó el estudio.

LA TAXONOMÍA EN MÉXICO DURANTE EL SIGLO XX ¿DEL ESENCIALISMO A LA FILOGENIA?

En el análisis de los taxones se registró que un número parecido de autores botánicos y zoológicos produjeron un número similar de artículos sobre estas disciplinas; pero para poder hacer un estudio comparativo claro del estado de la taxonomía botánica y zoológica en México, durante el siglo XX, es necesario considerar las características de la biodiversidad presente en todo el territorio. El número total de especies conocidas en México es de 64,878 aproximadamente (especies descritas o con nombre científico) (este dato se basó en la suma de especies por grupo para las que existen datos publicados) y el estimado total es de 212,932 (CONABIO, 1998b). México ocupa el primer lugar en el ámbito mundial en biodiversidad de reptiles, el segundo en mamíferos y el cuarto en anfibios y plantas (Mittermeier y Goettsch, 1992). Otros estiman que en México hay cerca de 400,000 especies de animales, mientras que para las plantas se calculan 30,000 (CONABIO, 1998b), y Llorente *et al.* (1996) estiman 6 o 7×10^5 spp solo para artrópodos de México, que constituyen el 75% del total.

La producción y el trabajo taxonómico de los botánicos y los zoólogos, desde el punto de vista cuantitativo fueron similares, pero hay 13 veces más riqueza de animales que de plantas y esta diferencia no se refleja en los resultados obtenidos, de tal manera que se puede decir que la taxonomía zoológica se ha desarrollado más lento respecto a su objeto de estudio que la botánica, esto podría deberse a la tradición más antigua de la práctica botánica y a la importancia médica y económica que representa su estudio. Esto podría significar que, cuando menos, hacen falta 80% más de taxónomos dedicados a otros grupos de animales poco estudiados en México, especialmente nemátodos e insectos.

La mayor cantidad de especies en nuestro país son de artrópodos, hongos, plantas y otros invertebrados, por lo tanto, los taxones más ricos son los más trabajados, pero es notoria la falta de investigación sobre varios grupos, algunos de los cuales son endémicos. Por ejemplo, son pocos los taxones animales que se estudian en México desde el punto de vista taxonómico, algunos que están en este caso son (en orden alfabético):

acantocéfalos	cirrípedos	isópteros	protocordados
amplipíodos	cladóceros	loforados	proturos
anélidos	cnidarios	moluscos	pseudoescorpiones
anfípodos	copépodos	nematómorfos	pterobranquios
anopluros	ctenóforos	nemertinos	quetognatos
anostracos	elasmobranquios	oligoquetos*	quinorricinos*
apendicularias	enteropneustos	onicóforos	ricinúlidos
arácnidos	entoproctos*	palpígrados	rotíferos
branquiuros	equiúridos	parartrópodos	sipuncúlidos
braquiópodos	gastrotricos*	pedipalpos	solpúlgidos
briozoarios	himenópteros	pentastómidos	tardígrados
cefalocordados	homópteros	picnogónidos	tardígrados
ciclóstomos	isópodos	priapúlidos	tunicados

*Lamothe (1994) no reconoce trabajos taxonómicos realizados por mexicanos para estos grupos.

Desde el punto de vista teórico es importante hacer notar que una parte de la taxonomía es una práctica científica integradora, esta función la hace ser muy diversificada, debido a que es realizada por distintos profesionales de la biología, de acuerdo con su objeto de estudio, esto es por zoólogos, botánicos y microbiólogos, quienes utilizan técnicas, métodos, conceptos, jerarquías e incluso hasta Códigos de Nomenclatura distintos, entre otras cosas; y puede considerarse que provienen de tradiciones distintas Nordeskiöld (1949). Lo que unifica a todos ellos son sus metas linneanas (nombrar, diagnosticar, describir y clasificar) y recientemente el establecer relaciones evolutivas. Además, comparten algunos métodos de clasificación (Hull, 1988), la definición de la unidad

de estudio (especie) (Llorente y Michán, 2000), algunos fundamentos teóricos sobre modos y modelos de especiación y mecanismos evolutivos, entre otros; pero resulta que hay falta de consenso y carencia de una correlación directa entre los elementos enumerados anteriormente y el objeto de estudio. En síntesis, los taxónomos no comparten una estructura teórica general y unificada, ni métodos suficientemente uniformes, incluso muchas veces su lenguaje también es diverso y distinto, como lo es la enorme diversidad de estructuras para los 10 millones de especies existentes, que en un 10% se encuentran en nuestro país.

Como fue evidente en los resultados, los estados en los que trabajaron más taxónomos y sobre los cuales se escribieron más trabajos fueron Oaxaca, Chiapas, Veracruz y Guerrero. Éstos también son los más importantes en cuanto a su riqueza de especies (Ramamoorthy *et al.*, 1993; CONABIO, 1998b). La flora de Veracruz se estima en 8 mil especies, comparte con Oaxaca y Chiapas uno de los últimos reductos de selvas altas y medianas, la zona de Uxpanapa es considerada internacionalmente como un centro de gran diversidad de plantas, y ocupa el tercer lugar nacional en cuanto a diversidad de vertebrados (Flores y Gerez, 1994).

El inventario florístico de Oaxaca se estima en 9 mil especies y presenta un alto grado de endemismo en la región de Los Chimalapas-Uxpanapa, los bosques templados de la Sierra de Juárez y la zona árida del Valle de Tehuacán. Oaxaca es un estado que destaca por su riqueza de especies de vertebrados, en particular en los bosques de encinos y los bosques mesófilos de montaña (Flores y Gerez, 1994). Chiapas también es uno de los estados con mayor diversidad florística con 8248 especies registradas, en su territorio existen zonas grandes cubiertas por bosques tropicales como las selvas Lacandona y del Ocote, que representan centros importantes de diversidad de plantas; contiene cerca de 35% de los vertebrados mesoamericanos (Flores y Gerez, 1994). Estas mismas áreas son las más diversas para las mariposas (Luis y Llorente, 1990, 1993; Luis *et al.*, 1991, 1996, 2000, 2003), vertebrados, (Flores y Gerez, 1989) y fanerógamas (Rzedowski, 1991), juntas estas regiones comprenden poco más del 40% de la riqueza total del país (Raguso y Llorente, 1997).

La flora de Guerrero ha sido poco estudiada, pero en ese estado el bosque tropical caducifolio localizado a lo largo de la Cuenca del Balsas presenta un considerable número de especies endémicas, y dentro de esta zona se encuentra el Cañón del Zopilote, reconocido como un importante centro de diversidad florística, y es el cuarto estado en cuanto a variedad de vertebrados (Flores y Gerez, 1994).

Los más altos grados de endemismo en México se encuentran en los estados de Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Baja California Sur, Michoacán, Guerrero, Baja California, Coahuila y Tabasco. En cuanto al endemismo en flora se tienen datos para 14 estados, de los cuales nueve se consideran de alto endemismo (Oaxaca, Chiapas, Morelos, Baja California Sur, Guerrero, Baja California, Chihuahua, Sonora y Durango) y de bajo endemismo los restantes (por ejemplo Quintana Roo, Yucatán, Distrito Federal, Jalisco y Colima); se han registrado especies endémicas de vertebrados en todas las entidades federativas de la República, a excepción de Zacatecas, Tlaxcala y Campeche (CONABIO, 1998b).

De tal forma que la biodiversidad, las vías de acceso y la cercanía geográfica al Distrito Federal parecen ser las razones de que éstos sean los estados más representados en la taxonomía mexicana. También destacan con un número significativo de trabajos los estados de Baja California y Sonora, por su cercanía al gran núcleo de investigación de California, en Estados Unidos, lugar que tiene gran tradición en trabajos taxonómicos (Navarro, 1994). También Veracruz y Chiapas, estados representativos del trópico mexicano, ejercieron gran atracción entre los investigadores, y han sido y son rutas comunes de viajeros, naturalistas y taxónomos. Por el contrario,

destacan estados que a pesar de su cercanía al centro político del país y a su considerable riqueza de especies, casi han sido olvidados como: Tlaxcala, Querétaro, Aguascalientes, Zacatecas y Tabasco, por ejemplo (Rodríguez-Yáñez *et al.*, 1994). Además la relación de los estudios taxonómicos respecto al tamaño de los estados no es directamente proporcional, puesto que los más grandes no fueron los más estudiados, *v. gr.* varios estados del norte.

Se debe tomar en cuenta que por lo común es imposible llegar a muchas regiones de nuestro país por falta de rutas transitables que faciliten los trabajos de exploración, sobre todo en épocas de lluvias; esto restringe los programas a lugares cercanos a las ciudades o poblados que cuenten con agua, electricidad y rutas transitables, además de seguridad, por eso es que muchas zonas de México prácticamente son desconocidas en relación con su flora y fauna, esto sumado a la falta de recursos, equipos, materiales y recolectores, lo que ha repercutido en la falta de representación de muchos taxones y regiones mexicanas (Lamothe, 1994).

Respecto al contenido teórico-metodológico de los artículos taxonómicos publicados en México, durante el siglo XX, fue evidente que la producción taxonómica mexicana constó principalmente de estudios sobre caracteres, descripción de taxones nuevos, floras, faunas, claves y registros de distribución nuevos. Esto era de esperarse porque cualquier investigación biológica parte del reconocimiento de las características de su objeto de estudio, lamentablemente la gran mayoría se quedan a nivel descriptivo.

El uso de caracteres morfológicos fue congruente con la tendencia mundial, pero la taxonomía moderna no debe limitarse al análisis de estos caracteres, Huxley explicó desde 1942 la importancia de incluir técnicas de análisis de caracteres más finos y específicos que son de uso común en países como los Estados Unidos, Inglaterra y Alemania; en general no fue significativo el aumento en el uso de otros caracteres, varias de ellas se aplicaron de forma tardía por cuestiones culturales, prácticas, de infraestructura y de presupuesto, entre otras (León, 1994; Lamothe, 1994; Nieto y Llorente, 1994). Además no fue común el uso o la producción de técnicas taxonómicas modernas; la mayoría de los aportes de este tipo se hicieron respecto a las formas de recolección y sobre las colecciones.

En cuanto a los registros de distribución nuevos, las floras y faunas fueron cuantiosos pero no suficientes, comparados con los realizados por taxónomos extranjeros sobre la biota mexicana y si se considera lo que falta por hacer; incluso estas cifras son dramáticas para las descripciones de taxones mexicanos nuevos que fueron de mínimo aporte respecto a las que se realizaron en el extranjero (Flores y Nieto, 1994; León, 1994; Navarro 1994; Riba, 1994; Arias, 1998; Luis *et al.*, 1991, 1996, 2000).

Se hicieron algunas revisiones y monografías importantes⁴⁶, varias fueron sobre insectos, son trabajos eruditos de mucha calidad, y en pocos casos incluyen análisis filogenéticos. Las labores de exploración e inventario, descripción y sistematización son indispensables, pero constituyen aportes rutinarios, poco originales y creativos (Llorente y Soberón, 1994). En consecuencia se deben integrar técnicas nuevas y métodos más modernos en el inventario, y aplicar análisis evolutivos que vayan más allá de lo descriptivo y se constituyan en trabajos de comparación, análisis y síntesis, para proponer hipótesis y explicaciones causales que permitan la asimilación y la recreación de teorías, así como la formulación de propuestas nuevas que serían indispensables para lograr la madurez en el campo.

⁴⁶ La mayoría de ellas fueron de taxones menores (debajo de familia) y no siempre se incluyeron a todas las especies que los integran (J. Ramírez-Pulido com. pers.).

Pero la práctica taxonómica actual no solo comprende el reconocimiento y la definición de nuevos taxones específicos, también incluye el estudio de las relaciones genealógicas y filogenéticas entre los taxones y la elaboración de clasificaciones que reflejen tales relaciones, así como el conocimiento de la variación geográfica, genética y fenética, en las especies definidas (Mayr, 1969; Wiley, 1981; Ball, 1994; Llorente, 1986).

Durante la segunda mitad del siglo XX se aplicaron diferentes enfoques dentro la sistemática, la fenética seguía teniendo gran influencia en el análisis de la similitud de secuencias de ácidos nucleicos, sin embargo, fue muy criticada la dificultad que representa definir la homología a este nivel. Pero esta escuela continuó el desarrollo de técnicas en sus aspectos abstractos y metodológicos en revistas como *Journal of Classification* y *Biometry*. La mayor parte de los evolucionistas y sistemáticos aplicaron técnicas numéricas (alejadas de los principios fenéticos) para valorar la morfometría, la similitud total de las formas biológicas y los aspectos geométricos de forma promisoría. Los evolucionistas carentes de método y técnicas objetivas y homogéneas en la práctica quedaron fuera de la discusión metodológica. A finales del siglo XX, en el contexto mundial, predominó la filogenética y el cladismo en los estudios taxonómicos, la idea fundamental de Hennig de que hay un sistema general de referencia que solo se puede descubrir objetivamente a través del componente genealógico de la filogenia, fue el programa de investigación más exitoso y de mayor valor en la biología comparada (Llorente, 1986; 1990; De Luna 1995; 1996; Morrone, 2001). Pareciera que todo esto afectó muy poco a la taxonomía mexicana y solo en la última década parecen haber cambios, lo que se debe examinar a la luz de las publicaciones de nacionales en las revistas extranjeras e internacionales (ver adelante).

El nacimiento y desarrollo de las ideas filogenéticas se dio en Europa en el siglo XIX, hubo varios precursores como Haeckel, Handlirsch, Lorentz, Mitchell, Müller, Zimmermann, Rosa, e incluso el mismo Darwin⁴⁷. Todos estos intentos culminaron en un método explícito y fundamentado en el libro conocido como *Sistemática Filogenética* de Hennig publicado en alemán, en 1950. La traducción al inglés fue en 1966 y en ese momento se dio la difusión, aplicación, análisis y fortalecimiento del método cladista, en especial en Estados Unidos en el Museo Americano de Historia Natural de Nueva York. El arribo del cladismo a Latinoamérica se inició vía la Argentina (1950), en donde los taxónomos europeos refugiados aplicaron el método; aunque en los inicios no prosperó este programa de investigación se formalizó en esa región hasta después de 1970, principalmente en Argentina y Brasil (Morrone, 2000).

Para establecer el estado de la práctica taxonómica en México, respecto a la adopción de nuevos paradigmas, es necesario tener una idea sobre: a) cómo y cuándo arribaron las nuevas ideas, b) cómo se difundieron y enseñaron, c) cómo se aplicaron, y d) los análisis y las discusiones que se generaron respecto a ellas. Las ideas fenéticas y filogenéticas llegaron a México principalmente por influencia norteamericana y parece que su conocimiento fue simultáneo, porque ya en 1964 López-Ochoterena expuso en una revista mexicana la ineficiencia del método tradicional, la importancia del uso de nuevos caracteres (cita a Huxley) y algunas de las ventajas teóricas y metodológicas del enfoque filogenético y fenético (citó los trabajos de Hennig, Mayr, Michener, Simpson, Sneath y Sokal). Herrera (1965) también expuso la importancia de incluir caracteres no morfológicos en el análisis de las plantas y algunas ideas sobre la escuela fenética. Ambos trabajos son ensayos con una finalidad de difusión; para mediados de 1970 ya hubo varios artículos en los que se exponían las características de las tres escuelas de clasificación biológica predominantes a finales del siglo XX. Los principios teórico-metodológicos del cladismo fueron publicados en México por Llorente (1986, 1990), Papavero *et al.* (1993-2002), Llorente y Luna (1994), De Luna (1995, 1996),

De Luna y Mishler (1996), Pérez-Ponce de León *et al.* (1997), y Morrone (2000, 2001), entre los principales. La enseñanza formal de estos métodos a nivel licenciatura por lo general se inició de forma tardía hasta la década de los 90's, época en la que también hubo algunos diplomados de actualización (con duración de cuatro a seis meses) en los que se exponían las bases teóricas, prácticas y filosóficas, que fueron promovidos por el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias con apoyo de la CONABIO. Incluso a principios del siglo XXI su uso fue muy escaso y solo en algunos taxones. Por ejemplo, según Kohlmann (1994), la primera aplicación formal del método fenético en la taxonomía mexicana fue en plantas con el trabajo de Scheinvar *et al.* (1976), sobre el género *Neobuxbaumia*, en el cual se analizaron las características morfológicas y ecológicas de las distintas especies; los fenogramas obtenidos fueron utilizados para sugerir un árbol filogenético. Posteriormente se publicaron los trabajos de Luna-Cavazos *et al.* (1987) y Valdés *et al.* (1987), en los cuales utilizaron análisis de agrupamientos y componentes principales en papas silvestres (*Solanum* L.) y en pastos de la familia Poaceae, respectivamente.

Dentro de la entomología, uno de los primeros trabajos fenéticos fue el de Kohlmann (1981), en el que se compararon los métodos numérico y filogenético. En el caso de los vertebrados, algunos de los primeros trabajos fueron los de Guerra (1986) y Cortés (1986), donde se analizaron las poblaciones de los peces aterínidos de los géneros *Chirostoma* y *Poblana* para diferenciarlos, y se revisaron especímenes de una nueva especie de pez del género *Neotropis*. El trabajo de Arita y Humprey (1988) revisó la taxonomía de los murciélagos magueyeros del género *Leptonycteris* (Kohlmann, 1994). Otros trabajos subsecuentes fueron los de Quintero y Reyes Castillo, (1983), Morón (1983, 1986), Kohlmann (1984a,b), García-Aldrete (1985a,b), García-Cubas y Castillo (1986), Sánchez y Koch (1988), López-Lemus (1988), Kohlmann y Halffter (1990), Bernardello (1993), Prado (1994), Hendrichs (1995), Lynn y Small (1997) y Rivera y Halffter (1999). En general, se utilizó la taxonomía numérica como herramienta auxiliar; pocos realizaron comparaciones críticas con otros métodos: "*El uso de la taxonomía numérica en México ha sido pobre y algo aislado; quizá eso no sea más que un reflejo del reducido número de taxónomos que existen en el país, pero inclusive el método ha sido muy poco usado en otras disciplinas de la biología, como la ecología*", su aplicación parece haber sido un efecto de la moda y este método ha sido desplazado por el método cladístico, también en México, siguiendo la tendencia mundial (De Luna, 1995, 1996; De Luna y Mishler, 1996; Pérez-Ponce de León, 1997; Morrone, 2001).

La aplicación del cladismo en México fue incipiente, muy pocos trabajos utilizaron este método, según TaXMeXX fueron 51 los que lo emplearon o hicieron algún aporte teórico o metodológico al respecto, varios de ellos fueron entomológicos, 11 de ellos publicados por *Folia Entomológica*. Los primeros dataron de 1970, aquí solo se mencionan los trabajos publicados en México y analizados en la base de datos, quizás haya un número similar publicado por mexicanos, o mexicanos y extranjeros, en revistas extranjeras o internacionales, un análisis futuro sobre los artículos publicados en estas revistas podrá arrojar datos más exactos. A continuación se enlistan cronológicamente las citas bibliográficas de los artículos capturados sobre el tema:

1. Tuxen, S. L. 1970. The systematic position of *Entognatus apterygotes*. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol.*, 17(1-4): 65-79.
2. Muñiz, R. 1970. Relación entre taxonomía y tipos de vida en Curculionidae. *An. Esc. Nat. Cienc. Biol.*, 17(1-4): 169-187.
3. Johansen, R. M. 1982. Nuevos thrips (Insecta, Thysanoptera; Terebrantia, Thripidae: Thripinae) de la Sierra Madre Oriental y Eje Volcánico Transversal de México. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.*, 53(1): 91-132.

⁴⁷ La historia es desarrollada en Papavero y Llorente (1996 a,b) y Morrone (2000).

4. Morón, M. A. 1983. Revision of the subtribe Heterosternina (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae). *Folia Entomol. Mex.*, 55: 31-101.
5. Kohlmann, B. 1984. Biosistemática del género *Ateuchus* Weber (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) en Norteamérica. *Folia Entomol. Mex.*, 60: 3-81.
6. Palacios-Vargas, J. G. y J. M. Thibaud. 1985. Nuevos Hipogastruridae anoftalmos (Collembola) de cuevas y suelos de México. *Folia Entomol. Mex.*, 66: 3-16.
7. Murphy, R. W. y B. Crabtree. 1985. Genetic relationships of the Santa Catalina Island rattleless Rattlesnake, *Crotalus catalinensis* (Serpentes: Viperidae). *Acta Zool. Mex.*, 9: 1-16.
8. Labougle, J. y R. Ayala. 1985. A new subgenus and species of *Bombus* (Hymenoptera, Apidae) from Guerrero, Mexico. *Folia Entomol. Mex.*, 66: 47-55.
9. Johansen, R. M. 1985. Revisión de la tribu Humboldthripini Johansen, 1983 (Insecta, Thysanoptera: Thripidae: Thripinae). *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.*, 56(3): 697-744.
10. Johansen, R. M. 1985. Nuevos conceptos taxonómicos y filogenéticos del género *Elaphrothrips* Buffa, 1909 (Thysanoptera: Phlaeothripidae) del continente americano y descripción de dos especies nuevas. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.*, 56(3): 745-868.
11. Zunino, M. 1985. Las relaciones taxonómicas de los Phanaeina (Coleoptera: Scarabaeidae) y sus implicaciones biogeográficas. *Folia Entomol. Mex.*, 64: 101-115.
12. García-Aldrete, A. N. 1985. The species of *Lachesilla* in the group "texcocana" (Psocoptera: Lachesillidae). Descriptions, records and relationships. *Folia Entomol. Mex.*, 65: 37-62.
13. Llorente, J. 1986. Algunas ideas de la teoría sistemática contemporánea: conceptos en cladismo. *Ciencias número especial*, 1: 74-87⁴⁸.
14. Norrbom, A. 1987 A revision of the neotropical genus *Polionota* Wulp (Diptera: Tephritidae). *Folia Entomol. Mex.*, 73: 101-123.
15. Kholmann, B. y G. Halffter. 1988. Cladistic and biogeographical analysis of *Ateuchus* (Coleoptera: Scarabeidae) of Mexico and the Unites States. *Folia Entomol. Mex.*, 74: 109-130.
16. Norrbom, A., Y. Ming y V. Hernández. 1988. A revision of the genus *Oedicarena* (Diptera: Tephritidae) *Folia Entomol. Mex.*, 75: 93-117.
17. Zunino, M. y G. Halffter. 1988. Nueva especie de *Onthophagus* (Coleoptera, Scarabaeidae). *Folia Entomol. Mex.*, 75: 17-32.
18. Burns, P. 1988. Monografía del género *Deiregyne* Schlechter (Orchidaceae). *Orquídea*, 11(1): 131-232.
19. Lorence, D. H. 1990. A phylogenetic list of the genera of Rubiaceae in Mexico. *Acta Bot. Mex.*, 12: 1-7.
20. Dávila, P. 1991. Consideraciones filogenéticas y biogeográficas preliminares del género *Sorghastrum* (Poaceae: Andropogoneae). *Acta Bot. Mex.*, 14: 59-73.
21. Papavero, N. y J. Llorente. 1992. Un nuevo concepto en biología comparada: "el eidofronte". *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 5: 21-29.
22. Papavero, N. y J. Llorente. 1992. El uso equivoco del concepto de "género" en Sistemática Filogenética I. *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 5: 31-37.
23. Papavero, N. y J. Minoro. 1992. Funciones que preservan orden y categorías lineanas. *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 5: 39-74.
24. Papavero, N. y J. Llorente. 1993. Propuesta de un nuevo sistema de nomenclatura para la Sistemática Filogenética. II: Filogenias con fusión de especies. *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 6: 1-28.
25. Papavero, N. y J. Llorente. 1993. Propuesta de un nuevo sistema de nomenclatura para la Sistemática Filogenética. III: La cuestión de los híbridos. *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 6: 29-42.
26. Papavero, N. y J. Llorente. 1993. Propuesta de un nuevo sistema de nomenclatura para la Sistemática Filogenética. IV: Especies polipátridas y especies fósiles. *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 6: 43-59.
27. Papavero, N. y J. Llorente. 1993. Propuesta de un nuevo sistema de nomenclatura para la Sistemática Filogenética. V: "Las categorías supraespecíficas". *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 7: 1-45.
28. Papavero, N. y J. Llorente. 1993. Propuesta de un nuevo sistema de nomenclatura para la Sistemática Filogenética. VI: La cuestión de los "subgéneros". *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 7: 47-62.
29. Johansen, R. M. y A. Mójica-Guzmán. 1993. Nuevos thrips tubulíferos (Insecta: Thysanoptera) de México. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.*, 64(1): 17-37.
30. Eguiarte, L., M. R. Duval, G. H. Learn Jr. y M. T. Clegg. 1994. The systematic status of the Agavaceae and Nolinaceae and related Asparagales in the Monocotyledons: an anlysis based on the rbcL gene sequence. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 54: 35-56.
31. Johansen, R. M. y A. Mójica-Guzmán. 1995. A Review of the tribe Humboldthripini Johansen (Insecta, Thysanoptera: Thripidae). *Folia Entomol. Mex.*, 93: 39-70.

⁴⁸ No está incluido en TaXMeXX y se trata de un ensayo de difusión del cladismo varias veces reeditado.

32. Luna, E. 1995. Bases filosóficas de los análisis cladísticos para la investigación taxonómica. *Acta Bot. Mex.*, 33: 63-79.
33. Méndez, L. I. y J. L. Villaseñor. 1995. Revisión taxonómica del género *Tetranema* (Scrophulariaceae). *Acta Bot. Mex.*, 32: 53-68.
34. Valdés, J. y P. Dávila. 1995. Clasificación de gramíneas *Poaceae* mexicanas. *Acta Bot. Mex.*, 33: 37-50.
35. Eguiarte, L. 1995. Hutchinson (Agavales) vs. Hubert y Dhlgren (Asparagales): análisis moleculares sobre la filogenia y evolución de la familia Agavaceae *sensu* Huthchinson dentro de las monocotiledóneas. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 56: 45-56.
36. Hernández, L. 1995. Análisis cladístico de la familia Agavaceae. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 56: 57-68.
37. Coscarón, S., S. Ibañez, y C. L. Coscarón. 1996. Revisión de *Simulium* (*Psilopelmia*) Enderlein en la región neotropical y análisis cladístico de sus especies (Diptera: Simuliidae). *Acta Zool. Mex.*, 69: 37-104.
38. Luna, I. y J. L. Villaseñor. 1996. Géneros de Theaceae: aspectos taxonómicos y nomenclaturales. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 59: 81-95.
39. González, D. y E. De Luna. 1996. Sistemática Filogenética: teoría, análisis y datos. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 59: 97-98.
40. Soltis, P. S. y D. E. Soltis. 1996. Phylogenetic analysis of large molecular data sets. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 59: 99-113.
41. González, D. 1996. Codificación de las inserciones-delecciones en el análisis filogenético de secuencias génicas. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 59: 115-129.
42. De Luna, E. y B. D. Mishler. 1996. El concepto de homología filogenética y la selección de caracteres taxonómicos. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 59: 131-146.
43. Whitey, A. 1996. Phylogenetic studies of the Spiridentaceae (Musci): Observations of the morphological characters associated with pleurocarpy. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Bot.*, 67(1): 5-14.
44. Hedenas, L. 1996. How do we select species for conservation. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Bot.*, 67(1): 129-145.
45. Cota, J. H. y R. S. Wallace. 1996. La citología y sistemática molecular en la familia Cactaceae. *Cact. y Suc. Mex.*, 41(2): 27-46.
46. Pérez-Ponce, G., V. León y B. Mendoza. 1997. Análisis filogenético de la familia Pterinotrematidae (Platyhelminthes: Cercomeromorpha: Monogenea). *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Bot.*, 68(2): 193-205.
47. Jones, R. W., P. A. Fryxell y D. M. Baro. 1997. Phylogenetic analysis of the genus *Hampea* (Malvales: Malvaceae: Gossypieae). *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Bot.*, 68(1): 21-42.
48. Glass, C. y M. Cházaro, 1997. Una nueva especie de *Graptopetalum* (Crassulaceae) del norte de Veracruz. *Cact. y Suc. Mex.*, 42(4): 79-82.
49. Ornelas, J. F. 1998. Filogenias y método comparativo: identificación y evaluación de hipótesis evolutivas y establecimiento de criterios para conservar especies en riesgo. *Acta Zool. Mex.*, 74: 5-42.
50. Zaragoza, C. S. 1999. Cantharoidea (Coleoptera) de México. III. El género *Plateros* Bourgeois (Lycidae: Erotinae: Platerodini). *Acta Zool. Mex.*, 78: 1-71.
51. Dickison, W. C. 1999. A view of the current status of comparative wood anatomy. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 64: 87-91.

La aplicación escasa de la sistemática filogenética por los taxónomos mexicanos quizás se debe a: 1) su desconocimiento, 2) la reticencia de los especialistas a adoptarlo, hasta completar trabajos descriptivos más completos, 3) la deficiencia en la enseñanza de este método a nivel licenciatura y posgrado (ver adelante), y 4) la existencia de algunos mitos sobre su uso como: a) que la taxonomía filogenética implica prácticas distintas a las que hace el taxónomo tradicional, b) que un cladograma es una verdad absoluta, y c) que el uso de herramientas informáticas produce complicaciones prácticas, teóricas y metodológicas (Pérez-Ponce de León, 1997).

En cuanto a las aproximaciones teórico-metodológicas y conceptuales que implicaron análisis, críticas y propuestas fueron mínimos y se centraron principalmente en la nomenclatura (Papavero y Llorente, 1992; Papavero *et al.*, 1992, 2001d)⁴⁹, los métodos y la filosofía (De Luna 1995, 1996), temas como el concepto de especie, su reconocimiento y definición fueron prácticamente inexistentes. Ésta no es carencia exclusiva de la biología (ver en la parte de institucionalización el bajo impacto de la ciencia mexicana a nivel mundial), incluso México ha participado poco en la discusión o aún en la asimilación de los nuevos paradigmas de la biología evolutiva y

de la biología comparada (León, 1994). A finales del siglo XX seguramente no existe una decena de taxónomos que estén aplicando o discutiendo las implicaciones de los análisis filogenéticos, cifra que corresponde a menos del 5% del total de la comunidad taxonómica.

De tal manera que la adopción, aplicación, análisis y discusión de los principios filogenéticos en México durante el siglo XX fueron muy pobres, si se considera que en la actualidad esta escuela ha demostrado su robustez y utilidad. Por lo tanto sería imprescindible fomentarlos para “*superar la fase descriptiva en la que primordialmente se detienen los taxónomos mexicanos*” porque fomentaría la producción de trabajos teórico metodológicos, analíticos y sintéticos (Llorente y Soberón, 1994).

Una forma de lograrlo sería integrando de manera formal su enseñanza, realizando cursos de actualización, difundiendo sus principios y ventajas e incluso se propone la creación de una sociedad científica filogenética donde se discutan y promuevan los principios básicos para introducir a los taxónomos tradicionales a esta práctica porque “*hacer taxonomía filogenética no implica hacer una práctica taxonómica distinta, implica solamente pensar en la taxonomía de manera diferente para vincular el quehacer taxonómico cotidiano con un marco evolutivo que integre el conocimiento sobre la diversidad biológica*” (Pérez-Ponce de León, 1997).

De tal manera que el estado de la taxonomía en México durante el siglo XX, desde el punto de vista teórico-metodológico, se caracterizó por: 1) la cantidad de taxónomos especialistas es insuficiente, 2) su producción se centra en la realización de taxonomía descriptiva (inventarios y taxonomía alfa), 3) la mínima adopción de técnicas modernas y su aplicación en proyectos de investigación actuales, modernos e integradores, y 4) el reducido número de taxones y regiones que se estudiaron.

Esto es causa y efecto de varios procesos que se centran en los dos grandes elementos que conforman la práctica taxonómica: 1) los taxónomos, y 2) la institucionalización. La primera incluye elementos como la cantidad y características de los taxónomos, la enseñanza y la actualización, las características intrínsecas de la práctica taxonómica y la colaboración; la segunda se expone de forma amplia en las siguientes secciones del trabajo.

La determinación precisa del número de taxónomos para una nación no es fácil, uno de los problemas radica en cómo definirlo e identificarlo, porque la taxonomía es una práctica integradora, aunque no unificada, pues consiste en aplicar un mismo sistema a diferentes organismos con características distintas, por lo tanto es realizada por biólogos especializados en diversos campos: botánicos, zoólogos y microbiólogos, que en muchos casos tienen necesidades distintas y problemáticas de complejidad diferente.

Existen tres criterios básicos que se podrían adoptar para definir la labor de un taxónomo: 1) el que publicó algún trabajo taxonómico, 2) el que participó en una institución de investigación (o colección) realizando esa actividad, y 3) los que fueron reconocidos por el SNI, profesores o investigadores, que publican y enseñan taxonomía. Con base en estos criterios el número de taxónomos especialistas de México, según los datos obtenidos en este trabajo, son aproximadamente 150, este número es insuficiente y no representa siquiera la mitad del mínimo necesario calculado (300) para hacer un inventario (Chiang *et al.*, 1994). Rzedowski (1993) consideró la necesidad de un mínimo de 100 taxónomos botánicos para el próximo lustro y en 1994 había solo 40. Llorente ha mencionado que los taxónomos maduros de otros países se dedican a estudiar cerca de 2000 especies cada uno, si se calcula que en México hay de 250,000 a un millón de especies, entonces serían necesarios de 125 a 500

⁴⁹ Ver Papavero *et al.*, 1992 en *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 5.

taxónomos del máximo nivel de competencia; obviamente distribuidos en todo el país y abarcando todos los grupos⁵⁰.

Si se compara el número de taxónomos en México con los existentes en otros países, es inminente el rezago, por ejemplo, en 1985 en E.U.A había entre 8000 y 10,000 taxónomos, de los cuales 60% eran zoólogos, 30% botánicos, 5% paleontólogos y 2% microbiólogos. De los zoólogos, 32% se especializaron en tetrápodos, 11% en peces, 32% en insectos *sensu lato* (Insecta, Arachnida, etc.), y 25% en otros invertebrados (Gaston y May, 1992). En esa época en Australia había 588 taxónomos dedicados a la zoología, y de ellos, 32% trataban tetrápodos, 6% peces, 30% estudiaron también a los insectos *sensu lato*, y 32% se dedicaron a otros invertebrados (Gaston y May, 1992); mientras que por ese tiempo en México había solo cerca de 65 taxónomos (López-Ochoterena y Casas-Andreu, 1991); esto es, en 1987 había 0.8 taxónomos por millón de habitantes y para 1999 el número aumentó a cerca de 1.2 (SNI, 1999) y una gran proporción fueron entomólogos (Cuadro 22), que abarcaron únicamente el 20% de las especies y grupos de ese taxón.

Cuadro 22. Estimación del número de taxónomos en algunos países.

País	Año	Taxónomos
EUA ¹	1985	8000-10000
Australia ¹	1984	588
México ²	1987	65* (1.6%)
México ³	1998	119
México ⁴	1999	125 (11.6%)

¹Gaston y May (1992). ²López Ochoterena y Casas Andreu (1991). ³Llorente *et al.* (2000a). ⁴SNI (1999). *Incluye taxonomía, botánica y zoología.

Además, de acuerdo con los resultados obtenidos en TaXMeXX, fue evidente que la mayor cantidad de trabajos y los de más calidad fueron realizados por un número mínimo de especialistas, esto significa que la taxonomía del siglo XX en México no estuvo fundada en proyectos establecidos (de duración amplia, bien apoyados e institucionales), sino en personajes aislados⁵¹ que se dedicaron al estudio de una familia y a una región determinada e hicieron contribuciones importantes. La mayoría de los sistemáticos mexicanos fueron hombres, varios de los cuales actualmente son especialistas cuya edad fluctúa en los 60 años más o menos, aunque hay una comunidad joven en etapa de instrucción y desarrollo, lo cual puede apreciarse como una ventaja para las instituciones científicas, porque puede inferirse un proceso de formación que representa el interés de jóvenes por integrarse a la actividad taxonómica, lo cual es alentador y debe ser un incentivo en la promoción de oportunidades que procuren recursos humanos con mayor capacitación (Llorente *et al.*, 2000a) y de naturaleza más moderna (conceptos, teorías, métodos, instrumentos y técnicas).

Las características de los taxónomos de una nación están definidas, entre otros, por dos aspectos fundamentales: 1) la cantidad y la calidad de los taxónomos (en formación y especialistas), y 2) la colaboración que existe entre ellos. Ambos procesos son distintos pero complementarios "*Hacer taxonomía y formar taxónomos son dos cosas distintas, porque formar no es sólo enseñar, es una actividad eminentemente personal que tiene mucho de creadora; formar es modelar, capacitar a unos cuantos discípulos que sigan las enseñanzas del maestro, que apliquen*

⁵⁰ Desde luego que el número de especies y taxones superiores estimados, la extensión de la superficie y la heterogeneidad del país son factores que también se deben considerar, así como las dificultades de los estudios en algunos grupos.

sus métodos, que continúen sus enseñanzas, que sigan sus pasos y si es posible, que lo superen. Esto implica que el investigador que hace taxonomía no sólo debe hacerla -y hacerla bien- sino también formar escuela. México requiere de este tipo de taxónomos, que formen discípulos, que a su vez formen a otros y que juntos trabajen en equipo sumando esfuerzos” (Lamothe, 1994).

Según Lamothe (1994) en la formación de un taxónomo se combinan tres aspectos importantes: 1) el trabajo de campo (observación minuciosa de su material de estudio en condiciones naturales, recolecta eficiente del mismo y preparación de éste), 2) el trabajo técnico en el laboratorio (aplicación de técnicas de fijación, coloración, montaje, o de disección o taxidermia, etc.), y 3) el trabajo sistemático de gabinete (identificación con el uso de claves; el trabajo taxonómico propiamente dicho; la consulta e investigación bibliográfica; el análisis de los datos y su comparación etc.), que siempre debe culminar en la publicación de los resultados y nuevos aportes.

Los principales problemas relacionados con la formación de taxónomos en México a finales siglo XX fueron, según autores como Chiang *et al.* (1994), Lamothe (1994), León (1994), Llorente *et al.* (1994), Llorente y Soberón (1994), Morón (1994) y Navarro (1994): 1) no existió alguna institución que ofreciera un programa integral de formación para taxónomos⁵², 2) es un proceso lento, el taxónomo se forma haciendo taxonomía de un taxón y esto le puede llevar entre 8 y 10 años después de una licenciatura, 3) no existieron suficientes programas de licenciatura y posgrado en el área de la taxonomía en las universidades del país⁵³, 4) la forma en que se enseñó la taxonomía a los biólogos en nuestras universidades fue principalmente tradicional (centrado en los antecedentes de un taxón), muy pocas veces se abordaron los principios teóricos y metodológicos *v. gr.* cladista y fenético, 5) las disciplinas complementarias de la taxonomía, como la biogeografía y la evolución también han sido descuidadas, 6) carencia de infraestructura y becas para estudiantes de tiempo completo así como estancias posdoctorales, 7) financiamiento insuficiente o inexistente para las investigaciones, en especial a largo plazo, 8) los pocos taxónomos mexicanos con experiencia generalmente no dejaron escuela ni discípulos, o éstos fueron muy escasos, y 9) varios especialistas en grupos mexicanos se han tenido que ir al extranjero por falta de plazas de trabajo e insuficiencia de infraestructura y recursos, o cambiaron la taxonomía por disciplinas mejor reconocidas *v. gr.* ecología, etnobotánica o biología molecular.

Estos problemas se podrían afrontar promoviendo: 1) la cantidad y la calidad de los cursos taxonómicos de licenciatura y posgrado, 2) adecuarse a las condiciones existentes de la forma más eficiente posible, 3) mejorar los cursos complementarios para todo taxónomo como: evolución, biogeografía, biometría, sistemática molecular, biología teórica y ecología, entre otros, 5) impulsar paralelamente la formación de taxónomos en el extranjero, de preferencia en las instituciones de vanguardia en aspectos teóricos, 6) priorizar el apoyo a estudiantes que quieran orientarse hacia la taxonomía, 7) organizar cursos intensivos de actualización y la elaboración de materiales de revisión o ensayos sobre temas taxonómicos, 8) fomentar la formación de investigadores creativos, originales, independientes, conscientes de la problemática de su país y con conocimiento y práctica de técnicas, tecnologías y métodos de observación y análisis actualizados. Sobre este tema se pueden ver los trabajos de Flores y Nieto,

⁵¹ Este fenómeno fue disminuyendo a través del tiempo (ver la parte de colaboración adelante).

⁵² Según Lamothe (1994) y León (1994) un taxónomo se forma al lado y bajo la dirección de otro taxónomo, así como un investigador se forma al lado y con la guía de otro investigador; en ningún lugar de México, y creo que en ningún lugar del mundo se estudia para ser investigador o se estudia para ser taxónomo.

⁵³ En 1987 había 26 universidades que ofrecieron la carrera de Biólogo y solo en cinco se impartió la materia de taxonomía (Rodríguez-Chávez, 1987). En la Facultad de Ciencias de la UNAM, la de más antigüedad y tradición en México, esta asignatura se inició como obligatoria hasta 1997, solo en 1992 fueron impartidos dos cursos por Jorge Llorente, pero de manera optativa con ocho estudiantes en cada grupo.

1994; Lamothe, 1994; Llorente y Soberón, 1994; León, 1994; Llorente *et al.*, 1996; Pérez-Ponce de León, 1997; Herrera y Butanda, 1999; López-Ochoterena y Ramírez-Pulido, 1999.

En el desarrollo de una disciplina no solo influyen la adquisición y el intercambio de los conocimientos, también son definitivas las condiciones materiales y el ambiente en las que se realizan: el investigador que hace taxonomía en México tiene que efectuar numerosas tareas técnicas y administrativas con muy poca ayuda, y entonces tiene que ser al mismo tiempo taxidermista, mozo, capturista de datos, gestor, bibliotecólogo, mensajero, administrador, técnico; es chofer, recolector, técnico, buzo, dibujante, fotógrafo, mecánico, administrador, curador, profesor, agente de compras, mecanógrafo, entre otras cosas; ésta es una de las razones por las cuales la producción es tan baja comparada con la de investigadores que hacen taxonomía en otros países, en especial en los desarrollados, en donde existe toda una estructura técnica y administrativa para el apoyo de la investigación científica (Lamothe, 1994; León, 1994). Un taxónomo, como cualquier investigador, debe conocer las técnicas convencionales y debe estar al tanto de los avances y métodos modernos que le ayuden en su labor, y debe estar en contacto con otros colegas dentro de su especialidad, no solo del país sino también del extranjero.

La labor del taxónomo no termina en la descripción y clasificación de especies, sino cuando conoce más o menos a profundidad un grupo (esto es, después de 15 ó 20 años de experiencia) y trata de estudiar otros aspectos, como el origen y formación de especies, qué factores han intervenido en su evolución, cómo son y se comportan algunas poblaciones, sus patrones de distribución geográfica, qué aspectos ecológicos determinan su comportamiento, sus interacciones y relaciones, patrones de especiación, filogenia y clasificación. Por éstas y otras razones, generalmente se considera que el trabajo taxonómico es monótono, difícil y a veces poco grato (Llorente, 1990; Lamothe, 1994). Además, para muchos biólogos resultan más atractivos los campos de moda y aquellos en los que hay más oportunidades de trabajo, *v. gr.* biotecnología, ecología, etc.

Pero no basta con que haya muchos y buenos taxónomos, también es indispensable la colaboración y la integración de programas de investigación conjuntos, interdisciplinarios e integrales. Según CONACyT (2000), entre 1990-1999, el número de artículos en colaboración con científicos de otros países fue de 16,188, lo que representó el 57.6% de trabajos escritos en conjunto, primordialmente con investigadores de Estados Unidos, Francia, España, Inglaterra y Canadá. Las redes producidas entre los científicos de estos países y los mexicanos fueron muy similares a la distribución de las citas de los artículos de autores mexicanos por país. Por lo tanto, existió una relación biunívoca entre las citas de las publicaciones de mexicanos y las de artículos en colaboración realizadas por otras naciones.

En cuanto a la taxonomía, la colaboración aumentó significativamente, conforme avanzó el siglo, pero según los resultados de TaXMeXX esa tendencia fue mucho menor (46%) que en la obtenida para la ciencia mexicana en general (86%). Respecto a la relación y colaboración con los taxónomos extranjeros se determinó que del total de artículos escritos por dos o más autores (1270), el 75% fue en colaboración con investigadores de instituciones nacionales y el 25% de extranjeras, en especial de EUA, Argentina y Brasil.

La formación y consolidación de redes de trabajo en el sistema científico nacional fue en aumento y la investigación conjunta fue una práctica a la que recurrieron cada vez más los investigadores del país, pero en este caso fue evidente la costumbre que tuvieron los taxónomos mexicanos de publicar en forma individual y *“Un investigador que hace taxonomía no debe ser individualista; debe saber compartir sus conocimientos, debe colaborar con otros taxónomos en trabajos conjuntos o multidisciplinarios; debe saber dialogar con sus colegas y alumnos y*

debe saber transmitir sus experiencias; porque puede ser que el taxónomo individualista deje una herencia valiosa, pero la falta de discípulos hace que su labor con frecuencia quede aislada" (Lamothe, 1994). Además, la formación de equipos de trabajo, que tengan fines comunes y que utilicen el mismo material e infraestructura, reduciría los gastos y tiempos de las investigaciones taxonómicas, en especial los trabajos florísticos, faunísticos o la sistemática de un género con muchas especies; formar redes de trabajo fue una práctica recomendada por De la Sota (1982) y Flores y Nieto (1994), para el caso particular de los países latinoamericanos. Por lo tanto es imprescindible para el desarrollo de la taxonomía mexicana fomentar programas de investigación conjuntos e interdisciplinarios, con investigadores nacionales y extranjeros, para formar grupos fortalecidos en los que se den intercambios y discusiones técnicas y teórico metodológicas; y se conforme una estructura más colegiada, profesional e internacional.

Por todo lo expuesto anteriormente es claro que en México durante el siglo XX hubo pocos taxónomos integrales porque *"hacer taxonomía no es fácil y se requiere de una amplia preparación en varias disciplinas..., una paciencia poco usual que muy pocas personas tienen y una minuciosidad especial"* (Lamothe, 1994).

Para determinar el grado de desarrollo de la taxonomía en México no solo basta conocer el número de especialistas que hay, el contenido teórico y metodológico abordado y producido, también es necesario establecer las características de la infraestructura con la que cuentan para realizar y difundir su trabajo, así como el impacto y la influencia que han producido en la comunidad científica, elementos que serán expuestos de manera más extensa en la siguiente sección.

Sin embargo, aunque la taxonomía mexicana comparada con la practicada en otras regiones tuvo un aporte modesto, debe admitirse que la ciencia en México ha avanzado con graves problemas de naturaleza económica e institucional y que se carece de una tradición científica significativa. No obstante, resulta que la sistemática fue una de las disciplinas biológicas de mayor tradición en México y fue una de las áreas con mayor producción científica durante las últimas décadas (CONACyT, 2001b). Por lo tanto, debería ser una prioridad fomentar y apoyar los estudios taxonómicos en nuestro país; a partir de la asignación de presupuestos suficientes, la formación de estudiantes, el establecimiento de un Museo Nacional, el apoyo a las colecciones ya existentes, la consolidación de la producción escrita sobre el tema y el impulso a los estudios teórico-metodológicos para el desarrollo y fortalecimiento de la disciplina.

CARACTERÍSTICAS INSTITUCIONALES

Los componentes principales de la institucionalización de la taxonomía del siglo XX en México fueron las instituciones en las que trabajaron los taxónomos (centros de investigación y colecciones), en las que se reunieron (sociedades), y los medios a través de los cuales se difundió el conocimiento de manera formal como las revistas y los libros⁵⁴. Los agentes institucionales de gran valor, por su efecto catalizador, siempre son las agencias de financiamiento a la ciencia.

Del total de las instituciones analizadas en TaxMeXX, el 33.5% fue escuelas de educación superior, 27% institutos de investigación, 28% dependencias gubernamentales, 10% sociedades y 2% Industrias.

Del total de los autores que publicaron sobre taxonomía en las revistas mexicanas durante el siglo XX, 65% perteneció a instituciones nacionales, 24% a extranjeras, y el 11% no se pudo determinar. El análisis en el tiempo mostró que, desde 1930, la proporción de autores pertenecientes a instituciones extranjeras y que publicaron sobre taxonomía en las revistas mexicanas no varió significativamente, se mantuvo en un promedio de 10%, alcanzando el máximo de 16% en 1976. Estos datos demuestran la poca trascendencia que tienen las revistas mexicanas para los taxónomos extranjeros, seguramente por la gran cantidad y calidad de las revistas extranjeras y el impacto mínimo que tienen las mexicanas.

Respecto a los artículos, el 69% fue escrito por investigadores de instituciones nacionales, 9% de extranjeras, 5% de mexicanas y extranjeras, y aproximadamente el 17% no se pudo determinar. Esta variable en el tiempo mostró que no hubo un cambio significativo en la cantidad de instituciones extranjeras y que publicaron sobre taxonomía en las revistas mexicanas, la variación entre la cifra máxima y la mínima durante el siglo XX fue de un 10%; hubo un leve aumento de 1959 a 1972 y el máximo se alcanzó en 1970 con 33% de artículos con participación de extranjeros (Figura 31).

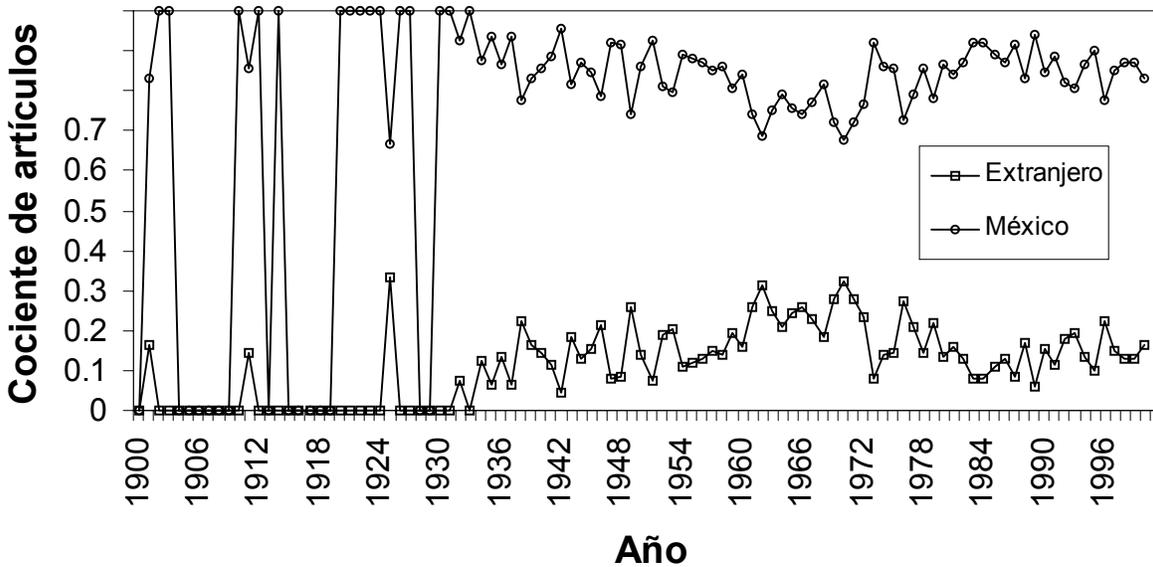


Figura 31. Comportamiento en el tiempo de la proporción de artículos escritos en México y en el extranjero⁵⁵ según TaxMeXX.

⁵⁴ Varios de los libros más representativos de la taxonomía mexicana se citan en este trabajo y están en las referencias.

⁵⁵ Se refiere al país de adscripción de cada autor.

El examen de la cantidad de autores que hubo por cada institución mexicana arrojó que el Instituto de Biología albergó al 18% de los autores, la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas al 11%, la Facultad de Ciencias al 9% y el Instituto de Ecología A. C. al 5%, estas cuatro instituciones presentaron el 43% de los autores. En relación con el número de páginas escritas sobre taxonomía por institución, las mencionadas antes produjeron el 38%, 14%, 9% y 7% en el mismo orden respectivamente (Figura 32).

La representación de las instituciones por la cantidad de artículos producidos fue de la siguiente manera: 37.9% de los escritos los aportó el Instituto de Biología de la UNAM (1929-2000), 12.7% la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (1939-2000), 7% la Facultad de Ciencias de la UNAM (1966⁵⁶-2000), 6.3% el Instituto de Ecología A. C. (1975-2000) y el 5% fueron artículos escritos por particulares⁵⁷. Estos cinco establecimientos mencionados equivalen al 4% de las instituciones capturadas y elaboraron el 70% de los artículos. Todos estos datos permiten corroborar la importancia y la consolidación que tuvieron las primeras cuatro instituciones dentro de la taxonomía en México durante el siglo XX.

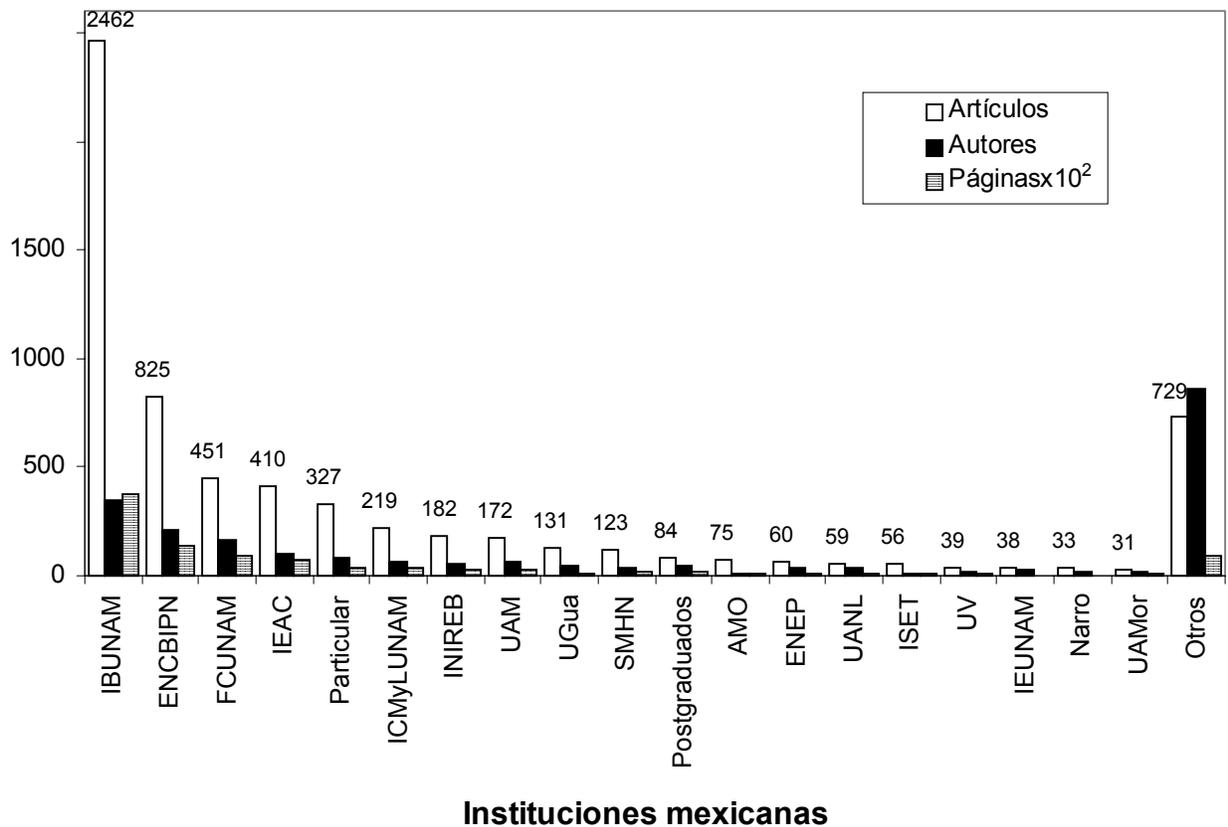


Figura 32. Cantidad de artículos, autores y páginas publicadas por las Instituciones mexicanas más importantes (ver cuadro 23). Los números sobre las barras corresponden al número de artículos, las abreviaturas se pueden ver en el apéndice 1.

⁵⁶ Momento en el que se inició la investigación taxonómica en la Facultad de Ciencias (Hoffmann *et al.*, 1993).

⁵⁷ A esta categoría se agregaron todos aquellos autores que dieron su dirección particular al firmar el artículo y no refieren institución, tal fue el caso de muchos de los artículos publicados en la *Revista* y el *Boletín de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología y Orquidea*.

El 29% de los artículos restantes estuvo producido por 159 instituciones (96%) (Cuadro 23), este resultado significa que la producción taxonómica se centra en un núcleo de instituciones especializadas que reúnen colecciones y especialistas, el resto solo lo hace de forma esporádica.

Cuadro 23. Cantidad de artículos, autores y páginas publicadas por cada institución mexicana en orden alfabético.

Abreviatura	Artículos	Autores	Páginas	Promedio de páginas
Acuacultura	3	3	72	24.00
Agricultura Tropical	3	3	15	7.50
Amigos	3	1	57	19.00
AMMicro	1	1	6	6.00
ASODIREMI	1	1	55	55.00
Aventura	1	1	4	4.00
Biocenosis	4	2	118	29.50
BiodivTam	14	2	132	9.43
Bufete	2	2	6	3.00
Cactología	2	2	10	5.00
CAESTAM	1	1	14	14.00
CasaEspaña	1	1	3	3.00
CCH	3	3	138	46.00
CDPBIPN	2	2	22	11.00
CEFAP	1	1	12	12.00
CESUES	4	3	55	13.75
CFE	1	1	6	6.00
CFN	3	3	65	21.67
CIAD, A. C	4	3	30	7.50
CIBBCS, A. C.	22	11	315	14.32
CIBNoroeste	12	11	67	5.58
CICESEBC	4	4	68	17.00
CICHUNAM	2	1	23	11.50
CICIMAR	6	6	50	8.33
CICYucatán	6	5	80	13.33
CIDEM	3	1	22	7.33
CIES	2	2	39	19.50
CIFAP	2	2	8	4.00
CIFN UNAM	4	4	40	10.00
CIIDIR-IPN	29	12	441	15.21
CIMMYT	1	1	5	5.00
CINVESTAV	8	7	84	10.50
CIQRoo	12	9	145	12.08
CMN	1	1	9	9.00
ColegioGto	1	1	3	3.00
ColMex	1	1	16	16.00
Conservation	4	2	118	29.50
CONUIMAR	1	1	12	12.00
CREZAS-CP	1	1	16	16.00
CRIP	1	1	5	5.00
CUCSH	1	1	5	5.00
DEB	7	5	79	11.29
DEECOMAA	1	1	7	7.00
DGP	1	1	26	26.00
DGSVSARH	3	2	25	8.33
ECOSFERA	1	1	3	3.00
ECOSUR	24	23	442	18.42
El Charco	2	2	22	11.00
ENA	1	1	14	14.00
ENAH	1	1	8	8.00

Abreviatura	Artículos	Autores	Páginas	Promedio de páginas
ENCBIPN	825	210	1361	16.50
ENEP	60	37	877	14.62
ENP	5	5	52	10.40
ENS	3	2	31	10.33
EPMazatlán	1	1	4	4.00
Escobar	1	1	8	8.00
ESEcología	4	4	54	13.50
ESMRIPN	1	1	5	5.00
FAIDEM	1	1	12	12.00
Farquinal	2	2	16	8.00
FCUNAM	451	162	8920	19.78
FES	1	1	6	6.00
FMUNAM	9	6	59	6.56
FMVyZUNAM	5	5	11	2.20
Fomento Industrial	2	1	19	9.50
Forestal y Caza	3	1	99	33.00
FPsicoUNAM	1	1	5	5.00
FQuímUNAM	5	4	17	3.40
HG	1	1	6	6.00
Homeopatica	11	9	68	6.18
IBUNAM	2462	344	3711	15.08
ICMyLUNAM	219	61	4030	18.40
ICN, Chiapas	2	2	49	24.50
IEAC	410	99	7035	17.16
IEATam	1	1	1	1.00
IEGI	1	1	54	54.00
IEUNAM	38	25	367	9.66
IFCUNAM	1	1	12	12.00
IGeogUNAM	2	2	5	2.50
IGeoLUNAM	26	9	452	17.38
IHNChiapas	5	5	68	13.60
IJAUNAM	1	1	12	12.00
IISUNAM	6	2	76	12.67
IMCafé	1	1	12	12.00
IMERNAR	6	1	142	23.67
IMP	3	3	41	13.67
INAH	27	11	219	8.11
INDRE	20	10	255	12.75
INE	3	2	27	9.00
INEGI	1	1	104	104.00
INIASAG	2	2	17	8.50
INIBP	2	2	12	6.00
INIC	1	1	40	40.00
INIF	10	10	194	19.40
INIFAP	2	2	16	8.00
INIREB	182	57	2501	13.74
INPesca	9	6	250	27.78
IPGH	1	1	16	16.00
IPN	8	4	73	9.13
IQUNAM	1	1	6	6.00

Abreviatura	Artículos	Autores	Páginas	Promedio de páginas
ISSET	56	10	515	9.20
ISSSTE	1	1	28	28.00
ITCV	24	10	465	19.38
ITESM	22	11	171	7.77
ITV	4	1	70	17.50
MGeoUNAM	1	1	4	4.00
MHNCM	9	3	131	14.56
Montes Azules	1	1	7	7.00
Nacari	1	1	3	3.00
Narro	33	22	237	7.18
Orquideología	75	12	839	11.19
Particular	327	80	3394	10.38
PEMEX	6	1	81	13.50
Pesca	2	1	24	12.00
Postgraduados	84	46	1422	16.93
Puga	2	2	88	44.00
SAG	7	7	113	16.14
Salubridad	1	1	10	10.00
SARH	7	3	130	18.57
SBM	5	3	33	6.60
SEDUE	5	4	89	17.80
SEMARNAP	6	6	42	7.00
SEP	2	2	14	7.00
SM	1	1	20	20.00
SMBiol	3	2	15	5.00
SMHidro	1	1	28	28.00
SMHN	123	33	2089	16.98
SML	7	3	163	23.29
SOMn	1	1	4	4.00
SPotosinaCac	3	1	7	2.33
SSA	11	8	102	9.27
SYNTEX	5	2	47	9.40

Abreviatura	Artículos	Autores	Páginas	Promedio de páginas
Territorio Nacional	1	1	6	6.00
UAAgc	3	2	39	13.00
UABC	28	15	251	8.96
UABCS	18	13	148	8.22
UAChih	1	1	8	8.00
UAEMex	9	7	187	20.78
UAGuada	20	8	141	7.05
UAHidalgo	2	2	20	10.00
UAM	172	64	2342	13.62
UAméricas	1	1	2	2.00
UAMor	31	16	491	15.84
UANay	2	2	8	4.00
UANL	59	41	957	16.22
UAP	9	9	117	13.00
UAQ	6	5	86	14.33
UASin	6	6	98	16.33
UASLP	4	2	46	11.50
UATam	30	18	314	10.47
UATlax	2	2	52	26.00
UBolívar	1	1	8	8.00
UColima	2	2	11	5.50
UGto	1	1	15	15.00
UGua	131	45	1187	9.06
UJuárez	4	3	30	7.50
UMorelia	2	1	12	6.00
UMSNH	11	10	216	19.64
UNICACH	3	2	9	3.00
UNISON	1	1	10	10.00
UOccidente	1	1	5	5.00
UQR	3	2	25	8.33
USonora	3	3	11	3.67
UV	39	18	489	12.54

Desde el punto de vista histórico no se pueden dejar de mencionar, por sus aportes a los estudios taxonómicos, el Museo Nacional, la Dirección de Estudios Biológicos, la Escuela Normal de Profesores y la de Profesoras y a su continuadora, la Escuela Nacional de Maestros, así también el Departamento Forestal, la Dirección de Pesquerías, la Dirección Forestal y de Caza, la Dirección de Pesca e Industrias Conexas y su Estación de Limnología en Pátzcuaro, la Secretaría de Agricultura, el Instituto de Investigación y Enseñanza Forestal y de Caza y Pesca, la Escuela de Bacteriología de la Universidad Gabino Barreda y el Instituto Biotécnico (Beltrán, 1943a). Además, contribuyeron la Dirección General de Defensa Agrícola (1949), la Estación Agrícola Central, la Estación de Biología Marina del Golfo (1926 y 1927) y el Instituto de Higiene (1920), donde se creó en 1923 un Departamento de Parasitología bajo la dirección de C. Hoffmann que perduró por más de 15 años; esta institución sobresalió como el principal centro de investigación médico biológica de la época. En 1923 publicó el *Boletín del Instituto de Higiene* con gran cantidad de estudios taxonómicos entomológicos (Hoffmann *et al.*, 1993).

Por otra parte, para finales del siglo XX también se establecieron: el Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla, el Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad, el Instituto Tecnológico de los Mochis, la Universidad Autónoma de Campeche, la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, la Universidad Autónoma de Guerrero, la Universidad Autónoma de Yucatán y la Universidad del Mar. También hubo casi medio centenar de sociedades nacionales y regionales de varias disciplinas y subdisciplinas en las que

participaron taxónomos; varias de ellas no fueron registradas en la base de datos, pero en la siguiente lista se mencionan las principales.

- | | |
|---|--|
| 1. Academia Mexicana de Ilustración Científica | 27. Sociedad Forestal Mexicana |
| 2. Academia Mexicana de Medicina Tradicional | 28. Sociedad Geológica Mexicana |
| 3. Academia Nacional de Ciencias | 29. Sociedad Herpetológica Mexicana |
| 4. Academia Nacional de Medicina | 30. Sociedad Ictiológica Mexicana |
| 5. Asociación Mexicana de Mastozoología | 31. Sociedad Mexicana de Biología |
| 6. Asociación Colombófila Nacional | 32. Sociedad Mexicana de Cactología |
| 7. Asociación Etnobiológica Mexicana | 33. Sociedad Mexicana de Control Biológico |
| 8. Asociación Latinoamericana de Microbiología | 34. Sociedad Mexicana de Entomología |
| 9. Asociación Mexicana de Jardines Botánicos | 35. Sociedad Mexicana de Etnobiología |
| 10. Asociación Mexicana de Mastozoología | 36. Sociedad Mexicana de Ficología |
| 11. Asociación Mexicana de Oceanografía y Limnología | 37. Sociedad Mexicana de Fitogenética |
| 12. Asociación Mexicana de Orquideología | 38. Sociedad Mexicana de Fitopatología |
| 13. Asociación Mexicana de Patología Acuática | 39. Sociedad Mexicana de Genética |
| 14. Asociación Mexicana de Primatología | 40. Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística |
| 15. Asociación Mexicana de Profesionistas Forestales | 41. Sociedad Mexicana de Herpetología |
| 16. Asociación Mexicana de Pteridología | 42. Sociedad Mexicana de Hidrobiología |
| 17. Asociación Mexicana Etnobotánica | 43. Sociedad Mexicana de Historia Natural |
| 18. Asociación Mexicana para la Conservación y Estudio de los Lagomorfos | 44. Sociedad Mexicana de Invertebrados Acuáticos |
| 19. Consejo Internacional para la Preservación de las Aves en México Sección Mexicana (CIPAMEX) | 45. Sociedad Mexicana de Lepidopterología |
| 20. Etnoecología | 46. Sociedad Mexicana de Malacología |
| 21. Federación Mexicana de Jardinería y Arreglo Floral A. C. | 47. Sociedad Mexicana de Manejo de Pastizales |
| 22. Pronatura | 48. Sociedad Mexicana de Micología |
| 23. Sociedad Científica Antonio Alzate | 49. Sociedad Mexicana de Ornitología |
| 24. Sociedad Botánica de México | 50. Sociedad Mexicana de Paleontología |
| 25. Sociedad Botánica del Estado de Jalisco | 51. Sociedad Mexicana de Parasitología |
| 26. Sociedad Ficológica Mexicana | 52. Sociedad Mexicana de Planctología |
| | 53. Sociedad Mexicana de Zoología |

Algunas organizaciones gubernamentales en las que se realizaron investigaciones taxonómicas fueron: dependencias de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, y de Agricultura y Ganadería con la Campaña Nacional Contra el Paludismo, la Campaña Nacional Contra la Oncocercosis y la Campaña Contra la Fiebre Amarilla; el Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales y la Dirección General de Defensa Agrícola con su Oficina de Investigación, entre otras, en las cuales básicamente se hicieron investigaciones sobre aspectos aplicados, médicos y agrícolas, y sostuvieron colecciones de referencia especializada en transmisión de enfermedades y plagas.

La mayoría de las instituciones arriba mencionadas no aparecen en TaXMeXX porque sus autores no publicaron en las revistas mexicanas analizadas, no firmaron representando a las mismas o tal vez publicaron muy poco en revistas no contenidas en TaXMeXX.

Aproximadamente el 60% de las instituciones capturadas en TaXMeXX se localizaron en el Distrito Federal lo que es evidencia clara de la centralización de la investigación en nuestro país. La mayor parte de la producción nacional en ciencias naturales durante la primera mitad del siglo estuvo concentrada en unos cuantos grupos de la ciudad de México. Sin embargo, a partir de 1970 se impulsó de forma considerable la descentralización de la investigación científica, con la creación de universidades e institutos en diversas entidades federativas; esto dispersó a los taxónomos por el país, pues a finales del siglo varios miembros del Sistema Nacional de Investigadores radicaron fuera de la capital (Llorente *et al.*, 2000a; CONACyT, 2000). Además del D. F., se registraron centros de investigación taxonómica importantes en Baja California (Norte y Sur), Chiapas, Guadalajara, Nuevo León, Tamaulipas y especialmente en Veracruz (Cuadro 24).

Cuadro 24. Investigadores del SNI adscritos a colecciones institucionales, por entidad federativa (Llorente *et al.*, 2000a).

Área	Estado	Institución (Número investigadores)*
Botánica	Baja California	UABC (3)
	Baja California Sur	UABCS (1), CIBNoreste (1)
	Chiapas	ECOSUR (2)
	Coahuila	Narro(1)
	Distrito Federal	ENCBIPN (5), FCUNAM (5), IBUNAM (9), UAMI (3)
	Durango	CIIDIR-IPN (2)
	Jalisco	UAGuada (2), IManantlán (1)
	Estado de México	Postgraduados (1), Postgraduados (1)
	Michoacán	IEAC (3)
	Morelos	Huautla (3)
	Querétaro	UAQ (3)
	Veracruz	IEAC (7)
	Yucatán	CICYucatán (3), FMUNAM (2)
	13	58
Zoología	Baja California Sur	CIBNoeste (3), CICIMAR (3)
	Chiapas	ECOSUR (2)
	Distrito Federal	IBUNAM (17), ICMYLUNAM (7), FMUNAM (2), FCUNAM (2), UAMI (2), INDRE (1)
	Jalisco	IManantlán (1)
	Estado de México	Postgraduados (2), ENEP (1), UACHapingo (1)
	Nuevo León	UANL (5)
	Tabasco	Postgraduados (1)
	Tamaulipas	UATam (2)
	Veracruz	IEAC (3)
	Yucatán	CINVESTAV (1)
	suma	11
Microbiología	Baja California	CICESEBC (2)
	Baja California Sur	CIBNoroeste (2)
	Distrito Federal	ICMYLUNAM (1)
suma	3	5
Total	16	119

*Ver la abreviatura en el apéndice 1.

Adviértase que, la producción de artículos científicos en los estados mantuvo una tendencia ascendente, las entidades federativas que desarrollaron redes de trabajo e infraestructura necesarias para la elaboración de artículos científicos fueron el Distrito Federal con el 17.6% de la producción total del país, seguido por el Estado de México y Jalisco, con el 13.3% y el 6.3% respectivamente (CONACyT, 2000). El final del siglo XX para la taxonomía en México puede verse como el inicio de su descentralización.

Los taxónomos extranjeros que publicaron en las revistas mexicanas durante el siglo XX pertenecieron a 44 países, destacaron los de E.U.A, Argentina, Brasil y Francia, los cuales representaron cerca del 60%; con 43%, 7.5%, 6% y 3% de los artículos respectivamente (Figura 33).

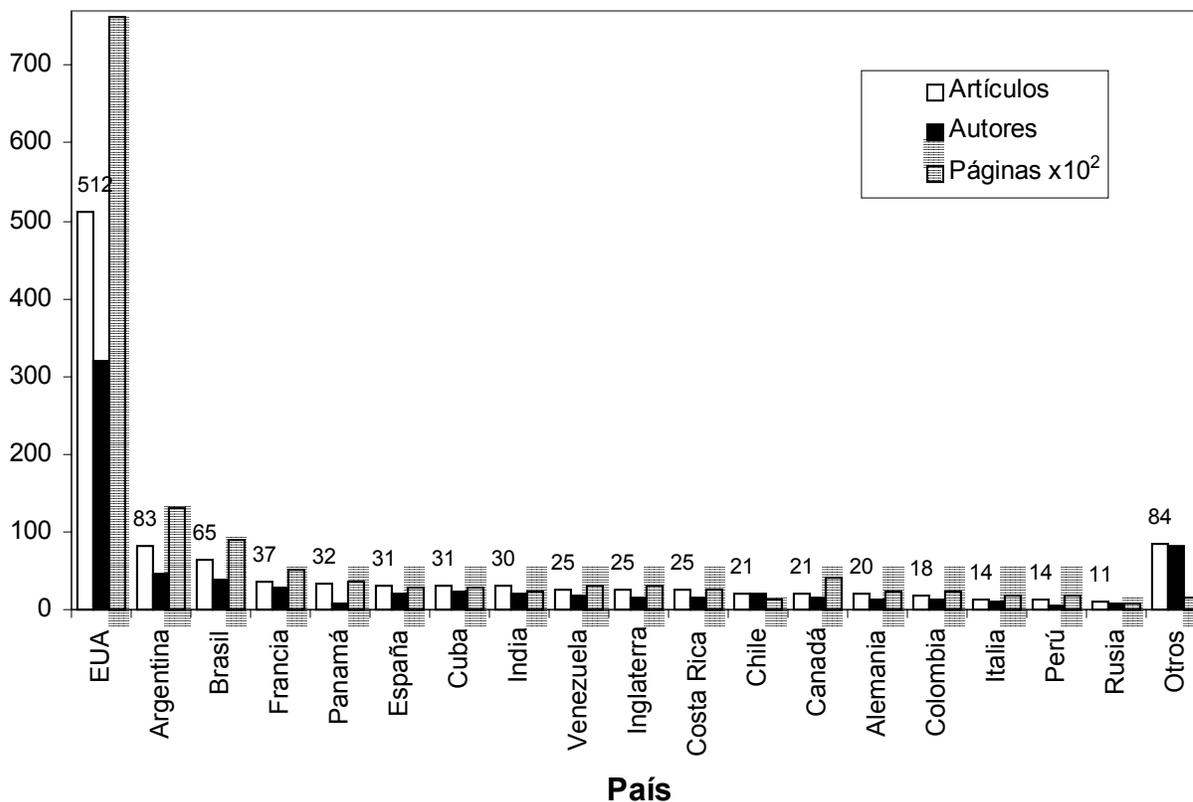


Figura 33. Países que realizaron más artículos sobre taxonomía en revistas mexicanas del siglo XX⁵⁸, se presentan también el número de autores y de páginas por cada una. Otros con menos de diez artículos en orden descendiente incluye a Uruguay, Guatemala, Checoslovaquia, Puerto Rico, Australia, Suiza, Japón, Holanda, Austria, Honduras, Bélgica, Paraguay, Suecia, El Salvador, Nicaragua, Bolivia, Sudáfrica, República Dominicana, Polonia, Nueva Zelanda, Costa de Marfil, Dinamarca, Israel, Filipinas, Hungría y China. Los números sobre las barras corresponden al número de artículos.

Colecciones. Dado que uno de los instrumentos de evidencia y referencia más valiosos en los estudios taxonómicos son los especímenes de las colecciones biológicas (Llorente, 1990; Navarro y Llorente, 1994; Llorente *et al.*, 1994), a continuación se presenta un análisis parcial de la información contenida en la base de datos de Llorente *et al.* (2000a) sobre el estado de las colecciones biológicas mexicanas a finales del siglo XX, cuya información está actualizada hasta 1999. Se tiene capturada la información sobre 193 colecciones que pertenecen a 69 instituciones y 77 sedes diferentes⁵⁹, la lista completa se presenta en el apéndice 9.

De las 193 colecciones⁶⁰, 76 (39%) fueron de botánica, 110 (57%) de zoología y siete (4%) de microbiología. Algunas colecciones albergan ejemplares de un taxón restringido, mientras que otras incluyen varios grupos taxonómicos; las familias mejor representadas se presentan en el cuadro 25.

⁵⁸ Se refiere al país de adscripción de cada autor.

⁵⁹ Se incluyen dependencias gubernamentales, escuelas de educación superior, institutos de investigación, museos y sociedades.

⁶⁰ Generalmente no hay correspondencia entre las cifras, por ejemplo, se pueden reconocer 77 sedes en la base de datos, pero en realidad es un número menor, debido a la jerarquía de sedes y de colecciones que se considera de modo distinto en las diferentes instituciones, por lo tanto es posible que, en apariencia, algunos de los números no coincidan.

Cuadro 25. Familias mejor representadas en las colecciones institucionales mexicanas, tomado de Llorente *et al.* (2000a).

(a) Colecciones botánicas ¹				(b) Colecciones zoológicas			
Familias	Ejemplares	Tipos primarios	Tipos secundarios	Familias	Ejemplares	Tipos primarios	Tipos secundarios
Leguminosae	158,154	547	124	Lygaeidae (Hemiptera)	73,077	0	0
Compositae	129,507	660	91	Nymphalidae (Lepidoptera)	57,554	2	0
Graminae	111,215	13,505	36	Simuliidae (Diptera)	48,577	157	323
Polyporaceae	49,599	22	0	Pieridae (Lepidoptera)	43,397	10	0
Rubiaceae	33,294	109	603	Pentatomidae (Hemiptera)	34,153	0	0
Fagaceae	22,256	32	1	Scarabaeidae (Coleoptera)	22,586	0	22
Orchidaceae	19,770	211	74	Miridae (Diptera)	24,154	0	0
Polypodaceae	10,622	34	6	Melolonthidae (Coleoptera)	23,230	2	24
Solanaceae	18,346	52	13	Papilionidae (Lepidoptera)	23,124	0	0
Euphorbiaceae	17,370	138	2	Lycaenidae (Lepidoptera)	21,609	0	0
Tricholomataceae	10,622	0	0	Coreidae (Hemiptera)	19,754	0	0

¹Familias con más de 10,000 ejemplares en total. ² Familias con más de 19,000 ejemplares en total.

Solo 27 (39%) de las instituciones albergaron más del 85% de los ejemplares de los cuales el 73% fueron zoológicos y el 27% botánicos (Cuadro 26) (Llorente *et al.*, 2000a). De las 110 colecciones zoológicas registradas, el 53.6% corresponde a uno o varios grupos de vertebrados y el 46.4% restante a invertebrados, de los cuales 29.41% fueron artrópodos.

Las colecciones entomológicas son mencionadas por Coronado (1981) quien registró 18 en 1981. Según Llorente *et al.* (2000a), si se consideran las colecciones divididas según el taxón de estudio, se convertirían en un total de 1167 colecciones, de las cuales 451 fueron de zoología, y de éstas, 46 contenían insectos y/o arácnidos (entomología). Por lo tanto, en casi 20 años, el número de colecciones entomológicas en México aumentó notablemente. Las familias mejor representadas pertenecieron a los órdenes de Hemiptera, Diptera y Lepidoptera; todas ellas fueron del grupo de los Insecta, lo que confirma la importancia que éstas representan para la biología mexicana (Llorente *et al.*, 1999). Por los datos registrados, debe haber numerosas colecciones particulares de coleópteros y lepidópteros, tanto de diletantes como de profesionales que aún no confiaron lo suficiente en la institucionalidad mexicana.

Cuadro 26. Instituciones mexicanas cuyas colecciones albergan en conjunto más del 85% de los ejemplares (Llorente *et al.*, 2000a).

Botánica		Zoología		Botánica		Zoología	
Institución*	Ejemplares	Institución	Ejemplares	Institución*	Ejemplares	Institución	Ejemplares
ENCB	771,600	IBUNAM	3,479,971	Narro	62,000	UAYuc	100,142
IBUNAM	710,000	UANL	1,228,278	UACHapingo	53,812	MHNCM	52,000
IEAC	288,700	ENCB-IPN	1,191,841	CICYucatán	48,379	IManantlá	46,017
UGuada	161,850	FCUNAM ¹	214,800	ENEP	42,981	IEAC	44,800
Postgraduados	121,300	ICMyL	206,866	UAM	40,217	UATam	39,170
IEAC	120,000	CEBAJ	189,000	ITESM	35,000		
AMO	106,250	ECOSUR ²	140,011	Total	263,2589	Total	7,049,896
FCUNAM	70,500	INDRE	117,000				

¹ Incluye el Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias con 208,800 ejemplares. ² Incluye las unidades Chetumal, San Cristóbal de las Casas y Tapachula.

Las colecciones del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" de la Facultad de Ciencias son de importancia porque ahí se encuentra la mayor colección de Siphonaptera de Latinoamérica y la colección más grande de Papilionoidea de México, ambas con las mejores hemerobibliotecas y bases de datos relacionales de los cerca de 550,000 ejemplares que las componen (Llorente *et al.*, 2000a; Armando Luis, com. pers.). En varios casos, los números registrados en la base de datos de CONABIO fueron contradictorios con los publicados, en especial en el caso de la Colección Entomológica del Instituto de Biología de la UNAM (Ver SCI, 1999; Llorente *et al.*, 1994).

El análisis de la tendencia en la fecha de fundación de las colecciones mexicanas mostró que a partir de 1970 se dio un aumento considerable, llegó a su máximo en la década de los ochenta, para los noventa disminuyó a un número comparable al de los setenta, en estas tres décadas se instaló el 81% de las colecciones que perduraron hasta finales del siglo XX (Fig. 34), este aumento fue resultado del establecimiento de gran cantidad de instituciones de enseñanza, investigación y fomento de la taxonomía (*v. gr.* CONABIO y CONACyT).

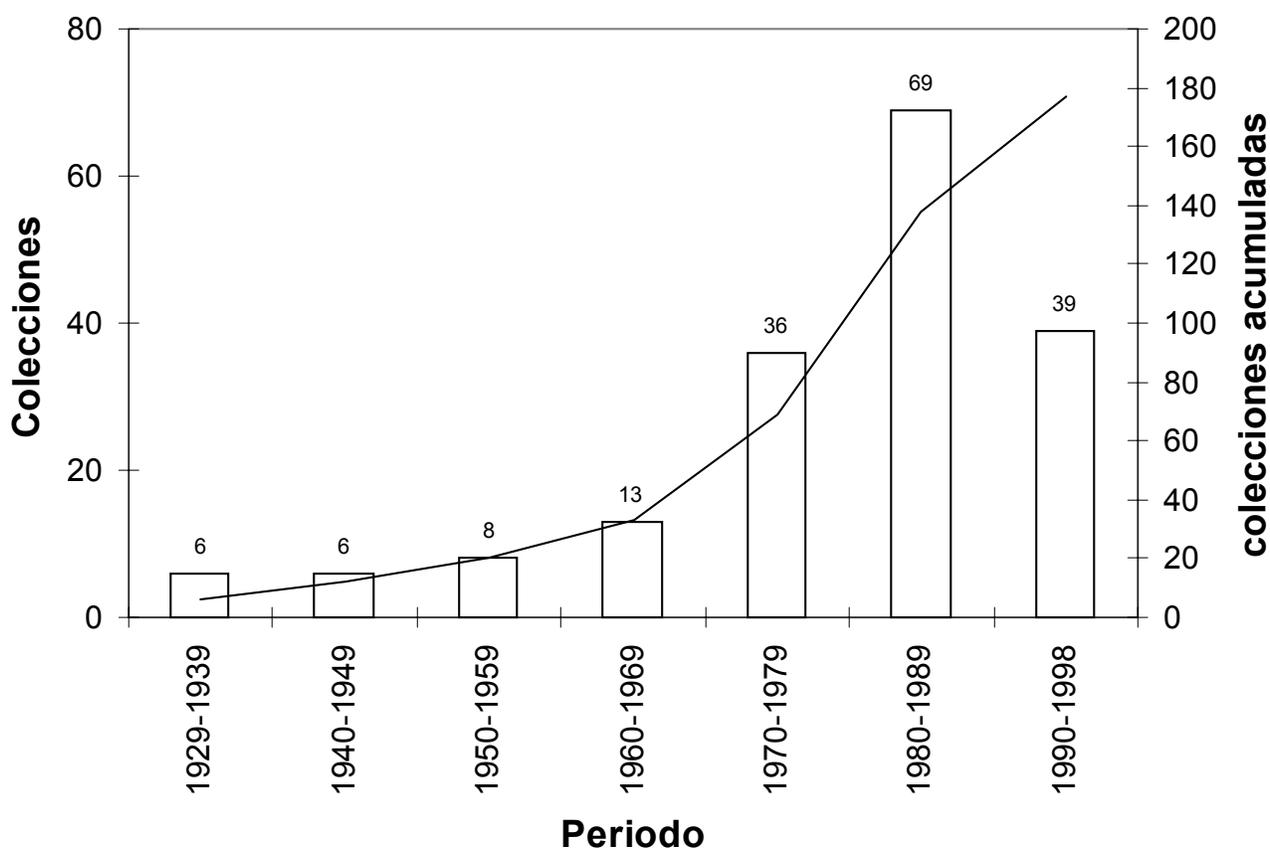


Figura 34. Fecha de fundación de las colecciones institucionales en México y acumulado de colecciones durante el siglo XX. La mayoría de los datos se obtuvieron de Llorente *et al.* (2000a).

Las publicaciones periódicas. Las primeras revistas científicas mexicanas aparecieron en México en el siglo XIX⁶¹, dos siglos después de haberse originado las equivalentes en Europa. Barberena y Block (1986), registraron 140 revistas (11 de agricultura, una de biología y una de zoología) y 103 periódicos científicos y tecnológicos publicados en ese siglo⁶², algunas de ellas con interés taxonómico fueron, en orden alfabético: *La Abeja Poblana* (1820-1841), *El Agricultor Mexicano* (1896-1965), *La Agricultura* (1892-1893), *Anales de la Sociedad Humboldt* (1870-1875), *Anales del Ministerio de Fomento* (1854-1898), *Anales del Museo Nacional de México* (1877-1912), *Anales Mexicanos de Ciencia, Literatura, Minería, Agricultura, Artes e Industria del Comercio de la República Mexicana* (1860?), *Anuario de la Academia Mexicana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* (1895-1899), *Arcadia Mexicana* (1877), *Boletín Agrícola Industrial de Jalisco* (1889-1890), *Boletín Científico de la Sociedad "Sánchez Oropesa"* (1884-1894), *Boletín de la Sociedad Agrícola Mexicana* (1879-1914), *El Campo* (1895-1896), *El Consultor* (1898-1903), *El Cultivador* (1875-1877), *El Floricultor Mexicano* (1898-1899), *Gaceta Agrícola-Veterinaria* (1878-1881), *Gaceta de Literatura de México* (1831-1898), *Gaceta Médica de México* (1839-1843, 1864), *La Ilustración Veterinaria* (1896-1897), *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate* (1899-1964), *Memorias de la Sociedad Mexicana de Agricultura* (1845), *México Científico* (1867), *La Naturaleza* (1869-1912), *El Periódico de Agricultura* (1875-1876), *Revista Agrícola* (1885-1905), *Revista Científica y Literaria de Méjico* (1845), *Revistas de México* (1878), *Revista Médica* (1888, 1906, 1908-1912), *Revista Mexicana* (1835), *Revista Moderna* (1899-1907), *Seminario de Agricultura* (1840), *Seminario de Agricultura y de las Artes que tienen relación con ella* (1802?-1850?) y *La Tierra* (1895-1896).

Estas publicaciones generalmente eran editadas por personajes ilustres o sociedades, de carácter multidisciplinario que contenían traducciones y comentarios a los trabajos trascendentes sobre ciencia producidos en Europa, su publicación era irregular y algunas de ellas perduraron hasta el siglo XX.

Durante el siglo XX la cantidad de revistas científicas mexicanas aumentó exponencialmente, varias de ellas publicaron trabajos sobre taxonomía o relacionados con ésta⁶³ utilizando distintos enfoques, en la figura 35 se presentan los periodos de aparición de las revistas analizadas en este trabajo. En el diagrama se identifican dos periodos de publicación continuos, el primero abarca de 1900 a 1930 con la edición de tres revistas: *La Naturaleza*, *Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate"* y *Revista Mexicana de Biología*, de las cuales ninguna perduró a la siguiente época. La segunda etapa inició en 1930 y finalizó en el año 2000 (momento en que terminó este análisis), e incluyó las 25 revistas restantes.

Las 28 revistas mexicanas analizadas contienen 6150 artículos sobre taxonomía, cubren de forma continua el periodo 1901-2001 (Figura 35) y sus características aparecen en el cuadro 27. Las revistas que desde el punto de vista histórico poseen un mismo origen, aunque su nombre e ISSN fueron distintos, se tratan como una sola publicación compuesta por diferentes títulos. Éste es el caso de los *Anales del Instituto de Biología de la UNAM* y sus tres series (Botánica, Zoología, y Ciencias del Mar y Limnología) que forman la revista AnIB; y *Acta Zoológica Mexicana* junto con *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* que se unen en *Acta Zool.*, y el *Boletín* y la *Revista de la Sociedad Mexicana de Micología*. De ahora en adelante solo se hará referencia a cada una de las revistas constituidas por varios títulos o por uno solo y se utilizarán las abreviaturas correspondientes (Apéndice 1).

⁶¹ Ver en el apéndice 11 el papel de Alzate en la publicación de revistas y trabajos científicos en la época.

⁶² La lista completa se puede consultar en Barberena y Block (1986).

⁶³ Una lista aproximada se encuentra en el material y el método.

Figura 35. Revistas mexicanas del siglo XX analizadas en TaXMeXX, su distribución en el tiempo, los paradigmas taxonómicos y las instituciones que han tenido mayor influencia en la taxonomía en México durante el siglo XX. Ver abreviaturas en el apéndice 1.

Cuadro 27. Revistas analizadas en TaXMeXX con algunas de sus características.

Revista	Títulos que incluye	Época	ISSN	Institución o sociedad	Periodicidad	Temas
<i>Acta Botánica Mexicana</i>	Acta Botánica Mexicana	1988	01877151	Instituto de Ecología	Irregular	Botánica, ecología, florística, vegetación, fitopatología, taxonomía.
<i>Acta Zoológica Mexicana</i>	Acta Zoológica Mexicana	1955-1971	00651737	Museo de Historia Natural de la Ciudad de México.	Cuatrimestral	Zoología
	Acta Zoológica Mexicana nueva serie	1984	01855476	Instituto de Ecología, A. C.	Cuatrimestral	Zoología
<i>Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas</i>	Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas	1938	01850946 03651932	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN.	Trimestral	Biología
<i>Anales del Instituto de Biología</i>	Anales del Instituto de Biología	1930	00767174	Instituto de Biología, UNAM.	Anual	Biología, botánica, zoología, biología experimental, ciencias del mar y limnología.
	Anales del Instituto de Biología Serie Botánica	1967	0374551	Instituto de Biología, UNAM.	Anual	Botánica, taxonomía, ecología, florística, etnobotánica, fitogeografía, fitopatología, micología.
	Anales del Instituto de Biología Serie Ciencias del mar y limnología	1967-1974	03688305	Instituto de Biología, UNAM.	Anual	Ciencias del mar y limnología
	Anales del Instituto de Biología Serie Zoología	1967	03688720	Instituto de Biología, UNAM.	Anual	Zoología
<i>Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología</i>	Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología	1974-1995	01853287 01863434	Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.	Irregular	Ciencias del mar y limnología
<i>Biótica</i>	Biótica	1976-1988 1993-	01850326	Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz	Trimestral	Recursos bióticos
<i>Boletín de la Sociedad Botánica de México</i>	Boletín de la Sociedad Botánica de México	1944	01853619	Sociedad Botánica de México A. C.	Anual	Botánica, ecología, florística, etnobotánica, micología taxonomía, fitogeografía, anatomía, vegetación, fitopatología, fisiología.
<i>Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana</i>	Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana	1989	0187988X	Sociedad Mexicana de Herpetología	Semestral	Anfibios y reptiles
<i>Boletín informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología</i>	Boletín informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología	1975-1982	N. D.	Sociedad Mexicana de Lepidopterología A. C.	Bimestral y Trimestral	Lepidopteros
<i>Cactáceas y Suculentas Mexicanas</i>	Cactáceas y Suculentas Mexicanas	1955	0526717X	Sociedad Mexicana de Cactología. A. C	Trimestral	Botánica, cactáceas, suculentas ecología, florística, taxonomía, vegetación.
<i>Ciencia</i>	Ciencia	1940	14056550	Academia Mexicana de Ciencias	Trimestral	Ciencia
<i>Cuadernos Mexicanos de Zoología</i>	Cuadernos Mexicanos de Zoología	1994	N. D.	Sociedad Mexicana de Zoología A. C.	Trimestral	Zoología
<i>Dugesiana</i>	Dugesiana	1994	1454094	Universidad de Guadalajara	Semestral	Entomología
<i>Folia Entomológica Mexicana</i>	Folia Entomológica Mexicana	1961	04308603	Sociedad Mexicana de Entomología, A. C. Instituto de Ecología, UNAM.	Cuatrimestral	Entomología, Acarología y Aracnología especialmente en América.
<i>La Naturaleza</i>	La Naturaleza	1869-1914	01873369	Órgano de difusión de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.	Irregular	Ciencia, historia natural
<i>Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate</i>	Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate	1887-1932	03961861	Sociedad Científica Antonio Alzate	Irregular	Ciencia, historia natural
<i>Orquídea</i>	Orquídea	1943-1971-	03003701	Asociación Mexicana de Orquideología	Irregular	Orquídeas de Centroamérica y México.
<i>Polibotánica</i>	Polibotánica	1996	14052768	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, ENCB	Cuatrimestral	Botánica

Revista	Títulos que incluye	Época	ISSN	Institución o sociedad	Periodicidad	Temas
<i>Publicaciones Especiales del Museo de Zoología</i>	Publicaciones Especiales del Museo de Zoología	1990	01886843	Facultad de Ciencias, UNAM.	Irregular	Taxonomía y biogeografía de insectos y vertebrados
<i>Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural</i>	Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural	1939	03707415	Sociedad Mexicana de la Historia Natural	Irregular	Historia Natural
<i>Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología</i>	Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología	1975	0187022X	Sociedad Mexicana de Lepidopterología	Dos al año	Lepidópteros
<i>Revista Latinoamericana de Microbiología</i>	Revista Latinoamericana de Microbiología	1970	01874640	Asociación Mexicana de Microbiología A. C.	Trimestral	Microbiología, fitopatología, micología, genética, parasitología, botánica.
<i>Revista Mexicana de Biología</i>	Revista Mexicana de Biología	1920-1935	N. D.	Sociedad Mexicana de Biología	Irregular	Historia Natural
<i>Revista Mexicana de Mastozoología</i>	Revista Mexicana de Mastozoología	1988	N. D.	Asociación Mexicana de Mastozoología	Irregular	Mamíferos
<i>Revista Mexicana de Micología</i>	Revista Mexicana de Micología	1985	01873180	Sociedad Mexicana de Micología, A. C.	Irregular	Hongos
	Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología	1968-1987	0085-6223	Sociedad Mexicana de Micología, A. C.	Anual	Hongos
<i>Revista Mexicana de Parasitología</i>	Revista Mexicana de Parasitología	1988	01878891	Sociedad Mexicana de Parasitología A. C.	Irregular	Parásitos
<i>Vertebrata Mexicana</i>	Vertebrata Mexicana	1988	N. D.	Departamento de Zoología "Federico Bonet" ENCB IPN	Irregular	Vertebrados
<i>Zoología Informa</i>	Zoología Informa	1986	018862147	Departamento de Zoología, ENCB IPN	Irregular	Zoología

N. D. No determinado.

Las características más significativas de cada revista analizada aparecen en el cuadro 28. Las 28 revistas examinadas juntas abarcan 173,397 páginas, de las cuales 79,657 (31%) son taxonómicas y 93,740 (69%) tratan temas no taxonómicos de acuerdo con los criterios aquí seguidos (ver material y métodos). Las revistas que tienen mayor proporción de páginas taxonómicas son *Anales del Instituto de Biología*, *Folia Entomológica Mexicana* y la *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*; tres revistas: *AnalesIB*, *Cactáceas y Suculentas* y la *RSMHN* aportaron el 48% de los artículos taxonómicos publicados durante el siglo XX. En la figura 36 se presenta la proporción de páginas taxonómicas y no taxonómicas de cada revista analizada.

En la figura 32 se pueden identificar el número de autores y de artículos que aparecieron en cada una de las publicaciones periódicas estudiadas. Las dos revistas biológicas que incluyeron gran proporción de temas taxonómicos fueron editadas por las instituciones de investigación taxonómica más prestigiadas del país: los *Anales del Instituto de Biología* y los *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. La primera dedicó el 65% de sus páginas a temas taxonómicos y editó el 27.5% (1696) de los artículos taxonómicos contenidos en TaXMeXX. De éstos, 1426 (84%) se refirieron a caracteres y rasgos, 813 (48%) describieron taxones nuevos; 286 (17%) hicieron registros de distribución nuevos y 279 (16.5%) presentaron claves y fueron revisiones o monografías (Cuadros 28 y 29), por mencionar los temas taxonómicos más importantes.

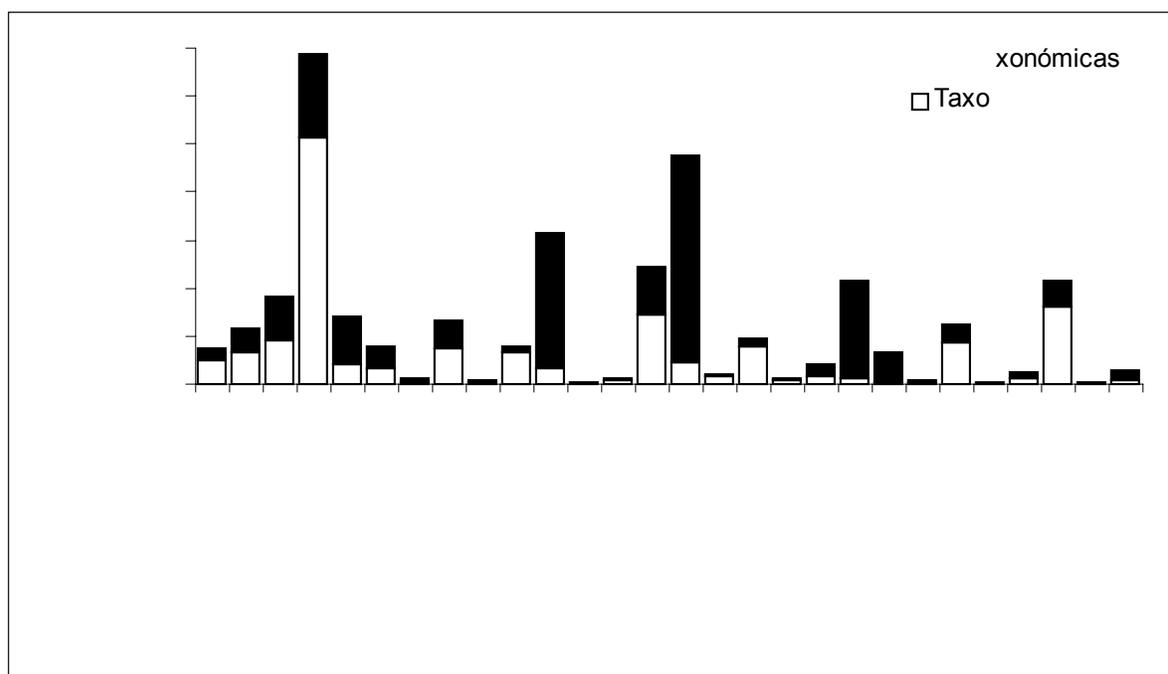


Figura 36. Cantidad de páginas taxonómicas y no taxonómicas de las revistas analizadas en TaXMeXX. La suma de ambas columnas representa el total de páginas de cada revista.

Cuadro 28. Información capturada para cada revista analizada.

Abreviatura	Volúmenes	Números	Páginas totales	Páginas taxonómicas	Promedio de páginas taxonómicas	Páginas por número	Artículos	Autores	Descripción de taxones nuevos	Revisiones y monografías
1. Acta Bot	51	53	3679	2398	0.39	10.94	219	206	107	0
2. Acta Zool	81	140	5895	3272	0.53	21.52	152	163	0	8
3. AnENCB	45	54	9098	4494	0.73	19.62	229	166	103	10
4. AnIB	71	129	34298	25687	4.18	15.14	1696	587	813	89
5. AnICMyL	22	32	7003	2100	0.34	20.79	101	81	21	3
6. Biótica	13	45	3919	1559	0.25	14.30	109	87	7	3
7. Bol Inf Soc Mex	8	37	554	297	0.05	6.06	52	23	0	0
8. Bol Soc Bot Mex	65	65	6655	3765	0.61	10.40	362	248	0	2
9. Bol Soc Herp	8	14	367	111	0.02	3.00	37	37	0	0
10. Cact y Suc	45	181	3934	3287	0.53	4.60	714	202	125	2
11. Ciencia	51	237	15761	1595	0.25	6.59	242	156	133	4
12. Cuad Mex Zool	3	4	180	34	0.01	4.85	7	7	1	0
13. Dugesiana	7	13	622	469	0.08	9.19	51	38	5	0
14. Folia	99	110	12277	7341	1.20	19.01	386	244	170	27
15. La Naturaleza	2	3	940	770	0.13	14.25	54	15	5	1
16. M. Alzate	45	59	23866	2312	0.37	19.93	116	55	6	0
17. Orquídea	13	86	4712	3923	0.63	9.71	404	100	114	6
18. Polibotánica	9	9	713	424	0.07	17.66	24	36	3	0
19. Publ Esp Mus	11	11	2075	881	0.14	48.94	18	15	0	0
20. Rev Lat Micr	41	162	10747	523	0.08	8.10	64	103	4	0
21. Rev Mex Biol	17	98	3263	188	0.03	6.71	28	16	5	0
22. Rev Mex Masto	3	3	413	168	0.03	7.00	24	35	0	0
23. Rev Mex Micol	20	20	6140	4276	0.70	12.11	353	195	30	5
24. Rev Mex Parasit	3	4	106	11	0.01	5.50	2	4	0	0
25. Rev Soc Mex	17	32	1200	682	0.11	7.93	86	24	32	1
26. RSMHN	49	54	10870	8094	1.31	14.741	549	254	0	11
27. Vertebrata	9	9	149	127	0.02	4.23	30	38	0	0
28. Zoología	38	42	1478	503	0.08	12.26	41	54	0	0

Cuadro 29. Tipos de trabajo taxonómico más representados por cada revista analizada en TaXMeXX.

Revista	Tipo de trabajo	Artículos	Revista	Tipo de trabajo	Artículos
AnIB	Caracteres y rasgos	1426	AnIB	Comparativo	146
AnIB	Descripción de taxones nuevos	813	Cact y Suc	Florístico	140
Cact y Suc	Caracteres y rasgos	472	AnIB	Nomenclatura	136
AnIB	Nuevo registro de distribución	286	Ciencia	Descripción de taxones nuevos	133
Orquídea	Caracteres y rasgos	284	AnIB	Análisis de relaciones	127
AnIB	Clave	279	Cact y Suc	Descripción de taxones nuevos	125
Folia	Caracteres y rasgos	273	Orquídea	Descripción de taxones nuevos	114
AnIB	Distribución	247	AnIB	Redescripción de taxones	111
RSMHN	Histórico	223	Folia	Clave	108
RSMHN	Caracteres y rasgos	215	Acta Bot	Descripción de taxones nuevos	107
Rev Mex Micol	Caracteres y rasgos	213	Acta Zool	Caracteres y rasgos	106
AnENCB	Caracteres y rasgos	202	AnIB	Nota	104
Bol Soc Bot Mex	Caracteres y rasgos	190	AnENCB	Descripción de taxones nuevos	103
AnIB	Faunístico	187	Folia	Nuevo registro de distribución	97
Ciencia	Caracteres y rasgos	183	Folia	Distribución	94
Folia	Descripción de taxones nuevos	170	RSMHN	Descripción de taxones nuevos	87
Acta Bot	Caracteres y rasgos	168	Biótica	Caracteres y rasgos	86
Rev Mex Micol	Nuevo registro de distribución	164	AnICMyL	Caracteres y rasgos	81
AnIB	Clasificación	159	AnIB	Revisión	81

Los artículos taxonómicos de los *Anales del Instituto de Biología* fueron escritos por 587 (24%) autores, entre los que estuvieron los taxónomos más importantes de cada especialidad. Esta revista publicó los artículos sobre el estudio de todos los taxones y sus correspondientes regiones que se han realizado en México y difundió trabajos taxonómicos de forma continua desde su fundación (Figura 37). Todas estas características la convierten en la revista más representativa de la taxonomía mexicana desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo. Los *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* ocuparon el noveno lugar en la producción total de artículos y el séptimo de autores y desde su fundación tuvo una participación constante en la producción de artículos taxonómicos. Una de las desventajas de ambas revistas fue la irregularidad en su periodicidad.

Las *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate* (1887-1932) y los *Anales del Instituto de Biología* (1930) constituyeron la continuidad respecto a la publicación de números y volúmenes y también de artículos taxonómicos, porque entre ambas revistas abarcaron todo el periodo de estudio, por lo que podrían ser representativas desde el punto de vista temporal (Figura 38).

De importancia radical fueron las revistas editadas por sociedades que dedicaron a temas de ciencia o biología (historia natural) en general como: *La Naturaleza*, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, *Ciencia* y *Revista Mexicana de Biología*. Las dos primeras de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.

La revista *La Naturaleza*, desde el siglo XIX tuvo como propósito la difusión del conocimiento, incluyó entre sus escritos numerosas traducciones de artículos aparecidos en revistas extranjeras, pero también reprodujo publicaciones antiguas de autores como Alzate, Darwin, Cervantes y Clavigero, entre otros, lo cual sirvió para dar a conocer trabajos originales inéditos de gran valor científico e histórico, tal fue el caso de los escritos dejados por los naturalistas de la Real Expedición Botánica, cuyas láminas fueron realizadas por el acuarelista José María Velasco, quien también fue naturalista y colaborador científico (Beltrán, 1968a).

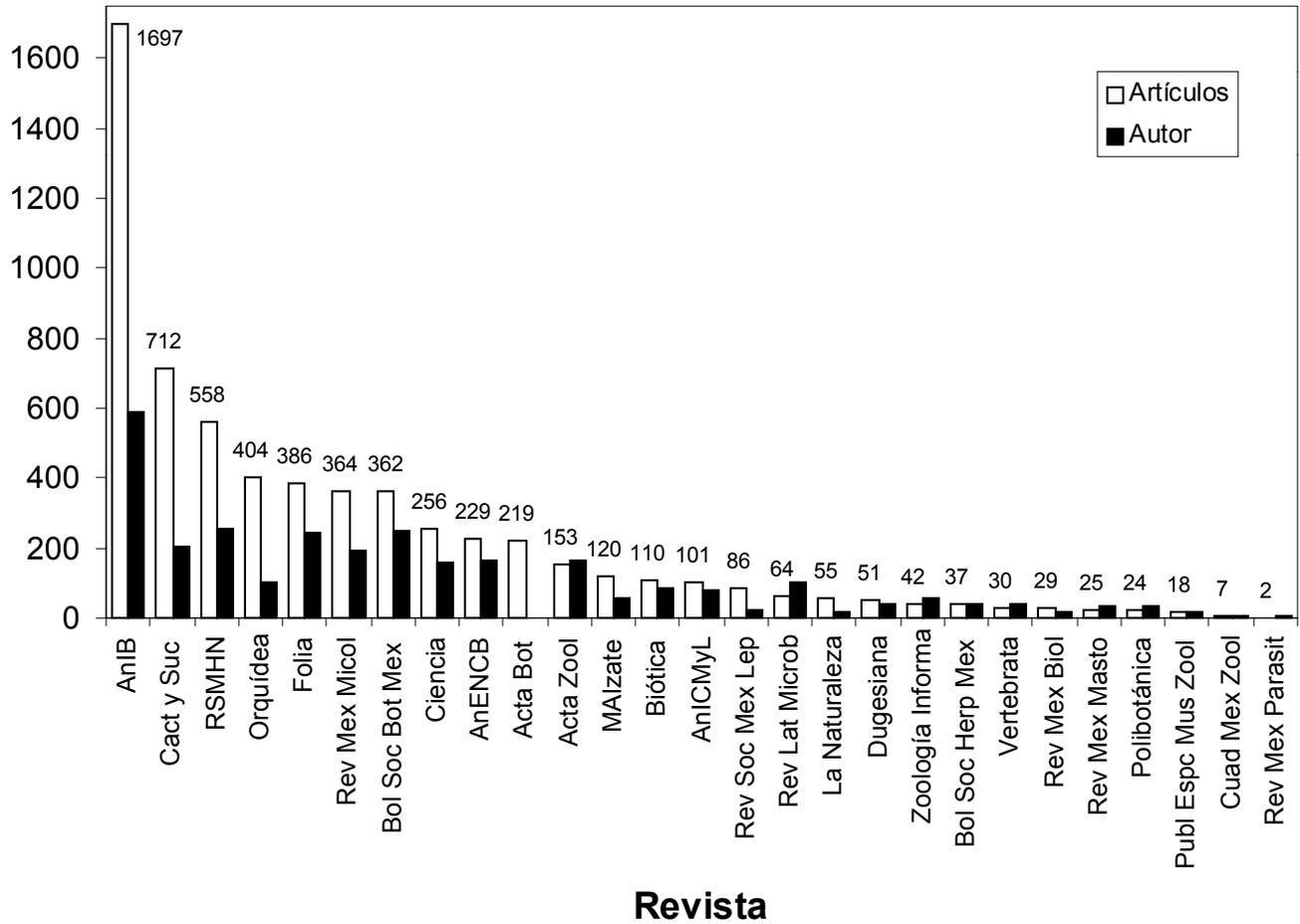


Figura 37. Número de artículos y autores de las revistas analizadas en TaXMeXX. Los números sobre las barras corresponden a la cantidad de artículos.

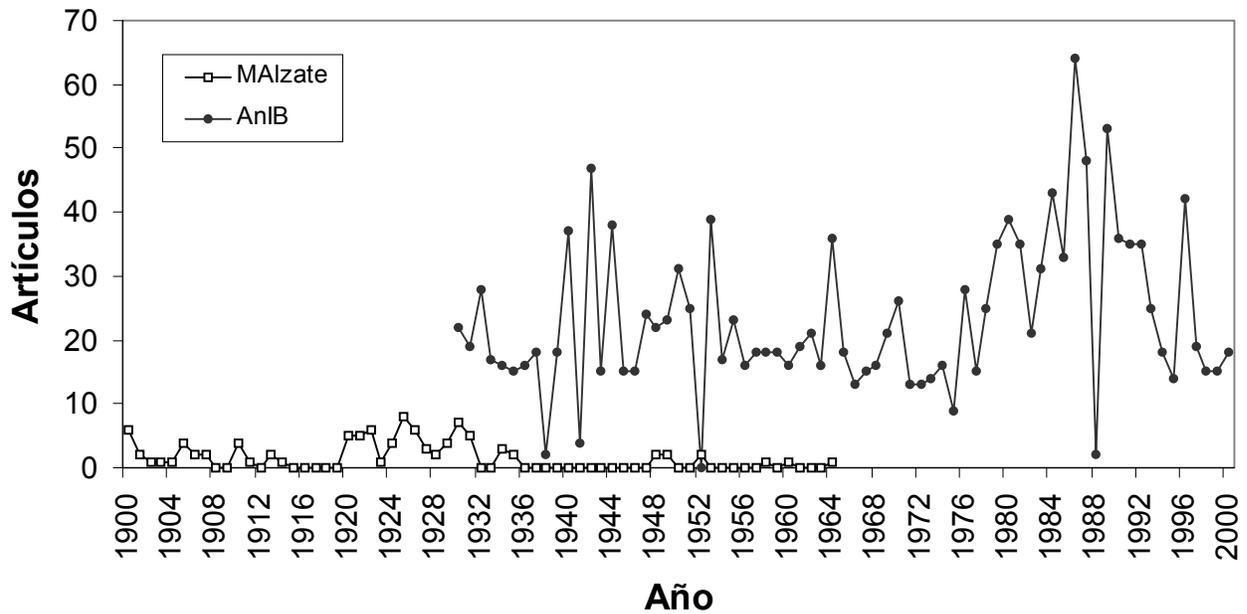


Figura 38. Cantidad de artículos en el tiempo publicados en los *Anales del Instituto de Biología* y en las *Memorias de la Sociedad Científica "Antonio Alzate"* según TaXMeXX.

La periodicidad de esta publicación no fue regular por lo que cada volumen abarca varios años, lo que dificulta fijar con exactitud la fecha de aparición de un artículo determinado (Smith, 1942); esto es un problema si se considera que es un dato significativo desde el punto de vista histórico y bibliográfico, y sobre todo taxonómico, pues es indispensable para establecer la prioridad nomenclatural en la descripción de especies nuevas y su sinonimia, y así cumplir con los códigos respectivos. En esta revista aparecieron un total de 691 artículos en once volúmenes (Beltrán, 1948b), de los cuales 265 (38%) fueron de zoología y 166 (24%) se dedicaron a la botánica.

De acuerdo con Gío-Argáez y Rivas (1993), ambas publicaciones de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, concentraron su interés en un reducido número de áreas esenciales. Para *La Naturaleza* el 32.87% del total de artículos corresponden a zoología y parasitología animal, el 25.64% a botánica, el 13.91% a geología y mineralogía, sin que ninguna de las nueve áreas restantes alcancen siquiera un 10%. En la RSMHN, según Beltrán (1968a), para esa época había 37.77% de artículos sobre zoología y parasitología animal, 27.08% de historia de las ciencias naturales, 3.71% sobre botánica y las otras nueve categorías contaban con menos del 10%; los taxones más trabajados fueron, hasta 1993, los protozoarios y los insectos. Por lo tanto, en esta revista los temas zoológicos fueron mucho más frecuentes que los botánicos, pero siempre los estudios sobre biodiversidad han sido preponderantes (Gío-Argáez y Rivas, 1993). Un índice completo y cruzado de la Revista será difundido en la misma publicación próximamente (Gío-Argáez, R., com. pers.).

La revista *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate* editó artículos de diversa índole, entre los que estaban varios de zoología, botánica, antropología e historia, abordados desde una perspectiva nacionalista y tuvieron gran influencia en aquella época⁶⁴ (Aragón, 1936).

Ciencia fue fundada en 1940 por Ignacio y Cándido Bolívar, entre otros científicos, para difundir el conocimiento de las ciencias fisicomatemáticas, pero en 1961 se convirtió en el órgano de difusión de la Academia de la Investigación Científica⁶⁵; en 1979 tuvo un cambio en la política editorial y dejó de publicar artículos de investigación original, transformándose en un órgano de difusión de las ciencias, por ello disminuyeron considerablemente los artículos sobre taxonomía, entre otros temas.

Las publicaciones editadas por instituciones de investigación y dedicadas a la botánica o la zoología fueron *Acta Botánica Mexicana*, *Acta Zoológica Mexicana*, *Dugesiana*, *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, *Zoología Informa*, *Polibotánica* y *Publicaciones Especiales del Museo de Zoología*. De éstas vale la pena resaltar las dos primeras, editadas por el Instituto de Ecología A. C., por su contribución en cuanto a la cantidad y la calidad de los artículos taxonómicos que publicaron.

Las revistas publicadas por sociedades botánicas como: *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, *Revista Mexicana de Micología* (y el *Boletín*) y *Orquídea*. La publicación *Cactáceas y Suculentas Mexicanas* fue la segunda en importancia por el número de artículos que aportó de acuerdo con los datos contenidos en TaXMeXX. El *Boletín de la Sociedad Botánica de México* también tuvo una contribución importante a la taxonomía mexicana, durante sus primeros 50 años publicó 54 números con 396 artículos que principalmente trataron temas taxonómicos y florísticos; además, trató temas ecológicos, fitogeográficos y etnobotánicos. Durante la última década esta revista publicó la descripción de un género nuevo y 34 especies nuevas de plantas (Lot y Butanda, 1994).

⁶⁴ Los índices de los números 1-52 pueden consultarse en Aguilar y Santillán y Mendizábal (1934).

⁶⁵ A partir de 1996 cambió su nombre a Academia Mexicana de Ciencias.

Orquídea. Fue la revista botánica más antigua, los artículos de esta revista se caracterizaron por ser cortos y los autores generalmente no pertenecieron a instituciones de investigación, por lo tanto se les asignó la categoría 'particular'. Aunque presenta gran cantidad de artículos, la mayoría solo fueron publicados por tres autores aficionados, y no son demasiado especializados.

Las revistas zoológicas publicadas por sociedades fueron: *Folia Entomológica Mexicana*, *Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, *Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología*, *Vertebrata Mexicana*, *Revista Mexicana de Parasitología* y *Boletín de la Sociedad Herpetológica de México*. *Folia* destacó por la calidad de sus contribuciones y es considerada una de las revistas más representativas de la zoología mexicana.

La única publicación sobre microbiología fue la *Revista Latinoamericana de Microbiología*, que es editada en nuestro país por la sociedad del mismo nombre a la que está afiliada la Sociedad Mexicana de Microbiología.

Del total de las revistas, tres fueron las más antiguas y se siguen editando, aunque con algunos inconvenientes, éstas son: la *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, los *Anales del Instituto de Biología* y los *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*; ellas constituyen por lo tanto las de más tradición.

El Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACyT (ver los criterios en el apéndice 10) reconoce 76 revistas que están clasificadas en nueve categorías, la correspondiente a 'Ciencias Naturales' cuenta con un total de siete títulos; en las revistas analizadas, cinco⁶⁶ están incluidas: *Acta Botánica Mexicana*, *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*, *Anales del Instituto de Biología series Botánica y Zoología*⁶⁷, y *Folia Entomológica Mexicana*; las cuatro primeras fueron editadas por dos instituciones de investigación, el Instituto de Biología y el Instituto de Ecología A. C., solo la de Entomología fue publicada por una sociedad (CONACYT, 2001a).

Del total de las revistas analizadas fueron cinco (18%) de botánica, 11 (39%) de zoología, una de microbiología, y el resto 11 (39%) abordan temas generales (ciencia, historia natural, biología). Según la base de datos Ulrich's (2002), que contiene registradas la mayor cantidad de publicaciones periódicas a nivel internacional, en México existen tres revistas sobre taxonomía, 13 de botánica, cinco de zoología y cinco de microbiología (Cuadro 30). Según Lot (1993), en México, en ese año existían 26 revistas que publicaron trabajos sobre botánica.

Estos datos variaron significativamente según la fuente y no es fácil tener una lista exhaustiva de las revistas mexicanas publicadas por disciplina porque: 1) no todas las revistas publicadas en México están en la base de datos Ulrich's, 2) no existe una base de datos mexicana que las incluya todas, la más completa es *Periódica* (UNAM, 1979) y no contiene varias de las revistas analizadas en este trabajo, pues o son muy nuevas o su distribución es muy limitada y especializada, como es el caso de las revistas o boletines de las sociedades, y 3) las clasificaciones para asignar el tema al que se adjudica cada publicación es muy variable. Esta misma dificultad se enfrenta para definir el número de revistas que presentan temas taxonómicos en su contenido, pero de acuerdo con los datos obtenidos en esta investigación se estima que no existen más de 70, este número no implica las revistas con temas aplicados como agricultura, ganadería, veterinaria o medicina, entre otras, que pudieran abordar el tema, en este caso el número ascendería quizás a cerca de 150 (ver en la sección relativa a los taxónomos).

⁶⁶ Las otras dos fueron *Hidrobiológica* y la *Revista Mexicana de Patología*.

⁶⁷ Como ya se apuntó estas dos revistas son tratadas como una sola en esta exposición por constituir una unidad histórica.

Cuadro 30. Total de revistas científicas, biológicas y con temas taxonómicos en la base de datos Ulrich's (2002).

Tema	Total	México ^{1,2}
Ciencia	31635	151
Biología	7307	45
Botánica	1266	13 ³
Microbiología	481	5
Zoología	995	5 ⁴
Agricultura	8004	71
Taxonomía	147	3 ⁵

¹Se refiere a 'Country Code'. ²Aparecen editadas en México un total de 1976 revistas. ³Se analizaron 10 en TaXMeXX y los resultados se presentan en este trabajo. ⁴Se analizaron cuatro en TaXMeXX y los resultados se presentan en este trabajo. ⁵Se analizaron dos revistas en TaxMeXX y los resultados se presentan en este trabajo.

Desde la perspectiva bibliométrica se aplicó el análisis de Bradford a las publicaciones analizadas en TaXMeXX, para identificar las revistas mexicanas más significativas que editaron artículos taxonómicos. El resultado del análisis, tanto gráfico como matemático, demostró que siete publicaciones 'revistas claves' son las más representativas y abarcan alrededor del 70% del total de los artículos publicados sobre esta especialidad en México: *Anales del Instituto de Biología UNAM*, *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, *Orquídea*, *Folia Entomológica Mexicana*, *Revista Mexicana de Micología* y el *Boletín de la Sociedad Botánica*. En el apéndice 8 se presentan de forma detallada los principios, el uso y el significado del modelo de Bradford y su aplicación en el análisis de los artículos taxonómicos de las revistas mexicanas del siglo XX.

A continuación se muestran algunos datos bibliométricos por año, por quinquenio, por institución, por disciplina y por región, entre otros, presentados por el CONACyT (2000) sobre el desarrollo de la ciencia mexicana a finales del siglo (1990-1999), con el propósito de: 1) contextualizar los resultados presentados para la taxonomía mexicana, 2) hacer comparaciones con otras disciplinas, 3) establecer las características del comportamiento de los artículos científicos mexicanos, y 4) determinar el impacto de la producción científica mexicana a escala mundial.

El análisis se realizó con información del *Institute for Scientific Information* (ISI), almacenada en la base de datos de *Science Citation Index* (SCI) que contenía 7700 revistas científicas clasificadas en 1997, cerca de 8000 en 1999 y 8307 en el año 2000. Esta base de datos acumuló la información de las revistas mundiales que recibieron al menos 100 citas durante el periodo de 1981 a diciembre de 1999 (Ver la ley de Bradford, en el Apéndice 8) y están clasificadas en 24 disciplinas.

Del total de revistas editadas durante el año 2000, en este índice aparecieron solo seis mexicanas: *Archivos de Investigación Médica*, *Historia Mexicana*, *Revista de Investigación Clínica*, *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, *Revista Mexicana de Física* y la publicación *Salud Mental*. Ninguna de éstas abordó temas taxonómicos, ni siquiera biológicos.

Puesto que en el SCI no existe la categoría 'taxonomía', los artículos sobre el tema podrían encontrarse dentro de las clasificaciones: agricultura, biología, ecología, microbiología, pero especialmente en plantas y animales. Por lo tanto, en este análisis tomaremos como referencia las categorías plantas y animales para establecer comparaciones con los resultados taxonómicos, considerando que de todas las categorías es la

muestra más representativa sobre el tema; además, se consideró que un artículo es de origen mexicano, si al menos uno de los autores perteneció a una institución mexicana.

De 1981 a 1999 se produjeron cerca de 38,133 artículos científicos mexicanos, que correspondieron al 0.27% del total mundial en 1990, y al 0.63% en 1999. La producción mexicana se incrementó en la última década del siglo XX a una tasa anual promedio del 13% (CONACyT, 2000).

En 1999 se registró el número máximo con 4477 artículos mexicanos indexados por el SCI, esta cifra fue mayor en un 168.3 % a los 1486 artículos registrados en 1990, y 11.3% más alta a la registrada en 1998, con 4020 artículos. En la figura 39 se presenta la publicación en el tiempo de los artículos taxonómicos y de los campos relacionados con esta disciplina según el SCI (CONACyT, 2000).

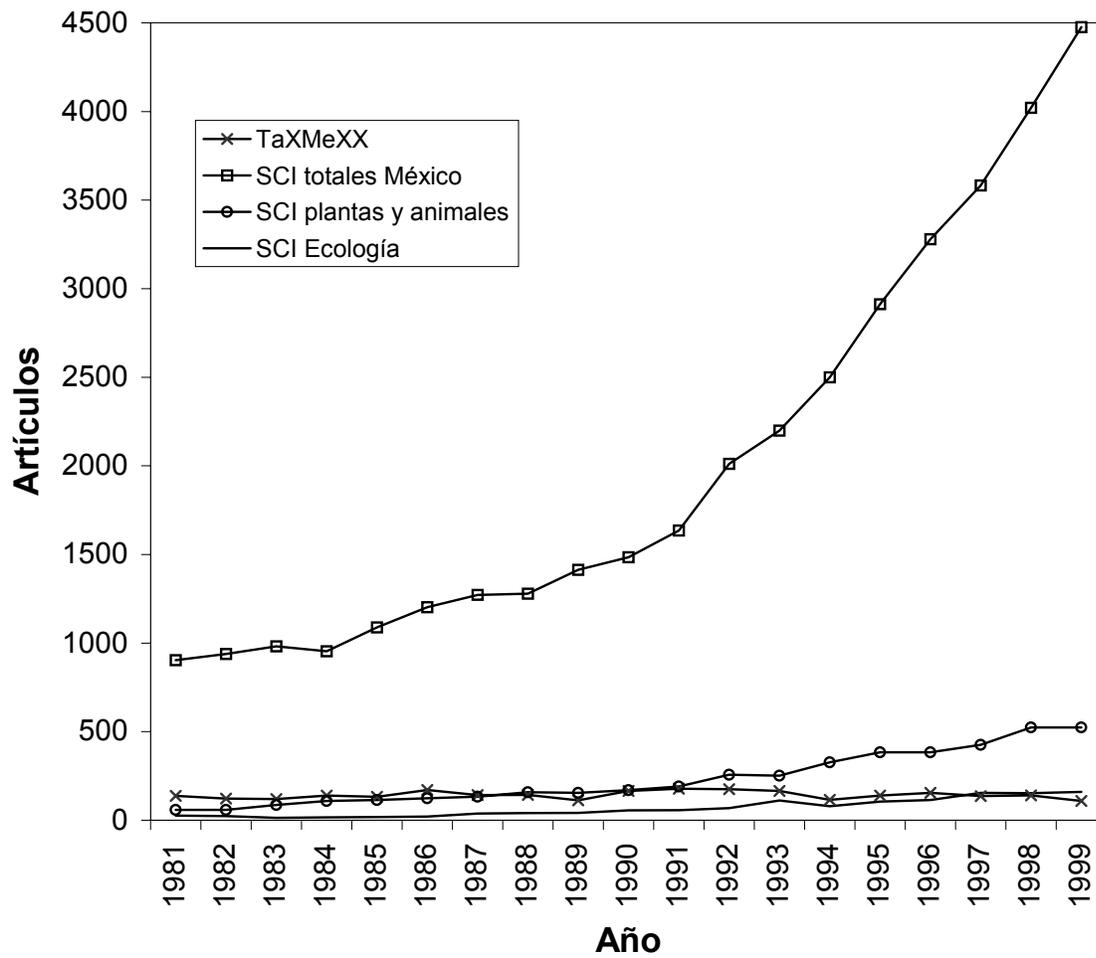


Figura 39. Comportamiento en el tiempo de la cantidad de artículos capturados en el *Science Citation Index* para las categorías: México, plantas y animales, ecología y los artículos taxonómicos de TaXMeXX.

El aporte de artículos científicos mexicanos al total mundial fue mínimo comparado con la participación de otros países. Por ejemplo, en el periodo 1995-1999 los seis países con mayor producción acumularon el 67.3% de los artículos elaborados. Sin embargo, la participación de México, con 0.53%, fue mayor a la registrada por Argentina, de 0.48%, Chile, 0.22%, Colombia y Venezuela, con el 0.06 y 0.11%, respectivamente.

Las disciplinas con mayor producción mundial de los artículos indexados en el *SCI* en el último quinquenio fueron: medicina clínica, química, física, biología y bioquímica, ingeniería, ciencias de plantas y animales, y neurociencias; los campos de menor participación fueron astrofísica, ciencias de la computación, educación y leyes. Esta distribución se mantuvo igual durante todo el periodo 1981-1999. En lo que respecta a la producción mexicana destacaron la física, la medicina clínica, las ciencias de plantas y animales, la química, la biología y la bioquímica e ingeniería, que en conjunto representaron el 63.1% de los artículos registrados. Este comportamiento en la producción nacional correspondió a la distribución del acervo de recursos humanos por área de conocimiento.

La participación de los científicos mexicanos en la producción mundial, entre 1981 y 1999, principalmente fue en la astrofísica, la disciplina con mayor participación en el total mundial con 1.16%; la agricultura le siguió con 0.61% y, en tercer lugar, las plantas y animales representaron el 0.58%. Para el periodo 1995-1999, los estudios sobre plantas y animales ocuparon el segundo lugar dentro de las disciplinas científicas mexicanas pues aportaron el 1.04 % del total mundial de las publicaciones en esta área. En la figura 39 puede advertirse que, de 1981 a 1999, las publicaciones en plantas y animales en el *SCI* aumentaron en 20 veces más.

En cuanto a las citas⁶⁸, los 28,101 artículos elaborados en México entre 1990-1999 recibieron 106,615 citas, lo cual significa que anualmente se citaron los trabajos mexicanos 10,615 veces, lo que equivale a 3.8 citas por artículo. De las 106,615 citas recibidas, el 75 % se concentró en diez países de las cuales 27,480 citas fueron hechas por norteamericanos, 21,639 por investigadores mexicanos, 5513 citas por franceses y 5081 por ingleses. Las disciplinas que en esa década acumularon cuando menos mil citas en un año fueron en orden decreciente: astrofísica, biología y bioquímica, química, medicina clínica, biología molecular, neurociencias, plantas y animales, y física.

El comportamiento temporal de las citas hechas a artículos mexicanos por quinquenios mostró un ascenso significativo, en el quinquenio de 1990-1994 con un factor de impacto de 1.7, en 1993-1997 éste alcanzó la cifra de 2.0, y para 1995-1999 se registró el máximo histórico con 2.2. Esto representa que los documentos nacionales incrementaron su relevancia en la actividad científica, tanto en la comunidad científica nacional como en la internacional. Los periodos 1994-1998 y 1995-1999 tuvieron el máximo histórico con 33,133 y 39,232 citas, respectivamente, el mínimo fue en 1990-1994 con 16,601 citas.

El factor de impacto de la ciencia mexicana es insignificante si se compara con el de países como Estados Unidos, e incluso es menor a los citados por Argentina y Chile.

Los campos del conocimiento en México con mayor impacto en el último quinquenio (1995-1999) fueron la biología molecular (4.9 citas), astrofísica (4.3), inmunología (4.2), neurociencias (3.7), y plantas y animales (1.4); este comportamiento fue similar al registrado en la primera mitad de la década. En conjunto, la producción mexicana registró un factor de impacto relativo de 0.55, muy por debajo del promedio mundial, y en general los países de América Latina mantuvieron una diferencia considerable con E.U.A. y Canadá, quienes ocupan los primeros lugares; este resultado fue constante durante toda la década.

En la producción científica nacional ningún campo del conocimiento superó el promedio mundial por citas recibidas en el último quinquenio (igual o mayor que 1). No obstante, las áreas que mantuvieron un equilibrio entre el factor de impacto y la participación en la producción fueron la física, la medicina clínica, las ciencias de plantas y animales, y la química.

Así, es evidente que en general la producción de la ciencia mexicana dentro del ámbito mundial fue escasa durante el siglo XX, pero aumentó al paso de los años; los estudios sobre taxonomía (TaXMeXX) y los de plantas y animales (SCI) siguieron este mismo comportamiento (Figs. 39 y 40).

En la figura 40 se puede advertir la diferencia que existió entre los artículos taxonómicos publicados en México y en el extranjero, la proporción de los últimos aumentó de forma importante a partir de 1992, esto coincidió con el fomento que realizó el SNI para que los investigadores publicaran en revistas indexadas, de tal manera que en la última década del siglo los taxónomos mexicanos incrementaron notablemente su participación en revistas extranjeras. Este resultado también se apreció en el análisis de las publicaciones de algunos taxónomos examinadas en la siguiente sección.

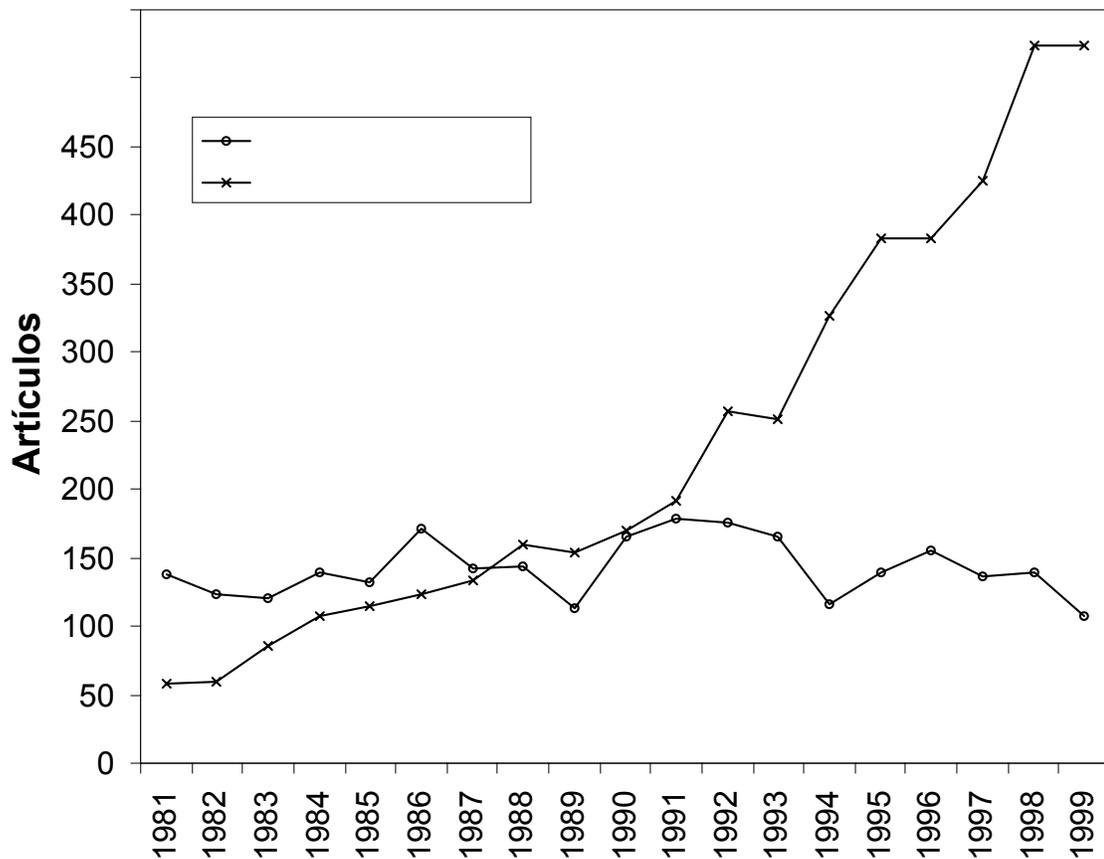


Figura 40. Cantidad de artículos en el tiempo capturados en el *Science Citation Index* para México en las categorías plantas y animales y los artículos taxonómicos de TaXMeXX.

⁶⁸ Relevancia de un artículo en la comunidad científica.

Análisis de la lista de publicaciones de algunos autores. Este análisis permitió determinar la representatividad en el contexto general de los resultados obtenidos en TaXMeXX. Con esta información se pudo estudiar la cantidad de publicaciones taxonómicas de algunos investigadores, los años que dedicaron a su labor científica y la proporción de artículos que divulgaron en el país y en el extranjero. De los 35 *curricula vitarum* analizados, 25 pertenecen a los autores más productivos según TaXMeXX (los primeros 45 autores en orden de productividad, con más de 30 artículos y 1/3 de la producción) y nueve autores pertenecen al conjunto restante. Para este análisis se consideraron artículos científicos, capítulos de libros y textos docentes o de divulgación (Figura 41).

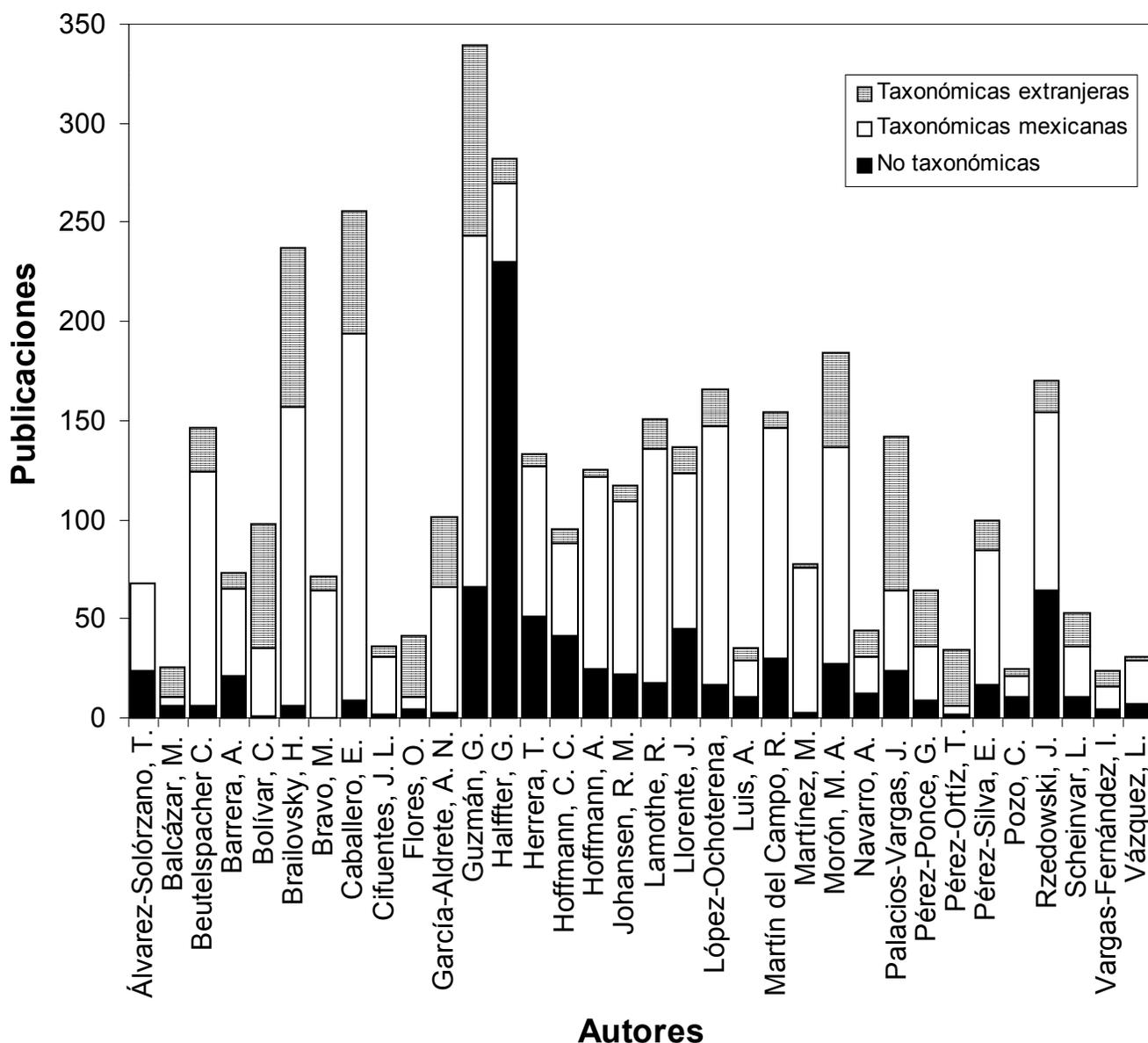


Figura 41. Cantidad de publicaciones de 35 *curricula vitarum*, a partir de autores que han escrito sobre taxonomía en México.

Los 35 autores examinados escribieron un total de 3836 artículos, de los cuales 3007 (78.3%) fueron taxonómicos y 829 (21.7%) no taxonómicos, lo que demuestra que los autores contenidos en la base principalmente se dedican a la práctica taxonómica. De estos últimos artículos sobre sistemática, 2228 (74%) se publicaron en revistas mexicanas y 779 (26%) en revistas extranjeras (Figura 42).

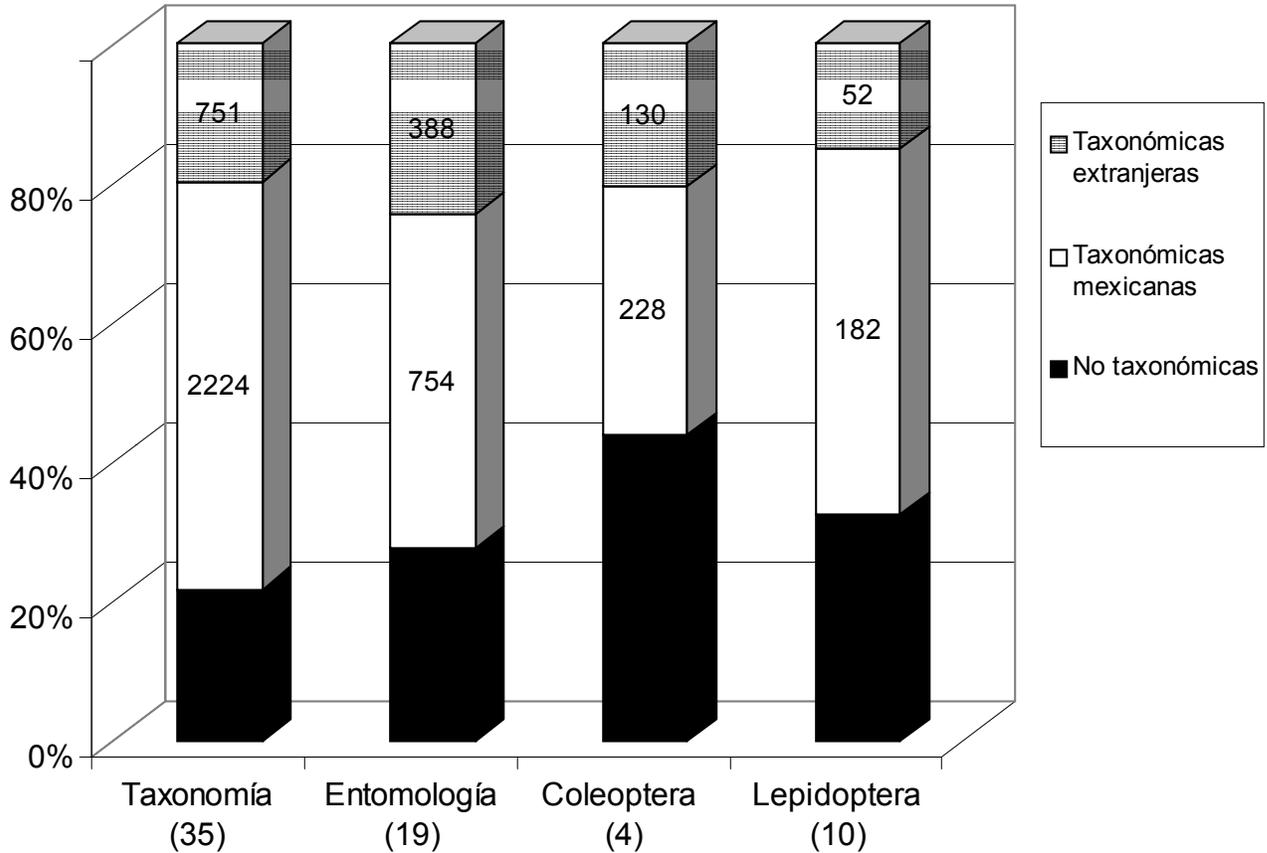


Figura 42. Síntesis de las publicaciones de los 35 autores analizados por área de estudio, entre paréntesis aparecen el número de autores considerados para cada caso. Los números en las barras corresponden al número de publicaciones totales por categoría.

Este resultado se puede comparar con la producción de los investigadores del Instituto de Biología que en el periodo 1973-1977 escribieron 200 (57%) artículos en revistas mexicanas y 149 en revistas extranjeras (43%), durante 1990 se publicaron 60 (61%) y 39 (39%) respectivamente. En ambos casos la proporción fue similar con la obtenida para TaxMeXX, sobre todo si se considera que en el primer caso solo están incluidas las taxonómicas que frecuentemente son más publicadas en el país de origen y en el segundo están todas las publicaciones botánicas y zoológicas (ver adelante las razones de esto).

Este comportamiento de la publicación en revistas mexicanas se refiere a todo el siglo XX, pero es claro que a finales del siglo la tendencia de publicar en el extranjero aumentó notablemente; este fenómeno también se dio en algunas de las subdisciplinas, por ejemplo, entre 1985 y 1990 los investigadores del Departamento de Botánica del Instituto de Biología publicaron 212 artículos en 57 revistas, de los cuales 90 fueron publicados en revistas nacionales y 122 en extranjeras.

LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA TAXONOMÍA MEXICANA

En cuanto a las instituciones de investigación se calcula, a partir de los resultados expuestos, la existencia de cerca de 150 instituciones de investigación, enseñanza y difusión de temas taxonómicos o relacionados con éstos en México. Esta cifra es insuficiente en calidad y cantidad, pues hay carencia de ellas en muchas regiones y la mayoría son muy nuevas y no cuentan con personal ni instalaciones adecuadas para la investigación taxonómica, son meras improvisaciones. Además, la mayoría o las más importantes están en la Ciudad de México, de ahí la importancia de impulsar los estudios sobre el tema en los estados de la República Mexicana. La práctica taxonómica en calidad y cantidad se centró en cuatro instituciones de investigación: el Instituto de Biología, la Escuela Nacional de Ciencia Biológicas, la Facultad de Ciencias y el Instituto de Ecología A. C., y desde el punto de vista histórico también fue importante el papel del Museo Nacional a principios del siglo, la única institución que sobrevivió del siglo pasado aunque por poco tiempo, y la Dirección de Estudios Biológicos que fue precursor del IBUNAM, algunos datos históricos de relevancia sobre ellas se presentan en el apéndice 11.

Una de las categorías existentes dentro de las instituciones son las sociedades científicas que se constituyeron con la participación de taxónomos (botánicos y zoólogos), estas agrupaciones fomentaron durante el siglo XX tres actividades prioritarias que hacen indispensable su existencia: 1) dar a conocer los resultados del trabajo de los socios, principalmente los de investigación, lo que se logra con la estructuración de un órgano de difusión; 2) ser el enlace entre todos los especialistas de un tema que laboran en distintas instituciones tanto nacionales como extranjeras, a través de revistas, congresos, coloquios, simposios y talleres temáticos, y 3) promover y dar reconocimiento a la actividad de los socios con la entrega de premios y reconocimientos (Halffter, 1997). En nuestro país no existe ninguna sociedad taxonómica, pero hay varias que entre sus miembros cuentan con taxónomos y que tienen como finalidad el fomento y la difusión de esta disciplina respecto al grupo de organismos que estudian.

Estas organizaciones jugaron un papel preponderante en la edición de revistas y en la organización de reuniones científicas, en especial la Sociedad Mexicana de Historia Natural y la Sociedad Científica "Antonio Alzate" a principios de siglo y las de Entomología, Cactáceas y Suculentas, Orquideología, Botánica, Micología y Lepidopterología después (Carpy, 1986, Chiang *et al.*, 1994; Herrera, 1994; Ortega *et al.*, 1996; Halffter, 1996, 1997).

Respecto a la bibliografía taxonómica, es necesario apuntar que tiene singularidades respecto a otras subdisciplinas biológicas, entre las que sobresalen: 1) la importancia y estrategia referencial que tienen las publicaciones para la investigación taxonómica, 2) la nomenclatura basada en el principio de prioridad respecto a la publicación de un nuevo nombre biológico, 3) la referencia espacial de los organismos a los que se refiere un taxónomo, 4) la literatura taxonómica no necesariamente caduca, y 5) los artículos taxonómicos tienen características distintas a las de otras ciencias, por la cantidad de páginas, la necesidad de láminas y mapas, y su publicación depende del método que se utilizó, y el taxón o la región geográfica a la que se refiere (Krell, 2002).

Los problemas principales a los que se enfrentaron los taxónomos mexicanos relacionados con la literatura, en forma resumida son: 1) carencia de hemerobibliotecas especializadas, 2) la falta de textos especializados, muchas de las revistas nacionales y extranjeras que se requieren no existen en las bibliotecas, están mutiladas o con las series incompletas, 3) la necesidad de recurrir a una enorme cantidad de revistas, principalmente para la determinación

taxonómica y la descripción de taxones⁶⁹, 4) la carencia de revistas mexicanas de mayor calidad e impacto donde los taxónomos puedan publicar sus resultados, lo que propicia que su única alternativa sea recurrir a publicaciones del extranjero, fenómeno que incluso fomentó el SNI, 5) la gran cantidad de trabajos taxonómicos sobre especies mexicanas que se han publicado en revistas extranjeras (dispersión bibliográfica), por lo que se depende especialmente de este tipo de literatura, y 6) se han fundado muchas revistas mexicanas y pocas han subsistido.

Aunque en este trabajo se presenta el análisis de una cantidad significativa de las publicaciones mexicanas, es importante anotar que la mayor parte de los artículos sobre taxones mexicanos se editaron en revistas extranjeras y fueron escritos por autores foráneos que realizaron trabajo de campo en México, que estudiaron especímenes mexicanos contenidos en colecciones mexicanas y/o extranjeras, que hicieron colaboraciones o que residieron en el país por algún tiempo (Smith y Smith, 1969, 1973; Riba y Butanda, 1987; Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1994; Rodríguez-Yáñez *et al.*, 1994; Llorente *et al.*, 1993, 1996, 2000b, 2001; Luis *et al.* 1991, 1992, 1996, 2000).

Es significativo el aporte que tuvieron los autores y las instituciones norteamericanas desde el punto de vista cualitativo y cuantitativo, pues aparte de escribir casi la mitad de los artículos mencionados, constituyeron el 45% de los autores foráneos y aportaron casi la mitad de las páginas taxonómicas escritas por extranjeros en las revistas mexicanas (según TaXMeXX). Además, este país jugó un papel trascendente en la producción de nuevos métodos y teorías que se aplicaron en otros países. La mayor cantidad de los autores y los artículos fueron de los países que se encuentran más cerca geográficamente, porque comparten intereses científicos y económicos, lo que fomenta la realización de proyectos comunes.

México nunca se ha caracterizado por tener una cultura sobre la formación y mantenimiento del acervo bibliográfico, y ésta no es la excepción. Existen muy pocas instituciones con el material bibliográfico necesario (aunque no suficiente) para hacer el trabajo taxonómico, por lo que es indispensable constituir, conservar y sistematizar bibliotecas especializadas sobre el tema.

Las revistas con temas taxonómicos en México durante el siglo XX, aparecieron y se formalizaron de forma tardía, pero pasaron por una evolución importante. Por ejemplo, en las revistas analizadas en TaXMeXX ocurrieron cambios desde el punto de vista cualitativo en cuanto al formato, la periodicidad y el contenido. Es interesante ver la evolución de las revistas más antiguas como *La Naturaleza*, *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, *Revista Mexicana de Biología*, *Ciencia*, *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural* y *Anales del Instituto de Biología*, pues éstas representaron los primeros intentos de difundir el conocimiento científico y biológico de forma impresa en México (generalmente limitado al centro del país); las ediciones fueron muy elaboradas, contenía láminas de extrema calidad, pero en varios casos no existieron índices (no se acostumbraban), y generalmente no aparece el nombre del autor o la referencia bibliográfica del documento, la paginación no es seriada y carecen de fechas, lo que dificulta la investigación de muchos de estos documentos, aunque no fue exclusivo de las revistas mexicanas pues era común en la época.

En cuanto a la especialización de la información contenida en las revistas, los artículos taxonómicos siempre se encontraron en revistas de las subdisciplinas, ya fueran botánicas, zoológicas o sobre microbiología, ésta es una consecuencia histórica, el desarrollo de la botánica y la zoología se ha dado de forma independiente

⁶⁹ Éste no es un problema exclusivo de los taxónomos mexicanos, de acuerdo con el principio de prioridad, si uno no está al tanto de los nuevos descubrimientos corre el peligro de que su supuesta especie nueva constituya una sinonimia antes de ser publicada.

(Kragh, 1989), por esta razón hay revistas dedicadas al estudio de algunos grupos (reinos, clases e incluso órdenes), pero no hay ninguna revista dedicada a la taxonomía general en México. Este fenómeno no es exclusivo de este país, la mayoría de las revistas extranjeras que incluyen trabajos taxonómicos tienen esta característica (ver la lista correspondiente en la introducción), incluso hay muy pocas revistas que tratan el tema de manera exclusiva, tal fue el caso de *Cladistics* y *Systematic Biology*, ambas editadas en Estados Unidos. La primera pertenece a la Willi Hennig Society (1980), está enfocada a la aplicación del Método Cladista y discusiones teóricas derivadas de la sistemática de Hennig (1968); y la segunda fue editada desde 1952 por la Society of Systematic Biologist, y en 1990 se transformó de *Systematic Zoology* en *Systematic Biology*, el cambio de nombre dio como resultado una revista dedicada a la publicación de trabajos sobre sistemática. Las revistas regionales publicaron pocos artículos como el *Journal of Comparative Biology* publicada en Brasil, que finalmente no tuvo suficientes trabajos y solo se editó durante tres años de forma irregular. La realidad es que producir trabajos teóricos es casi siempre más difícil, por lo que son escasos.

El cambio de la cantidad de revistas y artículos publicados ha sido radical, la formación de instituciones y sociedades en las que se realizó taxonomía durante el siglo XX en México se dio en la década de los años 30; fue a partir de ese tiempo que aumentó considerablemente la edición de revistas que contenían literatura sobre esta disciplina y su crecimiento fue exponencial, por ejemplo solo de 1900 a 1999 se produjeron en México 28,101, artículos científicos y esta tendencia fue mundial (Price, 1973; ISI, 2002). Sin embargo, la cantidad y la calidad de las revistas no es importante en comparación con las editadas en los Estados Unidos de Norteamérica o en Francia, donde cada Universidad o Instituto tiene su propia revista sobre Biología y a veces más de una, la mayoría de ellas de gran calidad.

Por esta razón, entre otras, muchos de los taxónomos mexicanos han empezado a publicar más en el extranjero, y sobre todo por que éstas tienen más reconocimiento del SNI, esto es grave porque los trabajos sistemáticos sobre taxones mexicanos, en especial las monografías (que sintetizan y ordenan el conocimiento), las faunas y las floras, deben estar publicados en el país donde la biota existe o en donde fue consultada la colección, porque es donde más van a usarse. En esto radica la importancia de que existan publicaciones locales de buena calidad y tiraje, que editen las contribuciones producidas en la región para que se usen en primera instancia en México (Halffter, 1997). No se debe contribuir a la dispersión y dependencia del conocimiento taxonómico (Barrera, 1974); para ello se deberían promover revistas nacionales en donde se agrupen las institucionales como ocurrió en Australia y Nueva Zelanda, por ejemplo.

Los primeros museos y colecciones biológicas formales del mundo aparecieron durante los siglos XVII y XVIII. Algunas de ellas perduran hasta nuestros días, pero son muy pobres en materiales (ver apéndice 6); para finales del siglo XX se estimó que las colecciones científicas albergaron alrededor de 2.5 miles de millones de organismos (Hawksworth *et al.*, 1995), los cuales representaron cerca de 1.5 millones de las especies conocidas; de este total, las colecciones mexicanas albergaron 10,350,533 especímenes, aproximadamente, que equivalen al 0.07% de la cantidad mundial (Llorente *et al.*, 1994), cuando en México se tienen cifras de representación del 10% de la biodiversidad mundial.

En México, la historia de los museos y las colecciones biológicas ha sido muy desafortunada por las razones siguientes: 1) la historia accidentada de la nación; 2) la discontinuidad existente en las instituciones producida por cambios numerosos; 3) el poco interés de las autoridades por el desarrollo de este tipo de acervos;

4) los proyectos de formación fueron pocos, varios de los que se iniciaron no se concretaron; 5) las pocas colecciones que se lograron estuvieron apoyadas por algún régimen o institución y se desintegraron o desaparecieron por problemas políticos e institucionales; 6) se prestó poca atención a la sistematización y catalogación de los ejemplares, así que la mayoría de los especímenes existentes fueron de poco valor porque estuvieron rotulados con datos erróneos; 7) la mayoría de lo recolectado en nuestro territorio se encuentra alojado en colecciones extranjeras porque fueron proyectos foráneos o lo que es peor; 8) varias de las colecciones particulares importantes fueron vendidas a instituciones extranjeras; aunque algunas también fueron donadas a instituciones de reconocido prestigio⁷⁰ (Herrera, 1921; Barrera, 1974; Beltrán, 1971, 1977, 1982; Halffter, 1980; Reyes Castillo, 1980; Flores y Nieto, 1994; Lamothe, 1994; Navarro y Llorente, 1994; León, 1994; Navarro, 1994).

A partir de las opiniones expuestas por Ortega *et al.* (1964), Barrera (1974), Reyes Castillo, (1980), Halffter (1980), Flores (1994), Lamothe (1994), Llorente *et al.* (1994), León (1994) y Navarro (1994), se pueden obtener las siguientes conclusiones respecto al estado de las colecciones biológicas mexicanas a finales del siglo XX:

1. La carencia de un Museo Nacional.
2. Falta de colecciones grandes y de cobertura amplia que constituyan centros de información valiosos; sin embargo, fueron de importancia las que conformaron colecciones de biotas regionales.
3. La mayoría de los taxones están pobremente representados⁷¹, en especial si se considera la gran diversidad biológica, y la extensa y variada geografía del país. Aunque algunos grupos de organismos son más intensamente recolectados, ningún grupo o región cuenta con un inventario completo.
4. La centralización de las colecciones, pues el mayor número de las que hay en el país se encuentran en el Distrito Federal.
5. El déficit de recursos físicos como: espacio⁷², mobiliario, materiales para curación, reactivos y equipo de cómputo, significa que los elementos principales para el trabajo de una colección⁷³ no son los óptimos o ni siquiera existen.
6. La carencia de especialistas y personal técnico, en casi ninguna de las colecciones hubo curadores profesionales⁷⁴, la mayoría son biólogos, hay muy pocos con maestría y mucho menos aún con doctorado.
7. La falta de condiciones e instalaciones para colecciones accesorias, por ejemplo de: tejidos, cariotipos, báculos y de huellas de animales.
8. La ausencia de catálogos de las colecciones, muchos de los ejemplares no están debidamente registrados y el material tipo está confundido.
9. La mayoría de los tipos de los taxones mexicanos están en colecciones extranjeras y no hay fototecas de ellos.

⁷⁰ Tal fue el caso de las colecciones de Müller (lepidópteros) en el Museo de Historia Natural de la Ciudad de México; la de Halffter (coleópteros) y la de F. N. Young (coleópteros acuáticos), que se encuentran depositadas en el Instituto de Ecología A. C., la de Eugenio Dugés, la de Cándido Bolívar y la de Raúl MacGregor (insectos) pertenecen al Instituto de Biología. La de Dr. Alfredo Barrera (sifonápteros) fue donada al Museo de Zoología de la Facultad de Ciencias de la UNAM.

⁷¹ Por ejemplo las formas marinas (García-Cubas, 1987; García-Cubas y Reiche, 1993), lepidópteros (Luis *et al.*, 2000), mamíferos (Ramírez-Pulido y Müdespacher, 1987), aves (Rodríguez-Yáñez *et al.*, 1994), reptiles (Flores y Nieto, 1989) y hongos (Herrera, 1994), por mencionar algunos.

⁷² La mayoría de las colecciones son instaladas en espacios inadecuados, muy reducidos, no diseñados para albergar material científico.

⁷³ Como muebles, materiales, reactivos, equipos, aparatos (la mayoría es de importación y por ello sus precios son muy elevados) además del cuarto de almacenaje de pieles, un área para taxidermia, cuarto para dermestario, cuarto de refrigeración para pieles curtidas, área de cuarentena, laboratorio equipado y acervo hemerobibliográfico.

⁷⁴ Un curador es la persona encargada de curar la colección a su cargo; esto quiere decir, cuidar que la colección esté en buen estado, que sea accesible a los investigadores y realizar investigación sobre morfología, evolución, sistemática, faunística o biogeografía.

10. La mayoría de los ejemplares mexicanos (especialmente los tipos) se encuentran en colecciones extranjeras y no son prestados fácilmente, por lo que hay que ir a esos museos a consultarlos.
11. Casi ninguna colección cuenta con hemerobibliotecas institucionales de apoyo, indispensables en cualquier colección biológica que pretenda integrar un centro de información o museo⁷⁵.
12. Las colecciones no constituyen centros de investigación, la mayoría forman parte de instituciones de investigación o docencia y están subordinadas a éstas⁷⁶, solo son subproductos.
13. Los proyectos de investigación de las colecciones⁷⁷ no estuvieron relacionados a un proyecto sólido de investigación en determinados taxones y áreas geográficas por tiempo suficiente.
14. La mayoría de las colecciones acumularon material de forma desordenada, sin ningún plan establecido de recolecta, no se consideraron las zonas prioritarias del país. En varios casos solo se generó saturación por la incapacidad de curar los materiales; se generaron cuellos de botella en distintas etapas del proceso.
15. No existen proyectos de formación de recursos humanos ligados a las colecciones, en el mejor de los casos se han formado recolectores. El personal técnico no tiene continuidad y constantemente se pierde la experiencia generada.
16. La deficiencia en la colaboración entre los investigadores y la carencia de congresos, conferencias y seminarios planeados *ad hoc* que aborden los temas relacionados con las colecciones y los museos, en especial sobre sus aspectos teóricos y tecnológicos.
17. La falta de medios de difusión formal de la producción taxonómica.

Todos estos problemas no solo afectan a las colecciones biológicas, sino al desarrollo de la biología en general, pero su impacto en la sistemática es trascendente, de tal manera que es imprescindible para el progreso la taxonomía mexicana resolver varios de estos inconvenientes de forma rápida, precisa y efectiva: 1) es urgente diseñar colecciones modernas y funcionales con las instalaciones adecuadas, 2) es necesario que los museos biológicos mexicanos constituyan verdaderos centros de enseñanza e investigación donde se produzca e interactúe, como es el caso de los países europeos y Estados Unidos; 3) es indispensable la formación de catálogos y su distribución, 4) es urgente que la información sobre las colecciones sea actualizada permanentemente, 5) es indispensable incluir herramientas de cómputo para facilitar la consulta de la información sobre los ejemplares, 6) es preponderante la fundación de un museo nacional, 7) crear estrategias de fomento y desarrollo congruentes y constantes, y 8) asignar los recursos económicos suficientes para las distintas actividades.

En México es primordial la fundación de un Museo Nacional de Historia Natural que reúna la biodiversidad nacional, cuya principal función sea la recolección, preservación, estudio e interpretación de los objetos naturales para beneficio presente y futuro de las nuevas generaciones mexicanas y de la humanidad, y para fomentar la investigación científica, la educación y la divulgación del conocimiento de la biodiversidad, México es uno de los pocos países que no cuenta en la actualidad con uno digno de su categoría y tradición; los principales objetivos de dicho museo deberían ser: 1) hacer investigación básica sobre historia natural, con énfasis en la flora y fauna nacionales y sus aspectos afines, 2) recolectar, estudiar y preservar la mayor parte de la fauna de México, 3)

⁷⁵ Son excepciones el Instituto de Biología y el Museo de Zoología Alfonso L. Herrera (con más de 15,000 sobretiros, libros y revistas) y el Centro de Investigaciones de Baja California.

⁷⁶ Esto se debe a la carencia de museos nacionales y regionales importantes. Hay muy pocas colecciones en las que por sí mismas constituyan centros de investigación, la mayoría de ellas forman parte de instituciones y están subordinadas a éstas.

emprender diversas actividades conectadas con la investigación básica, en relación con la recolecta, el estudio y la preservación de dichos materiales (inventarios florísticos y faunísticos), 4) organizar y publicar guías sobre Historia Natural y reforzar la comunicación entre los taxónomos, y 5) emprender diversas actividades relacionadas con la educación y conservación de la biodiversidad (programas interactivos, películas, folletos, etc...) (Barrera, 1974; Halffter, 1980; Reyes Castillo, 1980).

La taxonomía botánica y zoológica en México han tenido una evolución similar. El desarrollo de ambas disciplinas en nuestro país se ha dado de forma independiente por lo que no hay ninguna revista o sociedad dedicada a la taxonomía general en México.

Además de un museo nacional, los museos regionales son necesarios ya que deberán guardar una buena representación de los biota locales y formar un sistema o red de museos biológicos que estén estrechamente vinculados con el Museo Nacional (León, 1994). Estos proyectos solo serán posibles si se realizan con la participación de las distintas instituciones e investigadores que efectúan trabajo taxonómico y de colecciones, para lograr este importante proyecto, Reyes Castillo (1980), Llorente (1990), Flores y Nieto (1994), León (1994), Lamothe (1994), y Navarro y Llorente (1994), propusieron que deberá:

1. Formarse con un criterio contemporáneo de colección científica.
2. Contar con instalaciones y mobiliario adecuados para albergar las colecciones, planificando su crecimiento y desarrollo.
3. Disponer de un área de investigación y salas de exhibición, en donde estuviera representado lo más importante de la flora y fauna del país.
4. Albergar las principales y más importantes colecciones científicas de México, especialmente las zoológicas.
5. Tener una hemerobiblioteca lo más completa y especializada posible para cada taxón.
6. Trabajar en conjunto con laboratorios de sistemática molecular y morfometría.
7. Anexar un centro de captura y procesamiento de datos.
8. Crear un museo de investigación, relacionado con universidades y posgrados nacionales que desarrolle simultáneamente la formación de taxónomos.
9. Presentar las colecciones accesibles a los investigadores y estudiantes de posgrado.
10. Regirse por un reglamento que permita su uso racional, más no que lo impida.
11. No convertirse en el coto del curador en turno, ya que rompería con la institucionalidad y la concepción de un centro de información pública especializada, cuyo único requerimiento debe ser el demostrar conocimiento sobre el manejo y estudio de los ejemplares de las colecciones. Nunca debe olvidarse que las instituciones públicas funcionan con recursos públicos.
12. Preparar taxónomos comprometidos en la formación de jóvenes, esto es, deberán participar en la reproducción de un sistema que se perfeccione y que continúe dicha labor.
13. Tener investigadores que constantemente lleven a cabo una crítica y asimilación de las teorías y métodos de análisis en taxonomía, de modo que no se conviertan, exclusivamente, en técnicos rutinarios descriptores de taxones nuevos o descubridores de registros de especies en regiones inexploradas. Que busquen sistemas de caracteres novedosos para examinar las relaciones fenéticas y genealógicas.

⁷⁷ Los proyectos oscilaron de forma oportunista, relacionándose con los investigadores extranjeros (Flores y Nieto, 1994).

14. Incluir áreas naturales protegidas, principalmente aquéllas con alta riqueza y endemismo, donde sea posible efectuar estudios biosistemáticos (bionómicos), contar con material biológico vivo e interactivo, participar en el manejo y conservación de áreas naturales, e interaccionar de forma estrecha con centros de biota en cautiverio (zoológicos y jardines botánicos, entre otros).

De tal manera que el fortalecimiento de las colecciones mexicanas será un proyecto que deberá ser prioritario y madurar durante el siglo XXI; se trataría del museo biológico de la nación.

EL DESARROLLO DE LA TAXONOMÍA EN MÉXICO DURANTE EL SIGLO XX

Por lo expuesto anteriormente y si se considera la importancia que representa la institucionalización en el establecimiento, conformación y robustecimiento de una disciplina, este proceso en la taxonomía mexicana ha sido tardío, lento y frágil. Por ejemplo: 1) es evidente la juventud y la inestabilidad de las colecciones mexicanas, pues las más antiguas que sobrevivieron hasta finales del siglo XX fueron las del Instituto de Biología, las cuales fueron herederas de varias colecciones fallidas, 2) es clara la insuficiencia de establecimientos de enseñanza e investigación, 3) es notoria la falta de bibliografía especializada y la carencia de recursos, y 4) es extrema la dependencia científica internacional en el campo de la taxonomía (Barrera, 1974). A continuación se presentan varios de estos factores integrados a las particularidades teórico metodológicas de la taxonomía mexicana y se ordenan cronológicamente para establecer sus características y desarrollo durante el siglo XX.

El curso de los hechos no está aislado del entorno en el que se produjeron, es por eso que, para la exposición del proceso de una práctica humana como es la ciencia, se deben definir los acontecimientos que pudieron tener mayor influencia de forma directa y significativa, de tal forma que se integren los conocimientos al contexto en el que se produjeron (Kuhn, 1971; Saldaña, 1989b; Trabulse, 1997).

Para establecer el cambio de la práctica taxonómica en México durante el siglo XX, desde el punto de vista teórico e institucional, y determinar cuáles fueron los factores que influyeron en este transcurso, es necesario conocer de forma general los antecedentes de esta práctica en nuestro país. En el apéndice 12 se presenta una síntesis, en orden cronológico, de los principales acontecimientos institucionales del desarrollo de la historia natural antes del siglo XX en México, enfocados básicamente a los trabajos relacionados con la nomenclatura y clasificación, y se resaltan las principales instituciones, autores, obras y fuentes para establecer sus características fundamentales.

El desarrollo y el estado de la taxonomía en México durante el siglo XX fue abordada, analizada o presentada por varios investigadores desde la perspectiva de sus subdisciplinas, tal fue el caso de la botánica con los trabajos de: Martínez (1944), Ortega (1952), Herrera (1965), Chiang (1989), Chiang *et al.* (1994), Quero (1992, 1994), Dávila y Sosa (1994), Piñero y Oyama (1994), Cevallos y Weber (1994), Herrera y Butanda (1999); de las algas con los de Godínez y Ortega (1989) y Ortega y Godínez (1994); de las cactáceas con los de Cifuentes (1991) y Arias (1998); de pteridología con Riba y Butanda (1987), Riba y Lira (1993) y Riba (1994); micología con Oronoz (1952), Zenteno (1974), Herrera (1965, 1994) y Herrera *et al.*, (1998); y etnobotánica, Lozoya (1982), Gómez-Pompa (1982, 1993) y Martínez (1994). Para la zoología podemos mencionar a: Beltrán (1961), Lamothe (1994) y López-Ochoterena y Ramírez-Pulido (1999); en herpetología, Flores y Nieto (1989, 1994) y Casas-Andreu (1996); en entomología, Barrera (1955), Morón (1994), Llorente *et al.* (1996, 2000a,b, 2001), Luis *et al.* (2000), Michán y Llorente (2002), Michán y Morrone (2002), Michán *et al.* (en prensa); ornitología, Martín del Campo (1937), Phillips (1960) y Rodríguez-Yáñez *et al.* (1994); mastozoología, Ramírez-Pulido y Müdspacher (1987), León (1989, 1994), Auriolles (1993), Ramírez-Pulido y Castro-Campillo (1994); helmintología, Lamothe (1981, 1987); ictiología, Álvarez (1949, 1960, 1972) y Castro-Aguirre y Balart (1993); poríferos, Rioja (1953); protozoología, Ayala (1966), López-Ochoterena (1970), López-Ochoterena y Madrazo (1977) y Suárez-Morales y Gómez-Aguirre (1996); equinodermos, Caso (1976); malacología, García-Cubas (1987) y García-Cubas y Reiche (1993), y

multidisciplinarios, Maldonado-Koerdell (1958b) y Michán y Llorente (1999); varios de ellos fueron citados en este trabajo.

La historia formal de la ciencia mexicana (incluida la historia natural) inició con las culturas prehispánicas, después hubo la ruptura cultural propia de la conquista, durante los siglos XVI, XVII y XVIII se iniciaron los estudios de la flora y la fauna del país acorde con las tendencias europeas y de acuerdo con las necesidades y los proyectos de España, esto propició una forma diferente de estudiar a la naturaleza; la biodiversidad del Nuevo Mundo tenía un gran valor científico, económico, político y cultural, se incorporaron las especies americanas a los atlas de botánica y zoología occidentales y se explotaron los recursos naturales que eran de capital importancia para la metrópoli, de tal manera que, en esa época, la taxonomía tuvo gran relieve y desarrollo, principalmente fue practicada por naturalistas, religiosos y expedicionarios extranjeros que hicieron estudios de flora y fauna, describieron especies, establecieron cátedras e implantaron los sistemas de clasificación de Linneo y de Jussieu (Moreno, 1988, 1989a; Zamudio, 1992).

Pero en el siglo XIX esta situación cambió radicalmente, las plantas y los animales de América con importancia económica ya habían sido descritos y adoptados por los europeos, entonces el estudio de la historia natural perdió su preponderancia tanto en España como en el resto de Europa (Aréchiga y Beyer, 1999), excepto en Inglaterra y Alemania (Llorente *et al.*, 1996). El desarrollo científico disminuyó durante la Guerra de Independencia (1810-1821), desde ese momento las actividades científicas en México se caracterizaron por ser nacionalistas, fueron practicadas formalmente por mexicanos, se instalaron las primeras instituciones propias y se crearon publicaciones; además, la influencia externa dejó de ser española y se adoptó en gran medida la cultura francesa.

Por otra parte, los historiadores naturales del siglo XIX que practicaron la taxonomía abordaron gran cantidad de temas que oscilaron entre la antropología, la historia, la geología, la mineralogía, la botánica, la zoología y la medicina, por mencionar las más comunes; estos autores, aunque eran eruditos, carecían de la estructura y el rigor que se dio a las revistas de ciencia producidas en el primer tercio del siglo, las cuales seguían ya los lineamientos generales estipulados al respecto por la comunidad científica. Conforme pasó el tiempo, para los años cincuenta ya se notó la unificación de la estructura de las publicaciones periódicas en cuanto a la forma de publicar artículos científicos, muy parecidos a los que utilizamos en la actualidad.

Los estudios formales de taxonomía en México, en un sentido naturalista, se iniciaron en el siglo XIX; se fundaron centros de enseñanza e investigación, museos, colecciones, sociedades y publicaciones periódicas que trataron el tema, entre ellos destacaron el Museo Nacional (1868-1908), la Sociedad Científica Antonio Alzate (1884-1932) y sus publicaciones, donde aparecieron los primeros trabajos del siglo de manera formal sobre el tema, lo que en conjunto permitió que la biología se convirtiera en una profesión en México. Sin embargo, como resultado de la inestabilidad y la discontinuidad producida por la Revolución (1910-1921), esta nascente estructura institucional se perdió, y fue hasta después de 1930 que se dio la instauración de la institucionalización de la biología, incluida la taxonomía, como resultado de la fundación, permanencia y desarrollo de los centros de enseñanza e investigación, la formación de las colecciones, las sociedades y las publicaciones periódicas.

Considerando lo anterior, desde el punto de vista institucional se reconocen tres etapas en la historia de la taxonomía mexicana: 1) de 1900 a 1930, 2) 1930 a 1980, y 3) 1980 al 2000, cada una de ellas estuvo caracterizada por el estado de desarrollo de las instituciones de investigación, fomento y enseñanza, las

sociedades y las publicaciones; en la última de las etapas se inició la adopción de los nuevos paradigmas taxonómicos en México, proceso incipiente todavía que seguramente se consolidará durante el siguiente siglo.

Primer periodo 1900-1930. A principios del siglo XX se produjo la declinación de las actividades científicas en México, se dispersaron los grupos intelectuales y desaparecieron muchos de los hombres del viejo equipo de naturalistas, esto coincidió con otro cuadro histórico lleno de fuertes conmociones económicas y sociales que culminaron con la Revolución de 1910 y la promulgación de las Leyes de Reforma. El triunfo de la Revolución y de sus principios ideológicos tuvo como consecuencia el establecimiento de una nueva estructura social, política y económica, que entre la inestabilidad de varios años daría lugar, a partir de la década de 1920, a la integración de un país con problemas, intereses y planes propios. Ello produjo un impulso importante en la ciencia, sobre todo por la gran influencia que tuvo el positivismo en México (Parra, 1903; Herrera, 1921; De Gortari, 1957), por ejemplo, fue en este contexto que se dio la introducción y discusión de las ideas darwinianas en el país (Ruiz, 1987; Moreno, 1989a).

Debe considerarse que desde finales del siglo XIX se produjeron los primeros brotes de creación científica, el gobierno federal, a través del Ministerio de Fomento, promovió nuevas expediciones científicas y creó centros de investigación. También se redescubrió la rica tradición prehispánica y renació el interés por estudiar la botánica y la zoología en diferentes regiones del país, enfocados principalmente a las propiedades farmacológicas de los productos naturales (Berlin, *et al.*, 1974; Barrera *et al.*, 1977; Gómez-Pompa, 1979; 1982). Con el triunfo de la República se inició la consolidación de la Nación, en el plano educativo se estableció la Escuela Nacional Preparatoria, basada en el modelo positivista francés y se iniciaron los programas para formar profesionales (Beltrán, 1951a).

Desde la perspectiva histórica e institucional (revistas, colecciones, escuelas), las tareas que realizaban los historiadores naturales hasta finales del siglo XIX y principios del siglo XX no tuvieron relación con la practicada a partir de 1930. Esto quiere decir que ninguno de los elementos mencionados tuvo una continuidad que se hubiera reconocido y aunque en algunos casos, incluso cierta nostalgia, llevó a repetir algunos nombres de las viejas instituciones, esto no se reflejó en los formatos, tendencias ni finalidades. De tal manera que se produjo una discontinuidad causada principalmente por la Revolución, no perduraron los investigadores, las instituciones, ni las publicaciones. Además, la influencia teórica durante la primera época se debió principalmente a Europa, en especial a países como Francia, España, Inglaterra y Alemania, de ahí procedían las ideas, el marco teórico, los libros y los exploradores; mientras que durante el siglo XX, paulatinamente se adoptaron los paradigmas norteamericanos.

Esta época de discontinuidad institucional produjo una cantidad mínima de trabajos taxonómicos (cerca de 200) que seguían la tradición del siglo anterior, la mayoría de las contribuciones fueron meramente descriptivas, hubo una decena de autores enciclopédicos herederos de la estructura institucional del siglo anterior que abordaron varios grupos taxonómicos, su trabajo generalmente lo hacían de forma individual y publicaban casi todo en tres revistas: *La Naturaleza*, *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate* y la *Revista Mexicana de Biología* que dejaron de editarse en ese mismo periodo. La contribución durante esta época a la taxonomía mexicana por autores mexicanos fue realmente escasa.

El periodo 1930-1980. En la década de los 30s se dio el inicio de la institucionalización de la taxonomía en México sin la participación de la vieja estructura, ya que después de la Revolución no perduraron los elementos

institucionales anteriores. Este periodo inició con la fundación de instituciones como el Instituto de Biología (1929), la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN (1934), la Facultad de Ciencias (1935) de la UNAM, y el Colegio de Posgraduados, las dos primeras instituciones editaron revistas que incluyeron trabajos taxonómicos, las cuales fueron de gran importancia durante todo el siglo.

Posteriormente se fundaron las primeras sociedades de las especialidades biológicas: la Sociedad Mexicana de Historia Natural (1934), la Asociación Mexicana de Orquideología (1939), la Sociedad Botánica de México (1941), la Sociedad de Cactáceas y Suculentas Mexicanas (1952), la Sociedad Mexicana de Entomología (1952) y la Sociedad Mexicana de Micología (1965). También se inició la investigación científica fuera de la capital de la República, como fue el caso de la fundación de las universidades estatales de Guadalajara, Guanajuato, Nuevo León, Puebla, San Luis Potosí y Veracruz; además, se impartieron cursos de posgrado en diversas disciplinas biológicas. En este período, el gobierno creó programas nacionales de apoyo a la investigación y de becas para estudiantes a través del Instituto Nacional de Investigación Científica (1950) y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (1970); este último se convirtió, a finales del siglo, en la principal institución nacional impulsora de la investigación, el postgrado y la descentralización, mediante los programas de becas y la fundación de centros de investigación en diversos estados de la República. Asimismo se crearon las plazas de 'Investigadores de Tiempo Completo' y gran diversidad de programas de apoyo a la investigación, lo que propició el desarrollo de agrupaciones científicas nacionales (Aréchiga y Beyer, 1999).

Aun cuando los datos de las diferentes encuestas y estadísticas que se han realizado no han sido obtenidos con métodos y criterios enteramente comparables, los indicadores generales demuestran que las ciencias de la vida en nuestro país se desarrollaron continuamente, durante el último medio siglo, a un ritmo de crecimiento inferior al observado en los países industrializados e incluso menor al indicado para las naciones con un nivel de desarrollo similar al de México. El impulso y las ventajas que se dieron durante la Segunda Guerra Mundial y los primeros años de la posguerra no se mantuvieron (Aréchiga, 1993).

Estos resultados adquieren mayor significado si se toma en cuenta que la producción científica de México en esa época estuvo por encima del promedio internacional; en un análisis realizado en 1973 sobre la producción científica de 15 países en desarrollo, nuestro país ocupó el quinto lugar con 368 trabajos publicados en revistas internacionales de alto nivel, cifra apenas inferior a las correspondientes de India y Brasil. Además, en una encuesta de 1972 sobre la producción científica total en las revistas internacionales de más de 100 países de todo el mundo, en la que se establece la relación lineal entre el del Producto Interno Bruto (PIB) y el número de artículos científicos, México quedó claramente por encima del promedio. También en esa época, México apareció entre los cinco primeros lugares del grupo de países en desarrollo con cerca de 300 investigadores (Aréchiga y Beyer, 1999).

Hacia finales de los setenta, disminuyó la producción científica mexicana en el panorama internacional y, para 1985, México descendió al séptimo lugar, inferior al de países como Brasil, Argentina, Taiwán y Kenia, aunque su crecimiento en ese año fue de 0.92%. Esto se debió a que en esa época se fundaron gran número de instituciones de investigación en diversos lugares de la República con producción inferior a las creadas en las décadas precedentes que, sumado a la crisis económica de los ochenta, tuvo como consecuencia la disminución del PIB en la inversión en ciencia y tecnología lo que dio como resultado que en 1985 la investigación decayó hasta 0.35% (Lusting *et al.*, 1989).

En estos 50 años aumentó notablemente el número de autores, revistas y artículos sobre taxonomía; como resultado de la conformación de un sistema científico altamente productivo en las diversas disciplinas morfológicas y funcionales. Fue en este periodo cuando se constituyeron las principales colecciones institucionales, se fundaron gran cantidad de revistas con temas taxonómicos (14), sociedades que asociaban a investigadores en sistemática (8), había en promedio unos 100 taxónomos, se habían escrito 3668 (50%) artículos sobre la materia en revistas mexicanas, todos ellos enmarcados en la tradición sistemática del siglo anterior, pero con la implementación de varias técnicas modernas como la bioquímica y la microscopía; y como en todo el siglo, abundaron los trabajos descriptivos.

El periodo 1980-2000. Durante esta etapa se dieron cambios significativos, se formaron nuevas organizaciones de investigación, como la Universidad Autónoma Metropolitana y los centros SEP-CONACyT. Además, varias instancias realizaron tareas de fomento e incentivos con apoyo de infraestructura, proyectos y becas, las más importantes fueron: el Sistema Nacional de Investigadores (1984), la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (1992), la Universidad Nacional Autónoma de México, el CONACyT y dependencias de la Secretaría de Educación Pública. En el apéndice 13 se presentan las características más importantes de las tres primeras que a finales del siglo fueron las que más repercusión tuvieron en el desarrollo de la taxonomía.

Todo esto originó una época caracterizada por el aumento significativo de los autores (150 en promedio), de los artículos (sumaron 6150), las sociedades (se fundaron más de una decena), las colecciones (cerca de 180) y la edición de revistas que trataron el tema (24 en total); se produjo el incremento de la colaboración, la publicación en el extranjero y los trabajos interdisciplinarios, así como una preocupación mayor en cuanto a los aportes teóricos y prácticos de la disciplina. Fue en esta etapa que se introdujeron y aplicaron los métodos fenéticos y cladista en la taxonomía mexicana, aunque su uso fue muy limitado y predominó la taxonomía descriptiva, sin lugar a dudas; sin embargo, en varias disciplinas los aportes fueron importantes, en especial en micología, cactología, orquideología, helmintología y entomología.

También durante las últimas décadas, la estrategia del Gobierno Federal cambió en cuanto al apoyo a la formación de grupos de investigación, no se crearon instituciones de alcance nacional, sino que se fomentó la creación de pequeños grupos en diferentes lugares del país. Esto tuvo la innegable ventaja de establecer polos de desarrollo académico en distintos sitios, pero el costo de dividir el esfuerzo y la consecuente producción científica realizada por conjuntos variados y heterogéneos, provocó que México no destacara en ninguna de las áreas de las ciencias naturales. Además, los recursos no fueron suficientes, las estrategia de los planes del desarrollo nacional no fueron óptimos y el Gobierno Federal no realizó programas de largo alcance para fomentar las ciencias naturales (Aréchiga y Beyer, 1999).

Por lo general, la mayoría de los análisis de producción científica se realizaron a partir de los artículos publicados en revistas internacionales capturados en el *Science Citation Index*; pero estos resultados no son objetivos, sobre todo en las áreas tecnológicas y en las disciplinas médicas o taxonómicas, porque buena parte de la producción mexicana está contenida en publicaciones de circulación nacional, con distribución limitada y que no aparecen en los bancos de datos internacionales. Éste es un fenómeno mundial que recientemente está recibiendo atención en México para la valoración de nuevas políticas científicas (Aréchiga y Beyer, 1999), por lo que los resultados de esta investigación respecto a las características, el comportamiento, las carencias, los aciertos, el estado, las tendencias y las perspectivas de la taxonomía mexicana durante el siglo XX serán de gran utilidad,

pues es el primer proyecto que se hace sobre el tema con base en la información contenida en fuentes primarias (revistas mexicanas), en un periodo de tiempo tan extenso y que incluye la época reciente, lo que ha permitido hacer valoraciones más integrales.

El bajo desarrollo científico del país se reflejó de forma importante en la taxonomía, y los problemas no son exclusivos de esta disciplina, la falta de especialistas, instalaciones, publicaciones y recursos son comunes en la mayoría de las áreas del conocimiento en el país; para la taxonomía todos estos factores fueron contrarrestados, hasta cierto punto, por la fundación de instituciones y sociedades que dieron gran impulso a la publicación de trabajos, mismas que se fortalecieron durante las dos últimas décadas del siglo. De tal forma que, aunque es evidente el crecimiento cuantitativo y cualitativo de la taxonomía mexicana, desde el punto de vista institucional no fue suficiente; es evidente el rezago y la urgencia de remediarlo. Incluso, Lamothe (1994) escribió al respecto: “*considero que en algunos aspectos taxonómicos estamos atrasados entre 100 y 150 años en relación con otros países*”; desde luego, es uno de nuestros principales atrasos y tal vez de los más importantes en la creación teórica y metodológica en sistemática (Llorente, 1990; Llorente y Luna, 1994; Llorente y Soberón, 1994; Papavero y Llorente, 1995; Papavero *et al.*, 2001d) y no solo en los aspectos del estudio de las relaciones sino también en la optimización y rigor de los trabajos de campo (Soberón y Llorente, 1993b), o bien de síntesis y análisis (Peterson *et al.*, 1993; Soberón *et al.*, 1996; Llorente *et al.*, 1997).

Durante las dos últimas décadas del siglo XX las ciencias naturales (incluida la taxonomía) ocuparon un lugar importante en la producción científica nacional, junto con la biomedicina y la investigación clínica constituyeron las áreas de mayor repercusión internacional, y sus estudiosos formaron el grupo más numeroso y productivo del SNI (Martínez-Palomo, 1994). Sin embargo, valorada a escala internacional, nuestra producción en ciencias naturales, al igual que en otras áreas del conocimiento, fue modesta pues aunque existieron grupos con trascendencia y reconocimiento internacionales, éstos fueron escasos. El desarrollo significativo que tuvieron estas disciplinas en el mundo hizo más evidente el rezago de la investigación mexicana (Aréchiga, 1994).

Además, no solo eso, las tendencias internacionales influyeron en el desarrollo de varias disciplinas científicas mexicanas, tal fue el caso de la taxonomía, disciplina en la que se redujo considerablemente el número de proyectos y de investigadores a escala nacional y mundial (Gaston y May, 1992; Krell, 2002), fenómeno que repercutió en el estado de la taxonomía mexicana de finales del siglo XX. La diversificación de las vocaciones en campos que han tenido un auge académico (*v. gr.* ecología y biología molecular), repercutieron en el reclutamiento de jóvenes interesados en la sistemática.

Llorente y Soberón (1992, 1994) abordaron y propusieron de forma directa un debate sobre el estado de la taxonomía a finales del siglo XX en México, exploraron las tareas científicas de la taxonomía biológica y reconocieron entre otras cosas: 1) la importancia estratégica de inventariar los recursos de México (taxonomía alfa); 2) la necesidad de apoyar y fortalecer a las instituciones y a los taxónomos quienes producen los métodos y los conocimientos taxonómicos necesarios para realizar dicho inventario; 3) la trascendencia de formar nuevos taxónomos entrenados en metodologías, conceptos y teorías taxonómicas contemporáneas; 4) la trascendencia de iniciar una transformación profunda del quehacer taxonómico en nuestro país, adoptando prácticas formales y modernas, probando, adaptando y creando los métodos o técnicas en sistemática biológica que permitan avanzar significativamente en la realidad de un inventario biológico nacional y que repercutan en el manejo y la

conservación de la biodiversidad de la región. Pese a esto, ellos mismos publicaron un trabajo que ha tenido influencia nacional e internacional en metodología faunística (Soberón y Llorente, 1993b).

A la convocatoria de Llorente y Soberón (1994) respondieron desde diversas perspectivas Cordero (1994), Dirzo y Raven (1994), Llorente *et al.* (1994), Peterson y Sánchez-Cordero (1994) y Pérez-Ponce (1997). A partir de la información, y de los análisis y las propuestas de estos textos, se puede concluir que las características y problemas de la práctica sistemática en México a finales del siglo XX fueron: 1) el retraso de las actividades científicas en el país, 2) la promoción de actividades científicas aplicadas y novedosas y el desdén sobre las básicas e integradoras como la taxonomía, 3) la deficiencia en la formación de nuevos taxónomos, 4) la carencia de taxónomos profesionales y la ausencia de líderes con visión amplia e integradora, 5) el predominio de la práctica de la taxonomía alfa, 6) los reducidos aportes teóricos y metodológicos, 7) el conservadurismo en la práctica taxonómica y la escasa aplicación de ideas y técnicas⁷⁸ modernas en los análisis taxonómicos, 8) la preponderancia del trabajo individual sobre la formación de equipos interdisciplinarios, 9) la dependencia teórica, metodológica y conceptual de otros países, 10) la escasez de recursos y espacios para la práctica taxonómica 11) la insuficiencia y deficiencia de las colecciones biológicas y la carencia de un museo nacional, 12) la ausencia de programas integrados para el manejo, cuidado, conservación y propagación de la biodiversidad, en especial las especies en peligro de extinción, 13) la escasa bibliografía taxonómica especializada accesible para consulta, y 14) la sistemática de los taxones mexicanos que ha sido hecha en su gran mayoría por extranjeros.

Considerando el problema por el que atraviesa la biodiversidad, cada vez se requieren más biólogos que hagan taxonomía, que se ocupen de conocer, describir y clasificar las especies de animales característicos del país, utilizando teorías y métodos actualizados. La única forma de subsanar estos problemas es a partir de la formación de una 'nueva cultura taxonómica' que incluya entre otras cosas mejoras en la formación de taxónomos y su actualización, condiciones institucionales y de infraestructura óptimas, la fundación de un museo nacional y el fortalecimiento de los regionales, la asignación de presupuesto suficiente, la consolidación de los programas de investigación, el aumento en la interacción entre los distintos especialistas que fomente la realización de proyectos interdisciplinarios en biología comparada (Taxonomía, Biogeografía y Ecología), y la colaboración con investigadores nacionales y extranjeros.

Es claro que no basta con tener biodiversidad y personas capaces que la describan, nombren e investiguen, si no se cuenta con la coordinación, la infraestructura y los recursos que aportan las instituciones de investigación taxonómica, será fallido cualquier esfuerzo por superar el estado actual del desarrollo de la taxonomía en México.

Además, la documentación y sistematización de la información taxonómica, la narración erudita con bases documentales amplias y robustas, la aplicación de datos cuantitativos sistemáticos y elaborados, el uso de construcciones y juicios sustentados con formalidad, serán de gran valor para examinar críticamente nuestra historia, cada vez reelaborada con mayor calidad. Necesitamos saber quienes hemos sido, quienes somos y quienes queremos y debemos ser, el reflexionar sobre nuestra historia de un modo crítico y con inteligencia nos ayudará, tal vez, a evitar errores y a mejorar nuestros esfuerzos individuales y colectivos, porque quien no conoce su historia está condenado a repetirla....

⁷⁸ Como la microscopía electrónica, la citogenética y la biología molecular.

PERSPECTIVAS

Si se considera la gran cantidad de información sistematizada, las fuentes consultadas y los pocos estudios que se han hecho en la disciplina implementada (la historia de la ciencia), en el objeto de estudio (la taxonomía) y el método utilizado (análisis informatizado e institucional), las perspectivas que hay en este campo de investigación son muy diversas, pues constituye un tema interdisciplinario que comprende la sistematización, la descripción y el análisis de la disciplina integradora de la biología. Son muy pocos los estudios formales sobre el tema, y los métodos empleados también han sido muy pobres, por lo tanto, constituye un proyecto atractivo e interesante. Algunas de las propuestas para trabajos futuros podrían girar alrededor de los siguientes puntos.

Sería pertinente ampliar y detallar la historia de la taxonomía en México antes del siglo XX y abordar a los personajes y obras más trascendentes (libros en especial); así como estudiar los principales recolectores, las expediciones, las colecciones y las obras que produjeron. Para esta época también sería conveniente establecer la relación que existió entre los naturalistas mexicanos y extranjeros, para definir los factores institucionales, sociales y políticos que propiciaron tales trabajos interdisciplinarios. También se deberán analizar las fuentes originales: los reportes de viaje, las láminas, los textos y las colecciones, por mencionar las más importantes.

Respecto al siglo XX de igual forma habría mucho por hacer. Una guía para emprender un trabajo más extenso sobre el tema podría consistir en hacer un análisis más exhaustivo de la información contenida en TaXMeXX y ver el comportamiento de las variables en cada una de las disciplinas taxonómicas practicadas en México durante ese período. Sería necesario ordenar las citas de todos los artículos capturados en la base de datos y editarlos en texto o formato electrónico, para hacer un catálogo de los artículos publicados en México del año 1900 al 2000; además, completar el análisis de las revistas, e incluir la información sobre los libros, las tesis, las memorias y las colecciones, tanto de México como del extranjero. También se podría procesar la información bibliográfica sistematizada utilizando otros índices cientimétricos (Lotka, citación, cocitación, colaboración). Asimismo, sería factible realizar el estudio de todas las referencias de lo que se ha estudiado en México sobre sistemática, así como un examen de las citas de estos trabajos.

Un proyecto interesante consistiría en reunir los datos biobibliográficos de los taxónomos mexicanos, en especial de los más destacados con información personal, la descripción de nuevos taxones, su bibliografía y citas e incluirlos en la base de datos TaXMeXX para tener toda esta información sistematizada y hacer interpretaciones con información más completa, que permitan identificar las redes de conocimiento involucradas en la producción taxonómica en México, y su impacto dentro y fuera del país. Igualmente, se podría ampliar el número (no solo 35) de taxónomos, el análisis de sus publicaciones e incorporar los efectos que produjeron sus artículos docentes y de divulgación. De igual forma, sería importante hacer un estudio del impacto de los principales especialistas taxonómicos mexicanos en la sistemática mundial para establecer la influencia que han tenido sus estudios.

Otra fuente primaria de información para hacer estudios de historiografía de la taxonomía en México son las colecciones biológicas porque contienen gran cantidad de información histórica que en muchos casos lleva un orden cronológico, por ejemplo, contienen datos sobre los taxones (especialmente los tipos), las regiones de estudio, los itinerarios y los recolectores que son muy útiles; por lo tanto podrían consultarse con una perspectiva histórica las colecciones que contienen los mayores acervos de los grupos taxonómicos mexicanos, como sucede con las colecciones inglesas, francesas, alemanas y norteamericanas.

Desde el punto de vista institucional sería óptimo recabar más y mejor información sistematizada sobre lo que han hecho las entidades de fomento o financiamiento para estimular la práctica taxonómica, a partir de los registros e informes, y así determinar en qué medida las prioridades y estrategias utilizadas han sido efectivas y aplicarlas en programas de desarrollo futuros.

Por supuesto, sería acertado analizar la relación de los estudios taxonómicos con otros campos del conocimiento, la técnica y la industria en México, como la agricultura, la ganadería, la medicina y la veterinaria, para evaluar el papel de la taxonomía en el desarrollo del país.

Los acercamientos con la experiencia y los conocimientos sociológicos (económicos, culturales e idiosincrásicos), psicológicos, e ideológicos serían importantes para entender las diversas inclinaciones o preferencias temáticas de los taxónomos mexicanos que han generado las tradiciones en su especialidad. La aplicación de métodos epistemológicos diversos es indispensable para conocer con pluralidad y rigor el cambio y las contribuciones de los taxónomos de este país, y destacar las inercias, las idiosincrasias y las tradiciones, así como las rupturas o cambios de paradigmas que, además, permitan advertir las influencias teóricas y metodológicas obtenidas del extranjero.

Por ejemplo, desde la perspectiva sociológica sería interesante hacer estudios sobre la formación de taxónomos y la colaboración que existe entre los investigadores de esta disciplina tanto entre los nacionales como con los extranjeros, para establecer la existencia de 'redes invisibles'. También se podría llevar a efecto estudios más detallados sobre cada uno de los periodos presentados, o hacer estudios prosopográficos de los principales grupos de investigación para establecer las estrategias de colaboración y producción de conocimiento que han utilizado. De la misma manera se podrían aplicar análisis con un enfoque psicológico, pedagógico y filosófico (epistemología de la taxonomía) que permitan comprender el multifacético y complejo panorama de la historia de esta disciplina. Desde el punto de vista conceptual los artículos también podrían ser analizados para establecer tendencias del lenguaje, terminológicos y temáticos más comunes entre los taxónomos mexicanos.

Igualmente, sería substancial abordar a cada una de las disciplinas y subdisciplinas tratadas en México como la entomología, la helmintología, la cactología y la micología, entre otras, con más elementos y de una forma más detallada, a partir de la información contenida en las colecciones (especímenes, descripciones de nuevos taxones, recolectores, exploraciones, etc), en la bibliografía y en bases de datos como *Zoological Record* e *Index Kewensis*, *Biological Abstracts*, y *Science Citation Index*, para tener resultados comparables entre áreas y regiones, y definir sus características, necesidades, impacto y perspectivas.

Asimismo, se podría aplicar el método y el enfoque utilizado en esta investigación a otras regiones y otras áreas de la Biología Comparada como la Biogeografía y la Ecología para establecer relaciones, tendencias y perspectivas de estas prácticas científicas en México, para formular comparaciones respecto al desarrollo, la adopción de nuevos paradigmas, la institucionalización, la colaboración, y el fomento. Sería interesante discutir el papel de la taxonomía como ciencia independiente y ampliar los estudios sobre los tipos de trabajos que realizan los taxónomos, en especial aquellos que tienen una aplicación directa como los de conservación y manejo de recursos.

Todas estas aproximaciones deberán tener como finalidad el entender mejor el proceso y las circunstancias en las que se dio determinado conocimiento científico, para poder aplicar las opciones más efectivas que permitan su desarrollo congruente con las necesidades científicas, culturales e institucionales de México.

Finalmente sería de gran interés hacer estudios comparativos con el desarrollo de la taxonomía en otros países latinoamericanos como Brasil, Argentina, Chile, Perú, Colombia y Venezuela, entre otros, para reconocer patrones y causas, mecanismos y fenómenos equivalentes, y otros aspectos del desenvolvimiento de la taxonomía, la zoología y la botánica en el continente.

AGRADECIMIENTOS

Por la revisión que hicieron de este trabajo y por las opiniones tan valiosas a Juan José Morrone Lupi, Ana Barahona Echeverría, Nelson Papavero, Teófilo Herrera Suárez, Rafael Lamothe Argumedo, José Ramírez Pulido y Tila María Pérez Ortiz. A Judith Aguirre por sus innumerables revisiones es y correcciones a este texto.

Se hace patente mi agradecimiento al Instituto de Biología por permitirme la consulta del acervo bibliográfico y en especial al personal de la Biblioteca por su apoyo e infinita paciencia. Además, las bibliotecas del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, del IMERNAR y de la Facultad de Ciencias. Al centro de cómputo de la Facultad de Ciencias por su asesoría técnica.

A todos aquellos investigadores que nos facilitaron material bibliográfico, en especial a Joaquín Cifuentes, Evangelina Elizondo, Héctor Espinosa, Oscar Flores, Raúl Gio, Gonzalo Halffter, Anita Hoffmann, Teófilo Herrera, Beatriz Ludlow, Isolda Luna, Juan J. Morrone, Eberto Novelo, José Palacios y Leía Scheinvar. También a Harry Brailovsky, Alfonso García Aldrete, Gastón Guzmán, Gonzalo Halffter, Roberto Johansen, Rafael Lamothe, Eucario López Ochoterena, Miguel Ángel Morón, Adolfo Navarro, José Palacios, Gerardo Pérez Ponce de León, Tila María Pérez y Jerzy Rzedowsky por facilitarnos sus *curricula vitarum*. A Salvador Gorbea por su asesoría en Bibliometría y a Miki Ortega Binderberger por sus consejos sobre bases de datos.

Los resultados de este proyecto se obtuvieron gracias al apoyo del proyecto PAEP-101315, DGEP y CONACYT becaria 130009. La mitad del financiamiento para la producción de esta publicación se consiguió gracias al apoyo del Posgrado en Ciencias Biológicas de la UNAM y la otra mitad fue con recursos propios.

REFERENCIAS

Aquí se incluyen las referencias y la literatura utilizada tanto en el texto principal como en los apéndices.

- Aceves, P. 1985. La difusión de la ciencia en la Nueva España en el siglo XVIII: la polémica en torno a la nomenclatura de Linneo y Lavoisier. *Quipu*, 4(3): 357- 385.
- Aceves, P. 1993. *Química, botánica y farmacia en la Nueva España a finales del siglo XVIII*. UAM, México, 135 p.
- Adanson, M. 1763-1764. *Familles des Plantes*. Vincent, París.
- Adler, K. 1979. A brief History of Herpetology in North America before 1900. *Herp. Circ.*, 6: 1-40.
- Aguayo, L. A. 1986. Perspectivas de la investigación de los mamíferos marinos. I Simposio Nacional Sobre el Desarrollo Histórico de las Investigaciones Oceanográficas en México.
- Aguilar y Santillán, R. y C. Mendizábal. 1934. *Índice general por autores y materias de los tomos 1-52 (1887-1931) de las Memorias y de la Revista de la Sociedad Científica Antonio Alzate*. Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate, México, 179 p.
- Allen, G. 1983. *La ciencia de la vida en el siglo XX*. FCE, México, 522 p.
- Allkin, R. y R. J. White. 1998. Data management models for biological classification. En: Bock, H. H. (Ed.) *Classification and related methods of data analysis*. North-Holland, Amsterdam.
- Álvarez, J. 1949. Ictiología dulceacuícola mexicana. I. Resumen histórico de los estudios ictiológicos. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 10: 309-328.
- Álvarez, J. 1960. Cincuenta años de Ictiología en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 21: 49-62.
- Álvarez, J. 1972. Bosquejo histórico de la Ictiología en México. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol.*, 20: 157-176.
- Alzate, J. A. 1788. Botánica. *Gaceta de Literatura*, 1: 20-27.
- Ancona, H. I. y R. Martín del Campo. 1953. Malacología precortesiana. *Mem. Cong. Cient. Mex.*, 7: 9-24.
- Anónimo. 1996. *Publicaciones sobre biodiversidad en México*. CONABIO, Catálogo 1, México, 87 p.
- Appel, T. 1980. Henri de Blainville and the animal series: a nineteenth century chain of being. *Jour. Hist. Biol.*, 13: 291-319.
- Aragón, A. 1936. Influencia de las publicaciones de la Academia de Ciencias "Antonio Alzate" en la cultura mexicana. *Mem. Acad. Antonio Alzate*, 55: 3-8.
- Aréchiga, H. 1993. Evaluating the Status of Science in Developing Countries: The Situation in Mexico. En: Boldú J. L. y J. R. de la Fuente (Comps.). *Science Policy Developing Countries: The Case of Mexico*. FCE, México.
- Aréchiga, H. 1994. La ciencia mexicana en el contexto global, pp. 17-42. En: *México, ciencia y tecnología en el umbral del siglo XX*. Conacyt, Porrúa, México.
- Aréchiga, H. y C. Beyer. 1999. Introducción, pp. 15-33. En: Aréchiga, H. y C. Beyer (Coord.), *Las ciencias naturales en México*. FCE, México.
- Arellano, M. 1952. El Museo "Alfredo Dugès" de la Universidad de Guanajuato. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 13 (1-4): 271-282.
- Arias, S. 1998. La sistemática de las cactáceas en México, breve recuento y perspectivas. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 63: 153-165.
- Aristóteles. 1992. *History of Animals*. Vol. 9, libros 1-3. Harvard University Press, Boston, 344 p.

- Arita, H. T. y S. R. Humphrey. 1988. Revisión taxonómica de los murciélagos maguayeros del género *Leptonycteris* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Acta Zool. Mex.*, 29: 1-47.
- Arlin, M. H. y P. Sundberg. 1998. Taxonomy and Philosophy of Names. *Biol. and Phil.*, 13: 233-244.
- Atran, S. 1990. *Cognitive Foundations of Natural History: Toward an Anthropology of Science*. Cambridge University Press.
- Aureliano, R., A. Buriano y S. López. (Coords.). 1996. *Índice de las gacetas de literatura de México de José Alzate y Ramírez*. Instituto Mora, México, 202 p.
- Aurioles, D. 1993. Biodiversidad y estado actual de los mamíferos marinos en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 44: 7-22.
- Ayala, A. 1966. Investigaciones sobre foraminíferos recientes de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 27: 7-22.
- Azuela, L. F. y R. Guevara. 1998a. Las relaciones entre la comunidad científica y el poder político en México en el siglo XIX, a través del estudio de los farmacéuticos, pp. 239-258. En: Patricia Aceves (Coord.), *Construyendo las ciencias químicas y biológicas*. UAM-X, México.
- Azuela, L. F. y R. Guevara. 1998b. La ciencia en México en el siglo XIX. Una aproximación historiográfica. *Asclepio*, 2: 5-33.
- Bachelard, G. 1984. *La formación del espíritu científico*. Siglo XXI, México, 302 p.
- Bacon, F. 1626. *New Atlantis*. Ideal Commonwealths. P.F. Collier & Son, Nueva York.
- Baird, S. F. 1859. Mammals of North America; the descriptions of species based chiefly on the collections in the Museum of the Smithsonian Institution. J. B. Lippincott and Co. Vol. 1-3, 764 p.
- Ball, G. 1994. Nociones actuales acerca de la sistemática y la clasificación de los insectos. En: Llorente, J. e I. Luna (Comps.), *Taxonomía Biológica*, FCE, México, pp. 39-52.
- Barberena, E y C. Block. 1986. Publicaciones periódicas científicas y tecnológicas mexicanas del siglo XIX: un proyecto de base de datos. *Quipu*, 3(1): 7-26.
- Barsanti, G. 1984. Linne et Buffon: deux visions differentes de l'histoire naturelle. *Revue de Synthèse*, 113-114: 83-107.
- Barsanti, G. 1988. Le immagini della natura: scale, mappe, alberi 1700-1800. *Nuncius*, 3: 55-125.
- Barsanti, G. 1992a. *La scala, la mappa, l'albero: immagini e classificazioni della natura fra sei e ottocento*. Sansoni, Florencia.
- Barsanti, G. 1992b. Buffon et l'image de la nature: de l'échelle des etres a la carte géographique et l'arbre genealogique. En: Gayon, J. (Ed). *Buffon 88*. VRIN, Librairie Philosophique, París.
- Barrera, A. 1955. Ensayo sobre el desarrollo histórico de la entomología en México. *Rev. Soc. Mex. Ent.*, 1(1-2): 23-38.
- Barrera, A. 1964. Reflexiones sobre la formación de los trabajadores científicos para el México Moderno. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 25: 5-11.
- Barrera, A. 1974. Las colecciones científicas y su problemática en un país subdesarrollado: México. *Biología*, 4(1): 12-19.
- Barrera, A. 1979. La Etnobotánica: tres puntos de vista y una perspectiva. *Cuadernos de Divulgación de INIREB*, 5: 19-24.

- Barrera, A. 1994. La taxonomía botánica maya, pp. 27-36. En: Llorente, J. e I. Luna (Comps.), *Taxonomía Biológica*, Fondo de Cultura Económica, México.
- Barrera, A. y A. Hoffmann. 1981. Notas sobre la interpretación de los artrópodos en el Tratado Cuarto, Historia de los insectos de Nueva España, de Francisco Hernández. *Folia Entomol. Mex.*, 49: 27-34.
- Barrera, A., A. Gómez-Pompa y C. Vázquez-Yañes. 1977. El manejo de las selvas por los mayas: Sus implicaciones silvícolas y agrícolas. *Biótica*, 2(2): 47-60.
- Basalla, G. 1967. The spread of western science. *Science*, 156: 611-622.
- Beltrán, E. 1934. A la memoria del Prof. Dr. Agustín Reza. *Mem. Soc. Cient. Ant. Alzate*, 52: 283-287.
- Beltrán, E. 1942a. Alfonso L. Herrera: un hombre y una época. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 3: 201-210.
- Beltrán, E. 1942b. La gaceta médica de México, 1865-1941 y sus aportaciones al conocimiento de la zoología. *Gac. Med. Mex.*, 72: 580-590.
- Beltrán, E. 1943a. Datos y documentos para la historia de las ciencias naturales de México. Los estatutos primitivos de Historia Natural. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 4: 115-121.
- Beltrán, E. 1943b. Setenta y cinco años de ciencias naturales en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 4: 245-264.
- Beltrán, E. 1945. Datos y documentos para la historia de las ciencias naturales en México. II Correspondencia de Alfredo Dugés con Alfonso L. Herrera (1888-1893). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 6: 99-106
- Beltrán, E. 1948a. El XIII Congreso Internacional de Zoología. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 9: 347-354.
- Beltrán, E. 1948b. La Naturaleza. Periódico científico de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. 1869-1914. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 9: 145-174.
- Beltrán, E. 1949a. Notas de historia protozoológica II. Cien años de estudio de las amibas parásitas del hombre. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 10: 285-307.
- Beltrán, E. 1949b. Plantas usadas en la alimentación por los antiguos mexicanos. *América Indígena*, 9: 195-204.
- Beltrán, E. 1950. A la memoria del Profesor Carlos de la Torre (1858-1950), socio honorario de la S.M.H.N. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 11: 305-309.
- Beltrán, E. 1951a. El panorama de la biología mexicana. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 12: 69-99.
- Beltrán, E. 1951b. La Revista Mexicana de Biología (1920-1935). Nota bibliográfica e índice de sus diecisiete tomos. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 12: 375-392.
- Beltrán, E. 1951c. La vida de un hombre ejemplar: Cassiano Conzatti (1862-1951), socio honorario de la S.M.H.N. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 12: 303-318.
- Beltrán, E. 1951d. Alfredo Dugés y el transformismo. *Quiju*, 5(1): 49-57.
- Beltrán, E. 1952. *Medio siglo de Ciencia Mexicana, 1900-1950*. Secretaría de Educación Pública, 62 p.
- Beltrán, E. 1953a. Alfredo Dugés: un siglo después. 1853-1953. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 14: 157-168.
- Beltrán, E. 1953b. Hechos sobresalientes de la biología mexicana en el siglo XX. *Mem. Congr. Cient. Mex.*, 7: 453-482.
- Beltrán, E. 1955a. Julio Riquelme Inda: cincuenta años de fecunda tarea. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 16: 79-86.
- Beltrán, E. 1955b. Paul B. Sears: botánico, ecólogo, conservacionista. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 16: 35-40.
- Beltrán, E. 1956. Veinte años de vida de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 17: 17-36.
- Beltrán, E. 1960. La science française au Mexique. *Culture Francaise*, 9: 9-22.

- Beltrán, E. 1961. Un cuarto de siglo de zoología mexicana: 1936-1961. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 22: 113-152.
- Beltrán, E. 1964a. El Dr. Enrique Rioja en la S.M.H.N. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 25: 97-102
- Beltrán, E. 1964b. El primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia. Discurso inaugural. *Mem. I. Col. Mex. Hist. Ciencia*, 1: 1-14.
- Beltrán, E. 1964c. La biología mexicana en el siglo XX. I Los hombres. *Mem. I. Col. Mex. Hist. Ciencia*, 1: 271-298.
- Beltrán, E. 1964d. Reseña histórica de la Revista de la S.M.H.N. en su Jubileo de Plata 1964. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 25: 19-28.
- Beltrán, E. 1965. *La biología del siglo XX*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, 27 p.
- Beltrán, E. 1966a. México en los Congresos Internacionales de Zoología. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 27: 267-272.
- Beltrán, E. 1966b. Textos mexicanos de botánica en el siglo XIX. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 27: 245-265.
- Beltrán, E. 1967. Las Reales Expediciones Botánicas del siglo XVIII a Hispano América. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 28: 179-249. (También en *Ciencia* 26: 89-106, 131-146, 1968).
- Beltrán, E. 1968a. El primer centenario de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 29: 111-169.
- Beltrán, E. 1968b. A. L. Herrera (1868-1968). Primera figura de la Biología mexicana. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 29: 37-91.
- Beltrán, E. 1969. La Dirección de Estudios Biológicos de la Secretaría de Fomento y el Instituto de Biología de la UNAM. *An. Soc. Mex. Hist. Cienc. y Tec.*, 1: 105-141
- Beltrán, E. 1971. Los Museos de Historia Natural en México y la Sociedad Mexicana de Historia Natural. *Acta Zool. Mex.*, 10(4): 1-9.
- Beltrán, E. 1977. *Medio siglo de recuerdos de un biólogo mexicano*. Sociedad Mexicana de Historia Natural, México, 493 p.
- Beltrán, E. 1979. Reflexiones sobre historiografía de la Biología en México. *Quipu*, 5: 1-19.
- Beltrán, E. 1982. *Contribución de México a la Biología*. CECSA, México, 121 p.
- Beltrán, E. 1984. La historia de la ciencia en América Latina. *Quipu*, 1(1): 7- 23.
- Ben-David, J. 1971 *The Scientist's Role in Society*. Englewood, N. J. Prentice-Hall, Chicago.
- Bensman, S. J. 2000. Probability Distributions in Library and Information Science: A Historical and Practitioner. *JASIS*, 51(9): 816-833
- Benton, M. J. 2000. Stems, nodes, crown clades, and rank-free lists: is Linnaeus dead? *Biol. Rev.*, 75: 633-648.
- Berdan, F. F. 1997. *The Essential Codex Mendoza*. University of California Press, Los Ángeles.
- Berlin, B., D. E. Breedlove, y P. H. Raven. 1974. *Principles of Tzeltal plant classification*. Academic Press, Nueva York, 660 p.
- Bernardello, L. M. y Leiva, S. 1993. Relaciones fenéticas entre las especies sudamericanas de *Lycium* (Solanaceae). *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Bot.*, 64(1): 33-47.
- Bernal, J. D. 1939. *The social function of science*. Londres, 406 p.
- Bernal, J. D. 1979. *La ciencia en nuestro tiempo*. UNAM-Nueva Imagen, México, 534 p.
- Bernal, J. D. 1997. *La ciencia en la historia*. UNAM-Nueva Imagen, México, 693 p.
- Bernier, R. 1975. Aux sources de la biologie. Les vingt premiers siècles. *La classification*. Tomo uno. Le presses de l'Universite du Quebec, Montreal.

- Bernier, R. 1984. Systeme et methode en taxonomie: Adanson, A.-L. de Jussieu et A. P. de Candolle. *Naturaliste Canad.*, 111: 3-12.
- Beuchot, M. 1996. *Filosofía y ciencia en el México dieciochesco*. UNAM, México, 169 p.
- Beutelspacher, C. 1986. Catálogo de la Colección Roberto Müller (Lepidoptera) del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.*, 57(2): 421-423.
- Beutelspacher, C. 1989. *Las mariposas en el México antiguo*. FCE, México, 102 p.
- Birney, E. C., y J. L. Choat (Eds.). 1994. Seventy-five years of mammalogy (1919-1994). American Society of Mammalogists Special Publication, 11.
- Biosis. 1978-2000. Zoological Record CDs 1978-2000. Biological abstracts en <http://xochi.cichcu.unam.mx:8590/>
- Blackwelder, R. E. 1967. *Taxonomy*. John Wiley Inc., Nueva York, 698 p.
- Blake, T. R. 1953. *Birds of Mexico*. Chicago.
- Bloom, D. 1976. *Knowledge and Social Imagery*. Routledge and Kegan Paul, Londres.
- Blu, J. 2000. Building on Bedrock: William Steel Creighton and the Reformation of Ant Systematics, 1925-1970. *Jour. Hist. Biol.*, 33: 27-70.
- Boerhaave, H. 1727. *New method of chemistry*. Londres.
- Bolívar, I. 1940. Presentación. *Ciencia*, 1(1): 1-2.
- Bonpland, A. y A. von Humboldt. 1816-1826. *Nova Genera Species Plantarum*. Vol.7, C.S. Sunth, Paris.
- Boorstin, D. J. 1986. *Los descubridores*. Vol. I y II. Grijalbo Mondadori. Barcelona, 714 p.
- Bowler, P. J. 1984. *Evolution. The history of an idea*. University of California Press, Los Ángeles, 567 p.
- Bowler, P. J. 1989. *The Mendelian Revolution: The emergence of hereditarian concepts in modern science and society*. The John Hopkins University Press, 207 p.
- Bowler, P. J. 1995. *Charles Darwin, el hombre y su influencia*. Alianza Universidad, Madrid.
- Bowler, P. J. 1997. *Historia fontana de las ciencias ambientales*. FCE, México, 467 p.
- Bradford, S. C. 1934. Sources of information on specific subject. *Engineering*, 137: 85-86.
- Bradford, S. C. 1948. *Documentation*. Crosby Lockwood, Ltd., Londres, 196 p.
- Brailovsky, H. 1993. *Las colecciones del Instituto de Biología*. Instituto de Biología UNAM, México, pp. 67-110.
- Bravo, H. 1921a. La *Hydatina senta*. O. Fr. Müll. *Rev. Mex. Biol.*, 2(1): 6-9.
- Bravo, H. 1921b. Contribuciones para el conocimiento de los protozoarios mexicanos. III *Pyramimonas tetrahyinchus* Schm. *Rev. Mex. Biol.*, 2(3): 164-166.
- Brummitt, R. K. 1997. Taxonomy versus cladonomy, a fundamental controversy in biological systematics. *Taxon*, 46: 723-734.
- Brusca, Z. C. y G. J. Brusca. 1990. *Invertebrates*. Sinauer Associates, Inc. Publishers, Massachusetts.
- Bryant, H. N. 1994. Comments on the phylogenetic definition of taxon names and conventions regarding the naming of crown clades. *Syst. Biol.*, 43: 124-130.
- Bryant, H. N. 1996. Explicitness, stability, and universality in the phylogenetic definition and usage of taxon names: a case study of the phylogenetic taxonomy of the Carnivora (Mammalia). *Syst. Biol.*, 45: 174-189.
- Bryant, H. N. 1997. Cladistic information in phylogenetic definitions and designated phylogenetic contexts for the use of taxon names. *Biol. J. Linn. Soc.*, 62: 495-503.

- Bryant, H. N. y P. D. Cantino. 2002. A review of criticisms of phylogenetic nomenclature: is taxonomic freedom the fundamental issue? *Biol. Rev. Camb. Phil. Soc.*, 77: 39-55.
- Buffon, G. L. 1749-1778. *Histoire Naturelle*. Imprimerie Royale, París.
- Burt, B. L. 1966. Adanson and modern taxonomy. *Notes Roy. Bot. Gard.*, 26: 427-431.
- Butanda, A. y A. Wong. 1994. *Tesis sobre temas botánicos en la biblioteca del herbario nacional*. Instituto de Biología UNAM, México, 150 p.
- Butanda, A. y P. Ramírez. 1997. *Índice acumulativo de los anales del Instituto de Biología. Volúmenes 1 a 67, 1930-1996*. Instituto de Biología, UNAM, México, 235 p.
- Butanda, A. 1990. Índice acumulativo del Boletín de la Sociedad Botánica de México de los números 41 (1981) al 50 (1990). *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 50: 167-214.
- Butanda, A. y A. Delgado. 1991. *Contribución a la biología mexicana por Helia Bravo Hollis: una guía bibliográfica*. Instituto de Biología, UNAM, México, 44 p.
- Butterfield, H. 1949. *The origins of modern science, 1300-1800*. G. Bell & Sons, Londres.
- Butterfield, H. 1981. *Los orígenes de la ciencia moderna*. CONACyT, México, 327 p.
- Cain, A. J. 1954. *Animal species and their evolution*. Hutchinson, Londres, 205 p.
- Cain, A. J. 1981. The development of systematic ideas of variation illustrated by malacology. En: Wheeler, A. y J. H. Price, (Eds.). *History in the Service of Systematics*. Ed. Esp., Society for the Bibliography of Natural History, 1: 151-156.
- Cain, A. J. 1990. Constantine Samuel Rafinesque Schmalz on classification: a translation of the early works by Rafinesque with introduction and notes. *Tryonia*, 20: 1-240.
- Cain, A. J. 1992. Was Linnaeus a Rosicrucian? *Linnean*, 8(3): 23-44.
- Cain, A. J. 1993. Linnaeus's Ordines naturales. *Arch. Nat. Hist.*, 20: 405-415.
- Cain, A. J. 1994. Numerus, figura, proportio, situs: Linnaeus's definitory attributes. *Arch. Nat. Hist.*, 21: 17-36.
- Callot, E. 1965. Systeme et methode dans l'histoire de la botanique. *Rev. Hist. Sci. Applic.*, 18: 45-53.
- Camp, C. L. 1923. Clasification of the lizards. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 48: 289-481.
- Cantino, P. D. 1998. Binomials, hyphenated uninomials, and phylogenetic nomenclature. *Taxon*, 47: 425-429.
- Cantino, P. D. 2000. Phylogenetic nomenclature: addressing some concerns. *Taxon*, 49: 85-93.
- Cantino, P. D., R. G. Olmstead y S. J. Wagstaff. 1997. A comparison of phylogenetic nomenclature with the current system: a botanical case study. *Syst. Biol.*, 46: 313-331.
- Cantino, P. D., H. N. Bryant, K. De Queiroz, M. J. Donoghue, T. Eriksson, D. M. Hillis y M. S. Y. Lee. 1999. Species names in phylogenetic nomenclature. *Syst. Biol.*, 48: 790-807.
- Casas-Andreu, G. 1984. La Herpetología en México. *La Naturaleza*, 4: 216-224.
- Casas-Andreu, G. 1996. Notas para la historia de los estudios herpetofaunísticos en el estado de Oaxaca, México. *Bol. Soc. Herpetol. Mex.*, 7(1): 21-26.
- Cárdenas, J. 1919. *Primera parte de los problemas y secretos maravillosos de las Indias*. México, 222 p.
- Carpy, P. 1986. La Sociedad de Historia Natural y su influencia en el siglo XIX. Tesis de Licenciatura, FFyL UNAM, México.
- Caso, M. E. 1976. El estado actual del estudio de los equinodermos de México. *An. Inst. Cien. Mar y Limnol. Méx.*, 3(1): 1-56.

- Castro-Aguirre, J. L. y E. F. Balart. 1993. La ictiología en México: pasado presente y futuro. *Rev. Mex. Hist. Nat.*, 44: 327-344.
- Cervantes, J. 1825. *Tablas botánicas*. Puebla, 35 p.
- Cervantes, V. 1889. *Ensayo a la materia médica vegetal de México*. México, 47 p.
- Cesalpino, A. 1583. *De Plantis libri XVI*. Marescottum, Florencia.
- Cevallos, S. y R. Weber. 1994. Perfil actual y perspectivas de la paleobotánica en México. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 55: 141-148.
- Chadarevian, S. de. 1997. Using Interviews to Write the History of Science, pp. 51-70. En: Söderqvist, T. (Ed.), *The historiography of contemporary Science and and Technology*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam.
- Chen, Y. S. y Leimkuhler, F. F. 1986. A Relationship between Lotka's Law, Bradford's Law, and Zipf's Law. *JASIS*, 37(5): 307-314.
- Chiang, F. 1989. La taxonomía vegetal en México: problema perspectivas. *Ciencias número especial*, 3: 4-17.
- Chiang, F., P. Dávila y J. L. Villaseñor. 1994. Panorama actual de la taxonomía vegetal en México. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 55: 17-20.
- Chiszar, D. y R. B. Smith. 1982. *Fifty years of Herpetology, publications of Hobart M. Smith*. John Johnson, Vermont, 78 p.
- Christie, J. R. R. 1996. The development of historiography of science, pp. 5-22. En: Olby, Christie y Holge (Eds.). *Companion to the history of modern science*. Routledge, Londres y Nueva York.
- Choate, J. R. y H. H. Genoways. 1975. Collections of recent mammals in North America. *J. Mamm.*, 56 (2): 452-502.
- Cifuentes, J. L. 1991. La Doctora Helia Bravo Hollis y sus aportaciones a la Protozoología Mexicana. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 42: 33-36.
- Clavigero, F. J. 1882. Breve noticia de las plantas y animales de México, por el Abate Francisco J. Clavigero (1780). *La Naturaleza*, 1(6): 5-97.
- Clavigero, F. J. 1987. *Historia Antigua de México*. Porrúa, México.
- Clifford, H. T., R. W. Rogers y M. E. Dettmann. 1990. Where now for taxonomy? *Nature*, 346: 602.
- Cockerell, T. D. A. 1902. On a species of *Pseudococcus* (family Coccidae). *Mem. Soc. Cient. Ant. Alzate.*, 17(9): 145-146.
- Coleman, W. 1983. *La biología en el siglo XX, problemas de forma, función y transformación*. FCE, México, Breviarios 350, 306 p.
- Collingwood, R. G. 1996. *La idea de la historia*. FCE, México, 323 p.
- CONABIO. 1998a. *Sistema de información Biótica*. Fideicomiso Fondo para la Biodiversidad, CONABIO.
- CONABIO. 1998b. *La diversidad biológica de México: Estudio de País*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, 341 p.
- CONABIO. 2000. Presentación. En: <http://www.conabio.gob.mx>.
- CONACYT. 2000. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas. México 1990-1999. CONACyT, también disponible en <http://www.conacyt.mx/dccyt/index-frame.html>.
- CONACYT. 2001a. Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica. <http://triton.main-conacyt.mx/daic/revistas/> -actualizada el 13 de agosto de 2001.

- CONACYT. 2001b. Criterios de evaluación para el Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACyT, 2001. http://triton.main.conacyt.mx/daic/revistas/criterios_eval.html. actualizada el 7 de mayo del 2001.
- Cordero, C. 1994. Comentarios de un ecólogo. *Rev. AIC*, México, 21: 10-13.
- Coronado, R. y A. Ortega. 1962. Estado actual de la investigación en Entomología y su orientación en el futuro. // *Symposio sobre Investigación Agrícola*. Chapingo, México.
- Coronado, R. 1978. Notas históricas sobre el desarrollo de la entomología en México. *Folia Entomol. Mex.*, 39-40: 7-15.
- Coronado, R. 1977. La Sociedad Mexicana de Entomología a través de sus veinticinco años de vida. *Folia Entomol. Mex.*, 37: 5-18
- Coronado, R. 1981. Desarrollo actual de la entomología en México. *Folia Entomol. Mex.*, 49: 41-48.
- Cortés, H. 1977. *Cartas de relación de la Nueva España*. Porrúa, México.
- Cortés, M. T. 1986. Descripción de una nueva especie del género *Notropis* (Pisces: Cyprinidae) de Orandino, en Jacona, Michoacán, México. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol.*, 30: 27-44.
- Coures, E. 1877. Fur-bearing animals a monograph of North American Mustelidae, U.S. Geol. Surv. Terr. Misc. Publ., 8: 1-348.
- Coutinho, E. 1991. Aplicação da lei de Bradford à literatura técnica sobre ferrovia: Análise de periódicos e avaliação da base de dados da Rede Ferroviária Federal S.A. *Ciencia da Informação*, 20(2): 169-180.
- Cracraft, J. 1983. The significance of phylogenetic classifications for systematic and evolutionary biology. En: Felsenstein (Ed.). *Numerical Taxonomy*. Springer-Verlag, Berlin.
- Crane, P. R. y P. Kenrick. 1997. Problems in cladistic classification: higher level relationships in land plants. *Aliso*, 15: 87-104.
- Craw, R. 1992. Margins of cladistics: identity, difference and place in the emergence of phylogenetic systematics 1864-1975. En: Paul Griffiths (Ed.). *Trees of Life: Essays in Philosophy of Biology*. *Aus. Stud. Hist. Phil. Sci.*, 11: 65-107.
- Crisci, J. 1981. La especie: realidad y conceptos. *Simposia de las Sextas Jornadas Argentinas de Zoología*.
- Crisci, J. 1994. La especie: realidad y conceptos, pp. 53-74. En: *Taxonomía Biológica*, Llorente, J. e I. Luna (Comps.), FCE, México.
- Crisci, J. 1998. La sistemática de nuestro tiempo: hechos, problemas y orientaciones. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 63: 21-32
- Crisci, J. y M. A. F. López-Armengol. 1983. *Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica*. Secretaría General de la OEA, Washington, 132 p.
- Cronk, Q. C. B. 1990. The name of the pea: a quantitative history of legume classification. *New Phytol.*, 116: 163-175.
- Cronquist, A. 1978. Once, again what is a species? *Biosist. Agr.*, 3-20.
- Cronquist, A. 1988. En: The Texas A&M Bioinformatics Working Group, Vascular Plant Family Finder <http://www.csd.tamu.edu/FLORA/newgate/fpgfamzz.htm>.
- Cruz, M. de la. 1964. *Libellus de medicinalibus indorum herbis Herbis, manuscrito azteca en versión latina de Juan Badiano de 1552*. IMSS, México.

- d'Alembert, J. 1751. *Preliminary discourse to the Encyclopedia of Diderot (1751)*. R. Schwab, Nueva York, 1963 74 p.
- Dalquest, W. W. 1953. *Mammals of the Mexican State of San Luis Potosi*. LA. State. Univ. Studs. Biol., Los Angeles, Ser. 1, 229 p.
- Dalwitz, M. J. 1974. A Flexible Computer Program for Generating Identification Keys. *Syst. Zool.*, 23: 50-57
- Dalwitz, M. J. 1978. *Users's Guide to KEY*. Division of Entomology Report Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia, Num. 4
- Dalwitz, M. J. 1980. A General System for Coding Taxonomic Descriptions. *Taxon*, 21(1): 41-46.
- Dalwitz, M. J. y T. A. Paine. 1986. User's Guide to the DELTA System. Division of Entomology Report. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. Australia, Num. 13.
- Dampf, A. 1939. Cyrus Guernsey Pringle (1838-1911). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 1(2): 131-142.
- Darwin, C. 1859. *El Origen de las especies*. Porrúa, México.
- Darwin, C. y A. R. Wallace. 1858. On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural selection. *Proc. Linn. Soc.*, 3: 53-62.
- Darwin, E. 1794. *Zoonomia*. Londres, 509 p.
- Date, C. J. 1993. *Introducción a los sistemas de bases de datos*. Vol. I. Addison-Wesley Iberoamericana, Wilmington, Delaware, 860 p.
- Dávila, P. y V. Sosa. 1994. El conocimiento florístico de México. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 55: 21-27.
- Dean, J. 1979. Controversy over classification: a case study from the history of botany, pp. 211-230. En: Barnes, B y S. Shapin (Eds.). *Natural Order: Historical Studies of Scientific Culture*. SAGE, Berkeley.
- Dean, J. 1980. A Naturalistic Model of Classification and its Relevance to Some Controversies in Botanical Systematics, 1900-1950. *Ph.D. Dissertation*, University of Edinburgh.
- De Candolle, A. P. 1820. Géographie botanique, pp. 359-436. En: Levrault, F. C. (Ed.) *Dictionnaire des Sciences Naturelles* 19. Levrault, París.
- De Candolle A. 1873. Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles. Corr. Inst. Acad. Sc. de Paris, &c, Genova.
- De Gortari, E. 1957. *La ciencia en la reforma*. Imprenta Universitaria, México, 89 p.
- De Gortari, E. 1980. *La ciencia en la historia de México*. Grijalbo, México, 446 p.
- De La Maza, E. R. y J. E. De La Maza. 1993. *Mariposas de Chiapas*. Espejo de Obsidiana, México, 223 p.
- De La Sota, E. R. 1973. *La taxonomía y la revolución en las ciencias biológicas*. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. México, 86 p.
- De La Sota, E. R. 1982. *La taxonomía y la revolución de las ciencias biológicas*. Secretaría General de la OEA. Programa regional de Desarrollo Científico. Washington, 90 p.
- De Luna, E. 1995. Bases filosóficas de los análisis cladísticos para la investigación taxonómica. *Acta Bot. Mex.*, 33: 63-79.
- De Luna, E. 1996. Epistemología de la investigación taxonómica: inferencias filogenéticas y su evaluación. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 58: 43-53.
- De Luna, E. y B. Mishler. 1996. El concepto de homología filogenética y la selección de caracteres taxonómicos. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 59: 1-16.

- De Queiroz, K. 1988. Systematics and the Darwinian revolution. *Phil. Sci.*, 55: 238-259.
- De Queiroz, K. 1997a. The Linnaean hierarchy and the evolutionization of taxonomy, with emphasis on the problem of nomenclature. *Aliso*, 15: 125-144.
- De Queiroz, K. 1997b. Misunderstandings about the phylogenetic approach to biological nomenclature: a reply to Lidén and Oxelman. *Zool. Scr.*, 26: 67-70.
- De Queiroz, K. 2000. The definitions of taxon names: A reply to Stuessy. *Taxon*, 49: 533-536.
- De Queiroz, K. y M. Donoghue. 1988. Phylogenetic systematics and the species problem. *Cladistics*, 4: 317-338.
- De Queiroz, K. y J. Gauthier. 1990. Phylogeny as a central principle in taxonomy: Phylogenetic definitions of taxon names. *Syst. Zool.*, 39: 307-322.
- De Queiroz, K. y J. Gauthier. 1992. Phylogenetic taxonomy. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 23: 449-480.
- De Queiroz, K. y J. Gauthier. 1994. Toward a phylogenetic system of biological nomenclature. *Trends Ecol. Evol.*, 9: 27-31.
- Del Campo, M. y R. Sánchez. 1938. Herpetología mexicana antigua. II. Nomenclatura y taxonomía de las serpientes. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.*, 54(1): 177-198.
- Del Paso y Troncoso, F. 1988. *La botánica entre los nahuas y otros estudios*. Secretaría de Educación Pública, México, 287 p.
- Di Gregorio, M. A. 1982. In search of the natural system: problems of zoological classification in Victorian Britain. *Hist. Phil. Life Sci.*, 4: 225-254.
- Díaz del Castillo, B. 1982. *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*. Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, México.
- Diodato, V. P. 1994. *Dictionary of Bibliometrics*. The Haworth Press, Nueva York, 185 p.
- Dirzo, R. y P. Raven. 1994. Un inventario biológico para México. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 55: 29-34.
- Dobzhansky, T. 1972. Species of *Drosophila*. New excitement in an old field. *Science*, 177: 664-669.
- Dobzhansky, T. 1935. A critique of the species concept in biology. *Philos. Sci.*, 2: 344-355.
- Dobzhansky, T. 1937. *Genetics and the origin of species*. Columbia University Press, Nueva York.
- Dondé, J. y J. Dondé. 1873. *Apuntes sobre las plantas de Yucatán*. Mérida, 259 p.
- Dondé, J. y J. Dondé. 1876. *Lecciones de Botánica*. Mérida, 200 p.
- Donoghue, M. J. y J. W. Kadereit. 1992. Walter Zimmerman and the growth of phylogenetic theory. *Syst. Biol.*, 41: 74-85.
- DRALE, 1992. Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española. DRALE, Barcelona.
- Duncan, T. y Meacham, C. A. 1989. *Taxonomic Keys Using Meka*. University Herbarium. Berkeley.
- Du Rietz, G. E. 1930. The fundamental units of biological taxonomy. *Svensk. Bot. Tidskr.*, 24: 333-428.
- Duellman, W. E. 1977. Herpetology at the University of Kansas. *Herp. Rev.*, 8(2): 30-32.
- Dugés, E. 1889. Sinopsis de los meloideos de la República Mexicana. *An. Mus Mich.*, Año segundo, 5-9,10-15, 34-40, 49-114.
- Dupuis, C. 1979. *La Systematique phylogenetique de W. Hennig*. Cahiers de Nat., 34:1-69.
- Durbin, P. 1980. *A guide to the culture of science, technology, and medicine*. Free Press, Nueva York.
- Eldedge, N. y J. Cracraft. 1980. *Phylogenetic patterns and the evolutionary process*. Columbia University Press, Nueva York, 346 p.

- Emery, A. R. 1994. Changing philosophies, roles and responsibilities. *Inst. Symp & Fidt World Congress on Preserv. and Conserv. of Nat Hist.*, 3: 111-126.
- Emmart, E. W. 1940. *The Badianus Manuscript (Codex Barberini, Latin 241)*. Vatican Library; an aztec herbal of 1552. The Johns Hopkins Press, Baltimore.
- Engstrand, I. H. W. 1981. *Spanish Scientists in the New World*. University of Washington Press, Seattle y Londres. 220 p.
- Escalante, T. E., J. Llorente, D. N. Espinosa y J. Soberón. 2000. Bases de datos y sistemas de información: Aplicaciones en Biogeografía. *Rev. Acad. Col. Cienc.*, 24(92): 325-341.
- Espinosa, D. y J. Llorente. 1996. Biología comparada: comprender la biodiversidad. *Biodiversitas*, 9: 11-14.
- Farber, P. L. 1982. The Emergence of Ornithology as a Scientific Discipline, 1760-1850. Dordrecht, D. Reidel, Boston.
- Ferrari-Pérez, F. 1886. Catalogue of animals collected by the Geographical and Exploring Commission of the Republic of Mexico. *Proc. U.S. Natl. Mus.*, 9: 125-182.
- Farris, J. S. 1983. The logical basis of phylogenetic analysis, pp. 7-36. En: Platnick, N. I. y V. A. Funk (Eds.), *Advances in Cladistics*, Vol. 2. *Proceedings of the Second Meeting of the Willi Hennig Society*. Columbia Univ. Press, Nueva York.
- Fernández Del Castillo, F. 1956. *Historia de la Academia Nacional de Medicina de México*. Fournier, México, 227 p.
- Fernández Del Castillo, F. 1959. *Bibliografía de la Academia Nacional de Medicina 1936-1956*. Fournier, México, 397 p.
- Fernández, F. J., M. Hoyos y D. R. Miranda. 1995. Especie: ¿es o son?. *Innovación y Ciencia*, 4(1): 32-37.
- Feyerabend, P. K. 1974. *Contra el método*. Ariel, Barcelona, 209 p.
- Flores, F. 1982. *Historia de la medicina en México desde la época de los indios hasta el presente*. Vol I y II. IMSS, México.
- Flores, O. y A. Nieto. 1989. La taxonomía herpetológica en México: un análisis breve. *Ciencias*, Ed. Esp., 3: 103-112.
- Flores, O. y A. Nieto. 1994. La taxonomía herpetológica en México: un análisis breve, pp. 427-444. En: Llorente, J. e I. Luna. (Comps.). *Taxonomía Biológica*. FCE, México.
- Flores, O. y H. H. Ochoterena-Boot. 1991. *José Ramírez (1852-1904): vida y obra*. IBUNAM, México, 102 p.
- Flores, O. y A. Hernández-Gómez. 1987. Biología Centrali-Americana. En: *Enciclopedia de México*. Vol. 2, México. 984.
- Flores, O. y P. Gerez. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. UNAM y CONABIO, México, 439 p.
- Foucault, W. 1968. *Las palabras y las cosas. Una arqueología de las ciencias humanas*. Siglo XXI, México, 375 p.
- Foucault, M. 1970. *The Order of Things*. Random House, Nueva York.
- Freeman, C. 1974. Bradford Bibliographs and the Literature of Marine Science. *Australian Academic and Research Library*, 5(2): 65-71.
- Gaffney, E. S. 1984. Historical analysis of theories of chelonian relationship. *Syst. Zool.*, 33: 283-301.
- Galicia-Alcántara, M. A. 1990. La Entomología en Latinoamérica, un ensayo bibliométrico. *Folia Entomol. Mex.*, 80: 263-277.

- Gándara, G. 1930. La hierba de la leche. *Mem. Soc. Cient. Ant. Alz.*, 52: 237-246.
- García-Aldrete, A. N. 1985a. The species group "Patzunensis" of the genus *Lachesilla* (Posocoptera: Lachesillidae). *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.*, 6(1): 53-72.
- García-Aldrete, A. N. 1985a. The species of *Lachesilla* in the group "Texcocana" (Posocoptera: Lachesillidae). Descriptions, records and relationships. *Folia Entomol. Mex.*, 5: 37-62.
- Galindo y Villa, J. 1901. *Biografía del señor D. Alfonso Herrera, Presidente Honorario de la Sociedad*. En memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate, (Rafael Aguilar y Santillana), Imprenta del Gobierno Federal, México, 321 p.
- García-Cubas, A. 1987. Malacología en México, pp. 187-205. En: Gómez Aguirre, S. y V. Arenas Fuentes (Eds.) *Contribuciones en Hidrobiología*. UNAM, México.
- García-Cubas, A. y Reiche C. 1993. Estado actual de la investigación sobre diversidad de moluscos en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 44: 191-208.
- García-Cubas, A. y Castillo, Z. 1986. Taxonomía y anatomía comparada de las ostras de las costas de México. *An. Inst. Cienc. Mar y Limn.*, 13(2): 249-314.
- Gaston, K. J. y R. M. May. 1992. Taxonomy of taxonomists. *Nature*, 356: 26.
- Gates, W. 2000. An Aztec Herbal: The Classic Codex of 1552. 192 p.
- Genoways, H. H., J. R. Choate, E. F. Pembleton, I. F. Greenbaum y J. W. Bickham. 1979. Systematists, other users, and uses of North American collections of recent mammals. *Museology*, 3: 1-87.
- Genoways, H. H. y D. A. Schlitter. 1981. Collections of recent mammals of the world, exclusive of Canada and The United States. *An. Carnegie Mus.*, 50(3): 47-80.
- Geoffroy Saint-Hilaire, E. 1818. *Philosophie anatomique. Des organes respiratoires sous le rapport de la détermination de leurs pièces osseuses*. París, 512 p.
- Ghiselin, M. T. 1974. A radical solution to the species problem. *Syst. Zool.*, 23: 536-544.
- Ghiselin, M. T. 1984. *The triumph of the darwinian method*. University of Chicago Press. Chicago.
- Ghiselin, M. T. 1997. *Methaphysics and the origen of species*. State University of New York Press. Nueva York, 377 p.
- Ghiselin, M. T. y L. Jaffe. 1973. Phylogenetic classification in Darwin's Monograph on the Sub-class Cirripedia. *Syst. Zool.*, 22: 132-140.
- Gío-Argáez, R. y G. Rivas. 1993. Contribución de la Sociedad Mexicana de Historia Natural al estudio de la Biodiversidad en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 44: 19-49.
- Gilmour, J. S. L. 1989. Two early papers on classification. *Plant Syst. Evol.*, 167: 97-107.
- Glick, T. F. 1989. *Darwin y el darwinismo en el Uruguay y América Latina*. Universidad de la República Montevideo, 136 p.
- Glick, T. F. 1992. La ciencia latinoamericana en el siglo XX. *Arbor*, 142: 233-252.
- Godínez, J. L. y M. Ortega. 1989. *Liquenología de México, historia y bibliografía*. IBUNAM, México, 46 p.
- Goffman, W. y T. G. Morris. 1970. Bradford's law applied to the maintenance of library collections, pp. 200-203. En: T. Saracevic (Comp. y Ed.) *Introduction to information Science*. Bowker, Nueva York.
- Goffman, W. y S. K. Warren. 1969. Dispersion of Paper Among Journals Based on Mathematical Analysis of Two Diverse Medical Literatures. *Nature*, 221(5187): 1205.

- Goldman, E. A. 1951. Biological investigations in Mexico. *Smiths. Misc. Coll.*, 115: 1-476.
- Gómez-Pompa, A. 1979. Antecedentes de las Investigaciones Botánico-Ecológicas en la Región del Río Uxpanapa, Veracruz, México. *Biótica*, 4: 127-133.
- Gómez-Pompa, A. 1982. La Etnobotánica en México. *Biótica*, 7(2): 151-161.
- Gómez-Pompa, A. 1993. Las raíces de la etnobotánica mexicana, pp. 26-37. En: Guevara, S., P. Moreno-Casasola y J. Rzedowski (Comps.). *Logros y Perspectivas del Conocimiento de los Recursos Vegetales de México en vísperas del Siglo XXI*. Instituto de Ecología A. C. y Sociedad Botánica de México.
- Gómez-Pompa, A. 1998. La conservación de la biodiversidad en México: mitos y realidades. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 63: 33-41.
- Gómez-Pompa, A., J. S. Flores y M. A. Fernández. 1991. The sacred groves of the Maya. *Lat. Am. Antiquity*, 1(3): 247-257.
- González, L. 1991. *El oficio de historiar*. El Colegio de Michoacán, México, 268 p.
- Gorbea, S. 1990. Análisis de la dispersión bibliográfica en materia de Población relativa a América Latina. *Informetría*, 2: 113-143.
- Gorbea, S. 1996. *El Modelo Matemático de Bradford: Su aplicación a las revistas latinoamericanas de las ciencias bibliotecológica y de la información*. Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas, UNAM, México, 152 p.
- Gorbea, S. y E. Setién-Quesada. 1997. Las supuestas "leyes" métricas de la información. *Rev. Gen. Inf. Doc.*, 7(2): 87-93.
- Gould, S. J. 1994a. *Brontosaurus y la nalga del ministro*. RBA Editores, Barcelona, 444 p.
- Gould, S. J. 1994b. *La vida maravillosa*. RBA Editores, Barcelona, 313 p.
- Gould, S. J. 1995a. *La sonrisa del flamenco*. RBA Editores, Barcelona, 386 p.
- Gould, S. J. 1995b. *Dientes de gallina dedos de caballo*. RBA Editores, Barcelona, 330 p.
- Grant, V. 1981. *Plant speciation*. Columbia University Press, Nueva York.
- Grasse, P. P. 1948. *Traite de Zoologie*. París.
- Greuter, W., J. McNeill, F. R. Barrie, H. M. Burdet, V. Demoulin, T. S. Filgueiras, D. H. Nicolson, P. C. Silva, J. E. Skog, P. Trehane, N. J. Turland y D. L. Hawksworth. (Eds.). 2000. International Code of Botanical Nomenclature (Saint Louis Code) adopted by the XVI International Botanical Congress, St Louis, Missouri, July-August 1999. *Regnum Vegetabile* 138. Koeltz Scientific Books, Königstein.
- Grobet-Palacio, R. 1983. *El Peregrinar de las Flores Mexicanas. José Mariano Mociño y Losada 1757-1822*. CECSA-INIREB, México.
- Groos, O. V. 1967. Bradford law and the Keenan-Atherton data. *Am. Doc.*, 18(1): 46-47.
- Gruber, H. E. 1972. Darwin's 'tree of nature' and other images of wider scope, pp. 121-140. En: J. Wechsler (Ed.). *On Aesthetics and Science*. MIT Press, Cambridge.
- Guedes, M. 1967. La methode taxonomique de Adanson. *Rev. His. Sci. Applic.*, 20: 361-386.
- Guerra, C. 1986. Análisis taxonómico poblacional de los peces anterínidos (Chirostoma y Poblana), de las cuencas endorreicas del extremo sur del Antiplano Mexicano. *An. Esc. Nal. Cienc. Biol.*, 30: 81-113.
- Guerra, F. 1950. *Bibliografía de la materia médica mexicana*. Fournier, México, 423 p.

- Gutiérrez, A. L. 1999. Hacia un conocimiento de los Papilionoidea de México a través de la literatura publicada. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.
- Guyénot, E. 1956. *Las ciencias de la vida en los siglos XVII y XVIII: El concepto de evolución*. Unión Tipográfica Hispano Americana, México.
- Hacking, I. 1992. Style for Historians and Philosophers. *Stud. Hist. Phil. Sci.*, 23(1): 1-20.
- Häeckel, E. 1866. *Generelle Morphologie der organismen*. G. Reimer, Berlin.
- Hagen, J. 1982. Experimental taxonomy, 1930-1950: the impact of cytology, ecology, and genetics on ideas of biological classification. Tesis de Doctorado, Oregon State University.
- Halffter, G. 1955. Notas sobre *Phanaeus*. II. *Phanaeus martinezi nov. sp.* *Rev. Soc. Mex. De Hist. Nat.*, 1(1-2): 73-84.
- Halffter, G. 1978. La taxonomía, pp. 123-129. En: Estrada, L. y J. Flores (Comps.). *Perspectivas en la Biología y en la Física. Revista la Naturaleza y Academia de la Investigación Científica*, México.
- Halffter, G. 1980. Los museos de historia natural: alternativas de nuestros días. *Folia Entomol. Mex.*, 46: 7-17.
- Halffter, G. 1996. Una visión de la Sociedad Mexicana de entomología en su XLIV Aniversario. *Folia Entomol. Mex.*, 96: 1-13.
- Halffter, G. 1997. La Sociedad Mexicana de Entomología a 44 años de su fundación, pp. 69-76. En: Deloya, C. *La Sociedad Mexicana de entomología: pasado, presente y futuro*. Sociedad Mexicana de Entomología.
- Halffter, G. y V. Halffter, 1998. Instituto de Ecología, pp. 45-81. En: *Historia de las instituciones SEP-CONACyT*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Hankins, T. L. 1988. *Ciencia e ilustración*. Siglo XXI, México.
- Hanson, N. R. 1977. *Patrones de descubrimiento, observación y explicación*. Alianza, Madrid.
- Harvey, W. 1651. *Exercitationes de generation animalium*. Londres.
- Harwood, J. 1993. *Styles of Scientific Thought: The German Genetics Community, 1900-1933*. University of Chicago Press, Chicago, 423 p.
- Hawksworth, D. L. 1995. The resource base for biodiversity assessments, pp. 548-605. En: Heywood, V. H. y R. T. Watson (Eds.). *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge University Press.
- Hawksworth, D. L., P. M. Kirk, B. C. Sutton y D. N. Pegler. 1995. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 8 Edition, Pegler, pp 650. También en: CAB Bioscience: <http://194.131.255.3/cabipages/Names /fundic.asp>.
- Hegel, G. 1956. *The philosophy of history*. Dover, Nueva York, 457 p.
- Hegel, G. 1975. *Lectures on the philosophy of world history; introduction, reason in history*. Cambridge university, Cambridge, 252 p.
- Hendrichs, S. J. 1995. Clasificación de cepas de *Klebsiella* con Lectinas. *Rev. Lat. Microbiol.*, 37(1): 11-17.
- Hemsley, W. B. 1887. Bosquejo de la exploración botánica en México. *La Naturaleza*, 2(1): 1.
- Hennig, W. 1950. *Grundzüge einer Theorie der phylogenetischen Systematik*. Deutsche Zentralverlag, Berlin.
- Hennig, W. 1966. *Phylogenetic systematics*. University of Illinois Press, Urbana, 263 p.
- Hennig, W. 1968. *Elementos de una sistemática filogenética*. EUDEBA, Buenos Aires, 356 p.
- Hernández, F. 1942-1946. *Historia de las plantas de Nueva España*, Instituto de Biología, Imprenta Universitaria, México, 3 Vol.
- Hernández Xolocotzi, E. 1961. La biología agrícola en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 22: 153-184.

- Hernández-Xolocotzi, E. 1955. El desarrollo de las investigaciones biológicas y la preparación de biólogos en México, *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 16: 1-10.
- Hernández-Xolocotzi, E. 1960. Las Ciencias Naturales y el desarrollo social de México, *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 21: 1-9.
- Herschel, J. 1832. *A preliminary didcourse of the study of natural philosophy*. Lardner, Londres.
- Herrera, A. L. 1898-1914. Ornitología Mexicana. *La Naturaleza*, 2(3): 129-229, 267-358, 407-547, 563-680; 3(1): 1-232.
- Herrera, A. L. 1921. La biología en México durante un siglo, pp. 488-504. En: Herrera, A. L. *Biología y plasmogenia*. Secretaria de Fomento, México.
- Herrera, T. 1965. Tendencias actuales de la sistemática vegetal. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 26: 101-114.
- Herrera, T. 1967. Historia del Departamento de Botánica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Bot.*, 38(1): 193-201.
- Herrera, T. 1994. Perspectivas de la investigación en micología. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 55: 39-44.
- Herrera, T., M. Ortega, J. L. Godínez y A. Butanda. 1998. *Breve Historia de la Botánica en México*. FCE, México, 167 p.
- Herrera, T. y A. Butanda. 1999. La botánica en México. Contribuciones, estado actual y perspectivas, pp. 169-211. En: Aréchiga, H. y C. Beyer (Coord.). *Las ciencias naturales en México*. FCE, México.
- Hessen, B. 1931. The social and economic roots of Newton's Principia. En: Bukharin, N. *et al.*, *Science at the Crossroads*. London, Knia pp.
- Hessen, B. 1989. Las raíces socioeconómicas de la mecánica de Newton, pp. 79-146. En: J. J. Saldaña (Ed.). *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias*. UNAM, México.
- Hibbett, D. S. y Donoghue, M. J. 1998. Integrating phylogenetic analysis and classification in fungi. *Mycologia*, 90: 347-356.
- Hinton, H. E. y H. L. Ancona. 1935. Fauna de coleópteros en nidos de hormigas (*Atta*), en México y Centro América. *An. Inst. Biol. UNAM*, 6(3-4): 307-316.
- History of Science Society. 2002. History of science and technology database http://depts.washington.edu/hsexec/hss_hstdatabase.html.
- Hoffmann, A. 1984. Datos sobre la bioespeleología en México. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.*, 28: 55-72.
- Hoffmann, A. 1993. *Las colecciones de artrópodos de A. Hoffmann*. IBUNAM, México, 43 p.
- Hoffmann, A., J. L. Cifuentes y J. Llorente. 1993. *Historia del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM*. Prensa Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México, México, 469 p.
- Hoffmann, A. y G. Lopez-Campos. 2000. *Biodiversidad de ácaros en México*. CONABIO y Jiménez Editores, México, 230 p.
- Holman, E. W. 1985. Evolutionary and psychological effects in pre-evolutionary classifications. *J. Classific.*, 2: 29-39.
- Hull, D. 1965. The effect of esencialism of taxonomy. Two thousand years of stasis. *Brit. Jour. Phyl. Sci.*, 16: 60-61.
- Hull, D. 1974. *Philosophy of Biological Science*. Prentice Hall, Englewood-Cliffs.
- Hull, D. 1988. *Science as a process*. The University of Chicago Ill, Chicago, 585 p.
- Humboldt, A. von. 1802. *Tablas geográficas políticas del Reino de Nueva España, que manifiestan su superficie, población, agricultura, fábricas, comercio, minas, rentas y fuerzas militares*. México.

- Humboldt, A. Von. 1805. *Essai sur la géographie des plantes; accompagné d'un tableau physique des régions équinoxiales*. París.
- Humboldt, A. Von. 1822. *Ensayo político sobre la Nueva España*, Vol. 4, París.
- Huxley, J. S (Comp.). 1940. *The new systematics*. Claredon Press, Londres.
- Huxley, J. S. 1942. *Evolution, the Modern Syntesis*. Allen & Unwin, Londres.
- Ibarra, S. 1937a. Contribuciones a la historia de las ciencias biológicas en México. Doctor Francisco Hernández. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 8: 419-435.
- Ibarra, S. 1937b. Contribuciones a la historia de las ciencias biológicas en México. Prof. D. Vicente Cervantes boceto biográfico. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 8: 631-647.
- Ibarra, S. 1938a. Contribuciones a la historia de las ciencias biológicas en México. Profesor Don Miguel Bustamante y Septiem. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 9: 263-272.
- Ibarra, S. 1938b. Contribuciones a la historia de las ciencias biológicas en México. José Mariano Mociño. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 9: 257-262.
- Ibarra, S. 1940. Contribución a la historia de las ciencias biológicas en México VI. Nota biográfica Dr. Don Antonio Peñafiel y Barranco. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 11: 409-411.
- ICZN (The International Commission on Zoological Nomenclature). 1999. *Nomenclature International Code of Zoological Nomenclature*. International Trust for Zoological Nomenclature, Londres.
- Imbrie, J. 1957. The species problem with fossil animals, pp. 125-153. En: Mayr, E. (Comp.). *The species problem*. AASS, Washington.
- IMERNAR. 1999. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Versión en CD del texto completo de la revista (1938-1999).
- Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación López Piñero, 2000. En página de internet Objetivos del Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación López Piñero <http://www.uv.es/~fresquet/TEXTOS-objetivos.html>.
- Instituto de Biología. 1981. Informe de actividades 1979-1981. Instituto de Biología, México, 98 p.
- Instituto de Biología. 1983. Informe de actividades 1982-1983. Instituto de Biología, México, 75 p.
- Instituto de Biología. 1984. Informe de actividades 1984. Instituto de Biología, México, 63 p.
- Instituto de Biología. 1988. Informe de actividades 1988. Instituto de Biología, México, 149 p.
- Instituto de Biología. 1989. Informe de actividades 1989. Instituto de Biología, México, 112 p.
- Instituto de Biología. 1991. Informe de actividades 1987-1991. Instituto de Biología, México, 144 p.
- Instituto de Biología. 1995. Informe de actividades 1991-1995. Instituto de Biología, México, 132 p.
- Instituto de Biología. 1997. Informe de actividades 1996-1997. Instituto de Biología, México, 75 p.
- Instituto de Biología. 2001. Informe de actividades 1999-2001. Instituto de Biología, México, 179 p.
- Instituto de Ecología. 2001. En: <http://www.ecologia.edu.mx/perfil/filosofia.htm>.
- ISI (Institute of scientific Information). 2002. En (<http://132.248.67.1:8080/wos/isis/cgi/CIW.cgi>).
- Izquierdo, J. J. 1949. *Raudon, cirujano poblano de 1810: Aspectos de la cirugía mexicana de principios del siglo XIX en torno de una vida*. Ediciones Ciencia, México, 299 p.
- Izquierdo, J. J. 1955. *Montaña y los orígenes del movimiento social y científico de México*. Ediciones Ciencia, México, 442 p.

- Izquierdo, J. J. 1958. *La primera casa de las ciencias en México: El real seminario de minería, 1792-1811*. Ediciones Ciencia, México, 271 p.
- Jacob, M. 1976. *The Newtonians and the English Revolution*. Cornell University Press, Nueva York.
- Jahn, I., R. Lothar y K. Senglaub. 1989. *Historia de la biología*. Labor, Barcelona, 780 p.
- Jardine, N. y R. Sibson 1971. *Mathematical taxonomy*. Wiley, Londres, 286 p.
- Jayawardene, S. A. 1982. *Reference books for the historian of science*. London Science Museum, Londres.
- Jefrey, C. 1975. *Nomenclatura Biológica, Código Internacional de Nomenclatura Botánica y Código Internacional de Nomenclatura Zoológica*. Blume, Madrid.
- Jiménez, F. 1615. *Cuatro libros de la naturaleza y virtudes de las plantas y animales que tienen uso medicinal en la Nueva España*, México.
- Johnson, L. A. y Porter, J. M. 1998. Serving two masters: applying principles of phylogenetic nomenclature under constraints imposed by the ICBN. *Amer. J. Bot.*, 85(6): 138.
- Jones, G. N. 1966. *An annotated bibliography of Mexican ferns*. University of Illinois Press, Urbana y Londres.
- Juárez, L. C. 1980. Las colecciones de vertebrados en México: un ejemplo de dependencia científica. *Foro*: 7 p.
- Kellogg, R. 1932. Mexican tailless Amphibians in the United States National Museum. *Bull. U.S. Nat. Mus.*, 160: 1-224.
- Kendall, M. G. 1960. The Bibliography of Operational Research. *Quarterly*, 11(1-2): 31-36.
- Kitcher, P. 1984. Species. *Phil. Sci.*, 51: 308-333.
- Kluge, A. G. 1979. Herpetology at the University of Michigan. *Herp. Rev.* 10(3): 91-92.
- Knight, D. 1985. William Swainson: types, circles and affinities, pp. 83-94. En: North, J. D. y J. J. Roche (Eds.). *The Light of Nature: Essays in the History and Philosophy of Science Presented to A. C. Crombie*. Dordrecht: Martinus Nijhoff.
- Kohlmann, B. 1981. Construcción de árboles filogenéticos con métodos numéricos. Un ejemplo: las especies norteamericanas de *Ateuchus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Folia Entomol. Mex.*, 48: 71.
- Kohlmann, B. 1984a. El análisis de correlación de caracteres taxonómicos: el ejemplo de *Ateuchus* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Resúmenes del XIX Congreso Nacional de Entomología*, Guanajuato, pp. 187-188.
- Kohlmann, B. 1984b. Algunos aspectos de la taxonomía numérica y sus usos en México, pp. 95-116. En: Llorente, J. y I. Luna. (Comps.). *Taxonomía Biológica*. FCE, México.
- Kohlmann, B. y G. Halffter. 1990. Reconstruction of a specific example of insect invasion waves: the cladistic analysis of *Canthon* (Coleoptera: Scarabaeidae) and related genera in North America. *Quaest. Ent.*, 26: 1-20.
- Koyré, A. 1939. *Galileo Studies*. Harvester, Londres.
- Koyré, A. 1965. *Newtonian Studies*. Londres.
- Koyré, A. 1978. *Estudios de Historia del Pensamiento Científico*. Siglo XXI, México.
- Koleff, P. 1997. Introducción a las bases de datos en la biología comparada contemporánea. *Publ. Doc. Mus. Zool.*, UNAM, México, 1: 1-37.
- Koleff, P. y J. Llorente-Bousquets. 1999. Colecciones. En: Papavero, N. y J. Llorente Bousquets (Comp.). *Herramientas prácticas para el ejercicio de la taxonomía zoológica* (Colecciones, Bibliografía, Ilustración y Nomenclatura). FCE, México.
- Kragh, H. 1989. *Introducción a la Historia de la Ciencia*. Crítica, Barcelona, 281 p.
- Kreel, F. T. 2002. Citation in Taxonomy. *Nature*, 415: 957.

- Kress, W. J. y P. T. Depriest. 2002. Linnaeus visits the 21th Century. *Taxon*, 51: 5-6.
- Kron, K. A. 1997. Exploring alternative systems of classification. *Aliso*, 15: 105-112.
- Whewell, W. 1840. *The Philosophy of the Inductive Sciences, Founded Upon Their History*, in two volumes, London.
- Kuhn, T. 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. University of Chicago Press.
- Kuhn, T. 1971. *La estructura de las revoluciones científicas*. FCE, México, 319 p.
- Kuhn, T. 1990. La historia de la ciencia, pp. 195-213. En: J. J. Saldaña (Ed.). *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias*. UNAM.
- Kumate, J. 1990. Libellus de medicinalibus indorum herbis. *Ciencia y Desarrollo*, 16(95): 17-22.
- Lagman, I. 1964. *A selected guide to the literature on the flowering plants of Mexico*. University of Pennsylvania Press, Pensilvania, 1015 p.
- Lakatos, I. 1975a. La falsación y la metodología de los programas de investigación científica. En: Lakatos, I. y A. Musgave. *La crítica y el desarrollo del conocimiento*. Grijalbo, México, 523 p.
- Lakatos, I. 1975b. La historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales, pp. 455-509. En: Lakatos, I. y A. Musgave. *La crítica y el desarrollo del conocimiento*. Grijalbo, México.
- Lamarck, J. B. 1809. *Philosophie Zoologique, ou exposition des considérations relatives á l'histoire Naturelle des Animaux, á la diversité de leur organisation et des facultés qu'ils en obtiennent; aux causes physiques qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens qu'ils exécutent; enfin, á celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués*. 2 vols., París.
- Lamas, G. 1986. Ilustraciones Inéditas de Lepidópteros Mexicanos de la Expedición de Sesse y Moziño (1787-1803). *Rev. Soc. Mex. Lep.*, 10(2): 27-34.
- Lambert, D. M. y H. G. Spencer (Ed.). 1995. *Speciation and the recognition concept: theory and application*. The John Hopkins University Press, Londres, 502 p.
- Lamo de Espinosa, E., J. M. González y C. Torres. 1994. *La sociología del conocimiento y de la ciencia*. Alianza, México, 632 p.
- Lamothe, R. 1981. En defensa de la taxonomía. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.*, 52(1): 481-483.
- Lamothe, R. 1987. Importancia de la taxonomía en parasitología. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.*, 58(2): 883-886.
- Lamothe, R. 1994. El estado de la taxonomía zoológica en México, 345-363 pp. En: Llorente, J. e I. Luna. (Comps.). *Taxonomía Biológica*. FCE, México.
- Landa, D. 1566. *Relación de las cosas de Yucatán*. Ms. En la Real Academia de la Historia, Madrid. Copia fotostática completa con tres mapas en 135 hojas, de una por cara. Publicada también por el Consejo Editorial de Yucatán A. C. En 1986.
- Larson, J. L. 1971. *Reason and Experience: The Representation of Natural Order in the Work of Carl von Linne*. Berkeley, University of California Press.
- Larousse. 1994. *Pequeño Larousse ilustrado*. Larousse, Madrid.
- Lasègue, A. 1845. Musée botanique de Bemj. Dlessert. Not. S. les collect. De plantes et la biblioth. Que le composent. París, 8: 588.
- Laudan, L. 1977. *Progress and its Problems: Toward a Theory of Scientific Growth*. University of California, Press, Los Ángeles, pp. 128-133.

- La Vergata, A. 1987. Au nom de l'espece: classification et nomenclature au XIXe siecle, pp. 193-225. En: *Histoire du concept de l'espece dans les sciences de la vie* (S. Atran, ed.). Fondation Singer-Polignac, París.
- Lavoisier, A. L. 1774. *Opuscules et chimiques*. Durand, París, 436 p.
- Lazcano, M., O. Flores, M. Benabib, A. Hernández, P. Chávez y A. Cabrera. 1986. Estudio y conservación de los Anfibios y Reptiles de México: una propuesta. *Cuad. Div. INIREB*, 25: 1-53.
- Ledesma, I. 1990. Esbozo del desarrollo histórico de la biología en Puebla. *Quiipu*, (1): 93-125.
- Leibniz, G. W. 1701-1704. *Nouveaux Essais sur l'entendement humain*, par l'auteur du *Système de l'Harmonie préétablie*. París.
- León, L. 1989. Algunos aspectos de la taxonomía mastozoológica en México: historia, problemática y alternativas. *Ciencias número especial*, 3: 103-112.
- León, L. 1994. Algunos aspectos de la taxonomía mastozoológica en México: historia, problemática y alternativas, pp. 485-504. En: Llorente, J. e I. Luna. (Comps.). *Taxonomía Biológica*. FCE, México.
- León, N. 1895. *Biblioteca botánico mexicana, Catálogo bibliográfico y crítico de autores y escritos referentes a vegetales de México*. Secretaría de Fomento, México, 372 p.
- León-Portilla, M. 1961. *Los Antiguos mexicanos a través de sus crónicas y cantares* FCE, México, 198 p.
- León-Portilla, M. 1973. *Historia natural y crónica de la antigua California de Miguel del Barco* (edición y estudio). Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, México, 464 p.
- Levin, D. A. 1979. The nature of plant species. *Science*, 204: 381-384.
- Lindroth, C. H. 1973. Systematics specialises between Fabricius and Darwin, 1800-1859, pp. 119-154. En: Smith R. F. et al., (Eds). *History of Entomology*. Annual Reviews, Palo Alto.
- Linneo, C. 1758. *Systema Naturae per Regna tria Naturae*. Estocolmo.
- Llorente, J. 1986. Algunas ideas de la teoría sistemática contemporánea: conceptos en cladismo. *Ciencias número especial*, 1: 74-87.
- Llorente, J. 1990. *La búsqueda del método natural*. FCE, La ciencia desde México, No. 95, 150 p.
- Llorente, J. y J. Castro. 2002. Colecciones entomológicas en instituciones taxonómicas de Iberoamérica: ¿Hacia estrategias para el inventario de la biodiversidad? *Monografías Tercer Milenio (Sociedad Entomológica Aragonesa & CYTED)*, 2: 207-318.
- Llorente, J. y P. Koleff. 1997. La actividad taxonómica en México. *Biodiversitas*, 13: 11-14.
- Llorente, J. e I. Luna (Comps.). 1994. *Taxonomía Biológica*. FCE, México, 626 p.
- Llorente J. y L. Michán. 2000. El concepto de especie e implicaciones para el desarrollo de inventarios y estimaciones en biodiversidad. Memorias RIBES. En: Martín-Piera, F., J. J. Morrone y A. Melic (Eds.). *Hacia un proyecto CYTED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: Pribes-2000*. Monografías tercer milenio Vol. 1, Zaragoza, pp. 87-96.
- Llorente, J. y J. J. Morrone. (Eds.). 2002. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos en México Vol III*. F.C. UNAM, México.
- Llorente, J., A. Luis, J. Soberón e I. Vargas. 1993. Biodiversidad de las mariposas: su conocimiento y conservación en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 44: 313-326.

- Llorente, J., I. Luna, J. Soberón y L. Bojórquez. 1994. Biodiversidad, su inventario y conservación: teoría y práctica en la taxonomía alfa contemporánea. En: Llorente, J. e I. Luna. (Comps.). *Taxonomía Biológica*. FCE, México, pp. 507-520.
- Llorente, J., A. M. García, E. González y C. Cordero. 1996. Breve panorama de la taxonomía de artrópodos en México. En: Llorente, J., A. García y E. González (Eds.). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. IB UNAM, México, pp.3-14.
- Llorente, J., L. Oñate, A. Luis e I. Vargas. 1997. *Papilionidae y Pieridae de México: Distribución Geográfica e Ilustración*. UNAM, México, 235 pp.
- Llorente, J. B., P. Koleff y H. Benítez. 2000A. *Síntesis del estado de las colecciones biológicas mexicanas. Resultados de la encuesta: "Inventario y diagnóstico de la actividad taxonómica en México 1996-1998"*. CONABIO, México, 143 p. y dos discos.
- Llorente, J., E. González y N. Papavero (eds.). 2000b. *Biodiversidad, Taxonomía y Biogeografía de Artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento*. Volumen II. Fac. Ciencias, UNAM-CONABIO. México. 676 p.
- Llorente, J., J. J. Morrone y H. Ponce. 2001. *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. III*. UNAM-CONABIO 690 p.
- López-Lemus, L. 1988. Especiación y evolución de peces marinos estudiados mediante el análisis genético-bioquímico de proteínas. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.*, 32(1-4): 155-176.
- López-Ochoterena, E. 1964. Tendencias actuales de la taxonomía. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 25: 109-119.
- López-Ochoterena, E. 1970. Historia de las investigaciones sobre protozoarios de vida libre de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 31: 1-16.
- López-Ochoterena, E. y G. Casas-Andreu. 1991. Los biólogos en el SNI. *Ciencia y Desarrollo*, 16: 101-114.
- López-Ochoterena, E. y M. Madrazo. 1977. Panorama retrospectivo de la protozoología mexicana (1841-1986). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 38: 67-76.
- López-Ochoterena, E y J. Ramírez-Pulido. 1999. La zoología en México. Contribuciones, estado actual y perspectivas, pp. 212-254. En: Aréchiga, H. y C. Beyer. (Coord.). *Las ciencias naturales en México*. FCE, México.
- Lopez-Piñero, J. M. 1992a. Las etapas iniciales de la historiografía de la ciencia. Invitación a recuperar su internacionalidad y su integración. *Arbor*, 142: 21-67.
- López-Piñero, J. M. 1992b. La ciencia latinoamericana en el siglo XX. *Arbor*, 142: 233-252.
- Lot, A. 1993. Destino de nuestras contribuciones botánicas: el caso de las revistas periódicas mexicanas. *Macpalxochitl*, 26(133): 1-12.
- Lot, A. 1994. Las colecciones biológicas nacionales de México: Colecciones del Instituto de Biología UNAM, *Inst. Symp y Fidt World Congress on Preserv. And Conserv. Of Nat Hist. Col.*, 2: 3-15.
- Lot, A. y A. Butanda. 1994. El boletín de la Sociedad Botánica de México en el contexto de las publicaciones científicas. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 55: 59-64.
- Lovejoy, A. O. 1968a. Buffon and the problem of species, pp. 84-113. En: Glass, B., O. Temkin y W. L. Straus Jr. (Eds.). 1968. *Forerunners of Darwin: 1745-1859*. The John Hopkins Press, Baltimore.
- Lovejoy, A. O. 1968b. Kant and Evolution,. En: Glass, B., O. Temkin y W. L. Straus, Jr., (Eds.). 1968. *Forerunners of Darwin 1745-1859*. The John Hopkins Press, Baltimore, pp. 173-206.

- Lovejoy, E. T. 1994. The role of natural History museums in a changing world. *Inst. Symp y Fidt World Congress on Preserv. And Conserv. Of Nat Hist. Co.*, 3: 27-34.
- Lozoya, X. 1982. Fuentes sobre herbolaria medicinal de México. *Biótica*, 7(2): 271-291.
- Lozoya, X. 1984. *Plantas y Luces en México. La real expedición científica a Nueva España (1787-1803)*. Ediciones del Serbal, 224 p.
- Luis A. y J. Llorente. 1990. Mariposas en el Valle de México: Introducción e Historia. 1. Distribución local y estacional de los Papilionoidea de la Cañada de los Dínamos, Magdalena Contreras, D. F., México. *Folia Entomol. Mex.*, 78: 95-198.
- Luis A. y J. Llorente. 1993. Mariposas, 307-385 pp. En: Luna y Llorente (Comps.) *Historia Natural del Parque Ecológico Estatal Omiltemi, Chilpancingo, Guerrero, México*. F. C. UNAM. México.
- Luis, A., I. F. Vargas y J. B. Llorente. 1991. Lepidoptero fauna de Oaxaca I. Distribución y Fenología de los Papilionoidea de la Sierra de Juárez. *Pub. Esp. Mus. Zool. UNAM*, 3: 1-121.
- Luis, A., I. Vargas-Fernández y J. Llorente-Bousquets. 1996. Síntesis de los Papilionoidea (Rhopalocera: Lepidoptera) del estado de Veracruz. *Folia Entomol. Mex.*, 93: 91-133.
- Luis, A. M., J. B. Llorente, I. F. Vargas y A. L. Gutiérrez. 2000. Síntesis preliminar del conocimiento de los Papilionoidea (Lepidoptera: Insecta) de México, pp. 275-285. En: Martín-Piera, F., J. J. Morrone y A. Melic (Eds.). *Hacia un proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES-2000*. Vol1, SEA, Zaragoza.
- Luna, I. 1994. Los conceptos de especie evolutiva y filogenética, pp. 83-94. En: Llorente, J. e I. Luna (Comps.). *Taxonomía Biológica*. FCE, México.
- Lusting, N., E. Del Río, O. Franco y E. Martina. 1989. *Evolución del gasto público en ciencia y tecnología. 1980-1987*. Academia de la Investigación Científica, México.
- Lynn D. H. y E. B. Small. 1997. A Revised Classification of the Phylum Ciliophora Doflein, 1901. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 47: 65-78.
- MacDonald, B. H. y D. Kaunelis. 1995. The Literature on the History of Science and Technology of Canada, 1992-1994. *Scientia Canadensis*, 18(2): 152-199. Disponible en <http://acsweb2.ucis.dal.ca/slis/-background.htm>.
- MacDonald, B. H. y D. Kaunelis. 1998. Defining Subject Boundaries in Interdisciplinary Bibliographic Work. *Pap. Bibl. Soc. Can.*, 36: 31-60.
- Maldonado-Koerdell, M. 1939. La vida y la obra de don Miguel Bustamante y Septiem. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 1(3): 203-214.
- Maldonado-Koerdell, M. 1941. El primer Museo de Historia Natural en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 1: 211-220.
- Maldonado-Koerdell, M. 1958a. Linnaeus, Darwin y Wallace en la bibliografía mexicana de ciencias naturales, I. Primeras referencias a sus ideas en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 20: 63-78.
- Maldonado-Koerdell, M. 1958b. Breve historia de los estudios oceanográficos en México (hasta 1957). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 19(1-4): 173-200.
- Mares, M. A. 1994. Natural History museums: binding the past and the future. *Inst. Symp & Fidt World Congress on Preserv. And Conserv. Of Nat Hist. Col.*, 3: 367-404.

- Martín Del Campo, R. 1937. Contribución al conocimiento de la ornitología del estado de Morelos. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 98(3): 333-351.
- Martín Del Campo, R. 1938a. Ensayo de interpretación del libro undécimo de la historia de Sahagún. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 9: 379-391.
- Martín Del Campo, R. 1938b. Nota bibliográfica. *Historia General de las Cosas de la Nueva España*, por Bernardino de Sahagún. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 9: 277-278.
- Martín Del Campo, R. 1940. Ensayo de interpretación del libro undécimo de la Historia General de las Cosas de Nueva España de Fray Bernardino de Sahagún.-II las aves. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 11: 385-408.
- Martín Del Campo, R. 1941. Ensayo de interpretación del libro undécimo de la Historia General de las Cosas de Nueva España, de Fray Bernardino de Sahagún.-III. Los mamíferos. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 12: 489-506.
- Martín Del Campo, R. 1952. Aves en la historia antigua de México. *Rev. Soc. Mex. Geogr. Estad.*, 73(1-3): 19-44.
- Martínez, A. 1967. Notas para una monografía del género *Trichillum* Harold, 1868, (Col. Scarab. Scarabaeinae-Copriini). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 28: 119-148.
- Martínez, F. 1984. *Historia general de la medicina en México*. Vol I, UNAM, México, 394 p.
- Martínez, M. 1944. Investigaciones botánicas de México. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 1: 7-9.
- Martínez, M. 1994. El sistema de centros SEP-CONACyT en México, pp. 17-42. En: *Ciencia y tecnología en el umbral del siglo XXI*. CONACyT, Porrúa, México.
- Martínez, M. A. 1994. Estado actual de las investigaciones etnobotánicas en México. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 55: 65-74.
- Martínez, S. 1997. *De los efectos a las causas. Sobre la historia de los patrones de explicación científica*. UNAM, Paidós, México, 190 p.
- Martínez, S. y A. Barahona (Comps.). 1998. *Historia y explicación en biología*. FCE, México, 510 p.
- Martínez, S. y L. Olivé (Comps.). 1997. *Epistemología y evolución*. Paidós, México, 295 p.
- Martínez-Báez. M. 1961. La Biología Médica en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 22: 185-215.
- Martínez-Palomo, A. 1994. El desarrollo contemporáneo de las ciencias de la salud en México, pp.171-214. En: *México, ciencia y tecnología en el umbral del siglo XX*. CONACyT, Porrúa, México.
- Martins, R. A. 1994. Building a bibliographical database on old science, medicine and technique in Portugal and Brazil. *Quipu*, 11(3): 311-332.
- Martínez, S. y L. Olivé (Comps.). 1997. *Epistemología evolucionista*. Ed. Paidós, México, pp. 147-183.
- Martínez, S. y A. Barahona (Comps.). 1998. *Historia y explicación en biología*. FCE, México, 510 p.
- Marx, C. 1859. *La contribución a la crítica de la economía política*. Londres
- Mayr, E. 1942. *Systematics and the origin of species*. Columbia University Press, Nueva York.
- Mayr, E. 1957. Species concepts and definitions, pp.1-22. En: Mayr, E. (Ed.). *The species problem*. American Association for Advancement of Science, Washington.
- Mayr, E. 1963. *Animal species and evolution*. Harvard University Press, Cambridge.
- Mayr, E. 1968. The role of systematics in biology. *Science*, 159: 595-599.
- Mayr, E. 1969. *Principles of systematic zoology*. Mc. Graw-Hill, Nueva York.
- Mayr, E. 1970. *Populations, species and evolution*. Harvard University Press, Cambridge.
- Mayr, E. 1981. Biological classification: toward a synthesis of opposing methodologies. *Science*, 214: 510-516.

- Mayr, E. 1982. *The Growth of Biological Thought*. Belknap Press of Harvard, Cambridge, 974 p.
- Mayr, E. 1998a. ¿Cómo escribir historia de la Biología?, pp. 61-95. En: Martínez, S. y A. Barahona (Comps.). *Historia y Explicación en Biología*. FCE, México.
- Mayr, E. 1998b. *Así es la Biología*. Debate, Madrid.
- Mayr, E. y P. Ashlock. 1991. *Principles of Systematic Zoology*. McGraw-Hill, Nueva York.
- Mayr, E., Linsley, E. G. y Usinger R. L. 1953. *Methods and principles of systematic zoology*. McGraw Hill, Nueva York, 328 p.
- McGinley, R. J. 1994. Where is the management in collections management?. *Inst. Symp & Fidt World Congress on Preserv. And Conserv. Of Nat Hist. Col.*, 3: 309-333.
- McCooy, C.J. 1981. Amphibians and Reptiles, an element of greatness at Carnegie Museum of Natural History. *Carnegie Mag.*, 55(3): 25-33.
- McVaugh, R. 1969. El itinerario y las colectas de Sesse y Mociño en México. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 30: 137-142.
- Mendieta, G. De. 1997. *Historia Eclesiástica Indiana*. CONACULTA, México.
- Merton, R. 1938. Science, technology, and society in seventeenth-century England. *Osiris*, 4: 360-362.
- Merton, R. 1973. *The Sociology of Science*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Michán, L. y J. Llorente. (Comps.). 1999. La taxonomía en México en la segunda mitad del siglo XX, autores y revistas nacionales. *Publ. Doc. Mus. Zool. UNAM.*, 3: 1-349.
- Michán, L. y J. Llorente. 2002. Hacia una historia de la Entomología en México, pp. 3-52. En: Llorente J. y J. J. Morrone (Eds.) *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos en México Vol III*. Facultad de Ciencias UNAM, México.
- Michán, L. y J. J. Morrone. 2002. Historia de la taxonomía de Coleoptera en México: Una primera aproximación. *Folia Entomol. Mex.*, 41(1): 67-103.
- Michán, L., J. Llorente, J. Castro y A. Luis. (2003). La taxonomía de Lepidoptera en México durante el siglo XX: una primera aproximación. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, (En prensa).
- Michener, C. D. 1970. Diverse approaches to systematics. *Evol. Biol.*, 4: 1-38.
- Microsoft Office. 2000. Microsoft Corporation 1983-1999.
- Mieli, A. 1951. *Breve historia de la biología*. Colección Austral, Espalsa-Calpe, Buenos Aires, 161 p.
- Mikulinsky, S. R. 1989. La controversia internalismo externalismo como falso problema, pp. 231-256. En: J. J. Saldaña (Ed.). *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias*. UNAM, México.
- Milius, S. 1999. Should We Junk Linnaeus? *Science News*, 156(17): 268.
- Miranda, F. 1961. La Botánica en México en el último cuarto de siglo. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 22: 85-111.
- Miranda, F. y J. Valdés. 1964. Comentarios Botánicos, pp. 243-284. En: Martín de la Cruz. *Libellus de medicinalibus indorum herbis*. IMSS, México.
- Mishler, B. D. y R. N. Brandon. 1987. Individuality, pluralism, and the phylogenetic species concept. *Biol. Phil.*, 2: 397-414.
- Mitchell, P. M. 1899. On so callen 'quintocubillism' in the wing of birds, with special reference to the Columbæ, and notes on anatomy. *J. Linn. Soc.*, 27: 210-236.
- Mitchell, P. M. 1901. On so intestinal tract of birds; with remarks on the valuation on nomenclature of zoological characters. *Trans. Linn. Soc.*, 8(7): 173-275.

- Monardes, N. 1565. *Dos libros, el uno que trata de todas las cosas que se traen de nuestras indias occidentales, que sirven al uso de medicina y como se ha de usar la raíz de Michoacán purga excelentísima y el otro que trata de piedra de bezaar y de la yerba escorzonera. En casa de Alfonso Escrivano, Natural.* Sevilla.
- Moore, G. 1998. A comparison of traditional and phylogenetic nomenclature. *Taxon*, 47: 561-579.
- Morales, J. C. y J. Llorente. 1985. Estado actual del conocimiento de los Siphonaptera de México. *An. Inst. Biol. UNAM. Ser. Zool.*, 56(2): 497-554.
- Moreno, R. 1986. *Ensayos de historia de la ciencia y la tecnología en México.* UNAM, México, 175 p.
- Moreno, R. 1988. *La primera cátedra de botánica en México 1788.* IIH UNAM, México, 145 p.
- Moreno, R. 1989a. *La polémica del darwinismo en México en el siglo XIX.* UNAM, México, 384 p.
- Moreno, R. 1989b. *Linneo en México, 1788-1798.* UNAM, México, 279 p.
- Moreno, R. 1994. *Ciencia y Conciencia en el siglo XVIII mexicano.* UNAM, México, 306 p.
- Morón, M. A. 1982. *El género de Phyllophaga en México. Morfología, distribución y sistemática supraespecífica (Insecta: Coleoptera).* Instituto de Ecología, México, 341 p.
- Morón, M. A. 1983. Revision of the subtribe Heterosternina (Coleoptera: Melolonthidae, Rutelinae). *Folia Entomol. Mex.*, 55: 31-101.
- Morón, M. A. 1986. *El género Phyllophaga en México. Morfología, Distribución y sistemática supraespecífica (Insecta: Coleoptera).* Publicación 20, Instituto de Ecología, México, 341 p.
- Morón, M. A. 1994. Taxonomía de artrópodos en México: pasado y futuro. *Rev. AIC. México*, 17: 9-14.
- Morrone, J. J. 1995. Asociaciones históricas en biología comparada. *Ciencia*, 46: 229-235.
- Morrone, J. J. 2000. *El lenguaje de la cladística.* F. C. UNAM, México, 109 p.
- Morrone, J. J. 2001. *Sistemática, biogeografía y evolución.* F. C. UNAM, México, 123 p.
- Motolinia, T. 1973. *Historia de los indios de la Nueva España : relación de los ritos antiguos, idolatrías y sacrificios de los indios de la Nueva España, y de la maravillosa conversión que Dios en ellos ha obrado.* Porrúa, México, 256 p.
- Naufeld, M. L. y M. Cornog. 1986. Database History: from dinosaurs to compact disc. *JAS/S*, 37(4): 183-190.
- Navarro, A. 1994. La sistemática ornitológica en México: posibilidades y limitaciones, pp. 471-483. En: Llorente, J. e I. Luna. (Comps.). *Taxonomía Biológica.* FCE, México.
- Navarro, A. y J. Llorente. 1994. Museos y la conservación de la biodiversidad, pp. 229-257. En: *Taxonomía Biológica.* FC UNAM, México.
- Needham, J. 1954. *Science and civilization in China.* Cambridge University Press, Londres.
- Nelson, G. 1979. Cladistic analysis and synthesis: principles and definitions, with a historical note on Adanson's Familles des Plantes (1763-1764). *Syst. Zool.*, 28: 1-21.
- Nelson, G. y N. Platnick. 1981. *Systematics and Biogeography: Cladistics and vicariance.* Columbia University Press, Nueva York, 567 p.
- Nieto, A. y J. Llorente. 1994. Caracteres moleculares en los métodos de la sistemática moderna, 157-205 pp. En: *Taxonomía Biológica.* J. Llorente e I. Luna Vega (Eds.). UNAM y Fondo de Cultura Económica, México.
- Nicholson, N. B. 1981. Local herbaria: functions and uses. *South Af. Jour. Sci.*, 117: 333.
- Nixon, K. C. y J. M. Carpenter. 2000. On the other "Phylogenetic systematics". *Cladistics*, 16: 298-318.
- Nordenskiöld, E. 1949. *Evolución histórica de las Ciencias Biológicas.* Espasa-Calpe, Buenos Aires, 715 p.

- Núñez, A. S. 1921. *Zoología*. México.
- Ochoterena, I. 1921a. Contribuciones para el conocimiento de los protozoarios mexicanos. *Rev. Mex. Biol.*, 1(6): 267-273.
- Ochoterena, I. 1921b. Contribuciones para el conocimiento de los protozoarios mexicanos II. La *Stephanosphaera pluvialis* Cohn. *Rev. Mex. Biol.*, 2(2): 122-123.
- O'Hara, R. J. 1988. Diagrammatic classifications of birds, 1819-1901: views of the natural system in 19th-century British ornithology. En: H. Ouellet (Ed.). *Acta XIX Congressus Internationalis Ornithologici*. National Museum of Natural Sciences, Ottawa, pp. 2746-2759.
- O'Hara, R. J. 1991. Representations of the natural system in the nineteenth century. *Biol. Phil.*, 6: 255-274.
- O'Hara, R. J. 1992. Telling the tree: narrative representation and the study of evolutionary history. *Biol. Phil.*, 7: 135-160.
- O'Hara, R. J. In press. Trees of history in systematics and philology. *Memorie della Societa italiana di scienze naturali e del Museo civico di storia naturale di Milano*.
- Olaguibel, M. 1889. *Memorias para una bibliografía científica de México en el siglo XIX*. Secretaria de Fomento, México, 99 p.
- Oppenheimer, J. M. 1987. *Häeckel, s variations on Darwin*. Hoenigswald y Wiener, pp. 123-135.
- Ornoz, M. 1952. Estudios realizados en México sobre levaduras. *An. Inst. Biol. UNAM*, 23: 313-37.
- Ortega, A., G. Halffter y D. Enkerlin. 1965. Problemas actuales de la entomología en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 26: 249-262.
- Ortega, A., G. Halffter y D. Enkerlin. 1966. Entomological teaching and research in México. *Bull. Entomol. Soc. Amer.* 12(1): 16-19.
- Ortega, M. y J. L. Godínez. 1994. Perspectivas de la ficología en México. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 55: 115-122.
- Ortega, M., J. L. Godínez. y G. Vilaclara. 1996. *Relación Histórica de los antecedentes y orígenes del Instituto de Biología*. IBUNAM, México, 97 p.
- Ortega, M. C. 1952. Estudios realizados en México sobre algas, líquenes, hepáticas y musgos. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 33: 39-52.
- Pankhurst, R. J. 1972. A Method for Data Capture. *Taxon*, 21(5-6): 549-558.
- Papavero, N. y J. Llorente. 1992. Un nuevo concepto en Biología Comparada: "el eidofronte". *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 5: 21-29.
- Papavero, N. y J. Llorente (Eds.). 1993. *Principia Taxonómica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. 1. Conceptos básicos de la taxonomía: una formalización*. Facultad Ciencias, UNAM, México, 137 p.
- Papavero, N. y J. Llorente (Eds.). 1994a. *Principia Taxonómica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. 2. Las teorías clasificatorias de Euritos de Taranto, Platón, Espeusipo y Aristóteles*. Facultad Ciencias, UNAM, México, 153 p.
- Papavero, N. y J. Llorente (Eds.). 1994b. *Principia Taxonómica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. 3, De Hsun Tzu a Kant*. Facultad Ciencias, UNAM, México, 153 p.

- Papavero, N. y J. Llorente (Eds.). 1994c. *Principia Taxonómica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. 4. El Sistema Natural y otros sistemas, reglas, mapas de afinidades y el advenimiento del tiempo en las clasificaciones: Buffon, Adanson, Maupertuis, Lamarck y Cuvier.* Facultad de Ciencias UNAM, México, 137 p.
- Papavero, N. y J. Llorente. (Eds.). 1994d. *Principia Taxonómica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. 5. Wallace y Darwin.* Facultad Ciencias, UNAM, México, 147 p.
- Papavero, N. y J. Llorente. (Eds.). 1995. *Principia Taxonómica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. 6. Analogía y conceptos relacionados con el periodo pre-evolutivo.* Facultad de Ciencias UNAM, México, 202 p.
- Papavero, N. y J. Llorente (Comps.) 1999. *Herramientas prácticas para el ejercicio de la taxonomía zoológica* (Colecciones, Bibliografía, Ilustración y Nomenclatura). FCE, México, 320 p.
- Papavero, N., J. Llorente y J. Minoro. 1992. Propuesta de un nuevo sistema de nomenclatura para la Sistemática Filogenética I. *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 5: 1-20.
- Papavero, N., D. Espinoza y J. Llorente. 1995a. *Historia de la biología comparada desde el génesis a la caída del Imperio Romano de Oriente.* F. C. UNAM, ENEP Ixtacala, México, Tomo 1, 203 p.
- Papavero, N., G. J. Scrocchi y J. Llorente. 1995b. *Historia de la biología comparada, la Edad Media.* F. C. UNAM y CONABIO, México, Tomo 2, 243 p.
- Papavero, N., J. Llorente y D. Espinosa. 1995c. *Historia de la biología comparada, de Nicolás de Cusa a Francis Bacon.* F. C. UNAM, CONABIO. México, Tomo 3, 258 p.
- Papavero, N. y J. Llorente (Eds.). 1996a. *Principia Taxonómica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. 7. La taxonomía evolutiva.* Facultad de Ciencias UNAM, México, 182 p.
- Papavero, N. y J. Llorente (Eds.). 1996b. *Principia Taxonómica. Una introducción a los fundamentos lógicos, filosóficos y metodológicos de las escuelas de taxonomía biológica. Vol. 8. Los sistemas filogenéticos del siglo XX.* Facultad de Ciencias UNAM, México, 130 p.
- Papavero, N., J. Llorente y J. Abe. 1997. *Fundamentos de Biología Comparada.* Vol. 1 de Platón a Heckel. Facultad de Ciencias UNAM, México, 301 p.
- Papavero, N., J. R. Pujol y J. Llorente. 2001a. *Historia de la Biología comparada desde el génesis hasta el siglo de las luces.* Vol. IV. F. C. UNAM, México, 339 p.
- Papavero, N., J. R. Pujol y J. Llorente. 2001b. *Historia de la Biología comparada desde el génesis hasta el siglo de las luces.* Vol. V. (Primera parte). F. C. UNAM, México, 267 p.
- Papavero, N., J. R. Pujol y J. Llorente. 2001c. *Historia de la Biología comparada desde el génesis hasta el siglo de las luces* Vol V. (Segunda parte). F. C. UNAM, México.
- Papavero, N., J. Llorente y J. M. Abe 2001d. *Proposal of a new system of nomenclature for phylogenetic systematics.* *Arq. Zool.*, 36(1): 1-145.
- Parra, P. 1903. La ciencia en México. En: Sierra, J. *México su evolución social.* Ballezá, México, 1(2): 417-466.
- Partridge, T. R., M. J. Dalwitz y L. Watson. 1988. A Primer for the Delta System on MS-DOS and VMS. *Division of Entomology Report.* CSIRO, Australia, 38 p.

- Paterson, H. 1993. *Evolution and recognition concept of species. Collected papers*. Share F. McEvey. The John Hopkins University Press, Londres, 234 p.
- Paz, O. 1950. *El laberinto de la soledad*. Cuadernos Americanos, México, 64 p.
- Peláez, 1994. Museos y conservación de la biodiversidad, pp. 259-277. En: Llorente, J. e I. Luna. (Comps.). *Taxonomía Biológica*. FCE, México.
- Pennisi, E. 2001. Linnaeus's last stand? *Science*, 291: 2304-2307.
- Pérez-Ponce De León, G. 1997. La taxonomía en México: el papel de la sistemática filogenética. *Ciencia*, 48(3): 33-39.
- Peritz, B. C. 1986. The Periodical Literature of Demography and Bradford Law. *Int. Jour. Of Inf. Mang.*, 6: 145-155.
- Peterson, T., O. Flores, L. León, J. Llorente, A. Luis, A. Navarro, M. Torres e I. Vargas. 1993. Conservation Priorities in Mexico: moving up in the world. *Biodiv. Letters*, 1: 33-38.
- Peterson, T. y V. Sánchez-Cordero. 1994. Nuevas ideas, nuevas metas y un estudio biológico nacional. *Rev. AIC*. México, 20: 23-26.
- Phillips, A. 1960. La ornitología mexicana en los últimos cincuenta años. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 21: 375-390.
- Piñero, D. y K. Oyama. 1994. Perspectivas en las ciencias vegetales. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 55: 5-8.
- Pleijel, F. y G. W. Rouse. 2000. Least-inclusive taxonomic unit: a new taxonomic concept for biology. *Proc. Royal Soc. Lond.*, 267: 627-630.
- Pontigo, J. 1984. Qualitative attributes and the Bradford distribution. Tesis doctoral, Schools of Library and Information Science (GSLIS), University of Illinois.
- Popper, K. 1974. *Conocimiento objetivo: un enfoque evolucionista*. Tecnos, Madrid.
- Prado, B., P. Bernal, M. Contreras, M. Saavedra, A. Del Moral, A. Joyas. 1994. Taxonomía numérica de estafilococos aislados de aguas y arena de playas Valparaíso y Viña del Mar, Chile. *Rev. Lat. Microbiol.*, 36(2): 71-77.
- Price, D. S. 1973. *Hacia una ciencia de la ciencia*. Ariel, Barcelona, 181 p.
- Priestley, J. 1767. *History and Present State of Electricity, with original Experiments*. J. Dodsley, Londres, 736 p.
- Quero, H. 1992. Current status of Mexican Palms. *Principes*, 36(4): 203-216.
- Quero, H. 1994. Las palmas de México: presente y futuro. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 55: 123-127.
- Qiu, L. 1990. An Empirical Examination of the Existing Model for Bradford Law. *Inf. Proc. Man.*, 26(5): 635-672.
- Quicke, D. L. J. 1993. *Principles and techniques of contemporary taxonomy*. Blackie Academic y Profesional, Londres, 311 p.
- Quintero, G. y P. Reyes-Castillo. 1983. Monografía del género *Oileus* Kaup (Coleoptera, Scarabaeoidea, Passalidae). *Folia Entomol. Mex.*, 57: 1-50.
- Radl, E. M. 1931. Historia de las teorías biológicas. *Revista de Occidente*, Madrid, 2 tomos, 425 p.
- Raguso, R. A. y J. Llorente. 1997. Papilionoidea, pp. 257-291. En: *Historia Natural de Los Tuxtlas*. E. González, R. Dirzo y R. Vogt (Eds.). Instituto de Biología, UNAM, México.
- Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Comp.) *Diversidad Biológica de México: orígenes y distribución*. Instituto de Biología, UNAM, México, 792 p.
- Ramírez-Pulido, J. y M. C. Briton. 1981. An historical synthesis of mexican mammalian taxonomy. *Proc. Biol. Soc.*, 94: 1-17.

- Ramírez-Pulido, J. y C. Müdespacher. 1987. Estado actual y perspectivas del conocimiento de los Mamíferos de México. *Ciencia*, 38: 49-67.
- Ramírez-Pulido J. y A. Castro-Campillo. 1994. *Bibliografía reciente de los mamíferos de México 1989-1993*. UAM, México, 216 p.
- Rashed, R. 1980. Science as a western phenomenon. *Fund. Sci.*, 1: 7-21
- Ratray, G. 1964. *La ciencia de la vida, historia gráfica de la biología*. Labor, Madrid, 368 p.
- Raven, P. H., B. Berlin y D. E. Breedlove. 1971. The origins of taxonomy. *Science*, 174: 1210-1213.
- Ray, J. 1674. *A discourse on the specific differences of plants*. Londres.
- Ray, J. 1704. *Historia Plantarum*. Londres.
- Reif, W. E. 1983. Hilgendorf's (1863) dissertation on the Steinheim planorbids (Gastropoda; Miocene): the development of a phylogenetic research program for paleontology. *Pal. Zeit.*, 57: 7-20.
- Reig, O. A. 1979. Propositiones para una solución al problema de la realidad de las especies biológicas. *Rev. Ven. Fil.*, 11: 3-30.
- Reig, O. A. 1983. Estado actual de la teoría de formación de especies animales. Conferencia general IV congreso latinoamericano de zoología. *Informe final. IX CLAZ*, Perú, 37-57.
- Reyes-Castillo, P. 1980. Problemas de las colecciones científicas en los países en desarrollo. *Folia Entomol. Mex.*, 46: 19-27.
- Riba, R. 1969. El Herbario Nacional. Pasado, presente y futuro. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 30: 25-38.
- Riba, R. 1994. Perspectivas en el estudio de las Pteridofitas. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 55: 5-8.
- Riba, R. y A. Butanda. 1987. *Bibliografía Comentada sobre pteridofitas de México*. Consejo Nacional de la Flora de México A. C., 87 p.
- Riba, R. y R. Lira. 1993. Las pteridofitas (helechos y plantas afines) de México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 44: 99-108.
- Richards, R. 1997. El modelo de selección natural y otros modelos en la historiografía de la ciencia, pp. 147-183. En: S. Martínez y L. Olivé. *Epistemología evolucionista*. Paidós, México.
- Rieppel, O. 1987. Pattern and process: the early classification of snakes. *Biol. Jour. Linn. Soc.*, 31: 405-420.
- Ridley, M. 1986. *Evolution and classification: the reformation of cladism*. Longman, Londres, 202 p.
- Ridley, M. 1993. *Evolution*. Blacwell, Boston.
- Rioja, E. 1953. Datos históricos de las esponjas de agua dulce. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 14(1-4): 51-58.
- Rioja, E. 1958. Evolución de la sistemática y algunos de sus problemas actuales. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 19(1-4): 1- 49.
- Ritvo, H. 1990. New presbyter or old priest? Reconsidering zoological taxonomy in Britain, 1750-1840. *Hist. Hum. Sci.*, 3: 259-276.
- Rivera, M. I. 1941. Ensayo de interpretación botánica del libro X de la Historia de Sahagún. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 12: 439-488.
- Rivera, L. y Halffter, G. 1999. Monografía de las especies mexicanas de *Canthon* del subgénero *Glaphyrocantion* (Coleoptera: Scarabaeidae; Scarabaeinae). *Acta Zool. Mex. (n.s)*, 77: 23-150.
- Rodríguez-Chávez, J. M. 1987. *La educación superior de la Biología en México*. Facultad de Ciencias UNAM, México, 226 p.

- Rodríguez-Yáñez, C., R. Villalón y A. Navarro. 1994. Bibliografía de las aves de México (1825-1992), Introducción. *Publ. Esp. Mus. Zool. UNAM.*, 8: 1-9.
- Roger, J. y Tanimoto, T. T. 1960. A Computer Program for Classifying Plants. *Science*, 132: 1115-1118.
- Roger, J. 1971. *Les Sciences de la vie dans la pensée française de XVIIIe. Siècle*. Armand Collis, París.
- Roger, J. 1989. *Buffon, un philosophe au Jardin du Roi*. Fayard, París.
- Rosa, D. 1918. *Ologenesi*. R. Bemporad & Figlio, Florencia.
- Rossem, A. J. V. 1945. A distributional survey of the birds of Sonora. *Occasional Papers of the Museum of Zoology, Louisiana State University*, 21: 1-379.
- Rossi, P. 1990. *Las arañas y las hormigas, una apología de la historia de la ciencia*. *Crítica*, Barcelona, 252 p.
- Rostand, R. 1986. *Introducción a la historia de la biología*. Origen-Planeta, México, 210 p.
- Rovirosa, J. N. 1909. *Pteridografía del sur de México*. Imprenta Ignacio Escalante. México, 298 p.
- Ruiz-Oronoz, M. 1961. La enseñanza de las Ciencias Biológicas en México, en los últimos años. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 22: 37-71.
- Ruiz, M. C. 1990. *La prensa pasado y presente de México*. 2da edición, Instituto de Investigaciones Bibliográficas, UNAM, 243 p.
- Ruiz, R. 1987. *Positivismo y evolución. Introducción del darwinismo en México*. UNAM, México 267 p.
- Ruiz, R. y F. Ayala. 1998. *El método en las ciencias. Epistemología y Darwinismo*. FCE, México, 216 p.
- Rzedowski, J. 1970. Biografía del Dr. Cándido Bolívar y Pieltrain. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol.*, 17(1-4): 5-12.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México.
- Rzedowski, J. 1981. Un siglo de la botánica en México. *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 40: 1-14.
- Rzedowski, J. 1993. Diversity and origins of the Phanerogamic Flora of Mexico, pp. 129-144. En: Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (Eds.). *Biological diversity of Mexico. Origins and distribution*. Oxford University Press, NuevaYork.
- Sagan, C. 1984. *El cerebro de Broca*. Grijalbo, Madrid, 428 p.
- Sagan, C. 1985. *Cosmos*. Ballantine, Nueva York, 324 p.
- Sahagún, B. 1955. *Historia General de las Cosas de la Nueva España*. Editorial Alfa, México.
- Sahagún, B. 1989. *Historia general de las cosas de Nueva España; primera versión íntegra del texto castellano del manuscrito conocido como Códice Florentino*. Cien de México, CONACULTA, México.
- Saladino, A. 1990. *Dos científicos de la ilustración hispanoamericana. J. A. Alzate y F. J. de Caldas*. UNAM, UAEM, México, 234 p.
- Saladino, A. 1996. *Ciencia y prensa durante la ilustración latinoamericana*. Facultad de Humanidades UAEM, México, 336 p.
- Saladino, A. 1998. *Libros científicos del siglo XVIII latinoamericano*. Facultad de Humanidades, UAEM, 340 p.
- Saldaña, J. J. 1989a. Estudio sobre las fases principales de la evolución de la historia de las ciencias, pp. 21-78. En: J. J. Saldaña (Ed.). *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias*. UNAM, México.
- Saldaña, J. J. 1989b. Marcos conceptuales en la historia de las ciencias en Latinoamérica: positivismo y economisismo, pp. 337-390. En: Saldaña, J. J. (Ed.) *Introducción a la teoría de la historia de las ciencias*. UNAM, México.

- Saldaña, J. J. 1992. Acerca de la historia nacional. En: Saldaña, J. J. (Ed.). *Los orígenes de la ciencia nacional. Cuadernos de Quipu*, 4: 9-54.
- Saldaña, J. J. 1996. Teatro científico americano. Geografía y cultura en la historiografía latinoamericana de la ciencia, pp. 7-41. En: *Historia social de las ciencias en América Latina*. Porrúa, México.
- Saldaña, J. J. y M. C. Cuevas. 1999. La invención en México de la investigación científica profesional: el Museo Nacional 1868-1908. *Quipu*, 12(3): 309-332.
- Salvin, O. y F. D. Godman. 1889. Notes on mexican birds. *Ibis*, 1: 232-243.
- Sánchez, G. y E. Nomelí. 1996. *Las contribuciones michoacanas a la ciencia mexicana del siglo XIX*. Instituto de Investigaciones Históricas Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, 398 p.
- Sánchez, G. y Koch, S. D. 1988. Estudio biosistemático de *Eragrostis mexicana*, *E. Neomexicana*, *E. Orcuttian*° y *E. Virescens* (Gramineae: Chloridoideae). *Bol. Soc. Bot. Mex.*, 48: 95-112.
- Sánchez, J. 1893. *Datos para la Zoología Médico Mexicana. Arácnidos e insectos*. Secretaria de Fomento, México, 199 p.
- Sánchez, R. M. 1983. *El conocimiento de los mamíferos en el México antiguo y su identificación taxonómica actual*. Tesis de biólogo, F. C. UNAM, México, 122 p.
- Sánchez-Herrera, O. 1985. Los mamíferos en las culturas antiguas de México. *Zacatucho*, 1(2): 2-12.
- Sánchez-León, V. M. 1969. *Los recursos naturales de México IV. Estado actual de las investigaciones en fauna silvestre y zoología cinegética*. IMERNAR, México. 754 p.
- Sancho, R. 1988. Determinación del núcleo de revistas más productivas en el área de la Industria de la Caña de Azúcar y Derivados, empleando la Ley de distribución de Bradford. *Actualidades de la Información Científica y Técnica*, 6(143): 74-98.
- Sarton, G. 1952-1959. *A history of science*. Harvard University Press, Harvard.
- Sarton, G. 1927-1948. *An introduction to the history of science*. Williams & Wilkins, Baltimore.
- Scheinvar, L., J. A. Toledo y H. Sánchez Mejorada. 1976. Algunas técnicas de taxonomía numérica aplicadas al género *Neobuxbaumia* Backbg. Emend. Daws. y Buxbm. *Hoehnea*, 6: 55-94.
- Schwartzman, S. 1979. *Formação da comunidade científica no Brasil*. Sao Paulo.
- SCI (Science Citation Index). 1999. Current and retrospective bibliographic information, author abstracts, and cited references.
- Seseé, M. y J. M. Mociño. 1893. *Plantas de la Nueva España*, Secretaría de Fomento, México.
- Seseé, M. y J. M. Mociño. 1894. *Flora mexicana*, Secretaría de Fomento, México.
- Shapin, S. 1992. Discipline and bounding: the history and sociology of science as seen through the externalism-internalism debate. *Hist. Sci.*, 30: 333-369.
- Shapin, S. 1994. *A Social History of Truth*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Shapiro, F. R. 1995. Brief Communication. Coinage of the Term Information Science. *JASIS*, 46: 384-385.
- Simpson, G. G. 1944. *Tempo and mode in evolution*. Columbia University Press, Nueva York.
- Simpson, G. G. 1961. *Principles of animal taxonomy*. Columbia University Press, Nueva York, 247 p.
- Singer, C. 1947. *A history of Biology*. Henry Schuman. Nueva York, 251 p.
- Sloan, P. R. 1972. John Locke, John Ray, and the problem of the natural system. *Jour. Hist. Biol.*, 5:1-53.

- Sloan, P. R. 1979. Buffon, German biology and the historical interpretation of biological species. *Brit. J. Hist. Sci.*, 12: 109-153.
- Sloan, P. R. 1987. From logical universals to historical individuals: Buffon's idea of biological species, pp. 101-140. En: Atran, S. (Ed.). *Histoire du concept de l'espece dans les sciences de la vie*. Fondation Singer-Polignac, París.
- Sloan, P. R. 1990. Natural History. 1670-1802. En: Olby, Christie y Holge (Eds). *Companion to the history of modern science*. Routledge, Londres y Nueva York.
- Slobodchikoff, C. N. (Comp.). 1976. *Concepts of species*. Stroudburg, Dowden, Hutchinson and Ross.
- Smith, A. 1980. The Principles which Lead and Direct Philosophical Enquiries; Illustrated by the History of Astronomy, the History of Ancient Physics and the History of the Ancient Logics and Metaphysics, pp. 31-129. En: Smith, A. *Essays on Philosophical Subjects. The Glasgow Edition of the Works and Correspondence of Adam Smith Vol III*. Clarendon Press, OUP, Oxford.
- Smith, H. M. 1942. The publication dates of "La Naturaleza". *Lloydia*, 5: 95-96.
- Smith, H. M. y R.W. Reese. 1969. The second century of Alfredo Dugès, father of Mexican Herpetology. *Herp. Rev.*, (7): 5-7.
- Smith, H. M. y R. B. Smith. 1969. *Early foundations of Mexican Herpetology, an annotated and indexed bibliography of the Herpetological publications of Alfredo Dugès, 1826-1910*. Univ. of Illinois Press, Urbana, 85 p.
- Smith, H. M. y R. B. Smith. 1973. Synopsis of the Herpetofauna of Mexico, Vol. II. *Analysis of the Literature Exclusive of the Mexican Axolotl*. Eric Lundberg, Augusta, 367 p.
- Sneath, P. y R. Sokal. 1973. *Numerical taxonomy*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, 573 p.
- SNI (Sistema Nacional de Investigadores). 1999. Base de datos de los investigadores del área de biología.
- Soberón, J. y P. Koleff. 1999. The Mexican experience in the collection, organization and management of biodiversity data and information. En: *Framework for National Environmental Information Systems*. International Federation for Information and Documentation, La Haya.
- Soberón, J. y J. Llorente. 1993a. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México (CONABIO). *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 44: 3-17.
- Soberón, J. y J. B. Llorente. 1993b. The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conserv. Biol.*, 7(3): 480-488.
- Soberón, J., J. Llorente y H. Benítez. 1996. An international view of national biological surveys. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 83: 562-573.
- Söderqvist, T. 1997. Who will sort out the hundred or more Paul Ehrlichs? Remarks on the historiography of recent and contemporary technoscience, pp. 1-18.. En: Söderqvist, T. (Ed.). *The historiography of contemporary Science and and Technology*. Harwood Academic Publishers, Amsterdam.
- Sokal, R. y Sneath, P. 1963. *Numerical taxonomy*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, 573 p.
- Sokoloff, D. 1930. Las particularidades del *Stentor viridis* de Xochimilco. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 1(1): 83-86.
- Sokoloff, D. 1931. Algunas observaciones sobre *Mallomonas mirabilis* Conrad. *An. Inst. Biol. UNAM.*, 2(3): 230-234.
- Somolinos, G. 1971. *El Doctor Francisco Hernández y la Primera Exploración Científica de América*. SEP, Setentas, México.

- Sosa, V. y P. Dávila. 1994. Evaluation of floristic knowledge of Mexico. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 81: 749-757.
- Spasser, M. A. 1999. Informing Information Science: The Case for Activity Theory. *JASIS*, 50(12): 1136-1138.
- Species 2000. <http://www.sp2000.org/>
- Stafleu, F. A. 1969. A historical review of systematic botany, pp. 16-44. En: *Systematic Biology: Proceedings of an International Conference*. National Academy of Sciences, Washington.
- Stemerding, D. 1993. How to make oneself nature's spokesman? A Latourian account of classification in eighteenth- and early nineteenth-century natural history. *Phil. Sci.*, 8: 199-223.
- Stevens, P. F. 1982. Augustin Augier's "Arbre Botanique" (1801), a remarkable early botanical representation of the natural system. *Taxon*, 32: 203-211.
- Stevens, P. F. 1983. Haüy and A. P. de Candolle: crystallography, botanical systematics, and comparative morphology, 1780-1840. *Jour. Hist. Biol.*, 17: 49-82.
- Stevens, P. F. 1984. Metaphors and typology in the development of botanical systematics 1690-1960, or the art of putting new wine in old bottles. *Taxon*, 33:169-211.
- Stevens, P. F. 1986. Evolutionary classification in botany, 1960-1985. *J. Arnold Arbor*, 67: 313-339.
- Stevens, P. F. 1992. Species: historical perspectives, pp. 302-311. En: Keller, E. F. y E. A. Lloyd (Eds.). *Keywords in Evolutionary Biology*. Harvard University Press, Cambridge.
- Stevens, P. F. 1994. *The Development of Biological Systematics: Antoine-Laurent de Jussieu, Nature, and the Natural System*. Columbia University Press, Nueva York.
- Stevens, P. F. 2002. Why do we name organisms? Some reminders from the past. *Taxon*, 51: 11-26.
- Stevens, P. F. y S. P. Cullen. 1990. Linnaeus, the cortex-medulla theory, and the key to his understanding of plant form and natural relationships. *J. Arnold Arbor*, 71: 179-220.
- Stresemann, E. 1975. *Ornithology from Aristotle to the Present*. Harvard University Press, Cambridge.
- Stuessy, T. F. 2000. Points of View: Taxon names are not defined. *Taxon*, 49: 231-233.
- Suárez, E. 1992. Aplicación del Modelo Historiográfico de David Hull a los Orígenes de la Biología Molecular. Contrastación de un Modelo Evolutivo del Desarrollo de la Ciencia. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, UNAM, 273 p.
- Suárez-Morales, E. y S. Gómez Aguirre. 1996. Historia y perspectivas del estudio del zooplacton marino en México. *Ciencia*, 4: 215-223.
- Sundberg, P. y F. Pleijel. 1994. Phylogenetic classification and the definition of taxon names. *Zool. Scri.*, 23: 19-25.
- Systematics Agenda 2000. 1994a. *Systematics Agenda 2000: Charting the Biosphere*. Technical Report. Systematics Agenda 2000, a Consortium of the American Society of Plant Taxonomists, the Society of Systematic Biologists, and the Willi Hennig Society, in cooperation with the Association of Systematics Collections, Nueva York, 34 p.
- Talbot, F. T. 1994. Museums on the Knife Edge. *Inst. Symp & Fidt World Congress on Preserv. And Conserv. Of Nat. Hist. Col.*, 3: 147-153.
- Taylor, E. H. 1969. Wiegmann and the Herpetology of Mexico. En: Wiegmann, F. *Herpetologia Mexicana*. SSAR,
- Templeton, A. R. 1989. The meaning of species and speciation: a genetic perspective, pp. 3-27. En: Otte, D. y J. A. Endler (Eds.). *Speciation and its consequences*. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts.
- Torquemada, J. 1964. *Monarquía indiana*. UNAM, México, 173 p.

- Toulmin, S. 1972. *Comprensión Humana: el uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Alianza, Madrid.
- Trabulse, E. 1983. *Historia de la ciencia en México: estudios y textos, siglo XVI*. FCE, México, 467 p.
- Trabulse, E. 1984. *Historia de la ciencia en México: estudios y textos, siglo XVII*. FCE, México, 303 p.
- Trabulse, E. 1985a. *Historia de la ciencia en México: estudios y textos, siglo XVIII*. FCE, México, 519 p.
- Trabulse, E. 1985b. *Historia de la ciencia en México: estudios y textos, siglo XIX*. FCE, México, 426 p.
- Trabulse, E. 1985c. Latinoamérica y la ciencia: un problema de identidad. *Quipu*, 2(3): 443-451.
- Trabulse, E. 1988. Tres momentos de la heterodoxia científica en el México Colonial. *Quipu*, 5(5): 7-17.
- Trabulse, E. 1989. *Historia de la ciencia en México: apéndices e índices*. FCE, México, 595 p.
- Trabulse, E. (Comp.).1991. *Historia de la ciencia y la tecnología. Lecturas de historia mexicana I*. El Colegio de México, 292 p.
- Trabulse, E. 1997. *Historia de la ciencia en México, versión abreviada*. FCE, México, 340 p.
- Trabulse, E. 1999. *El destino de un manuscrito. Tablas geográficas políticas del Reino de Nueva España de A. Humboldt*. UNAM, Archivo General de la Nación y Universidad de Colima. C. D.
- UNAM. 1979. Periódica. <http://www.dgbiblio.unam.mx/>
- UNAM. 1997. Latindex. <http://www.latindex.unam.mx>
- Urbano, G. y O. Sánchez-H. 1981. *La colección de mamíferos del Instituto de Biología, UNAM*. Instituto de Biología UNAM, México, 16 p.
- Urbina, M. 1912a. Los amates de Hernández o higueras mexicanas. *La Naturaleza*, 3(1): 80-117.
- Urbina, M. 1912b. Los zapotes de Hernández. *La Naturaleza*, 3(1): 118-130.
- Urbina, M. 1912c. Notas acerca de los copales de Hernández y las Burseráceas mexicanas. *La Naturaleza*, 3(1): 53-79.
- Ulrich, 2002. Base de datos en línea. En: <http://www.dgbiblio.unam.mx/bases.html>.
- Uschmann, G. 1967. Zur Geschichte der Stammbaum-Darstellungen. En: Gersch, M. (Ed.). *Gesammelte Vorträge über moderne Probleme der Abstammungslehre*. Vol. 2. Friedrich-Schiller-Universität, Jena, pp. 9-30.
- Valdés, J. y H. Flores. 1985. *Comentarios a la obra de Francisco Hernández. Historia de las Plantas de la Nueva España*. UNAM, México.
- Valdés, J., H. Wilson y S. Hatch. 1987. Análisis electroforético de los géneros *Erioneuron* y *Dasyohloa* (Poaceae: Eragrostidae). *X Congreso Mexicano de Botánica*, Guadalajara, resumen 579.
- Van Valen, L. 1976. Ecological species, multispecies and oaks. *Taxon*, 25: 233-239.
- Vargas, L. 1952. Algunas consideraciones sobre Entomología Médica en México. *Gac. Med. Mex.*, 82(5): 415-420.
- Vázquez, L. 1989. *Los tipos existentes en la colección entomológica del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México*. IBUNAM, México, 60 p.
- Vernon, K. 1988. The founding of numerical taxonomy. *Brit. Jour. Hist. Sci.*, 21: 143-158.
- Vernon, K. 1993. Desperately seeking status: evolutionary systematics and the taxonomists' search for respectability, 1940-1960. *Brit. Jour. Hist. Sci.*, 26: 207-227.
- Villa, B. 1985. Como nació la colección de mastozoología del Instituto de Biología, UNAM I. *Zacatucho*, 1(2): 13-17.
- Villada, M. 1912. Una vida consagrada a la ciencia y al cumplimiento del deber. *La Naturaleza*, 1(4): 69-73.
- Virkki, N. y P. Reyes-Castillo. 1972. Citotaxonomy of Passalidae (Coleoptera). *An. Esc. Nal. Cienc. Biol.*, 19(1-4): 49-83

- Von Ungern-Sternberg, S. 2000. Bradford's law in the context of information provision. *Scientometrics*, 49: 61-186.
- Wagner-Döbler, R. 1997. Time dependencies of Bradford distributions: structures of journal output in 20th century logic and 19th century mathematics. *Scientometrics*, 39: 231-232.
- Wallace, A. R. 1856. Attempts at a natural arrangement of birds. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 18(2): 193-216.
- Walters, S. M. 1961. The name of the rose: a review of ideas on the European bias in angiosperm classification. *New Phytologist*, 104: 527-546.
- Watson, J. D. 1981. *La doble hélice*. CONACYT, México, 211 p.
- Whewell, W. 1837. *History of the inductive sciences*. Parker, Londres, 286 p.
- Wiley, E. O. 1978. The evolutionary species concept reconsidered. *Syst. Zool.*, 27: 17-26
- Wiley, E. O. 1981. *Phylogenetics. The Theory and practice of phylogenetic systematics*. Wiley and Sons, Nueva York, 439 p.
- Wiley, E. O., D. Siegel-Causey, D. R. Brooks. y V. A. Funk. 1991. *The Compleat Cladist. A primer of phylogenetic procedures*. Museum of Natural History. Dych Hall. The University of Kansas. Lawren C. Kansas, 158 p.
- Williams, R. L. 1988. Gerard and Jaume: Two neglected figures in the history of Jussiaean classification. *Taxon*, 37: 2-34, 233-271.
- Winsor, M. P. 1969. Barnacle larvae in the nineteenth century: a case study in taxonomic theory. *Jour. Hist. Med. Allied Sci.*, 24: 194-209.
- Winsor, M. P. 1976a. The development of Linnean insect classification. *Taxon*, 25: 57-67.
- Winsor, M. P. 1976b. *Starfish, Jellyfish, and the Order of Life*. Yale University Press, New Haven.
- Winsor, M. P. 1979. Louis Agassiz and the species question. *Stud. Hist. Biol.*, 3: 89-117.
- Winsor, M. P. 1985. The impact of Darwinism on the Linnaean enterprise, with special reference to T. H. Huxley. En: J. M. Weinstock (Ed.). *Contemporary Perspectives on Carl von Linne*. University Press of America.
- Winsor, M. P. 1991. *Reading the Shape of Nature: Comparative Zoology at the Agassiz Museum*. University of Chicago Press, Chicago, 324 p.
- Winsor, M. P. 1994. The lessons of history, pp. 1-9. En: Scotland, R. W., D. J. Siebert, y D. M. Williams (Eds.). *Models in Phylogeny Reconstruction*. Clarendon Press, Systematics Association, Oxford.
- Winsor, M. P. 1995. The English debate on taxonomy and phylogeny, 1937-1940. *Hist. Phil. Life Sci.*, 17: 227-252.
- Withgott, J. 2000. Is it "So Long, Linnaeus"? *BioScience*, 50(8): 646-651.
- Wotton, E. 1552. *De differentiis animalium libri decem*. París.
- Ximénez, F. 1888. *Cuatro libros de la naturaleza y virtudes de las plantas y animales que tienen uso medicinal en la Nueva España*. Secretaría de Fomento, México, 342 p.
- Zakutina, G. P. y V. K. Priyenikova. 1983. *Característica y análisis del flujo de los documentos primarios*. IDICT, La Habana, 83 p.
- Zamudio, G. 1992. El jardín Botánico de la Nueva España y la institucionalización de la botánica en México. En: Saldaña J. J. (Comp.) *Los orígenes de la ciencia nacional*. Sociedad Latinoamericana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, UNAM, México, 58 p.
- Zamudio, G. y G. Sánchez. 1998. Entre las plantas y la historia, homenaje a Jerzy Rzedowski. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Sociedad Botánica de México, F. C. UNAM, México, 278 p.
- Zenteno, M. 1974. Bibliografía sobre hongos fitopatógenos en México, I. *Bol. Soc. Mex. Mic.*, 8: 107-131.

Zoological Record 2000. En: Biosis 2000: <http://www.biosis.org/index.html>.

Zunino, M. y C. Palestini. 1991. El concepto de especie y la biogeografía. *An. Biol. Anim.*, 17(6): 85-88.

APÉNDICE 1

ABREVIATURAS UTILIZADAS POR TEMAS

Revistas

Nombre	Abreviatura
<i>Acta Botánica Mexicana</i>	<i>Acta Bot</i>
<i>Acta Zoológica Mexicana Nueva Serie</i>	<i>Acta Zool</i>
<i>Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas</i>	<i>AnENCB</i>
<i>Anales del Instituto de Biología</i>	<i>AnIB</i>
<i>Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología</i>	<i>AnICMyL</i>
<i>Biótica</i>	<i>Biótica</i>
<i>Boletín de la Sociedad Botánica de México</i>	<i>Bol Soc Bot Mex</i>
<i>Boletín de la Sociedad Herpetológica Mexicana</i>	<i>Bol Soc Herp Mex</i>
<i>Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología</i>	<i>Rev Mex Micol</i>
<i>Boletín Informativo de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología</i>	<i>Bol Soc Mex Lep</i>
<i>Cactáceas y Suculentas Mexicanas</i>	<i>Cact y Suc</i>
<i>Ciencia</i>	<i>Ciencia</i>
<i>Cuadernos Mexicanos de Zoología</i>	<i>Cuad Mex Zool</i>
<i>Dugesiana</i>	<i>Dugesiana</i>
<i>Folia Entomológica Mexicana</i>	<i>Folia</i>
<i>La Naturaleza</i>	<i>Naturaleza</i>
<i>Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate</i>	<i>MAlzate</i>
<i>Orquídea</i>	<i>Orquídea</i>
<i>Polibotánica</i>	<i>Polibotánica</i>
<i>Publicaciones Especiales del Museo de Zoología</i>	<i>Publ Esp Mus Zool</i>
<i>Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural</i>	<i>RSMHN</i>
<i>Revista de la Sociedad Mexicana de Lepidopterología</i>	<i>Rev Soc Mex Lep</i>
<i>Revista Latinoamericana de Microbiología</i>	<i>Rev Lat Micr</i>
<i>Revista Mexicana de Biología</i>	<i>Rev Mex Biol</i>
<i>Revista Mexicana de Mastozoología</i>	<i>Rev Mex Masto</i>
<i>Revista Mexicana de Micología</i>	<i>Rev Mex Micol</i>
<i>Revista Mexicana de Parasitología</i>	<i>Rev Mex Parasit</i>
<i>Vertebrata Mexicana</i>	<i>Vertebrata</i>
<i>Zoología Informa</i>	<i>Zoología Informa</i>

Instituciones Mexicanas

Institución	Abreviatura
ASODIREMI A. C.**	ASODIREMI
Biocenosis A. C.	Biocenosis
Biodiversidad Tamaulipeca A. C.	BiodivTam
Bufete de Investigaciones Biológicas A. C.	Bufete
Campo Agrícola Experimental del Sur de Tamaulipas	CAESTAM
Casa de España D. F.	CasaEspaña
Colegio de Ciencias y Humanidades	CCH
CEFAP**	CEFAP
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo	CIMMYT
Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN	CDPBIPN
Centro de Estudios para la Conservación de los Recursos Naturales A. C.	ECOSFERA
Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla	Huautla*
Centro de Información Científica y Humanística	CICHUNAM
Centro de Investigación Científica de Yucatán	CICYucatán
Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, B. C.	CICESEBC
Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno UNAM	CIFN UNAM
Centro de Investigación y Desarrollo del Estado de Michoacán	CIDEM
Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur A. C.	CIBBCS

Institución	Abreviatura
Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C.	CIBNoroeste
Centro de Investigaciones de Estudios Avanzados, IPN	CINVESTAV
Centro de Investigaciones de Quintana Roo	CIQRoo
Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste	CIES
Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN	CICIMAR
Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, IPN	CIIDIR-IPN
Centro Médico Nacional	CMN
Centro Regional de Investigaciones Pesqueras	CRIP
Centro Regional para Estudios de Zonas Áridas y Semiáridas	CREZAS-CP
Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora	CESUES
Compañía Federal de Electricidad	CFE
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C.	CIAD, A. C
Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias	CIFAP
Colegio de la Frontera Norte	CFN
Colegio de México	ColMex
Colegio de Postgraduados	Postgraduados
Colegio del Estado de Guanajuato	ColegioGto
Colegio Superior de Agricultura Tropical	Agricultura Tropical
Comisión de Estudios del Territorio Nacional	Territorio Nacional
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	CONABIO
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	CONACyT
Conservation Internacional México A. C.	Conservation
CONUIMAR, S. A.**	CONUIMAR
Centro Universitario de Ciencias Sociales y Humanidades de la UGuada.	CUCSH
Departamento de Pesca	Pesca
Departamento de Salubridad, México	Salubridad
Departamento Técnico de Campo, Ingenio de Puga S. A.	Puga
Desarrollo Comunitario y Alternativas Ambientales A. C.	DEECOMAA
Dirección de Estudios Biológicos	DEB
Dirección General de Acuacultura	Acuacultura
Dirección General de Pesca	Dirección General de Pesca
Dirección General de Sanidad Vegetal, SARH	DGSVSARH
Dirección General Forestal y de Caza	Forestal y Caza
El Colegio de la Frontera Sur	ECOSUR
Escuela Nacional de Antropología e Historia	ENAH
Escuela Nacional Ciencias Biológicas	ENCBIPN
Escuela Nacional de Agricultura	ENA
Escuela Nacional de Estudios Profesionales, UNAM	ENEP
Escuela Nacional de Medicina Homeopática, IPN	Homeopática
Escuela Nacional Preparatoria, UNAM	ENP
Escuela Normal Superior	ENS
Escuela Preparatoria de Mazatlán, Sinaloa	EPMazatlán
Escuela Superior de Agricultura "Hermanos Escobar"	Escobar
Escuela Superior de Ecología	ESEcología
Escuela Superior de Medicina Rural IPN	ESMRIPN
Facultad de Ciencias UNAM	FCUNAM
Facultad de Estudios Superiores	FES
Facultad de Medicina, UNAM	FMUNAM
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM	FMVyZUNAM
Facultad de Psicología, UNAM	FPsicoUNAM
Facultad de Química, UNAM	FQuímUNAM
Farquinal S. A.	Farquinal
Fideicomiso para el Desarrollo Agroindustrial	FAIDEM
Hospital General	HG
Instituto Nacional de Antropología e Historia	INAH
Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática	INEGI
Instituto Ciencias del Mar y Limnología, UNAM	ICMyLUNAM
Instituto de Biología, UNAM.	IBUNAM

Institución	Abreviatura
Instituto de Ciencias Naturales de Chiapas	ICN, Chiapas
Instituto de Ecología UNAM	IEUNAM
Instituto de Ecología y Alimentos	IEATam
Instituto de Ecología A. C.	IEAC
Instituto de Estadística Geografía e Informática	IEGI
Instituto de Fisiología Celular, UNAM	IFCUNAM
Instituto de Geografía, UNAM	IGeogUNAM
Instituto de Geología, UNAM	IGeoUNAM
Instituto de Historia Natural de Chiapas	IHNChiapas
Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM	IIAUNAM
Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM	IISUNAM
Instituto de Química, UNAM	IQUNAM
Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales	ISET
Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad	IManantlán*
Instituto Mexicano del Café	IMCafé
Instituto Mexicano del Petróleo	IMP
Instituto Mexicano Recursos Naturales Renovables	IMERNAR
Instituto Nacional de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos, SSA	INDRE
Instituto Nacional de Ecología	INE
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, SAG	INIASAG
Instituto Nacional de Investigaciones Biológico Pesqueras	INIBP
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales	INIF
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	INIFAP
Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos	INIREB
Instituto Nacional de la Investigación Científica	INIC
Instituto Nacional de Pesca	INPesca
Instituto Panamericano de Geografía e Historia	IPGH
Instituto Politécnico Nacional	IPN
Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria Tamaulipas	ITCV
Instituto Tecnológico de Los Mochis*	ITMochis*
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey	ITESM
Instituto Tecnológico de Veracruz	ITV
Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado	ISSSTE
Jardín Botánico El Charco del Ingenio, San Miguel Allende, Guanajuato	El Charco
Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial	Fomento Industrial
Montes Azules S.A. de C. V.	Montes Azules
Museo de Geología, UNAM.	MGeoUNAM
Museo de Historia Natural de la Ciudad de México	MHNCM
Nacari, Sociedad Jalisciense de Cactología	Nacari
Petróleos Mexicanos	PEMEX
Reino Aventura	Aventura
Secretaría de Agricultura y Ganadería	SAG
Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos	SARH
Secretaría de Educación Pública	SEP
Secretaría de Marina	SM
Secretaría de Salubridad y Asistencia	SSA
Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca	SEMARNAP
Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología	SEDUE
Sistema Nacional de Investigadores	SNI
SYNTEX	SYNTEX
UNISON	UNISON
Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro"	Narro
Universidad Autónoma de Aguascalientes	UAAGc
Universidad Autónoma de Baja California	UABC
Universidad Autónoma de Baja California Sur	UABCS
Universidad Autónoma de Campeche*	UACamp*
Universidad Autónoma de Chapingo	UACHapingo
Universidad Autónoma de Chihuahua	UACHih

Institución	Abreviatura
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*	UACJ*
Universidad Autónoma de Guadalajara	UAGuada
Universidad Autónoma de Guerrero*	UAGro*
Universidad Autónoma de Hidalgo	UAHidalgo
Universidad Autónoma de Morelos	UAMor
Universidad Autónoma de Nayarit	UANay
Universidad Autónoma de Nuevo León	UANL
Universidad Autónoma de Puebla	UAP
Universidad Autónoma de Querétaro	UAQ
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	UASLP
Universidad Autónoma de Sinaloa	UASin
Universidad Autónoma de Tamaulipas	UATam
Universidad Autónoma de Tlaxcala	UATlax
Universidad Autónoma de Yucatán*	UAYuc*
Universidad Autónoma del Estado de México	UAEMex
Universidad Autónoma Metropolitana	UAM
Universidad de Ciencias y Artes del Estado de Chiapas	UNICACH
Universidad de Colima	UColima
Universidad de Guadalajara	UGua
Universidad de Guanajuato	UGto
Universidad de las Américas de Puebla	UAméricas
Universidad de Morelia	UMorelia
Universidad de Occidente	UOccidente
Universidad de Quintana Roo	UQR
Universidad de Sonora	USonora
Universidad del Noroeste	UNor*
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	UJuárez
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	UMSNH
Universidad Simón Bolívar	UBolívar
Universidad Veracruzana	UV

*Institución que no está en TaXMeXX. **No se identificó el significado de las siglas.

Sociedades

Sociedad	Abreviatura
Asociación Mexicana de Microbiología A. C.	AMMicr
Asociación Mexicana de Orquideología A. C.	AMO
Sociedad Botánica de México A. C.	SBM
Sociedad Científica Antonio Alzate	Alzate
Sociedad Herpetológica Mexicana A. C.	SHerpM
Sociedad Mexicana Amigos de las Orquídeas A. C.	Amigos
Sociedad Mexicana de Biología	SMBiol
Sociedad Mexicana de Cactáceas y Suculentas A. C.	Cactáceas
Sociedad Mexicana de Entomología A. C.	SME
Sociedad Mexicana de Hidrobiología	SMHidro
Sociedad Mexicana de Historia Natural	SMHN
Sociedad Mexicana de Lepidopterología A. C.	SMLep
Sociedad Mexicana de Micología A. C.	SMMic
Sociedad Mexicana de Ornitología A. C.	SMOrn
Sociedad Mexicana de Zoología A. C.	SMZ
Sociedad Potosina de Cactología, San Luis Potosí A. C.	SPotosinaCac

Estados de la República Mexicana

Estado	Abreviatura
Aguascalientes	AGS
Baja California	BC
Baja California Sur	BCS
Campeche	CAM
Coahuila	COAH
Colima	COL
Chiapas	CHIS
Chihuahua	CHIH
Distrito Federal	DF
Durango	DGO
Estado de México	MEX
Guanajuato	GTO
Guerrero	GRO
Hidalgo	HGO
Jalisco	JAL
Michoacán	MICH
Morelos	MOR
Nayarit	NAY
Nuevo León	NL
Puebla	PUE
Oaxaca	OAX
Querétaro	QRO
Quintana Roo	QROO
San Luis Potosí	SLP
Sinaloa	SIN
Sonora	SON
Tabasco	TAB
Tamaulipas	TAM
Tlaxcala	TLA
Veracruz	VER
Yucatán	YUC
Zacatecas	ZAC

APÉNDICE 2.

FUENTES PARA LA HISTORIA DE LA CIENCIA

Primarias

- 1a. Cartas.
- 1b. Dietarios, diarios de laboratorio, diarios de campo.
- 1c. Cuadernos de apuntes, notas privadas.
- 1d. Manuscritos y esbozos de notas científicas.
- 2a. Protocolos y libros de actas de instituciones científicas.
- 2b. Informes y relaciones procedentes de instituciones científicas.
- 2c. Solicitudes de cargos, convocatorias de cargos y evaluaciones de los solicitantes, documentos relativos a la admisión a sociedades culturales e instituciones similares.
- 2d. Solicitudes de patentes y concesiones oficiales de patentes.
- 3a. Tesis no publicadas; obras ganadoras de premios, disertaciones, etc.
- 3b. Pruebas de imprenta.
- 3c. Artículos y libros de ciencia publicados (o papiros, inscripciones, etc).
- 4a. Reseñas.
- 4b. Libros de texto, pruebas de exámenes, notas de clase.
- 4c. Manuales, Libros fundamentales, tablas.
- 5a. Autobiografías, memorias.

- 5b. Películas, ilustraciones, mapas, fotografías, programas de televisión.
- 5c. Cintas, programas de radio.
- 5d. Entrevistas, cuestionarios.
- 6a. Informes oficiales, memorándums ministeriales, documentos legales.
- 6b. Proyectos y listas de ventas procedentes de fabricantes de instrumentos, editores científicos y demás firmas relacionadas con la ciencia.
- 7a. Libros y artículos no científicos.
- 7b. Periódicos.
- 8a. Bibliotecas.
- 8b. Bibliografías.
- 9a. Edificios, laboratorios.
- 9b. Instrumentos, máquinas, aparatos.
- 9c. Modelos de hormigón, planchas y tablillas.
- 9d. Sustancias, herbarios, colecciones de historia natural.

Secundarias

10. Volúmenes memoriales, obituarios.
11. Biografías (no contemporáneas).
12. Reflexiones retrospectivas.
13. Obras de historia de la ciencia.
14. Otras obras históricas.

APÉNDICE 3**ALGUNAS REVISTAS ESPECIALIZADAS EN HISTORIA DE LA CIENCIA**

Ambix: The Journal of the Society for the History of Alchemy and Chemistry (Londres)
Anales de la Sociedad Mexicana de la Ciencia y la Tecnología (México)
Annals Magazine of Natural History
Annals of Science (Londres)
Arbor (Madrid)
Archives internationales d'histoire des sciences (París)
Archives of natural history (Londres)
Asclepio (Barcelona)
British Journal History of Science (Londres)
British Journal for the Philosophy of Science (Londres)
Bulletin for the History of Medicine (Baltimore)
Bulletin Natural (París)
Case Studies in Science (Nueva York)
Centaurus (Copenague)
Dynamis (Granada)
Folia Baeriana (Tallin)
Folia Mendeliana (Brno)
Fundamenta scientiae (Londres)
History and Philosophy of Science (Napoles)
History and Philosophy of the Life Sciences (Londres, Nueva York)
History of Science (Cambridge)
Isis (Filadelfia)
Janus (Leiden)
Journal for the History of the Arabic Science (Alepo)
Journal of the History of Biology (Dordrech, Boston)
Journal of the History of Medicine and Allied Sciences (New Haven)
Lull (Madrid)
Lychnos (Upsala)
Perspectives in Biology and Medicine (Chicago)
Proceedings Linnean Society (Londres)
Quipú, Revista Latinoamérica de Historia de la Ciencia y la Tecnología (México)
Revue d'histoire des sciences et de leurs applications (París)
Studies in History and Philosophy of Science (Londres)
Studies in history of biology (Baltimore)
Transactions of the Linnean Society (Londres)

APÉNDICE 4

ALGUNAS BASES DE DATOS TAXONÓMICAS EN LINEA

Generales

BG-BASE Collections Management Software, <http://rbge-sun1.rbge.org.uk/BG-BASE/>.

BG-MAP Botanical Garden Mapping System/GIS, <http://www.bg-map.com/>.

BibMaster, A database application for nomenclature, literature and specimen management, <http://www.rjb.-csic.es/bibmaste/bibcaract.htm>.

Biodiversity and Biological Collections Web Server (links to variety of databases, museums and other taxonomy.

BIOLINK, <http://www.ento.csiro.au/biolink/software.html>.

BIOTA The Biodiversity Database Manager, <http://viceroy.eeb.uconn.edu/Biot>.

Calypso for Windows, <http://hortus.karelia.ru/com/soft.htm>.

DEMUS museum collection system, <http://www.mzm.cz/engmzm/demus.htm>.

Description Language for Taxonomy (DELTA), <http://www.keil.ukans.edu/delta>.

Digital Taxonomy, Database Software, <http://www.geocities.com/RainForest/Vines/8695/software.htm>
!#Databases.

FLORIN Information System, <http://www.florin.ru/florin>.

GenBank, <http://www.psc.edu/general/software/packages/genbank/genbank.html>.

Index of Organism Names, <http://www.biosis.org/triton/indexfm.htm>.

Integrated Taxonomic Information System database of biological names, <http://www.itis.usda.gov/index.html>.

MERLIN Species Watcher, <http://www.hyperscribe.org/merlin/contents.htm>.

MUSE The KUNHM MUSE Project software for curation of natural history collections, <http://www.biodiversity.-uno.edu/muse/>.

PaleoTax - Information System for Palaeontologists, www.paleotax.de.

SAMPADA Natural History Collection Database Software, <http://www.ncbi.org.in/sampada/index.html>.

Sistema de Información BIÓTICA, <http://www.conabio.gob.mx>.

SPECIFY, <http://usobi.org/specify/>.

SysTax, <http://www.biologie.uni-ulm.de/systax/index.html>.

TAXIS Taxonomic Information System, <http://bio-tools.tcn.ru/products/taxis/index.htm>.

The taxonomy database of the International Sequence Database Collaboration, <http://www.hgmp.mrc.ac.uk-/Bioinformatics/Databases/taxonomyhelp.html>.

Tree of Life, <http://phylogeny.arizona.edu/tree/phylogeny.htm>.

TXSearch, <http://www.gzsums.edu.cn/xxgk/zyjs/bysw/cttdbase.html>.

Resource Identification for a Biological Collection Information Service in Europe, <http://www.bgbm.fu-berlin.de/BioCISE/TheProject/Survey/default.htm>.

University of California Davis Herbarium Management System, <http://herbarium.ucdavis.edu/herbaccess-/databaseinfo.ht>.

Botánicas

- Algal databases, <http://www.ucmp.berkeley.edu/collections/otherphy.html>.
- BRAHMS Botanical Research and Herbarium Management System, <http://www.brahms.co.u>.
- CalFlora (California flora on-line), <http://elib.cs.berkeley.edu/calflora/>.
- Catalogue of Authentic Specimens of the Moscow State University Herbarium (MW), <http://www.florin.ru/florin/db/mwtypes.htm>.
- Checklist of Field Biology Software, http://www.euronet.nl/users/mbleeker/prog/sofliis_e.html.
- Hawaiian flora and fauna checklists, <http://www.bishop.hawaii.org/bishop/HBS/hbswebdb.html>.
- HERBAR una aplicación en MS-Access para la gestión de herbarios, <http://www.rjb.csic.es/herbario/herbar.htm>.
- Index Nominum Genericorum, <http://rathbun.si.edu/botany/ing/>.
- Internet Directory for Botany. Links to a wide variety of botanical subjects, including fungi and algae, <http://www.botany.net/IDB/>.
- IOPI Global Plant Checklist Prototype, <http://www.bgbm.fu-berlin.de/IOPI/GPC/query.htm>.
- List of phylogenetic databases and information, <http://www.UCMP.Berkeley.EDU/subway/-phylo/phylo.dat.html>.
- Myconet, <http://www.umu.se/myconet/Myconet.html>.
- New York Botanical Garden bryophyte catalog, <http://www.nybg.org/bsci/hcol/bryo/bry3.html>.
- North American Lichen Checklist, <http://www.ndsu.nodak.edu/instruct/esslinge/chcklst/chcklst7.htm>.
- PLabel: Herbarium Label Program, <http://www.flmnh.ufl.edu/natsci/herbarium/pl/>.
- Systematic Biology and Mycology Fungal Databases, <http://NT.ars-grin.gov/fungaldatabases/database-frame.cfm>.
- The Angiosperm Phylogeny Group. This is the system of classification for angiosperms used by NCBI taxonomy, <http://www.systbot.uu.se/classification/overview.html>.
- The CABI Bioscience Database of Fungal Names (Funindex), <http://194.131.255.3/cabipages/Names-/NAMES.ASP>.
- The Families of Flowering Plants (Watson and Dallwitz), <http://biodiversity.uno.edu/delta/angio/index.htm>.
- The International Plant Names Index (IPNI), <http://www.ipni.org/>.
- The PANDORA taxonomic database system, <http://www.rbge.org.uk/pandora.home>.
- TRACY A Herbarium Management System, <http://www.csd.tamu.edu/FLORA/input/inputsys.htm>.
- TROPICOS Missouri Botanical Garden bryophyte database, <http://mobot.mobot.org/Pick/Search/-most.html>.
- USDA PLANTS database, <http://www.bgbm.fu-berlin.de/iapt/ncu/genera/NCUGQuery.htm>
- USDA/Agricultural Research Service taxonomy, <http://www.ars-grin.gov/npgs/tax/taxgenform.html>.
- W3TROPICOS The Missouri Botanical Garden vascular plant database, <http://mobot.mobot.org/Pick/Search/vast.html>.
- World-wide Checklist of Lichens, <http://www.rrz.uni-hamburg.de/biologie/ialb/herbar/lichenw.htm>.

Microbiológicas

DSMZ Bacterial Nomenclature up-to-date, <http://www.dsmz.de/bactnom/bactname.htm>.

International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology (IJSEM), <http://www.socgenmicrobiol.-org.uk/ijsemmain.htm>.

List of Bacterial Names with Standing in Nomenclature, <http://www-sv.cict.fr/bacterio/>.

Ribosomal Database Project. Bacterial classification, <http://rdp.cme.msu.edu/html/>.

World Data Centre for Microorganisms: Algae, <http://wdcm.nig.ac.jp/cgi-bin/search.cgi>.

Zoológicas

Amphibians of the World (on-line version), <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>.

AviSys Birding Database Software, <http://www.avisys.net/>.

Bird Recorder 32, <http://www.wildlife.co.uk/>.

Birder's Diary by Thayer Birding Software, <http://www.thayerbirding.com/>.

Catalog of Fishes on-line, <http://www.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/index.html>.

Cladocera, <http://www.cladocera.uoguelph.ca/>.

Coleoptera, <http://www.coleoptera.org/>.

Collembola, <http://www.geocities.com/~fransjanssens/>.

Diptera (Australasian and Oceanian), <http://www.bishop.hawaii.org/bishop/ento/aocat/aocat-home.html>.

Drosophilidae, <http://taxodros.unizh.ch/>.

European Register of Marine Species, <http://erms.biol.soton.ac.uk/>.

FishBase, <http://www.fishbase.org/>.

Formicidae (AMNH ants). http://research.amnh.org/entomology/social_insects/ants/amnhants.html.

Fulgoromorpha Lists On the WEB, <http://flow.snv.jussieu.fr/>.

Guide to South American Cichlids, <http://www.nrm.se/ve/pisces/acara/cichwais.shtml>.

Hymenoptera, http://iris.biosci.ohio-state.edu/hymenoptera/hym_db.html, http://atbi.biosci.ohio-state.edu:8880/-hymenoptera/nomenclator.home_page.

Ichneumonidae, http://iris.biosci.ohio-state.edu/catalogs/ichneumonids/master_list2.html.

Isoptera, <http://www.utoronto.ca/forest/termite/taxon.htm>.

LANIUS Bird Sighting Database, <http://www.glenalpine.com/lanius/lanius30.htm>.

LANIUS Excalibur 2.0 The Ornithological Database for the Natural World, <http://www.glenalpine.com/lanius-/excalibur.htm>.

Lepidoptera, <http://www.funet.fi/pub/sci/bio/life/warp/lepidoptera-index-e.html>, <http://www.troplep.org/famlist.htm>.

Mandala, <http://pherocera.inhs.uiuc.edu/index.htm>.

Mantis A Manager of Taxonomic Information and Specimens, <http://viceroy.eeb.uconn.edu/interke/database.-htm>.

Mecoptera, <http://www.calacademy.org/research/entomology/mecoptera/index.htm>.

Nomina Insecta Nearctica, <http://www.nearctica.com/nomina/nomina.htm>.

Odonata, <http://members.aol.com/odoweb/species.htm>.

Orthoptera, <http://viceroy.eeb.uconn.edu/Orthoptera>.

RECORDER 2000, <http://www.nbn.org.uk/projects/rec2000/>.

Scorpiones, <http://wrbu.si.edu/www/stockwell/classification/classification.html>, <http://wrbu.si.edu/www/stockwell/phylogeny/phylogeny.html>.

Sibley, C. G. y Monroe, B. L. 1990. *Distribution and Taxonomy of Birds of the World*. Yale Univ. Press, On line version, <http://www-stat.wharton.upenn.edu/~siler/birdframe.html>.

Smithsonian world list of aquatic and terrestrial Isopoda, <http://www.nmnh.si.edu/iz/isopod/>.

The EMBL Reptile Database, <http://www.embl-heidelberg.de/~uetz/LivingReptiles.html>.

The World Spider Catalog, <http://research.amnh.org/entomology/spiders/catalog81-87/>.

Trichoptera, <http://entweb.clemson.edu/database/trichopt/hierarch.htm>.

Wilson and Reeder's Mammal species of the world on-line, <http://www.nmnh.si.edu/msw/>.

APÉNDICE 5

LAS PROPUESTAS HISTORIOGRÁFICAS DE E. TRABULSE Y J. J. SALDAÑA

La nueva historiografía de las ciencias de Elías Trabulse. Según este autor la labor historiográfica del siglo XX en México, se caracterizó porque los científicos y los historiadores desarrollaron una conciencia sobre: a) la urgencia de rescatar el pasado científico de México, b) la necesidad de articular la historia de la ciencia utilizando nuevos aspectos e interpretaciones, y c) la exigencia de producir trabajos con una perspectiva histórica íntegra. La historia de la ciencia mexicana dejó de ser un 'secreto' y se aplicaron nuevas perspectivas para estudiarla, lo que fomentó el desarrollo de un lenguaje nuevo, capaz de nombrar situaciones y acciones científicas nunca antes consideradas por los historiadores mexicanos.

Trabulse propone el uso de algunas técnicas historiográficas para efectuar el análisis y la interpretación de los hechos históricos. En primer término considera el uso de la denominada 'historiografía positivista' que aplica los métodos de la historia elaborados con rigor descriptivo e interpretativo y trata las hazañas de los grandes hombres de la ciencia en el pasado, sin dejar de tomar en cuenta a los personajes que se consideraron secundarios. La función del historiador es inquirir acerca de la gestación, el nacimiento y el desarrollo del proceso hermenéutico que se lleva al cabo en la mente del científico, además, de dar noticia del proceso creador y las experiencias fallidas. Estas últimas, que se abocan a los personajes y los eventos conocidos como 'los perdedores', no eran consideradas por los historiadores y no se presentaban en los textos de historia de la ciencia, salvo como meras curiosidades intrascendentes; pero desde el momento en el que empezaron a ser incluidas y revaloradas permitieron proponer explicaciones históricas más integrales y congruentes.

La segunda opción es aplicar la tendencia reconocida como 'relativismo histórico', ésta considera que la ciencia no es un saber permanentemente acumulativo y su historia no es el relato de un proceso de acopio, en el cual los sucesos menores dan significado a las grandes hazañas. Con esta idea se valora la historia de la ciencia dentro de un contexto filosófico más amplio, tanto que, incluso se considera la influencia de la ciencia en materias tan ajenas como la poesía. Por lo tanto, Trabulse consideró que el criterio de aceptabilidad de una teoría científica se modificó al cuestionar la rígida demarcación existente entre una interpretación científica que es admisible y otra que no lo es. De tal forma que, si se considera la definición de lo que es la ciencia en una época determinada y se aplica sincrónicamente⁷⁹ adaptándola a las circunstancias, se pueden explorar otros campos del conocimiento (como las artes, los oficios y las técnicas) para establecer su influencia o dependencia del desarrollo científico del momento, con el fin de reconsiderarlos e implicarlos en un análisis más vasto (Trabulse, 1997).

En tercer lugar plantea la incorporación de la perspectiva externalista a los análisis historiográficos, porque considera que la historia de la ciencia en México no es un conocimiento puro y abstracto, porque tiene implicaciones económicas, políticas y sociales, por lo tanto es un conocimiento que permitiría modificar el entorno y produce una carga afectiva muy fuerte de índole cultural, religiosa y/o política. Los científicos del pasado eran hombres interesados en el destino de su patria y de su sociedad (Trabulse, 1985a). Por lo tanto, este historiador propone emplear las interpretaciones socioeconómicas para revelar cambios en los métodos educativos, los factores determinantes de la

⁷⁹ En el análisis histórico un estudio 'sincrónico' es aquel en el que los términos y las ideas tienen un significado específico de acuerdo al contexto y la época en la que se trate, porque están definidos por las singularidades que representan el lenguaje, la cultura y la visión del mundo predominante en el momento, por ejemplo el significado del concepto de evolución antes y después de Darwin.

institucionalización y la difusión de la ciencia, como por ejemplo la realización de estudios analíticos sobre la correspondencia entre la labor de algunas instituciones, sociedades científicas, publicaciones y la vida nacional en general. El uso de este enfoque también permitió reevaluar los sistemas antiguos y los personajes considerados previamente como secundarios. De tal manera que los aspectos más importantes de cada periodo histórico lo conforman los trabajos científicos que entonces se emprendieron, porque se encontraban conexos inseparablemente a todas las condiciones determinantes de la vida cultural dentro de la cual se expresaba la actividad de los hombres de ciencia. Por lo tanto, es necesario indagar las condiciones sociales y las concepciones filosóficas en que se produjeron los conocimientos y las investigaciones científicas de una época determinada. También tienen que considerarse las consecuencias de dichos procesos científicos, tanto en sus efectos directos (producción de conocimiento y su aplicación) como en sus influencias en el desarrollo social y cultural (corrientes políticas y culturales) (Trabulse, 1985a).

Estos elementos conformaron la base de lo que este historiador denomina la nueva historiografía de la ciencia en México *"que pretende, ante todo, la comprensión integral del pasado y de un mundo que no puede ser condenado de antemano por no haber gozado de éxito"* (Trabulse, 1985a). En efecto, el examen del desenvolvimiento histórico de todos estos factores y la comprensión de sus condiciones actuales, constituye un material valioso del cual se pueden extraer orientaciones acerca de las maneras de actuar eficazmente en el presente y en el porvenir. La indagación histórica no debe consistir en la mera acumulación de datos recopilados de las distintas fuentes, sino que es imprescindible interpretarlos y ordenarlos para determinar sus vínculos y consecuencias, hasta llegar a explicar objetivamente las condiciones históricas en que se produjeron (Trabulse, 1997).

Trabulse expresa que en México durante los siglos XVI al XX coexistieron tres tradiciones científicas: la organicista, la hermética y la mecanicista. El triunfo definitivo de la mecanicista marcó la pauta del desenvolvimiento científico que corre de la Ilustración hasta nuestros días. Durante los tres siglos coloniales, el desarrollo del saber científico se vio entorpecido por la superstición, la persecución, la censura y por el dominio eclesiástico de la educación. Este autor se concentró principalmente en describir la ciencia del segundo tercio del siglo XVII, periodo que considera fundamental para la formación de la ciencia moderna en México (Trabulse, 1983).

La historia social de la ciencia de Juan José Saldaña. Según Saldaña (1996), en los años 60 del siglo XX, la historiografía de las ciencias en América Latina descubrió que la ciencia que se practicaba en su territorio era producto de su historia y fue cuando se realizaron estudios formales de historia de la ciencia sobre la región con base en una visión, interpretaciones e intereses propios. En varios de sus trabajos relató lo que se ha considerado como ciencia en esta zona, describió las formas que adoptó la actividad científica, apuntó los factores de la naturaleza contextual responsables de la peculiaridad de la ciencia autóctona, explicó el fenómeno de 'domiciliación' de la ciencia europea y su evolución ulterior en las ciencias latinoamericanas a través del tiempo.

Resaltó la diferencia que existe entre ver a la ciencia mexicana como nacional o colonial, en el primer enfoque considera la ciencia mexicana como un producto nacional, que surgió recientemente, se caracterizó por poner énfasis en el contexto local y le atribuyó un valor explicativo causal propio (Saldaña, 1989a,b); en el segundo, ignora la trama local en el que actúa la ciencia, y considera a ésta periférica, al margen de elementos importantes como la colonización, la explotación económica, la homogeneización y el choque cultural que experimentaron las sociedades nativas. Además, en la ciencia colonial se despreció la influencia que ejercen factores como: el contexto local en las motivaciones de los científicos, el establecimiento de los objetivos de los

programas de investigación, los medios empleados para su desarrollo, la formación de las comunidades locales dedicadas a la ciencia y la profesionalización.

La historia social de la ciencia también toma en cuenta los aspectos intelectuales, pues pretende llegar a entender la naturaleza y el comportamiento que han seguido los científicos quienes crean, desarrollan o incorporan conceptos y teorías como consecuencia de un contexto social particular. Se considera que la ciencia ha sido causa y efecto de los hechos históricos de una región, entrelazándose con los demás aspectos de la vida social y cultural. Así, en la historia social de la ciencia *"se hace una historia local en la que aparecen accidentes geográficos, individuos y grupos de individuos, instituciones, ideologías, conceptos y teorías científicas interactuando entre sí en un contexto social y cultural definido"* (Saldaña, 1996).

APÉNDICE 6

LOS MUSEOS BIOLÓGICOS EN LA HISTORIA

La primera concepción de un museo se originó con los griegos clásicos, para quienes la palabra 'museion' significaba el lugar donde se rendía culto a las musas, las diosas de las artes y las ciencias que inspiraban la generación de conocimientos nuevos. El museo griego funcionaba de modo semejante a una universidad, era un centro donde los hombres cultos de la época se reunían a leer, analizar y discutir sobre los diferentes aspectos del conocimiento, contenía como acervo gran cantidad de obras de arte, instrumentos para indagar y observar, además, resguardaba colecciones botánicas y zoológicas, y extensas bibliotecas. El mejor ejemplo de este tipo de institución se construyó en Alejandría, era el más grande y famoso; fue destruido en el siglo V (Navarro y Llorente, 1994).

Posteriormente los romanos mantuvieron la idea del museo como un recinto semiprivado donde se albergaban obras de arte, trofeos de guerra y algunas curiosidades naturales, este mismo concepto prevaleció en los países orientales como Japón y Turquía. Después, durante la Europa medieval, las iglesias los monasterios y las abadías fueron los reservorios culturales de los herbarios, los bestiarios y gran cantidad de obras de arte de países lejanos (Navarro y Llorente, 1994).

Durante el Renacimiento surgieron los gabinetes de historia natural que fueron los precursores directos de las colecciones científicas; se establecieron en las casas de los grandes personajes de la época, en las cuales eran almacenadas y exhibidas curiosidades naturales u objetos míficos (Navarro y Llorente, 1994); estas colecciones y los coleccionistas aumentaron de forma exponencial en la Europa de la primera mitad del siglo XVII, pues poseer objetos raros daba prestigio y producía reconocimiento social (Papavero *et al.*, 2001b).

Paralelo a los descubrimientos de nuevas tierras, los europeos aplicaron técnicas novedosas que permitieron el mejor manejo y conservación de los especímenes, por ejemplo, se utilizaron el vidrio transparente, el alcohol y la inyección de cera o mercurio para preservar el cuerpo de los vertebrados y se utilizó el papel para los herbarios.

Hasta finales del siglo XVIII las colecciones biológicas de los museos nunca estuvieron abiertas al público en general, el primer museo público apareció en Inglaterra, fue el Museo Ashmoleano creado en 1678. Más adelante surgió la modalidad de los museos nacionales, tales fueron los casos del Museo Británico fundado en 1753 donde James Cook y Joseph Banks formaron las primeras colecciones y el Museo de París en donde trabajaron Buffon, Lamarck, Cuvier y Saint-Hilaire. Fue en este siglo que la función de los museos se transformó radicalmente, se convirtieron de colecciones de curiosidades en centros de desarrollo del conocimiento científico, incluso en los Estados Unidos de Norteamérica las colecciones biológicas respondieron a necesidades más prácticas, como fue la exploración del ambiente natural de las nuevas tierras y el conocimiento de los recursos aprovechables (Navarro y Llorente, 1994).

Los jardines botánicos y los herbarios. Luca Ghini (1500-1566) fundó en 1543 el primer jardín botánico moderno en Pisa, estaba destinado al cultivo de plantas raras o medicinales, para la investigación y la enseñanza; el segundo lo estableció en Padua en 1545 y el tercero en Florencia. Durante los siglos XVI y XVII se crearon gran cantidad de jardines botánicos formales en las universidades de Pisa, Bolonia, Leiden, Heidelberg y Oxford, ahí se

hacían estudios de herbolaria y medicina. Este tipo de establecimientos proliferó rápidamente por toda Europa y el resto del mundo (Papavero *et al.*, 1995c).

La palabra herbario no siempre ha sido utilizada con la acepción actual, su primer significado se refería a una lista de plantas, en especial medicinales, con sus características y propiedades que por lo general contenían ilustraciones. *De Materia Medica* de Dioscórides (40-90. a. C.) fue el manuscrito más importante de este tipo, describió e ilustró aproximadamente 500 plantas medicinales, fue transcrito muchas veces, su influencia en el pensamiento científico de entonces fue tan grande, que difícilmente se reconocía el valor medicinal de una planta si no estaba citada en este herbario (Riba, 1969).

Como las plantas vivas de los jardines botánicos no podían preservarse indefinidamente y durante las expediciones, en muchos casos no era posible transportar toda una planta, lo más fácil era recolectar algunas de sus partes, así los herbarios se convirtieron en un conjunto de plantas conservadas (Riba, 1969). Leonardo da Vinci (1452-1519) fue el primero en imaginar un método para la conservación y estudio de las plantas mediante la impresión directa de algunas de sus partes; posteriormente en 1555, Alexis Pedamontanus divulgó este método en su libro de los *Secreti*, pero tuvo poca influencia en los estudios botánicos.

El herbario de plantas secas más antiguo que se conoce fue el de Gherardo Cibo (1512-1600), le siguieron el de Francesco Petrolini (ambos depositados en la Biblioteca Angélica de Roma) y el de Ulisse Aldrovandi (1524-1607), con cerca de 4000 plantas que se conservan en la Universidad de Boloña, estos herbarios consistían en ejemplares secos, pegados o cosidos en hojas de cartón o cartulina, que después eran encuadernados en forma de volúmenes muy difíciles de manejar. Esa técnica nueva para preservar comenzó con el uso del papel, entre cuyas hojas se seca y comprime la planta que se desea guardar. A quien parece deberse este método es a Luca Ghini, quien envió muchos ejemplares tratados por este método a sus corresponsales, pero nunca realizó un verdadero herbario. Durante el siglo XVI se produjeron muchos herbarios de considerable valor, como el de Leonardo Fuchs (1542), Valerius Cordus (1561) (Riba, 1969), Pier Andrea Mattioli, Cesalpino y el de Caspar Ratzenberg; este último comprende cerca de 746 plantas y actualmente se conserva en Kassel (Papavero *et al.*, 1995c).

Los parques zoológicos. La curiosidad del hombre por los animales es antigua, las tribus primitivas elegían ciertos organismos para cuidarlos; siglos después, los potentados orientales poseían grandes colecciones de animales vivos. Se sabe por ejemplo, que el primer elefante en llegar a Francia fue ofrecido a Carlo Magno (742?-814) por el Califa Harun al-Rachid (797), y Federico II en Sicilia tenía verdaderos parques zoológicos, que a veces seguían a la corte en sus traslados. En Portugal, bajo el reinado de Don Manuel (1578-1580), desembarcaron rinocerontes y elefantes. Uno de los mayores zoológicos reales se localizó en el palacio de Cintra. En la segunda mitad del siglo XVI había numerosos parques poblados de animales africanos, en las tierras del Marqués de Villa Real o de los duques de Braganza, de Coimbra y de Aveiro, y en España, el más bello zoológico pertenecía a Don Hurtado de Mendoza (Papavero *et al.*, 1995c).

En Italia, siguiendo la tradición romana de importar animales, se instalaron zoológicos en varias ciudades como Siena, Pisa, Rimini, Venecia, Perugia y Florencia. Las cortes de Nápoles, las de Ferrara, las de los cardenales y las de los Papas se llenaban de animales para mostrar su fastuosidad y eran utilizados para diversión. Por ejemplo, el Papa León X llegó a mantener papagayos, monos, un elefante, un rinoceronte embalsamado y algunos carnívoros en el Vaticano; en Francia, Francisco I era maniático de los animales, tenía

leones, avestruces, tigres, leones, algunos de los cuales se encontraban en el zoológico de Avignon; Enrique II tenía icneumónidos, ratones de arena, puerco espines, civetas y simios; y Carlos IX crió bestias feroces y aves (Papavero *et al.*, 1995c).

No solo los monarcas y nobles del siglo XVII poseían zoológicos, algunos burgueses y sabios mantenían animales vivos para hacer observaciones y experimentos, tal fue el caso de Da Vinci quien mantuvo un vivario con simios, murciélagos, cobras, lagartos, saltamontes, grillos y mariposas. Muchos de esos personajes domesticaron, enjaularon e intentaron conservar y coleccionar animales muertos, completos o en fragmentos y así surgieron las colecciones de partes óseas, pieles y conchas como piezas aisladas o montadas, con segmentos secos o rellenos de paja. Los procesos de preservación en el Renacimiento eran muy primitivos e ineficientes, por lo general los coleccionistas usaban la sal para guardar las piezas y durante la primera mitad del siglo XVIII se utilizó el 'espíritu' del vino para la conservación (Papavero *et al.*, 1995c).

Las colecciones de cultivos vivos. Las colecciones de cultivos de microorganismos se establecieron por primera vez en el siglo XIX, fueron muy importantes para estudiar los grupos que se basan en la morfología como clave de identidad y para la sistemática de las bacterias, los hongos y los protozoarios. También han sido útiles para preservar la diversidad biológica, pero han tenido el inconveniente de que su costo es muy alto. Estas colecciones han sido nombradas generalmente con los principios establecidos en los códigos bacteriológico, botánico y zoológico y no pueden ser considerados como especímenes (Quicke, 1993).

Los primeros museos de historia natural. El Jardín des Plantes de París tuvo su origen en 1626, durante el reinado de Luis XIII con el establecimiento del Jardín Royal des Herbes Médicinales, cuyo propósito era estudiar las ciencias naturales; la superintendencia siempre debería ser ocupada por el primer médico del rey. La organización del Jardín se inició en 1635 y se inauguró en 1640 con Guy de la Brosse como su intendente, había cerca de 2360 muestras de plantas variadas y contaba con salas para cursos de botánica, química y astronomía. En ese jardín trabajaron naturalistas ilustres como: Luis Lémery, Simon Boulduc, E. F. Geoffroy, Joseph Pitton de Tournefort, y más tarde, Sébastien Vaillant, Antoine de Jussieu, Bernard de Jussieu, Antoine-Laurent de Jussieu y Buffon quien en 1739 quedó como director. En 1793, después de la Revolución Francesa cambió al nombre oficial de Muséum d' Histoire Naturelle, se formó la biblioteca, con libros que habían pertenecido a conventos y el 7 de septiembre de 1794 fue abierto al público; además se iniciaron sus famosas cátedras con grandes naturalistas de la talla de Cuvier, Lamarck y Saint-Hilaire. A partir de esa época empezó su crecimiento y se añadieron nuevas secciones para convertirse a finales del siglo en uno de los museos de historia más importantes del mundo (Papavero *et al.*, 2001b).

En esa misma época, en Inglaterra, el médico Hans Sloane acumuló y catalogó una inmensa colección de historia natural en la Royal Society y en el Royal College of Surgeons de los cuales fue presidente, llegó a contener 100,000 especímenes (principalmente plantas, pero incluía 1500 peces, 1100 aves y más de 5000 conchas), 50,000 libros y 3560 manuscritos, también se incorporaron otras colecciones particulares como la de James Petiver (plantas), la de Willian Courteen y el herbario de Leonard Plunkenet. Sloane legó la totalidad de sus colecciones al estado y constituyeron el núcleo del Museo Británico de Historia Natural que fue abierto al público en 1759. En 1806, el Departamento de Historia Natural se dividió en Botánica, Zoología, Mineralogía y Geología (Papavero *et al.*, 2001b).

Las colecciones biológicas a finales del siglo XX. La práctica taxonómica siempre se ha desarrollado relacionada con las colecciones, éstas son centrales para la documentación de las investigaciones relacionadas con la biodiversidad y el aprovechamiento de los recursos bióticos de una región. Para que las colecciones cumplan eficientemente con su función de investigación deben: a) ocupar el menor espacio posible, pero que conserven y muestren las estructuras o propiedades importantes de los organismos para su clasificación, y b) se apliquen las mismas técnicas, procedimientos, equipos y materiales para su recolección, muestreo y estudio, de modo que la comparación entre los distintos organismos sea estandarizada. Los materiales que se utilizan para la conservación de los ejemplares deben ser homogéneos, además es necesaria la accesibilidad a la colección, y su organización física, por lo que debe ser eficiente la captura de datos y la certificación del material (Llorente, 1990; Navarro y Llorente, 1994).

El impacto que ejercieron los museos de historia natural ha cambiado conforme se hicieron nuevos estudios históricos, ecológicos, genéticos y bioquímicos, lo que propició modificaciones significativas en lo que se recolectó y en la forma de obtención de los especímenes (Talbot, 1994). Estas instituciones se concibieron principalmente para la exploración y representación de un mundo natural no alterado, pero los problemas ambientales masivos y la tasa acelerada de extinciones inducidas por el hombre (Lovejoy, 1994) provocaron que algunos organismos solo se pudieran estudiar en los museos (Llorente *et al.*, 1994).

Las colecciones biológicas pueden ser de dos tipos: principales y accesorias. Las colecciones centrales o principales son las compuestas por los ejemplares adultos o alguna de sus partes. Las colecciones accesorias son las que proporcionan información adicional, pueden estar formadas por algún fragmento, por individuos en estado juvenil, estructuras relacionadas con ellos, su evidencia o registros indirectos o por otros organismos asociados; e incluyen: huellas, nidos, sonidos, huevos, excretas, contenidos estomacales, endoparásitos y ectoparásitos, improntas de esporas, cortes histológicos, ilustraciones, cantos, cintas, películas, diarios y catálogos de campo, entre otras. Un tipo especial de colección accesoria lo constituyen las colecciones sinópticas, que consisten en partes de ejemplares (semillas o escamas) o ejemplares completos ordenados para permitir una consulta rápida (Navarro y Llorente, 1994).

Los caracteres estructurales, fisiológicos y/o genéticos de los ejemplares deben ir acompañados de una serie de datos adicionales que se registran en las etiquetas o rótulos que los acompañan, los cuales son indispensables, pues un espécimen sin ellos es inútil, ya que los biólogos comparativos trabajan con caracteres, especies y taxones que están acotados espacio-temporalmente y se interpretan en un contexto integral, comparativo y relacional. Los datos mínimos que debe tener una etiqueta son: localidad de recolecta, fecha, nombre del colector, sexo del ejemplar, edad del ejemplar, colores en fresco, textura, estructuras que no se conservan, conducta, hábitat, en general la mayor cantidad de datos posibles, que deben escribirse siempre en el mismo orden y siguiendo un formato estandarizado que sea claro y conciso (Navarro y Llorente, 1994).

La mayoría de las colecciones se encuentran ordenadas en secuencia evolutiva o con arreglo lineal, alfabético y consecutivo de clases, órdenes, familias, géneros, especies y subespecies, de acuerdo con las normas que adopta cada curador. Se procura que en colecciones similares haya un orden parecido para que la consulta sea más fácil.

Los diarios o bitácoras y los catálogos de campo son de las principales herramientas de trabajo del naturalista, el primero es un registro preciso, detallado y completo de todas las actividades desarrolladas alrededor

de un proyecto de investigación de campo y en relación con algunos ejemplares que se encuentran en el museo y contienen información sobre: el acceso a las localidades, las condiciones atmosféricas, los aspectos del comportamiento, el hábitat y el esfuerzo de trabajo, entre otros. El catálogo de campo es una relación detallada de los ejemplares recolectados y preservados por un solo investigador (Navarro y Llorente, 1994).

En las formas de registro de ingreso se detalla la relación de los ejemplares que se integran a la colección, como: el estado general, el depositario, las colecciones accesorias que se consignan con ellos y el propio ordenamiento de los organismos. El catálogo cronológico de una colección contiene el registro de los especímenes, a los cuales se les asigna un número consecutivo (número de catálogo), que es exclusivo y no se repite, va seguido de su identificación taxonómica, la localidad, el recolector, la fecha de recolecta y cualquier otra información pertinente. Ésta es la primera forma de acceder a la información de una colección sin tener que recurrir directamente a la consulta de ejemplares y sus rótulos.

En los museos generalmente se llevan catálogos alternativos como el geográfico y el taxonómico, pero siempre se tiene como base el cronológico. Para este tipo de trabajo las computadoras se han convertido en una herramienta indispensable, en especial el uso de las bases de datos (Peláez, 1994).

La hemerobiblioteca es un elemento imprescindible de las colecciones, que debe tener documentos especializados sobre el o los taxones resguardados y las regiones de estudio, además de mapoteca, fonoteca e iconoteca y las bases de datos correspondientes, entre otras cosas.

Después de obtenidos los ejemplares se preparan para ser aprovechados de forma óptima, de tal forma que sean permanentes y sirvan para muchos objetivos. El cuidado de las colecciones ya formadas requiere del manejo experto de: a) las técnicas de almacenamiento, de modo que se proteja a los ejemplares del deterioro de la acción de agentes físicos, químicos, y biológicos; b) las instalaciones, del mobiliario y del equipo especializado para optimizar el espacio y el orden; c) el material de consulta y la información accesorias para que sean asequibles (Llorente, 1990; Navarro y Llorente, 1994). Además, cada taxón debe conservarse de la forma más conveniente para su protección y alojamiento, siguiendo una técnica específica diseñada para cada ejemplar, que permita observar, medir o evaluar con facilidad los caracteres trascendentes para su identificación o determinación taxonómica (Llorente, 1990; Navarro y Llorente, 1994; Llorente y Castro, 2002).

El papel de los museos como difusores de los problemas actuales de la biodiversidad es muy necesario, tienen la desventaja de ser una representación estática, pero posiblemente en un futuro, los museos serán el único lugar donde habrá una evidencia de las especies que han existido (Llorente *et al.*, 1994).

A finales del siglo se hicieron varias reuniones para analizar la situación de las colecciones biológicas (Lovejoy, 1994), en las cuales se llegó a conclusiones respecto a los problemas más comunes, entre los que se mencionaron: la forma de administrarse, las técnicas de almacenamiento, mantenimiento y administración (McGinley, 1994), las características del curador, la colecta de fondos, su carácter estático, el intercambio de especímenes, la repatriación de colecciones o ejemplares (Emery, 1994 y Talbot, 1994), implementación de nuevas técnicas, la intervención del gobierno, el establecimiento de las reglas que los rigen y los costos (Emery, 1994), las características de las colecciones, el uso de bases de datos comunes, computarizar la información, la distribución de los museos en el mundo (Mares, 1994), su importancia en el establecimiento de un criterio biológico (Talbot, 1994; Navarro y Llorente, 1994) y la función del personal. Por ejemplo, una reflexión importante apunta

que es imprescindible que los estudios sistemáticos sean hechos por taxónomos profesionales y no por parataxónomos, para que la información que se obtenga sea de calidad (Llorente, 1990; Llorente y Castro, 2002).

En lo que respecta a los museos de América Latina, algunos de los problemas prioritarios abordados fueron: la catalogación incompleta, la inadecuada conservación, la falta de proyectos interdisciplinarios, las exposiciones que ponen en peligro los especímenes únicos y la insuficiencia de colecciones en esta región para fomentar la investigación biológica (Mares, 1994). Una visión integral de la situación de las colecciones, los museos y los problemas de inventario en Iberoamérica aparece en el trabajo de Llorente y Castro (2002).

APÉNDICE 7

TIPOS DE TRABAJO TAXONÓMICO

1. Análisis de relaciones. Trabajo que presente algún tipo de referencia sobre el análisis de relaciones, esto es, que compare estructuras y presente su variación en el tiempo y el espacio geográfico. Se consideró cuando se hizo mención de: a) afinidad o relación, y b) filogenia, para este último caso se refirió el método que se utilizó para el análisis: cladístico, fenético o evolutivo, con base en los criterios resumidos en el cuadro 5 de la Introducción.

2. Caracteres y rasgos. Que descubra, describa, denomine, cuantifique, compare, reconozca y/o establezca el uso de caracteres definidos como atributos relacionados con la forma, estructura o comportamiento de los organismos. Los tipos de caracteres contemplados para este trabajo fueron diez:

- | | | |
|----------------|------------------|------------------|
| a) Bioquímicos | e) Etológicos | i) Morfológicos |
| b) Citológicos | f) Fisiológicos | j) Ontogenéticos |
| c) Genéticos | g) Histológicos | |
| d) Ecológicos | h) Microscópicos | |

3. Catálogo. Que muestre una relación ordenada en la que se incluyan o describan de forma individual: libros, documentos, personas, objetos, etc. que estén relacionados entre sí (DRALE, 1992). Desde la perspectiva taxonómica tiene dos propósitos, el primero es registrar y convenir (conveys) al lector acerca de los datos de un organismo descrito; el segundo es establecer la base legal de un nuevo nombre. Por lo tanto en este tipo de tarea el descriptor debe conocer y tomar en cuenta las implicaciones de las reglas de nomenclatura y procedimientos que han sido aceptadas y estandarizadas (Blackwelder, 1967). En un cierto modo son los diccionarios de autoridad taxonómica.

4. Clasificación. Que exponga un sistema de palabras que sirvan de referencia al ordenamiento y jerarquía de las especies y taxones con base en criterios taxonómicos de similitud o parentesco (Papavero y Llorente, 1999). En esta categoría se señala el método que se utilizó para la clasificación: cladístico o fenético, en caso de no haberse seguido alguno de éstos, y se haya hecho análisis se clasificó como evolutivo.

5. Clave. Que contenga información diagnóstica para identificar organismos, generalmente se presenta en forma de opciones dobles (dicotómicas), en algunos casos puede presentar ilustraciones (Blackwelder, 1967).

6. Colecciones. Que tenga datos relacionados con museos, colecciones, herbarios, zoológicos o jardines botánicos; esto es, recintos que reúnan organismos vivos o preparados que normalmente se encuentran distribuidos en un espacio geográfico y en distintos tiempos, *v. gr.* listas de tipos.

7. Comparativo. Que compare parte de organismos o individuos distintos y/o que contraste seres similares de diferentes regiones.

8. Concepto. Que formule o utilice un determinado concepto de importancia taxonómica. Éste no es un tipo de trabajo taxonómico, es una herramienta de la base de datos para determinar cualquier concepto utilizado.

9. Descripción de nuevos taxones. Que describa uno o más taxones nuevos, como géneros, especies y subespecies. Son muy comunes y frecuentes en grupos de taxones poco conocidos, especialmente en regiones poco exploradas como México (Papavero y Llorente, 1999).

10. Distribución. Que se refiera al área de distribución de uno o varios taxones, pueden o no incluir análisis al respecto (Papavero y Llorente, 1999).

11. **Ensayo.** Que sea un escrito, generalmente breve, que exponga la opinión del autor sobre un tema, sin el aparato ni la extensión que requiere un tratado completo (DRALE, 1992). Análisis libre que realiza un autor sobre un tema determinado (*Folia Entomológica Mexicana*).
12. **Enseñanza.** Que señale la enseñanza de temas taxonómicos.
13. **Faunístico.** Que contenga una relación simple de las especies animales encontradas en determinada localidad, región o área, sin tratamiento taxonómico, con o sin inclusión de otras notas (ecología, hábitos, u otros datos).
14. **Florístico y flórmula.** Que aplique el inciso anterior para plantas.
15. **Formas inmaduras y ontogenia.** Que aborde algún aspecto sobre formas inmaduras y ontogenia. Estos trabajos son muy útiles para establecer clasificaciones y relaciones (Papavero y Llorente, 1999).
16. **Histórico.** Tipo de trabajo muy variado, desde biografías y biobibliografías de un taxónomo o naturalista hasta la historia de determinada especialidad taxonómica, institución, sociedad y/o expedición, entre otras (Papavero y Llorente, 1999).
17. **Índice.** Que publique el contenido de alguna revista o serie, ya sea de temas, de taxones, de nombres, etc.
18. **Lista.** Que enumere (con comentarios o sin ellos) los trabajos publicados sobre autores, temas, sinonimias; un determinado grupo o asunto biológico en un área geográfica, periodo de tiempo determinado o bien en una revista (Papavero y Llorente, 1999).
19. **Lista remisiva** (checklist). Que contenga el índice sobre un taxón determinado, que reúna todos los nombres de las especies de un taxón dado y que cite las fuentes bibliográficas más importantes (Papavero y Llorente, 1999).
20. **Métodos.** Que muestre fundamentos metodológicos que sean útiles para alcanzar los objetivos de una investigación taxonómica.
21. **Monografía.** Que presente la descripción y tratado especial de determinada parte de una ciencia o de algún asunto en particular (DRALE, 1992). El diccionario dice que monografía es “*una disertación o un estudio minucioso que propone agotar un determinado tema relativamente restringido*”; que sea el trabajo exhaustivo sobre un taxón determinado, que busque abordar todos los aspectos posibles: tratamiento sistemático completo de todos los grupos incluidos, morfología, sinonimia y datos sobre distribución geográfica, entre otros temas. La elaboración de una monografía requiere del estudio de grandes colecciones y/o un extenso estudio bibliográfico. En general las monografías brindan gran cantidad de resultados originales y son las publicaciones más importantes que puede hacer un taxónomo, pues describen clasificaciones nuevas, patrones evolutivos, biogeográficos y otros datos (Papavero y Llorente, 1999).
22. **ND.** No determinado (herramienta de captura únicamente).
23. **Nomenclatura.** Tipo de trabajo que puede abordar los temas más variados, desde la propuesta de sistemas nuevos hasta problemas de gramática y notas breves sobre sinonimia, homonimia y tipificación, entre otros (Papavero y Llorente, 1999).
24. **Nuevo registro.** Que presente el primer registro de distribución geográfica de un organismo determinado en una localidad distinta (Papavero y Llorente, 1999).
25. **Obituario.** (Del latín *obitus*; de *obire*, morir). Que contenga el registro de algún investigador fallecido, con notas sobre su vida y obra. Se agregó si se refería a un taxónomo nacional o extranjero (Papavero y Llorente, 1999).

26. Redescripción de taxones. Que incluya información adicional sobre caracteres nuevos de un taxón específico. Este tipo de trabajo se presenta porque las descripciones originales, particularmente las más antiguas, a menudo omiten caracteres que se convierten en importantes para el reconocimiento o la clasificación de los taxones; estos trabajos son útiles en especial cuando se examinó el tipo (Papavero y Llorente, 1999).

27. Reseña o recensión. Que presente comentarios, críticas y apreciaciones sobre un determinado trabajo, libro o tratado taxonómico; en general se publica en revistas o periódicos (Papavero y Llorente, 1999).

28. Revisión. *"Acción de revisar: ver con atención y cuidado, someter una cosa a nuevo examen, corregirla, enmendarla o repararla"* (DRALE, 1992). Que sea una reevaluación (nueva visión) del conocimiento previo de un determinado taxón; generalmente hecha con base en el estudio de nuevas colecciones o del examen de un mayor número de especímenes; con frecuencia se incluye el análisis de caracteres nuevos, el uso de métodos novedosos o la aplicación de técnicas recientes (Papavero y Llorente, 1999).

29. Sinopsis. *"Exposición general de una materia o asunto, presentados en sus líneas esenciales; sumario o resumen"* (DRALE, 1992). Tipo de trabajo que aborde brevemente las características generales de un taxón determinado, es el antecedente de un trabajo más ambicioso como una revisión o monografía.

30. Técnica. Que se refiera a aspectos prácticos de la taxonomía. Trabajo que trate sobre el uso de instrumentos y rutinas de recolección, manejo, curación, mantenimiento y almacenamiento de material taxonómico, también que incluya aquellos materiales, procedimientos y reactivos que son sugeridos en ellas.

31. Teoría. Que aborde aspectos teóricos de la sistemática, es decir, que aporte conceptos nuevos, argumentos, principios o fundamentos, términos, ideas, tendencias, paradigmas, hipótesis y/o teorías.

APÉNDICE 8

Análisis de la dispersión bibliográfica de la taxonomía en México durante el siglo XX: Una primera aproximación.

Layla Michán¹ y Salvador Gorbea-Portal²

¹ Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", Facultad de Ciencias UNAM.

² Centro Universitario de Investigaciones Bibliotecológicas UNAM.

Los historiadores de la ciencia se enfrentan a una paradoja: más del 90% de toda la ciencia en la historia se produjo durante la segunda mitad del siglo XX, pero solo una fracción mínima de investigadores estudia este periodo. Esto se debe principalmente a que la denominada historia reciente o contemporánea utiliza métodos y problemas teóricos particulares (Söderqvist, 1997), resultado del crecimiento abrupto que se ha producido en este periodo del objeto de estudio. El número de investigadores, la cantidad de publicaciones, instituciones y de información en general aumentó de una manera exponencial, llegando a sumar en la segunda mitad de este periodo el 90% de todos los científicos que han existido en la historia de la humanidad, (Price, 1973). Tal cantidad de información ha repercutido en la forma en la que se almacena, procesa e interpreta la información, lo que ha generado el surgimiento de métodos cuantitativos (bibliométricos y cienciométricos) que permitan considerar bases comparativas estadísticas y técnicas. El crecimiento de la producción científica, así como el interés que ha alcanzado el proceso de matematización del conocimiento científico, han propiciado un aumento en el afán de conocer la proporción cuantitativa en la que se concentra y dispersa la información que aparece publicada en las revistas científicas. Ello ha permitido formalizar matemáticamente los fenómenos de integración y diferenciación de la ciencia que caracterizan al desarrollo científico contemporáneo.

La integración provoca la dispersión de artículos en publicaciones científicas vinculadas con un determinado perfil temático pero que no son necesariamente especializadas en ese tema, y la diferenciación contribuye a formar la reacción contraria: provocar el surgimiento de nuevas especialidades que tienen sus canales propios de comunicación científica.

Este comportamiento de la ciencia actual, señalado por Zakutina y Priyenikova (1983), condiciona una de las regularidades de la información científica y técnica denominada concentración-dispersión de la información, es decir, la presencia de una parte de los artículos que se producen sobre un tema específico y que se concentra en determinados títulos de revistas altamente especializadas, y la dispersión de la otra parte de estos artículos que aparecen publicados en gran número de títulos de revistas relacionadas con el perfil del tema.

Otra de las causas que condicionan el comportamiento de esta regularidad radica en que el desarrollo de las fuentes de información primaria es insuficiente, si lo relacionamos con la masa de conocimiento especializado que se genera por disciplinas y especialidades, debido a que el interés que surge por una determinada rama del saber opera de forma más acelerada y emergente que el que surge por la creación de las publicaciones primarias encargadas de transmitir el conocimiento que se genera en esa rama.

Esta situación aparentemente operativa, propicia que, parte de los resultados científicos que se generan en determinada especialidad, se difunda en revistas y otras publicaciones primarias pertenecientes a otras especialidades pero que están vinculadas con la primera. Esto se debe fundamentalmente a que no existen revistas científicas de la especialidad, o a que las existentes son insuficientes para publicar todo lo generado sobre la especialidad.

La escasez de revistas científicas en determinada especialidad permite a las existentes ser más rigurosas en cuanto a la aceptación de los trabajos que en ella se publican, lo que provoca un alto número de trabajos rechazados, que buscan como segunda opción ser publicados en otras revistas relacionadas con esa especialidad y cuya cobertura temática es más amplia.

En la medida que crece el interés sobre una especialidad o disciplina determinada, crece su producción científica y, por consiguiente, aumenta la dispersión de sus trabajos científicos así como la cantidad de títulos de las revistas en que se publican. También es resultado de este proceso la generación de conocimiento de estudios teórico-metodológicos altamente especializados, así como de estudios aplicados en los que se integra el resto de las disciplinas científicas.

Esta regularidad de la información científica fue representada matemáticamente por Samuel Clement Bradford en 1934. Este modelo⁸⁰ matemático (Gorbea y Setién-Quesada, 1997) constituye una de las herramientas bibliométricas más estudiadas, difundidas y utilizadas en la literatura especializada y en los estudios métricos de la información, tal como lo demuestra la extensa producción científica generada en torno a este modelo.

Los campos temáticos en los que se ha aplicado el modelo abarcan desde las ciencias sociales hasta las ciencias exactas y naturales, pasando por las ciencias físicas (Groos, 196; Chen y Leimkuhler, 1986), matemáticas (Kendall, 1960), médicas (Goffman y Warren, 1969; Goffman y Morris, 1970), biológicas (Freeman, 1974 y Pontigo, 1984; Álvarez y De Echevers, 1987); y técnicas (Coutinho, 1991), y llegan a temas tan específicos como los demográficos (Peritz, 1986; Gorbea 1990) y los derivados de la caña de azúcar (Sancho, 1988).

Fuente: Como fuente para este trabajo se utiliza la información contenida en la Base de datos TaXMeXX, una base de datos relacional que se diseñó en Access (específicamente para la investigación) atendiendo a las necesidades que planteaba el proyecto, contiene tablas, formularios e informes.

El análisis se realizó a principios del 2002 con 8098 registros capturados hasta ese momento, de los cuales 6077 son taxonómicos, publicados en México y todos analizados, éstos fueron seleccionados y se hizo una consulta en Access (Microsoft Office, 2000), donde se obtuvieron el total de artículos capturados para cada revista los datos fueron procesados posteriormente en la hoja de cálculo Excel (Microsoft Office, 2000), para construir la tabla y hacer el cálculo del modelo matemático de Bradford sobre la concentración–dispersión, así como para la confección de gráficas.

El modelo de Bradford y su postulado teórico. El postulado teórico de la formulación matemática de Bradford sostiene que: "*si un conjunto de revistas científicas se dispone en orden decreciente, de acuerdo con la cantidad de artículos que contengan éstas sobre un tema y un periodo de tiempo determinado, se pueden distinguir tres clases o zonas que agrupan aproximadamente igual número de artículos cada una*" (Bradford, 1948).

De esta forma se puede señalar que la primera zona o núcleo contiene un pequeño número de revistas altamente 'productivas', especializadas en una temática determinada. La segunda zona está ocupada por revistas medianamente 'productivas', y la tercera por revistas de baja 'productividad', o sea que éstas forman zonas de 'productividad' decreciente. Después, Bradford precisa el valor límite y el coeficiente de proporcionalidad de cada zona al señalar el postulado siguiente:

⁸⁰La denominación de 'Ley científica' expresa elementos y relaciones internas, esenciales, iterativos y estables que condicionan el desarrollo regular de los fenómenos de la realidad, por lo tanto la denominada 'Ley de Bradford' es un método y modelo matemático que contribuye a identificar el comportamiento de las regularidades presentes en la información científica, no son exclusivas de ella, considerando estas

Escojamos las zonas como:

$$pr = p_1 r_1 = p_2 r_2 \dots = m \quad (1)$$

Consecuentemente:

$$\frac{p_1}{p} = \frac{r}{r_1} = n_1, \text{ es decir} \quad (2)$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{r_1}{r_2} = n_2, \text{ es decir} \quad (3)$$

donde n_1 y n_2 son constantes mayores que la unidad, así que

$$\begin{aligned} p_1 &= n_1 p \\ p_2 &= n_2 p_1 \\ &= n_1 n_2 p \end{aligned}$$

Por consiguiente, el postulado teórico del modelo matemático propuesto por Bradford sobre la distribución de artículos de revistas científicas sobre un tema determinado se puede establecer de la manera siguiente: "Si las revistas especializadas que contienen información sobre un tema determinado, se agrupan en orden decreciente de productividad de artículos, éstas pueden dividirse en un núcleo de revistas mucho más "productivas", sobre el tema en cuestión, y algunos grupos o zonas que contienen el mismo número de artículos que el núcleo, cuando el número de publicaciones periódicas que aparecen en el núcleo y zonas sucesivas puede ser representado como: $1 : n : n^2$ ".

"Ahora sabemos, que no hay una razón por la que n_1 y n_2 sean diferentes, y la simple suposición que hacemos es que son iguales, consecuentemente en el caso simple posible tenemos que:

$$p : p_1 : p_2 : 1 : n : n^2 \quad (4) \text{ Bradford (1948).}$$

Esta formulación matemática expresada por Bradford en su modelo, significa que la relación entre las zonas, respecto a la primera, está dada por:

$$p = 1 p ; p_1 = n p \quad \text{y} \quad p_2 = n^2 p \quad (5)$$

Por lo que el valor de n se puede obtener de la formulación (2) y (3) de la forma siguiente:

$$\frac{p_1}{p} \approx n \approx \frac{p_2}{p_1} ; \frac{p_2}{p} = n^2 \quad \frac{r}{r_1} = n_1 \quad \frac{r_1}{r_2} = n_2$$

El Multiplicador de Bradford. Los valores que toma n_1 y n_2 , se aproximan al 'multiplicador de Bradford' el cual se comprueba al sustituir el modelo por este valor y compararlo con el total de títulos obtenidos en cada zona; la proporcionalidad de títulos que se identifique entre cada zona deberá ser similar a la proporcionalidad establecida por Bradford en su modelo; es decir:

$1 : n : n^2$, o, lo que es igual,

$n^0 : n^1 : n^2$, donde n es el multiplicador o factor de proporcionalidad entre las zonas.

El coeficiente de proporcionalidad (n), elevado al cuadrado en el modelo anterior, indica que los títulos en la zona III crecen aproximadamente en el cuadrado de los títulos de la razón que hay entre las zonas II y I y la que existe en las zonas III y II, donde p_n representa el número de títulos de revistas en las zonas II y III.

En cada una de estas zonas se produce la misma cantidad de artículos, mientras que el número de títulos que la integran se incrementa de una zona a otra por un múltiplo, definido por Diodato (1994) como 'multiplicador o factor de Bradford', que resulta de dividir cada una de las cantidades de revistas obtenidas en cada una de las zonas entre la cantidad de revistas que se obtienen en la zona precedente.

La representación gráfica. Para Bradford, realizar la representación gráfica de su modelo o postulado teórico supone que el número total de artículos acumulados de una muestra en particular, puede ser proporcional al logaritmo de la cantidad acumulada de títulos de revistas, este aspecto lo motivó a realizar la representación gráfica de su postulado teórico. Luego representó los datos resultantes de la conversión logarítmica de las cantidades acumuladas de títulos de revistas en orden decreciente en el eje de las abscisas (X), dividido en fracciones logarítmicas, y los datos resultantes de la cantidad de artículos acumulados, en el eje de las ordenadas (Y).

Bradford observó que los resultados de esta representación eran: una curva formada por una zona de crecimiento que representa el núcleo o las revistas más 'productivas', un punto de inflexión y una línea recta, lo que lo llevó a hacer el planteamiento siguiente: "*De esta manera podemos decir que el conjunto de documentos de un tema determinado, separado de aquellos producidos por el primer grupo o zona de mayor producción de artículos, es proporcional al logaritmo del número de productividad*". Esto hace que la curva representada por Bradford adopte entonces una forma semejante, por su porción rectilínea, a la representación gráfica de la distribución de Zipf, por lo que habitualmente se la denomina como distribución Bradford-Zipf y por lo común se le cita como un caso particular de esta última. No obstante que Bradford no formuló una expresión matemática para su representación gráfica (Qiu, 1990), acepta para su formulación gráfica la ecuación expresada por: $Y = a + b * \log X$.

Análisis de los artículos. Se realizó una revisión cuidadosa de cada colección de revistas, volumen y/o número y artículo. El objeto de estudio fue cada uno de los artículos taxonómicos que contuviera.

La base de datos contiene la información bibliográfica de cada revista, volumen y artículo taxonómico (*sensu stricto*) que debía presentar evidencia clara de que había sido hecho con un propósito taxonómico, de acuerdo con la siguiente definición: Publicación que haga referencia explícita a alguna de las tareas taxonómicas, es decir que trate sobre descripción, identificación, determinación, localización, clasificación o relaciones taxonómicas de uno o más taxones, sea desde el punto de vista práctico como del teórico. Puesto que los resultados que arroje esta base de datos constituirán un trabajo histórico, también se tomaron en cuenta todos aquellos artículos que contribuyeran al conocimiento de la historia de la taxonomía en México, entre los que están los trabajos históricos, bibliográficos, obituarios, reseñas y colecciones taxonómicas.

Se capturó la siguiente información para cada artículo: revista, abreviatura, año, volumen, número, título, tipo de publicación, páginas en las que inicia, termina y totales; autor (es), institución a la que pertenece el autor, orden en que aparece, género; tipo de trabajo (38 categorías), taxón de estudio (mínimo y orden), caracteres, concepto(s), teoría (s), método(s), región, disciplina, subdisciplina y notas. Es necesario apuntar que no todos los

artículos deben tener todos los campos capturados, pues depende del tipo de trabajo y la información no siempre se presenta o no es necesaria.

Determinación del núcleo de revistas. A partir del modelo de Bradford, se utiliza la metodología propuesta por Gorbea (1996) en su libro para la aplicación y comprobación de este modelo; con la ayuda de la Hoja de Cálculo Electrónico Excel de Microsoft se obtiene la tabla de distribución decreciente de artículos de revistas, en la que se identifican las tres zonas en que se dividen las revistas, de acuerdo con la cantidad de artículos que aporta cada una, tal y como se presenta a continuación, acompañada de los cálculos de comprobación del modelo y de su representación gráfica.

Se considera que residuales menores al 1% son suficientes para determinar que la curva observada y la recta calculada coinciden.

En el cuadro 31 se puede observar una primera zona (denominada núcleo) que agrupa dos títulos con 2409 artículos, una segunda de cinco títulos con 2073 artículos y una tercera de 20 títulos con 1659 artículos, mientras que los resultados obtenidos por el cálculo de los mínimos cuadrados indican lo siguiente: $Rc(n) = a + b \cdot \text{Log}(n) =$

$$y = a + b \cdot x$$

Donde:

(Intercepto) $a = 1558.336$

(Pendiente) $b = 3414.7016$

(Correlación) $r = 0.9904588$

Número de casos $n = 27$ valor promedio por zona = $6141 / 3 = 2047$

De los resultados obtenidos se puede inferir que los datos utilizados en la muestra se ajustan a lo postulado por Bradford en su modelo matemático, es decir, que el núcleo de revistas identificadas concentran aproximadamente la tercera parte de la información publicada sobre este tema, mientras que en las revistas comprendidas en la tercera zona se dispersa casi otra tercera parte de la información, y que la relación que existe entre las revistas del núcleo y las de la tercera zona se cumple, pues los títulos de la tercera zona crecen aproximadamente en el cuadrado de los que se encuentran en el núcleo, proporción matemática observada por el propio Bradford.

Esta inferencia, en forma evidente también queda demostrada en el ajuste que presenta la curva observada en relación con la calculada, tal y como se presenta en la figura 43.

La forma de la gráfica de Bradford depende considerablemente del intervalo de tiempo utilizado; varía dependiendo del periodo histórico, disciplinas y subdisciplinas objeto de estudio, nivel de especialización y tamaño de la muestra (Wagner-Döbler, 1997). Aspectos éstos que se delimitan con precisión en la muestra objeto de este estudio y que favorecen el ajuste de las curvas y la comprobación del modelo.

En este estudio, el gráfico resultante es lineal lo que refleja que esta disciplina todavía está en una fase de desarrollo (Von Ungern-Sternberg, 2000), aspecto congruente con el desarrollo histórico de la taxonomía en este país, también debe su forma lineal a que representa el comportamiento de una ciencia no social, y su forma convexa se debe a que la muestra abarca un periodo de tiempo amplio.

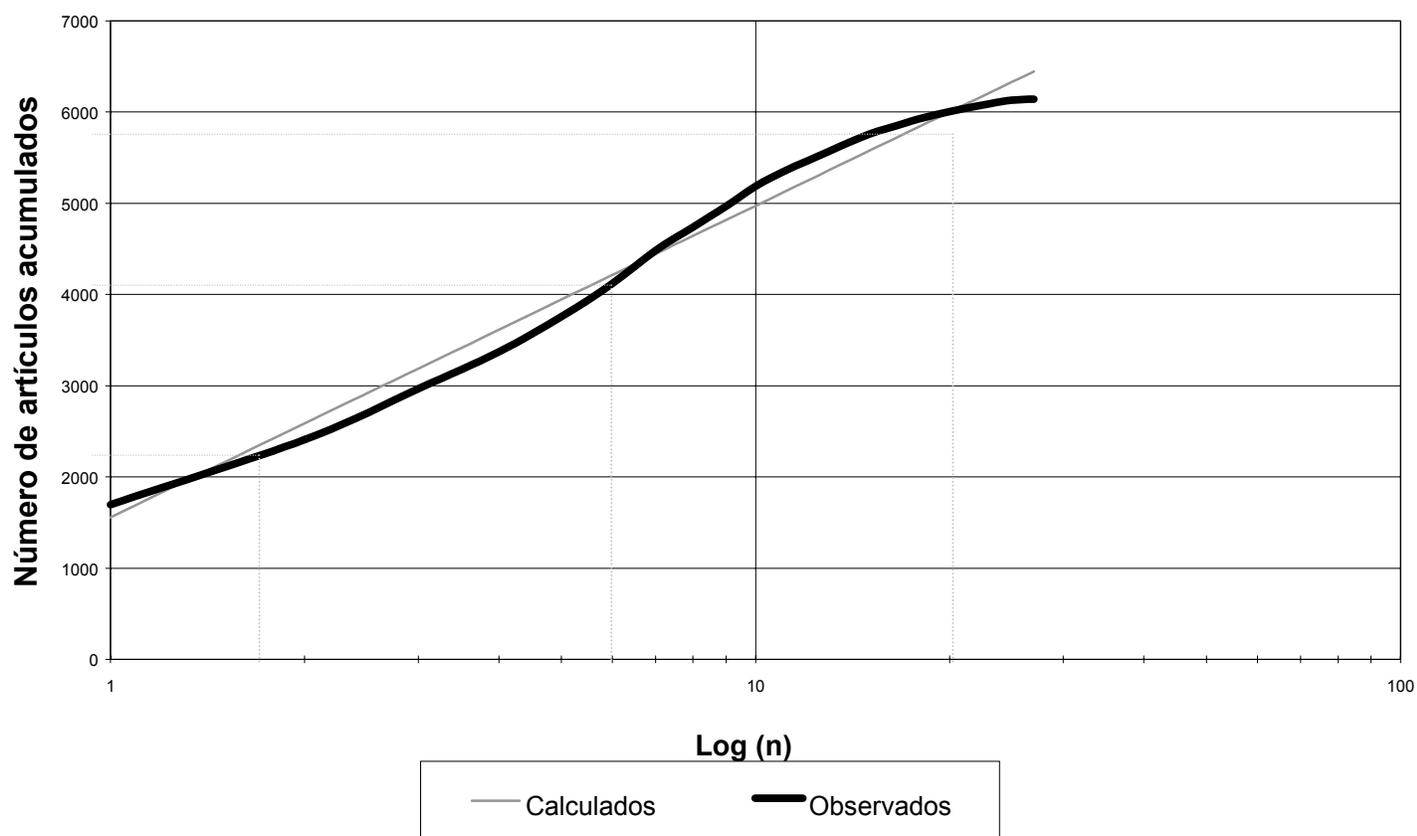


Figura 43. Modelo de Bradford aplicado a la base de datos TaXMeXX.

El resultado del análisis, tanto gráfico como matemático, refuerza la idea que durante el siglo XX se publicaron trabajos relacionados con la taxonomía en 27 revistas científicas mexicanas, utilizando distintos enfoques. El núcleo lo constituyen dos publicaciones: *Anales del Instituto de Biología UNAM* y *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*; éstas sumadas a cinco más de la zona 2 constituyen las siete revistas (Claves) más representativas que abarcan alrededor del 70% del total de los artículos publicados sobre esta especialidad y país, que son: *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, *Orquídea*, *Folia Entomológica Mexicana*, *Revista Mexicana de Micología* y el *Boletín de la Sociedad Botánica de México*.

Los títulos identificados en la primera zona alcanzan una densidad de 1204.5 artículos por revista, mientras que los de la tercera zona, una densidad de 82.9, lo que permite identificar con mayor evidencia la regularidad de concentración-dispersión de la información que se manifiesta en las revistas científicas que aparecen en cada una de las zonas formadas a partir de la muestra objeto de estudio.

Un estudio de concentración-dispersión de la información, no solo determina las principales revistas especializadas que conforman el núcleo, según el modelo matemático de Bradford, sino que también analiza el comportamiento de aquellas variables que caracterizan esta dispersión.

Con el análisis del comportamiento de variables tales como fecha de publicación, disciplina, tipo de trabajo taxonómico, cobertura geográfica y autores, entre otras, se identifica la estructura interna y el comportamiento del

flujo de información documental del objeto de estudio. Con ello se logra descubrir con mayor detalle las tendencias, reales o no, que caracterizan la producción científica de la especialidad involucrada, y que conforma un flujo de información documental especializado compilado en soporte óptico, magnético o en papel.

La aplicación del modelo matemático de Bradford a la literatura especializada debe entenderse como un método que permite explicar, cuantitativamente, la relación que existe entre las revistas científicas enfocadas a determinado tema, y los artículos que en ellas se publican. Esto contribuye a determinar la densidad de información por revistas, y por consiguiente señala aquellas que producen más sobre un tema, información que resulta de gran utilidad para establecer criterios en torno a la evaluación de determinada revista o colección, sin que ello sea el factor determinante en dicha evaluación.

El comportamiento de la relación entre las revistas científicas y los artículos que éstas publican constituye una consecuencia del crecimiento exponencial de la literatura científica, que determina el surgimiento de títulos nuevos, la permanencia de otros y la densidad de la relación de artículos por títulos.

La comprobación de las igualdades que se presentan en el modelo de Bradford puede verse afectada por niveles altos de dispersión en las revistas periféricas, es decir, las de la tercera zona que pueden ser especializadas o no en el tema objeto de estudio y cuya densidad de artículos disminuye en forma no proporcional. Esto provoca una distorsión muy significativa en la cantidad de títulos por zonas, al crecer demasiado la cantidad existente de títulos que aportan un solo artículo, aspecto que afecta la igualdad entre n_1 y n_2 , y la demostración de proporcionalidad entre las zonas, planteada por Bradford como n en su modelo, y denominada como coeficiente de proporcionalidad entre zonas, o multiplicador de Bradford.

Otra variable que afecta las igualdades del modelo es la periodicidad de las revistas, la presencia de revistas con frecuencias muy bajas o irregulares contribuye a que no todas ellas tengan la misma probabilidad de aportar artículos a la muestra objeto de estudio, y por consiguiente a ocupar un sitio entre las más 'productivas'.

Los artículos de revistas no siempre son aportados por revistas científicas de periodicidad estable, eso coadyuva a que se observe una alta dispersión de artículos con respecto a las fuentes. Este rasgo, sin embargo, puede considerarse como característica común de las bases de datos y fuentes que se generan en países en vías de desarrollo. No obstante, los datos obtenidos en la muestra objeto de estudio de este artículo sobre taxonomía en México durante el siglo XX cumplen con las igualdades que se comprueban en el modelo matemático de Bradford, al menos, son igualdades estadísticamente aceptables, dada la correspondencia estadística que en ellos se comprueba al calcular el valor de r , es decir, la correlación entre los datos observados y los calculados.

Varias de las publicaciones periódicas identificadas en la zona núcleo, no solo son las más 'productivas', sino que por su importancia aparecen como procesadas y difundidas en los principales sistemas internacionales de información especializada, particularmente los latinoamericanos.

Sin embargo, no todas las revistas identificadas como 'claves' por el modelo de Bradford (primera y segunda zonas), corren la suerte de ser indizadas por los sistemas y servicios de información especializados.

La formación de instituciones y sociedades en las que se realizó taxonomía durante el siglo XX en México se dio en la década de los 30's; fue a partir de ese lapso que se editaron revistas especializadas sobre la disciplina.

Es importante hacer notar que la taxonomía es una práctica científica no unificada o apenas en unificación, debido a que es realizada por distintos profesionales de la biología, de acuerdo con su objeto de estudio, esto es

por zoólogos, botánicos y microbiólogos, los cuales utilizan técnicas, métodos conceptos, jerarquías e incluso hasta Códigos de Nomenclatura distintos, entre otras cosas; y puede considerarse que provienen de tradiciones distintas (Nordeskiold, 1949). Lo que unifica a todos ellos son sus metas linneanas, (nombrar, describir, clasificar) y recientemente el establecer relaciones evolutivas. Además comparten algunos métodos de clasificación (Hull, 1988), la definición de la unidad de estudio (especie) (Llorente y Michán, 2000), algunos fundamentos teóricos sobre modos y modelos de especiación y mecanismos evolutivos, entre otros; por lo tanto no existen consensos y no hay una correlación directa entre los elementos enumerados anteriormente y el objeto de estudio. En síntesis, los taxónomos no comparten una estructura teórica general y unificada, ni métodos uniformes, incluso muchas veces su lenguaje también es diverso y distinto.

Como consecuencia, el desarrollo de las disciplinas taxonómicas se ha dado de forma independiente, es decir, hay revistas dedicadas al estudio de algunos grupos (animales, plantas y microorganismos), subdivisiones taxonómicas de ellos o las que abarcan a todos, pero no hay ninguna revista dedicada a la taxonomía general en México. Este fenómeno no es exclusivo de este país, la mayoría de las revistas que incluyen trabajos taxonómicos tienen esta característica, y hay muy pocas que tratan sobre el tema de manera exclusiva que expongan métodos y teorías de relaciones taxonómicas; tal es el caso de *Cladistics* y *Systematic Biology*, ambas editadas en Estados Unidos. La primera que pertenece a la Willi Hennig Society (1980), está enfocada a la aplicación del Método Cladista a la sistemática (Hennig, 1968; Wiley, 1981; Nelson y Platnick, 1981); y la segunda es editada desde 1952 por la Society of Systematic Biologist, en 1990 se transformó de *Systematic Zoology a Systematic Biology*, el cambio de nombre resultó en una revista dedicada a la publicación de trabajos sobre sistemática en general utilizando principalmente el denominado enfoque evolucionista (Mayr, 1969).

APÉNDICE 9

LAS COLECCIONES BIOLÓGICAS REGISTRADAS EN MÉXICO

Colecciones zoológicas¹

Institución***	Nombre del museo o la colección
UAQ	Colección Zoológica, Escuela de Biología
UMSNH	Laboratorio de Investigación en Ornitología, Facultad de Biología
UJuárez	Colección de Aves de Tabasco
INIFAP	Colección Nacional de Insectos
Postgraduados	Colección del Centro de Entomología y Acarología, Instituto de Fitosanidad
UAYuc	Colección Entomológica Regional, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
ECOSUR	Colección Herpetológica del Museo de Zoología
ECOSUR	Colección Lepidopterológica del Museo de Zoología
ECOSUR	Colección Mastozoológica del Museo de Zoología
ECOSUR	Colección Ornitológica del Museo de Zoología
ECOSUR	Colección Herpetológica
CIBNoroest	Colección de Mamíferos
UANL	Colección de Insectos Benéficos-Entomófagos, Facultad de Ciencias Biológicas
CIBNoroest	Colección de Artrópodos
CICIMAR	Colección de Copépodos del Pacífico Mexicano
CICIMAR	Colección Ictiológica
CIIDIR-IPN, Durango	Colección Científica de Vertebrados
CIIDIR-IPN, Durango	Colección Entomológica
CINVESTAV	Colección de Helmintos, Laboratorio de Parasitología
CINVESTAV	Colección de Invertebrados Bentónicos de Yucatán, Laboratorio de Bentos, Mérida
IBUNAM	Colección Nacional de Anfibios y Reptiles
IBUNAM	Colección Nacional de aves
IBUNAM	Colección Nacional de Crustáceos
IBUNAM	Colección Nacional de Helmintos
IBUNAM	Colección Nacional de Insectos
IBUNAM	Colección Nacional de Mamíferos
IBUNAM	Colección Nacional de Moluscos
IBUNAM	Colección Nacional de Peces
UAGuada	Colección Herpetológica, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias
ITMochis**	Colección de Referencia y Prácticas de invertebrados marinos
Postgraduados	Colección Entomológica del Campus Tabasco
ICMyLUNAM	Crustáceos del Golfo de México, Caribe y Pacífico Mexicanos
UASLP	Colección Zoológica, Sección de Invertebrados, Instituto de Investigaciones en Zonas Desérticas
UASLP	Colección Zoológica, Sección de Vertebrados, Instituto de Investigaciones en Zonas Desérticas
UAAgc	Colección de Zoología
UGua	Colección Entomológica, Centro de Estudios de zoología
UAP	Colección Herpetológica, Escuela de Biología
ECOSUR	Colección de Peces del Museo de Zoología
ECOSUR	Colección Ictiológica
ECOSUR	Colección de Arañas del Sureste de México
ECOSUR	Colección Apidológica del Estado de Chiapas
ECOSUR	Colección de Artrópodos asociados a cultivos de la región del Soconusco, Chiapas
ECOSUR	Colección Entomológica
ECOSUR	Colección Mastozoológica
ECOSUR	Insectos Asociados a Plantas Cultivadas en la Frontera Sur, Tapachula
ICMyLUNAM	Colección de Invertebrados de la Estación Mazatlán
ENCB	Colección de Artrópodos asociados a mamíferos silvestres
ENCB	Colección de Peces Dulceacuícolas Mexicanos

Institución***	Nombre del museo o la colección
ENEP, Iztacala	Colección Herpetológica
UAMex	Colección Entomológica, Facultad de ciencias Agrícolas
UANL	Colección Científica Carcinológica, Facultad de Ciencias Biológicas
UNor**	Colección de Vertebrados e Invertebrados de Tamaulipas, Facultad de Ciencias Biológicas
FCUNAM	Colección de Collembola de México y ácaros edáficos
FES-Zaragoza	Colección Ornitológica
FES-Zaragoza	Colección Herpetológica
FES-Zaragoza	Colección Ictiológica
FES-Zaragoza	Colección Lepidopterológica
UGto	Colección Entomológica "Leopoldo Tinoco Corona", Instituto de ciencias Agrícolas
ICMyLUNAM	Colección de Anélidos Poliquetos
ICMyLUNAM	Colección de Equinodermos "Dra. María Elena Caso Muñoz"
ICMyLUNAM	Colección de Ictioplancton
ICMyLUNAM	Colección de Referencia de Peces de la Estación Mazatlán
ICMyLUNAM	Colección Ictiológica
ICMyLUNAM	Colección Micropaleontológica. Sección Ostracoda
IEAC	Colección Entomológica
Postgraduados	Colección de Entomología Económica, Instituto de Fitosanidad
IHNChiapas	Colección Herpetológica, Colección Zoológica Regional
IHNChiapas	Colección Mastozoológica, Colección Zoológica Regional
IHNChiapas	Colección Ornitológica, Colección Zoológica Regional
UGua	Colección de Vertebrados, Instituto Manantlán de Ecología y conservación de la Biodiversidad
UGua	Colección Entomológica, Instituto Manantlán de Ecología y conservación de la Biodiversidad
INDRE	Colección de Artrópodos con importancia médica
ITCV	Colección Malacológica
ITESM	Colección Entomológica de Monterrey
ITMochis**	Colección Entomológica
ITMochis**	Colección Ictiológica de Referencia
FCUNAM	Fauna cavernícola, Laboratorio de Ecología y Sistemática
FCUNAM	Hormigas de México, Laboratorio de Ecología y Sistemática
MHNCM	Colección Nacional de Insectos "Dr. Alfredo Barrera Marín"
UATam	Museo de Insectos
UACamp	Colección Entomológica, Museo de Biodiversidad Maya
UACamp	Colección Ornitológica, Museo de Biodiversidad Maya
FCUNAM	Colección de Siphonaptera, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera"
FCUNAM	Colección Herpetológica, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera"
FCUNAM	Colección Himenopterológica, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera"
FCUNAM	Colección Lepidopterológica, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera"
FCUNAM	Colección Mastozoológica, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera"
FCUNAM	Colección Ornitológica, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera"
FCUNAM	Colección de tejidos congelados de vertebrados, Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera"
SEMARNAP	Colección Ornitológica de la Gerencia Lago de Texcoco, Comisión Nacional del Agua
UACHapingo**	Colección Científica de Entomología Forestal
FMVZ-UADY	Colección Conquiliológica de Moluscos de la Península de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
UAYuc*	Colección de Crustáceos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
UAYuc*	Colección Regional de Peces, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
UAYuc*	Colección Regional de Vertebrados Terrestres, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
UAGuada	Colección Mastozoológica, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias
UAGuada	Colección Ornitológica, Facultad de Ciencias Naturales y Agropecuarias
UAM, Iztapala	Colección de Mamíferos
UANL	Colección Poliquetológica, Facultad de Ciencias Biológicas
UANL	Colección de Artrópodos de interés Médico Veterinario, Facultad de Ciencias Biológicas
UANL	Colección de Artrópodos no Insecta: Sección Crustacea, Facultad de Ciencias Biológicas
UANL	Colección de Artrópodos no Insecta: Sección Quelicerata, Facultad de Ciencias Biológicas

Institución***	Nombre del museo o la colección
UANL	Colección de Cnidarios, Facultad de Ciencias Biológicas
UANL	Colección de Equinodermos, Facultad de Ciencias Biológicas
UANL	Colección Entomológica, Facultad de Ciencias Biológicas
UANL	Colección Herpetológica, Facultad de Ciencias Biológicas
UANL	Colección Ictiológica y Laboratorio de Ictiología, Facultad de Ciencias Biológicas
UANL	Colección Malacológica, Facultad de Ciencias Biológicas
UANL	Colección Ornitológica, Facultad de Ciencias Biológicas
UANL	Laboratorio de Mastozoología "Dr. Bernardo Villa Ramírez", Facultad de Ciencias Biológicas

¹Tomado de CONABIO *Llorente et al.* (2000a). *Colecciones que no proporcionaron datos de sus siglas. **Ver el significado de las abreviaturas en el apéndice 1.

Colecciones botánicas¹

Institución***	Nombre del herbario o la colección
Orquideología	Herbario
Narro	Herbario
UABC	Herbario, Facultad de Ciencias
INIFAP	Bancos de Germoplasma
UAChapingo*	Herbario de la División de Ciencias Forestales
UAChapingo	Herbario-Hortorio, Instituto de Recursos Naturales
HNChiapas	Herbario
CICYucatán	Herbario U NAJIL TAKIN XIW
CICYucatán	Jardín Botánico Regional
CIIDIR-IPN, Durango	Herbario
CIIDIR-IPN, Michoacán	Herbario
CIMMYT	Banco de Germoplasma de Maíz
ECOSUR	Herbario
SAGAR	Herbario, Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero
UV	Herbario CORU "Dr. Jerzy Rzedowski Rotter", Facultad de Ciencias Biológicas
Posgraduados	Herbario-Hortorio
Posgraduados	Herbario
ECOSUR	Herbario
ECOSUR	Herbario de la Flora apícola
ECOSUR	Herbario y Cepario Micológicos
ENCB	Colección Ficológica
ENCB	Colección Micológica
ENCB	Herbario "Jerzy Rzedowski y Graciela Calderón"
ENEP, Iztacala	Colección de Micología
Homeopática	Herbario de Plantas Medicinales
UAEM	Herbario, Facultad de Ciencias Agrícolas
UABCS	Herbario Ficológico de la Universidad Autónoma de Baja California Sur
UNor*	Colección de Plantas Vasculares y Algas, Facultad de Ciencias Biológicas
FCUNAM	Colección del Programa Flora Ficológica de México, Herbario
FCUNAM	Sección de Macromicetos, Herbario
FCUNAM	Sección de Pteridofitas y Fanerógamas, Herbario
FES-zaragoza	Herbario
UAYuc	Herbario "Alfredo Barrera Marín", Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica
UAGuada	Herbario de Plantas no vasculares, Jardín Botánico "Jorge Víctor Eller T."
UAGuada	Herbario de Plantas vasculares, Jardín Botánico "Jorge Víctor Eller T."
UAGuada	Jardín Botánico "Jorge Víctor Eller T."
CIBNoroeste	Herbario del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste "Anetta M. Carter"
UACJ**	Herbario
UAgc	Flora del Estado de Aguascalientes
UAP	Colección de Plantas Vasculares del Estado de Puebla
UAMor	Herbario del Centro Ambiental e Investigación Sierra de Huautla
UAGuada	Colección de Algas de Jalisco, Instituto de Botánica, Herbario

Institución***	Nombre del herbario o la colección
UAGuada	Colección de Plantas Vasculares, Instituto de Botánica, Herbario
UAGuada	Colección Etnobotánica, Instituto de Botánica, Herbario
UAGuada	Colección Palinológica, Instituto de Botánica, Herbario
UAGuada	Herbario Micológico, Instituto de Botánica
IEAC	Herbario. Centro Regional del Bajío
Postgraduados	Colección de Hongos, Instituto de Fitosanidad
UASLP	Herbario "Isidro Palacios", Instituto de Investigaciones en Zonas Desérticas
IMSS	Herbario Medicinal de México
ITLM*	Colección de Macroalgas
ITLM*	Colección Micológica
ENEP, Iztacala	Colección de Ficología
ENEP, Iztacala	Colección de Plantas Vasculares
UACamp	Herbario, Museo de Biodiversidad Maya
ITESM	Herbario de Plantas Superiores (Colección General)
IBUNAM	Herbario Nacional de México
UAAGc	Colección de Hongos
UAQ	Herbario "Dr. Jerzy Rzedowski", Escuela de Biología
UACamp	Herbario Etnobotánico, Centro de Investigaciones Históricas y Sociales
UACHapingo*	Banco Nacional de Germoplasma Vegetal
UACHapingo*	Colección de Plantas Forrajeras y de pastizal
UAYuc**	Colección de Macroalgas de la Península de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica
UAYuc**	Hongos de la Península de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica
UAGuada	Banco de Semillas, Jardín Botánico "Jorge Víctor Eller T."
UAGro**	Herbario de la Escuela Superior de Agricultura
UAM-Iztapalapa	Herbario Metropolitano
UANL	Herbario, Facultad de Ciencias Biológicas
UASin	Herbario "Jesús González Ortega", Facultad de Agronomía
UATam	Colección de Algas, Herbario
UATam	Colección de Plantas Vasculares, Herbario
UJuárez	Herbario de Plantas vasculares
USonora	Herbario, Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas
INE	Colección de Hongos
INE	Herbario
UGua	Herbario, Instituto Manantlán de Ecología y Conservación de la Biodiversidad

¹Tomado de CONABIO *Llorente et al.* (2000a). *Colecciones que no proporcionaron datos de sus siglas. **Instituciones que no aparecen en TaXMeXX. ***Ver el significado de las abreviaturas en el apéndice 1.

Colecciones microbiológicas

Institución***	Nombre de la colección
INDRE	Cepario de Bacterias entéricas
CINVESTAV	Colección Nacional de Cultivos Microbianos CDBB-500
CIBNoroeste	Colección de Microalgas
CICESEBC	Colección de Cepas de Microalgas
ICMyLUNAM	Colección de Fitoplancton Marino y de Lagunas Costeras de México
ICMyLUNAM	Colección de Radiolarios del Pacífico Mexicano
UAYuc	Colección de Microalgas Dulceacuícolas y Marinas de la Península de Yucatán, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootécnica

¹Tomado de CONABIO *Llorente et al.* (2000a). ***Ver el significado de las abreviaturas en el apéndice 1.

APÉNDICE 10

CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL CONACYT

Los criterios de evaluación para conformar el Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACYT, se hacen con base en el perfil de la revista, se considera la calidad de su contenido, el impacto, la periodicidad, la regularidad y la distribución, por ejemplo, debe reunir los siguientes elementos:

- 1) Publicar como mínimo el 75% de artículos arbitrados, con resultados de investigación originales.
- 2) Contar con un comité editorial multiinstitucional e internacional formado por investigadores de reconocida calidad.
- 3) Contar con un arbitraje riguroso, especializado y documentado.
- 4) Sustentar la originalidad, la contribución y la pertinencia de la bibliografía de cada artículo sometido a evaluación.
- 5) Contener artículos de investigadores pertenecientes a diversas instituciones, nacionales y extranjeras.
- 6) No publicar demasiados trabajos por invitación.
- 7) No editar números monotemáticos.
- 8) Tener un mínimo de cinco años de circulación.
- 9) Tener cada volumen un solo número.
- 10) Incluir cada artículo un resumen, palabras clave, las fechas de recepción y aceptación, además de la dirección institucional de los autores.
- 11) Publicar por lo menos cada semestre en forma ininterrumpida, sin retraso según la fecha de aparición especificada en la portada.
- 12) Mostrar la fecha real de publicación en el colofón de cada número.
- 13) Hacer la distribución en el ámbito nacional e internacional.
- 14) Solicitar su inclusión en los índices y en los 'abstracts' internacionales relevantes dentro de la especialidad que cubren (CONACYT 2001b).

APÉNDICE 11

CENTROS DE INVESTIGACIÓN TAXONÓMICA MÁS REPRESENTATIVOS DEL SIGLO XX EN MÉXICO

El Museo Nacional, Fue el establecimiento más importante de finales del siglo XIX y principios del XX donde se estudió historia natural, su director fue Ramón I. Alcaraz y había naturalistas como Manuel M. Villada, Jesús Sánchez, Antonio del Castillo y Mariano Bárcena. Contaba con un Departamento de Historia Natural, en el que se realizaron importantes investigaciones en botánica, zoología y mineralogía. Dicha institución fue el centro de los estudios de las ciencias naturales hasta 1909, cuando su Departamento de Historia Natural se separó para constituir el Museo Nacional de Historia Natural; el primer director fue Jesús Sánchez (1847-1911) (Beltrán, 1943). Los *Anales* del Museo iniciaron su publicación en 1877 bajo la dirección de Gumersindo Mendoza, en ellos se editaron los catálogos de varias colecciones y colaboraron Antonio del Castillo, Mariano Bárcena, Manuel Villada, Jesús Sánchez, Alfonso L. Herrera, Manuel Urbina, Gabriel Alcocer, Eugenio Dugès y Nicolás León, entre otros (Beltrán, 1943a).

Este museo inició la institucionalización y la profesionalización de la historia natural en el México independiente; porque al mismo tiempo fue centro de investigación, difusión (*Anales del Museo Nacional*, 1877-1905), docencia y de acervos biológicos, además de que por primera vez se asignó sueldo a los naturalistas por realizar su trabajo (Saldaña y Cuevas, 1999); la desaparición de esta institución marcó la discontinuidad de los estudios sobre taxonomía hasta que se consolidaron y fueron continuos con la formación del Instituto de Biología de la UNAM en 1930.

La Comisión de Parasitología Agrícola (1900). Fue una de las instituciones más destacadas en la historia de las ciencias biológicas mexicanas, tuvo como director a Alfonso Herrera y contó con la participación de naturalistas como Gándara, Riquelme, Madariaga, Meraz, De la Barrera, Téllez y otros. Publicaron el *Boletín* de cuatro tomos (1900-1905) y las *Circulares* que sumaron 75 (1903-1908); además, reunieron importantes colecciones biológicas en su museo (Beltrán, 1943).

La Dirección de Estudios Biológicos (1915). Se formó a partir del Instituto Médico Nacional, el Museo Nacional de Historia Natural, el Museo de Tacubaya y parte de la Comisión Geográfica Exploradora (Ortega *et al.*, 1996), colaboraron naturalistas como Pastor Rouaix, Alfonso Herrera, Fernando Ocaranza, Manuel Pérez Amador, Emiliano Torres, Casiano Conzatti, Jesús González Ortega, Isaac Ochoterena, Miguel Cordero, Moisés Herrera, Juan Manuel Noriega, Luis Murillo, Maximino Martínez y Francisco Contreras, entre otros (Beltrán, 1969). Esta institución tuvo un periodo de crecimiento que culminó de 1924 a 1926 con la creación del Jardín Botánico y el Parque Zoológico de Chapultepec, la inauguración del Acuario en el mismo sitio y la organización de los estudios hidrobiológicos (Beltrán, 1977); en 1927 disminuyeron sus recursos y a finales de 1929 se separó del Jardín Botánico y del Parque Zoológico y pasó a depender del Instituto de Biología de la UNAM. La Dirección dio a conocer sus trabajos en el *Boletín*, editado en tres tomos de 1915 a 1926, y otras publicaciones aisladas (Rouaix, 1952).

El Instituto de Biología, de la UNAM se fundó el 9 de noviembre de 1929 en la Casa del Lago del Bosque de Chapultepec, su primer director fue Isaac Ochoterena (1885-1950), y se integró con investigadores y alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria, de la Facultad de Filosofía y Letras y de la Facultad de Medicina (Ortega *et al.*, 1996). A finales del siglo XX se consolidó como la institución más importante de investigación en botánica y

zoología del país, por reunir la mayor cantidad de investigadores, colecciones y publicaciones sobre estos temas (Llorente *et al.*, 2000a,b; CONACyT, 2001b).

Esta institución publicó varias series de gran importancia, entre las que están: las *Monografías* editadas desde 1982 con cuatro números hasta el 2000; los *Cuadernos*, desde 1989 con 33 números; los *Listados faunísticos de México*, publicados desde 1989 con ocho volúmenes; y las *Publicaciones Especiales*, iniciadas en 1969, con 17 números al 2000. Además tiene la biblioteca más especializadas en literatura taxonómica del país. Desde luego sus dos series principales constituyen las más antiguas, constantes y voluminosas de todas las publicaciones taxonómicas: *Anales del Instituto de Biología*.

La Facultad de Ciencias. La Escuela Nacional de Altos Estudios se incorporó en 1924 a la Universidad Nacional Autónoma de México que había sido fundada en 1910, posteriormente, por Decreto Presidencial se convirtió en la Facultad de Filosofía y Letras, la cual creó, en 1930, un departamento llamado 'sección ciencias' donde se estudiaba biología, física, matemáticas y la maestría de ciencias biológicas; el primero en obtener dicha maestría fue Leopoldo Ancona, en 1931, con una tesis entomológica. En 1935 se inició el proyecto a cargo de Ricardo Monges López para fundar la Facultad de Ciencias, quedó estructurada en 1938 e inició labores en 1939 con la dirección de su proyectador. La nueva facultad quedó constituida por siete departamentos, uno de los cuales era el de Biología, integrado por 12 investigadores con grado de Maestría y un Doctor en Ciencias Biológicas (Hoffmann *et al.*, 1993)⁸¹. La investigación taxonómica se inició en 1966 con el ingreso del Dr. López Ochoterena.

La Escuela de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Tuvo su antecedente en 1933 cuando por iniciativa de Vicente Lombardo Toledano y una comisión, integrada por Pedro De Lille B., Enrique Suárez del Real, Marcelino García Junco, Leopoldo Ancona, Demetrio Sokolov, Antonio Ramírez Laguna y Diódoro Antúnez Echegaray, propusieron la creación de una Escuela de Bacteriología, que inició sus actividades el 28 de enero de 1934 como parte de la Universidad Gabino Barreda, su primer director fue Leopoldo Ancona y dictó la primera cátedra Manuel Maldonado Koerdel (Beltrán, 1982). En 1936 se creó el Instituto Politécnico Nacional y en ese año se le incorporó la Escuela de Bacteriología; en febrero de 1937 se inauguraron los cursos de las carreras relacionadas con las ciencias biológicas: 'entomólogo', 'parasitólogo' y 'zoólogo'. A partir de 1938 esa escuela adoptó el nombre de Escuela Nacional de Ciencias Biológicas y tuvo como director a Alfonso Dampf (Beltrán, 1951a). Para los años 50, ya no existían las carreras de entomólogo, ni de zoólogo, solo quedó la de biólogo y otras enfocadas principalmente a los estudios bioquímicos, también se iniciaron las maestrías y el doctorado en ciencias con especialidad en biología, bioquímica y microbiología.

El Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales. Fue un centro de investigación de importancia biológica con una orientación médica y sanitaria, fue inaugurado en 1939 y su primer director fue Manuel Martínez Báez. Publicó la *Revista del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales*, la cual contiene contribuciones interesantes sobre parasitología, anatomía patológica y microbiología (Beltrán, 1977). En la década de 1990 cambió su nombre, pero no sus objetivos.

El Instituto de Ecología A. C. Fue fundado en 1975 por investigadores provenientes de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN, con el propósito de realizar dos líneas principales de investigación: el estudio de la biología, ecología, taxonomía y biogeografía de dos familias de Coleoptera (Scarabaeidae y Passalidae) y el

⁸¹ En el apéndice del libro Historia del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM pueden encontrarse listadas las tesis de grado y posgrado de esa dependencia universitaria.

estudio ecológico de Laguna Verde, Veracruz; la primera es la que ha dado mayores resultados publicados (Halffter y Halffter, 1998). Desde mediados de los 70s hasta finales de los 80s estuvo en las instalaciones del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México. Esta institución se integró desde 1989 al Sistema Nacional de Centros SEP-CONACYT, su sede actual está en Xalapa, Veracruz, y cuenta con centros regionales en los estados de Michoacán, Durango y Chihuahua, e instalaciones como la Estación de Biología de Piedra Herrada en la Michilía y el Laboratorio del Desierto en Mapimí, ambos en Durango, y el Centro de Investigaciones Costeras la Mancha (CICOLMA) en Veracruz (Martínez, 1994).

En este Instituto se realiza investigación científica básica y aplicada para: 1) generar conocimiento científico y tecnológico acerca de la biología de especies, poblaciones y ecosistemas; 2) contribuir al manejo y a la conservación de la biodiversidad de México; 3) realizar investigaciones acerca del uso sostenible de recursos naturales renovables; 4) divulgar, difundir y publicar los resultados de estas investigaciones; 5) formar y entrenar recursos humanos; y 6) promover y establecer programas de intercambio con científicos de instituciones similares nacionales y extranjeras (Instituto de Ecología, 2001).

Sus actividades están directamente vinculadas a la problemática ambiental ocasionada por las actividades productivas y el desarrollo del país. Surgió como respuesta a: 1) el interés por realizar investigaciones sobre el uso de los recursos naturales, la conservación y la biodiversidad de México; 2) evitar al máximo la posible afectación de las condiciones ecológicas y de la riqueza biológica de los ecosistemas, que condicionan la calidad de vida y el bienestar de la población; y 3) la necesidad de contar con estudios básicos y respuestas científicamente con fundamento para resolver los problemas ecológicos. Con estas bases se apoyó sólidamente el establecimiento de políticas y mecanismos adecuados para impulsar el desarrollo del país (Instituto de Ecología, 2001).

APÉNDICE 12

LA TAXONOMÍA EN MÉXICO ANTES DEL SIGLO XX

La denominación y la clasificación de los organismos fueron las primeras tareas que el hombre realizó para comunicarse acerca del mundo vivo, la taxonomía en un principio se dirigió especialmente a actividades utilitarias relacionadas con prácticas como: la alimentación, la agricultura, la medicina, la caza, la alfarería, la confección de herramientas de piedra y metal; así sucedió con los primeros habitantes de América que llegaron de Asia por el estrecho de Bering hace más de 27,000 años (culturas líticas) (De Gortari, 1980). En esta época se constituyeron en América civilizaciones y culturas autóctonas con alto grado de desarrollo, como la tolteca, maya, olmeca y azteca (Flores, 1982).

Los estudios antropológicos e históricos sobre los antiguos mexicanos apuntan que su conocimiento sobre los seres vivos fue el resultado de innumerables observaciones y pruebas empíricas realizadas por muchas generaciones de estudiosos de la naturaleza, que registraban y transmitían ideas a sus predecesores, principalmente a través de la tradición oral y de expresiones culturales como estelas, códices y rituales; por ejemplo, el 'tlamatine' (aquel que sabe algo), era el sabio nahua responsable de componer, pintar, conocer y enseñar los cantos y poemas en que preservaron su conocimiento, incluso el científico. Además, los pueblos prehispánicos fueron acuciosos en la observación y el estudio, aprovecharon las especies útiles y segregaron las nocivas; por las características del ambiente en que vivían, se vieron obligados a buscar los medios para satisfacer todas sus necesidades preferentemente en el reino vegetal, por medio de prácticas como la agricultura (alimentación) y la medicina (curación) nombraron, estudiaron, domesticaron y reprodujeron ejemplares útiles como el frijol, el cacahuate, el ixtle, el maguey y el nopal entre otros, así adquirieron un conocimiento amplio y profundo de la flora mexicana (Coronado, 1981; Gómez-Pompa, 1993).

En lo que se refiere a la zoología, los animales domesticados fueron pocos, en sus comunidades mantenían perros, guajolotes, patos, gansos y abejas, hicieron clasificaciones acertadas de animales como fue el caso de los 'tecuani' o mamíferos, 'atxcuincuani' o perros, y 'coyotl' o coyotes (De Gortari, 1980). Los aztecas tenían una nomenclatura complicada para los moluscos, aunque carecían de un nombre propiamente genérico (Ancona y Martín del Campo, 1953). Los artrópodos fueron reconocidos y diferenciados en su gran cantidad de formas e hicieron observaciones sobre la organización de los insectos sociales, el ciclo biológico de ciertos lepidópteros, ortópteros y cóccidos entre otros; además, estudiaron sus propiedades venenosas, su hábitat, su etología, ecología, y supieron interpretar de forma adecuada fenómenos biológicos como la metamorfosis (Barrera, 1955; Trabulse, 1983).

En cuanto a la taxonomía biológica, los datos más antiguos que se poseen sobre la nomenclatura y la clasificación prehispánica permanecen en el lenguaje de las diferentes etnias, los nombres de muchas localidades o regiones enteras (toponimia), que recuerdan la presencia o la abundancia de ciertas plantas y animales, como es el caso de 'Papaloapan', río de las mariposas; 'Papalotepec', en el cerro de las mariposas; 'Papalotla', lugar abundante en mariposas y 'Chapultepec', cerro del chapulín (Beutelspacher, 1989). Los sistemas de clasificación de los organismos que han utilizado las culturas indígenas se denominan 'taxonomías folk', son el objeto de estudio de la etnobotánica y la etnozooología, que entre otras cosas analizan los nombres, los usos y otros conocimientos sobre los seres vivos que tienen estas etnias. Por ejemplo, en México se han estudiado bajo esta

perspectiva grupos etnolingüísticos como el maya yucatanense, el náhuatl y el 'tzeltal' (Barrera, 1994), de los que se han obtenido datos reveladores, pero no se han identificado los procesos cognoscitivos involucrados en el descubrimiento y acumulación de este tipo de conocimiento (Gómez-Pompa, 1993), por lo que sería importante fomentar e implementar investigaciones al respecto.

Sin embargo, a partir de estudios etnobotánicos se deduce que los aztecas nombraban y clasificaban sus plantas de acuerdo con los siguientes criterios: 1) según sus dimensiones, dividían a las plantas en 'xihuitli' o hierbas, 'cuaxihuitli', 'cuaccuahtzin' o arbustos y 'cuahuitl' o árboles; 2) por su utilidad las clasificaban en 'quilitl' o hierbas comestibles, 'patli' o remedios medicinales, 'tzacatl' o pastos y 'xixhuitl' o hierbas comestibles para los animales; 3) en cuanto a la naturaleza del suelo en el que crecía la planta, se usaban los radicales: 'atl', 'ate' o 'a', para las plantas acuáticas, 'atoyac' para aguas corrientes, 'choloa' que brotan del agua, 'aten' o 'atentli' a la orilla de las aguas, 'atez', 'atezca' o 'atezcatl' en aguas tranquilas, 'apan' o 'apantli' en las acequias, 'atlan' cerca del agua, 'tlatl' o 'tlalli' en la tierra, 'tetla', 'tetl' o 'te' en las piedras, 'tepetla', 'tepetl' o 'tepe' en los cerros, 'texcal' en los riscos; 4) también podían señalar otras características como: 'chichic' o amargas, 'xocotla' o ácidas, 'acoco' o huecas, 'nacatl' o carnosas, 'tonalli' o crecían en el sol, 'iotio' o brillantes, 'ahuiyac' u olorosas, 'neutli' o dulces, 'hoil' o que se arrastran y 'pitzana' que son derechas y delgadas; 5) además, usaban desinencias como: 'tic' semejante, 'tzin', 'to' o 'ton' diminutivo, 'pol' aumentativo y 'yoh' posesivo (De Gortari, 1980). Por ejemplo 'tenochtitlan' significa nopal de tuna de piedra que crece cerca del agua.

Las diferentes partes de la planta también eran denominadas y aplicaron la nomenclatura binomial. Así, llegaron a formar algunos grupos de especies afines que en gran parte coinciden con las clasificaciones actuales como las 'ayotli' o cucurbitáceas, 'tzapotli' o sapotáceas y 'amatli' o amates, 'tomatl' o solanáceas, 'nochi' o nopales, 'metl' magueyes o agaváceas y 'nanacame', 'nanacatl' u hongos⁸².

Por lo tanto, los estudios lingüísticos demuestran que las lenguas maya, purépecha, totonaca y mexicana poseen riquísimos vocabularios botánicos y zoológicos para indicar la existencia de una sistemática popular que reúne infinidad de formas en grupos relativamente naturales (Barrera, 1955). Esta nomenclatura popular ha subsistido en gran parte hasta nuestros días, como lo demuestran los estudios realizados en comunidades indígenas de distintas regiones de México (Del Paso y Troncoso, 1896⁸³; Berlin *et al.*, 1974; De Gortari, 1980; Barrera, 1994). Denominar plantas y animales no solo fue un ejercicio intelectual, sino que estuvo vinculado a un conocimiento preciso de sus características, ecología, usos y propiedades (principalmente nutritivas, terapéuticas y tóxicas), por lo que sus sistemas de clasificación fueron muy avanzados y útiles. Las clasificaciones fueron reconocidas a tal grado que durante el siglo XVIII fueron consideradas tan desarrolladas como los esquemas taxonómicos europeos (Moreno, 1988; Saladino, 1990; Zamudio, 1992; Gómez-Pompa, 1993).

Después del quebranto de las culturas prehispánicas por la conquista española, se produjo un hiato en el fomento y la producción del conocimiento en la Nueva España. Esta condición perduró hasta que España difundió e impuso los paradigmas científicos en su Colonia durante los siglos XVI y XVII, período en el que los nativos del Nuevo Mundo tuvieron una contribución escasa al conocimiento de las ciencias naturales; no faltaron hombres cultos, sobre todo aquellos vinculados a la enseñanza, que se mantuvieron informados del desarrollo de la historia natural europea, pero no hicieron investigación propia, pues fue hasta el siglo XVIII cuando en las colonias

⁸² Ver los trabajos de Urbina 1912a,b,c en *La Naturaleza*.

⁸³ Ver Paso y Troncoso, 1988.

españolas surgieron brotes de creación científica propia (Aréchiga y Beyer, 1999). En este período se produjo un cambio notable en el modo de considerar las costumbres y usos de los indígenas, la integración de los conocimientos prehispánicos y españoles se logró a través del intercambio cultural por medio de formas directas como el lenguaje, la religión, la educación y la imprenta; e indirectas como la mímica, la música, la escenografía alegórica, la representación jeroglífica de los conceptos elementales y otros recursos análogos. Una parte de los conocimientos elaborados por los antiguos mexicanos se integraron a la nueva cultura europea y conformaron lo que serían los primeros acercamientos a la historia natural con una visión propia (De Gortari, 1980; Saldaña, 1992).

Las evidencias sobre los conocimientos de historia natural que desarrollaron los antiguos mexicanos se obtienen del análisis de los escasos códices, epistolarios, historias, relaciones y libros realizados, así como del examen del material lingüístico, etnográfico y folklórico de los pueblos indígenas. Sin embargo, estas fuentes han sido poco abordadas con un enfoque biológico y mucho menos taxonómico.

Los escritos conocidos de esa época donde se ha encontrado información relevante sobre plantas (principalmente) y animales son: 1) la *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España* de Bernal Díaz del Castillo (1632)⁸⁴; 2) la *Relación de las cosas de Yucatán* de Fray Diego de Landa (1566)⁸⁵; 3) la *Historia general de las cosas de la Nueva España (Códice Florentino)* de Fray Bernardino de Sahagún (1590-1599)⁸⁶, donde se encuentra la información más interesante sobre organismos conocidos por los indígenas del siglo XVI; 4) las *Cartas de Relación* de Cortés (1632)⁸⁷; 5) la *Historia general y natural de las Indias* de Francisco Gonzáles de Oviedo; 6) la *Historia General de las Indias* de López de Gómara; 7) las obras de Motolinia (1536)⁸⁸, Mendieta (1596)⁸⁹ y Torquemada (1615)⁹⁰ acerca de los procedimientos terapéuticos y de remedios vegetales empleados por los indígenas; 8) los *Problemas y secretos maravillosos de las Indias* de Juan Cárdenas (1591)⁹¹; 9) el *Herbario* de Martín de la Cruz y Juan Badiano (1552)⁹²; 10) *De historia Plantarum* de Francisco Hernández (1942-1946); y 11) *Cuatro Libros de la Naturaleza* de Francisco Ximénez (1615)⁹³. Estas tres últimas obras proporcionan el testimonio directo del conocimiento botánico y médico elaborado por los antiguos mexicanos, por lo que constituyeron el aporte más importante de nuestro país a la historia natural del siglo XVI (De Gortari, 1980). También se pueden mencionar las *Relaciones filipinas*, La historia natural y moral de las indias (Acosta, 1596) el códice de 1552⁹⁴ y el códice Mendocino⁹⁵ que contienen información sobre historia natural de forma directa o indirecta.

El primer relato que se conoce sobre las plantas americanas lo realizó el médico sevillano Nicolás Monardes, quién en 1565 escribió el *Primer tratado de las plantas medicinales de la Nueva España*; el autor nunca vino a México, pero describió las plantas a partir de los ejemplares y la información que recopiló de viajeros, exploradores, capitanes de barcos y misioneros, y que observó en los jardines botánicos (Emmart, 1940; Somolinos, 1971). En esta obra por primera vez se describieron plantas como la pimienta gorda, la caña fistula, la

⁸⁴ Díaz del Castillo, 1982.

⁸⁵ Landa, 1986.

⁸⁶ Sahagún, 1955.

⁸⁷ Cortés, 1977.

⁸⁸ Motolinia, 1973.

⁸⁹ Mendieta, 1997.

⁹⁰ Torquemada, 1964.

⁹¹ Cárdenas, 1919.

⁹² Cruz, 1964. También conocido como *Códice Barberini o Manuscrito Badianus*.

⁹³ Ximénez, 1888.

⁹⁴ Gates, 2000.

raíz de Michoacán, el tabaco, el sasafrás, la piña, la guayaba, la coca y la escorzonera, muchas de las cuales contienen drogas, por lo cual se considera a Monardes como uno de los más notables precursores de la farmacognosia americana (Gómez-Pompa, 1993).

Posteriormente apareció una de las obras más representativas de la época, el *Herbario de la Cruz-Badiano* escrito en náhuatl por Martín de la Cruz maestro indígena de medicina, y traducido al latín por Juan Badiano, un indígena de Xochimilco que era letrado de esa lengua; ambos autores pertenecieron a la escuela de Tlatelolco⁹⁶. Este trabajo constituye el documento más importante de la medicina azteca (Somolinos, 1971; De Gortari, 1980; Grobet-Palacio, 1983), está exento de la influencia europea, por lo que constituye una versión directa, fidedigna y sin alteraciones del testimonio de las plantas, animales y minerales que había en México. Contiene 184 ilustraciones de plantas a color hechas probablemente por ambos autores, éstos parecen ser los primeros dibujos de la flora americana que llegaron a Europa. Este manuscrito no fue citado ni por Hernández ni por Sahagún, el original fue descubierto hasta 1929 por Charles Upson Clark, posteriormente fue reproducido y estudiado por Emmart (1940). En la actualidad la identificación botánica de las plantas de este códice aún es incompleta (Miranda y Valdés, 1964).

En 1517 se iniciaron en México exploraciones geográficas en las que se describieron los límites, el contorno, la hidrografía, la orografía, las islas y las distancias; se establecieron puertos, se hicieron cartas geográficas y divisiones territoriales. A estas expediciones seguirían muchas otras en los siglos posteriores con los mismos propósitos (ver la lista de exploraciones botánicas adelante).

Entre 1570 y 1577 se realizó la primera expedición a la Nueva España por mandato de Felipe II, estuvo a cargo del doctor Francisco Hernández (1517-1587) 'Protomédico general de las Indias, islas y tierra firme del mar océano', para que se estudiaran las plantas, los animales⁹⁷ y los minerales del territorio (Ibarra, 1937a). Durante siete años recolectó plantas y animales aborígenes, en total describió cerca de 1200 especies (Aréchiga y Beyer, 1999), llegó por el norte hasta Querétaro, Colima y Michoacán, descendió por la costa del Pacífico hasta cerca del Istmo de Tehuantepec, y recorrió la Meseta Central. Gran parte de su material procedió de los jardines botánicos de Azcapozalco, Texcoco y Oaxtepec (Somolinos, 1971). En esta empresa participaron su hijo, el herbolario Juan Fernández y el geógrafo Alonso López de Hinojoso. La mayoría de los dibujos originales fueron hechos por los pintores indígenas Antón Elías, Baltazar Elías y Pedro Vázquez (Somolinos, 1971). Hernández comentó la obra de Plinio en su *Historiae animalium et mineralium novae Hispaniae Liber unicus, in sex tractatus divisus, Frco. Fernandez Philippi II di primario medico authore* y plasmó sus observaciones con exactitud y sencillez, aunque a veces sus descripciones fueron demasiado cortas, lo que dificulta identificar a los organismos (Barrera y Hoffmann, 1981). El análisis taxonómico de las obras de Hernández no ha sido completado pero se han hecho algunos comentarios importantes⁹⁸.

Fray Bernardino de Sahagún (1499?-1590) puede considerarse como el estudioso máximo de la cultura náhuatl, desde 1547 recopiló, investigó y escribió sobre sus creencias, artes, costumbres, lugares, dioses,

⁹⁵ Berdan, 1997.

⁹⁶ La preocupación educativa de los conquistadores se dirigió primero a los indígenas antes que a los españoles, en 1523 Pedro de Gante en Texcoco estableció la primera escuela elemental del continente. Para 1536 empezó a funcionar la primera escuela de educación superior en América, el Colegio de la Santa Cruz de Tlatelolco, cuyo principal promotor fue Fray Bernardino de Sahagún.

⁹⁷ Por ejemplo en el Tratado Primero, *Historia de los Cuadrúpedos de Nueva España*, se analizan los mamíferos, a lo largo de 40 capítulos, correspondiendo cada uno de ellos a la descripción de un animal o de varias formas afines (Hernández, 1942-1946) (León, 1994).

⁹⁸ Ver la edición de las obras de Hernández 1942-1946, en especial el volumen IV y Valdés y Flores (1985).

lenguaje, ciencia, arte, alimentación y organización social, entre otros. Su obra está escrita en náhuatl (lengua que dominó a la perfección), español y latín (Martín del Campo, 1938a,b, 1940, 1941), sus fuentes de información fueron los propios indígenas⁹⁹ a quienes les aplicó cuestionarios y le relataron todo lo referente a su cultura. Sus estudios los realizó en tres lugares: 1) Tepepulco (1558-1560), donde elaboró los *Primeros memoriales*; 2) Tlatelolco (1564-1565), donde realizó los *Memoriales con Escolios* (ambas versiones se conocen como *Códices Matritenses*); y 3) la ciudad de México (1566-1571), donde escribió una nueva versión, mucho más completa que las anteriores, llamada la *Historia General de las Cosas de la Nueva España*, que contenía lo que se consideraba “útil para la doctrina, cultura y mantención de la cristiandad destos naturales de la Nueva España y para ayudar a los obreros y ministros que los doctrinasen” (De Gortari, 1980).

Esta última es una enciclopedia de tipo medieval, con influencia renacentista y náhuatl, fue escrita por su grupo de estudiantes en el periodo 1558-1585, la obra consta de un prólogo y 12 libros, en el *Undécimo* trata las propiedades de los animales, aves, peces, árboles, hierbas, flores, metales, piedras y colores. Además, esta obra incluye el *Código Florentino*¹⁰⁰, un manuscrito con influencia europea constituido originalmente de cuatro volúmenes (solo quedan tres) y 12 libros, con textos en náhuatl y en español que presentan resúmenes, comentarios y 157 láminas, la mayoría a color¹⁰¹.

Las *Relaciones filipinas* fueron la compilación de los resultados obtenidos de los cuestionarios aplicados entre 1569 y 1581 en la Nueva España por instrucciones de Felipe II, contenían información sobre: el nombre de la comarca y del pueblo con su traducción al español, número de habitantes su ocupación y su lengua, fecha de fundación, enfermedades comunes y remedios usados; mencionaba árboles, frutos, granos, semillas, hortalizas verduras y otras plantas útiles, además, presentaba datos sobre los animales domésticos, salvajes, nativos e importados.

Después de estos trabajos no se ha encontrado algo significativo sobre la historia natural en México, hasta principios del siglo XVIII hubo un largo periodo de estancamiento; aunque se fundaron colegios y universidades en la Nueva España no parece que en ellos se haya enseñado o realizado historia natural, y esta práctica seguía apegada a las concepciones aristotélicas y galenas (Beltrán, 1951a, 1977; Ortega *et al.*, 1996). Fue hasta el primer tercio de ese siglo que se dio la difusión de algunas teorías propias producidas por novohispanos que se ocuparon de los problemas internos como las plagas y las enfermedades, lo que aumentó el ritmo y la cantidad de los estudios científicos (Trabulse, 1989), en esa época la influencia de la Ilustración en América marcó el fin del régimen feudal y constituyó el comienzo de una nueva era en la organización social, política y económica caracterizada por el auge de las inquietudes culturales y científicas (De Gortari, 1980). Este periodo de apogeo científico en la Nueva España incluso fue reconocido como el más importante en toda América (Humboldt, 1822) y duró hasta el inicio de la Guerra de Independencia.

Los indígenas prehispánicos reconocían innumerables plantas y animales desconocidos para los europeos, utilizaban la biodiversidad de forma sustentable y desarrollaron prácticas agrícolas avanzadas; en general, sus conocimientos botánicos superaban a los zoológicos. Los españoles retomaron varios de estos conocimientos y los aplicaron, principalmente, en el estudio de las plantas con una finalidad económica y terapéutica (Gómez-Pompa *et*

⁹⁹ Principalmente ancianos conocidos como Informantes de Sahagún.

¹⁰⁰ Sahagún, 1989.

¹⁰¹ Del Paso y Troncoso la publicó en forma de láminas en Madrid, en 1905 y en 1979 el Archivo General de la Nación editó el facsimilar.

al., 1991). De tal forma que los exploradores y religiosos españoles se dieron a la tarea de describir a los seres vivos de México por la comparación con las especies conocidas en Europa y África, y para esto utilizaron principalmente las obras de Plinio y Dioscórides, quienes agrupaban a los organismos básicamente por morfología y utilidad, por lo tanto a menudo sus descripciones fueron erróneas y afectadas por la imaginación (Trabulse, 1985a).

En este contexto se produjeron los trabajos de Carlos de Sigüenza y Góngora (1645-1700), José Antonio Alzate y Ramírez (1733-1799) y de Francisco Javier Clavigero (1731-1787), prototipo del barroco el primero y claros representantes de la ilustración novohispana los segundos (Beuchot, 1996). El primero ha sido considerado como: “uno de los más grandes estudiosos del siglo XVII en el Hemisferio Occidental, incluyendo las Colonias Inglesas”, hizo comentarios sobre la plaga de 'chiahuitzin' que atacó al trigo y utilizó el microscopio para sus observaciones (Beltrán, 1982). El segundo personaje fue un naturalista, publicó más de cincuenta artículos sobre botánica, agricultura, minería, artes, industrias e historia natural (Aureliano *et al.*, 1996), dedicó especial atención a la cochinilla del nopal y a los gusanos de seda¹⁰² (Saladino, 1990).

El padre Clavigero (siglo XVII) es catalogado como el más importante naturalista jesuita¹⁰³ en la Nueva España (Trabulse, 1985a), entre sus trabajos sobre historia natural resaltaron: 1) *Historia antigua de México* (1787)¹⁰⁴ escrita en italiano, en esa obra catalogó a cuadrúpedos, aves, reptiles, peces e insectos y enumeró a los animales europeos trasladados a América; 2) la división de las partes útiles de las plantas (raíces, tallos, hojas, flores, frutos y maderas) y algunos de sus productos (resinas, gomas, aceites y jugos) (Ortega *et al.*, 1996); 3) la clasificación de los insectos de México en tres órdenes: ‘volátiles, terrestres y acuáticos’ que propuso en 1780 (Clavigero, 1882); 4) la disertación en contra de las inexactitudes que Paw, Buffon y Robertson popularizaron en torno al origen y naturaleza de los animales, plantas y hombres del Nuevo Mundo (Moreno, 1994); y 5) los *Cuadrúpedos Americanos* en la que describió las especies reconocidas y admitidas por Buffon, y agregó otras; en total, sumó 142 especies de cuadrúpedos (León, 1994).

Algunos otros jesuitas que también destacaron por sus aportes a la historia natural en México fueron: José de Acosta (1540-1600), Andrés Pérez de Rivas (1575-1655), Bernabé Cobo (1582-1657), Eusebio Kino (1645-1711), Juan de Steineffer (1664-1716), Miguel Venegas¹⁰⁵ (1680-1764), Miguel del Barco¹⁰⁶ (1706-1790), Jacobo Baeguert (1717-1772), Francisco Javier Alegre (1729-1788), Ignacio Tirs (1733-1780), Wenceslao Link, Juan Netuig e Ignacio Pfefferkorn (Ortega *et al.*, 1996).

A finales del siglo XVIII tuvieron lugar las tres expediciones botánicas que la metrópoli española envió a sus colonias americanas: la de Perú en 1778 (Ruiz y Pavón), la de Nueva Granada en 1783 (Mutis) y la de Nueva España en 1787 (Sessé y Mociño), todas fueron producto del reinado progresista de Carlos III quien dio gran impulso a la ciencia en España. El objetivo fundamental de las tres fue el mismo, así como la manera de lograrlo; en todas intervino Casimiro Gómez Ortega, quien, como director y primer catedrático del Jardín Botánico de

¹⁰² Publicó, con sus propios recursos el *Diario literario de México* (1768), *Asuntos varios sobre ciencias y artes* (1772-1773), *Observaciones sobre física, historia natural y artes útiles* (1787-1788), y la *Gaceta de literatura de México* (1788-1795). Además colaboró en la *Gaceta de México* (1784-1797).

¹⁰³ Los jesuitas llegaron a la Nueva España en 1572.

¹⁰⁴ El título original fue *Historia antica del Messico*, la edición en español esta citada como Clavigero (1987).

¹⁰⁵ Escribió *Noticias de la California*, en la que incluía una sección puramente descriptiva de las especies animales, vegetales y minerales de esa región (León, 1994).

¹⁰⁶ Efectuó algunas correcciones al trabajo de Venegas y presentó una obra dividida en 11 secciones acerca de la historia natural de California; en una de ellas habla de los mamíferos y fue denominada por él como la de los animales montaraces. La originalidad de este trabajo estriba en la multitud de géneros y especies con los que enriquece los catálogos anteriores y en la abundante información que da sobre cada uno de ellos (Trabulse, 1985). Se puede ver también León-Portilla (1973).

Madrid, ejerció una autoridad incontrovertible en ese medio científico; cada una de las expediciones fue dirigida por una persona en especial designada, pero con posición y condiciones personales que variaron notablemente (Beltrán, 1967). La última expedición fue trascendente porque se realizó en lo que ahora es el territorio mexicano, a diferencia de las otras en las que los exploradores solo se acercaron o hicieron visitas cortas.

La Real Expedición a la Nueva España tuvo como finalidad conocer el territorio y sus riquezas naturales y humanas, la base importante del trabajo científico se desarrolló en disciplinas como la botánica, la zoología, la paleontología, la mineralogía y la geología, se efectuaron trabajos cartográficos, observaciones astronómicas, expediciones de reconocimiento, descripciones de flora y fauna, clasificaciones de plantas, colecciones botánicas, zoológicas y mineralógicas y estudio de las enfermedades (Beltrán, 1967). Esta expedición estuvo bajo la responsabilidad del español Martín de Sessé y Lacasta (1751-1808) y el novohispano José Mariano Mociño (1757-1820), participaron en ella el naturalista José Longinos Martínez (?-1803), el boticario Juan del Castillo (1744-1793), Vicente Cervantes (1755-1829) y dos notables pintores, Atanasio Echeverría (1766-1811) y Juan Cerdá (Moreno, 1988).

Estos exploradores recorrieron los estados de Colima, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nayarit, Querétaro, Sinaloa, Veracruz y Tabasco, principalmente (McVaugh, 1969); recolectaron especímenes de flora y fauna que describieron, ilustraron y clasificaron (Grobet-Palacio, 1983). Gran parte del material se perdió, pero perduraron las descripciones originales de la *Flora de México*, la *Flora de Guatemala* y de las plantas del viaje a Cuba y Puerto Rico, y 121 dibujos a color que se incorporaron al Jardín Botánico de Madrid en 1820. Otra parte quedó diseminada en distintos museos y colecciones europeas, como el Museo Británico, el Jardín Botánico de Kew, el Herbario de Ginebra y la Universidad de Florencia. En 1980 se redescubrieron más láminas originales (llamadas Colección Torner), están resguardadas en el Instituto Hunt de Documentación Botánica de Pittsburgh, entre ellas hay 19 láminas que contienen 30 especies de lepidópteros mexicanos que parecen haber sido realizadas en su totalidad por Atanasio Echeverría; son de gran calidad y se han identificado la mayoría de las especies representadas (Lamas, 1986).

En 1788, también por orden del Rey, se instauró la Primera Cátedra de Botánica en la Real y Pontificia Universidad de la Ciudad de México, donde por primera vez se difundieron las ideas de Linneo y Buffon en México (Moreno, 1988) y se iniciaron los estudios formales de clasificación en nuestro país. Además, se proyectó un Gabinete de Historia Natural a cargo de José Longinos Martínez, el naturalista de la expedición quien introdujo la taxonomía de Tournefort a la Nueva España y la enseñó a la par del sistema linneano (Moreno, 1989b). El Jardín Botánico establecido en el Palacio Virreinal trabajó activamente, Vicente Cervantes (¿-1829) impartió ahí la cátedra de botánica, y substituido en varias ocasiones por su hijo Julián, autor de las *Tablas Botánicas* (1825), el primer texto mexicano sobre la materia (Beltrán, 1951a).

En la sociedad novohispana de finales de siglo XVIII, el desarrollo de la ciencia (incluida la biología) se logró gracias al establecimiento de la minería, las obras públicas, la salud, la cultura, la educación, además del conocimiento del territorio, de las riquezas naturales y de los habitantes; también, se fundaron la Real Escuela de Cirugía (1768), la Academia de las Nobles Artes de San Carlos (1785), los ya mencionados Jardín y Cátedra de Botánica (1788) y el Real Seminario de Minería (1792).

Según Trabulse (1999): "*Durante el último tercio del siglo XVIII, la Nueva España había experimentado un profundo avance en la investigación científica. La renovación en los planes de estudios superiores, la introducción*

de las ciencias modernas, la apertura de instituciones científicas como el Real Seminario de Minería y el Jardín Botánico, y la organización de expediciones científicas a todo lo largo y ancho del país, fueron los elementos básicos de ese impulso renovador". Este auge cultural novohispano no tenía paralelo en todo el continente americano pues "Ninguna ciudad del Nuevo Continente sin exceptuar las de los Estados Unidos, presenta establecimientos científicos tan grandes y sólidos como la capital de México" (Humboldt, 1805).

Para Saldaña (1992): *"Hasta este momento termina la primera fase de autoformación de la ciencia mexicana, que se caracteriza porque fueron individuos aislados quienes se interesaron y difundieron la ciencia, teniendo que actuar no pocas veces al margen de las pocas instituciones establecidas fundadas a finales del siglo XVIII (universidades y colegios), esto pudo llevarse a cabo gracias a las bibliotecas privadas, al contrabando de libros y periódicos científicos, tertulias y sociedades de amigos; pero a finales de este siglo se inició una nueva forma de hacer ciencia en nuestro país con el surgimiento de instituciones científicas en donde se consolidaron los paradigmas de la ciencia moderna; produciéndose así la domesticación de la ciencia mexicana al integrarse al contexto americano con la existencia de numerosos científicos, bibliotecas, instrumentos, publicaciones, investigaciones polémicas e iniciativas científicas locales"*.

En este contexto se produjo la Guerra de Independencia de México, en este territorio la cultura permanecía aislada de la influencia intelectual extranjera, la nación padecía un bloqueo económico y una situación anárquica creada por la explotación desmedida de los campesinos, artesanos y trabajadores, lo cual generó un clima de desorganización y decadencia (Moreno, 1994; Saladino, 1996). La larga y cruenta guerra contra España, la revolución social, la formación de una nueva nación y las continuas conmociones que agitaron al país en la primera mitad del siglo XIX, evitaron que las Ciencias Naturales se desarrollaran en México con el auge que debían haber tenido; por lo que hay muy poco que decir sobre el primer tercio de este siglo en cuanto a los estudios científicos.

La nueva nación no surgió a la vida independiente con un programa de desarrollo cultural, científico o tecnológico, no hubo una política decidida y ambiciosa de enviar investigadores a prepararse en los centros científicos europeos, como hacían otros países que aspiraban a industrializarse, como los Estados Unidos y Japón. En el México Independiente la base económica continuó siendo fundamentalmente agrícola, mientras que, los principios exaltados por la Revolución Industrial se manifestaron en México de forma tardía; durante más de medio siglo, el país consumió su energía en guerras civiles y en las confrontaciones, primero con los Estados Unidos en 1847, en la que se perdió más de la mitad del territorio, y después con Francia, que mantuvo una invasión militar de 1863 a 1867 (Aréchiga y Beyer, 1999).

En opinión de Barrera (1955), durante esa época *"surge entonces un impulso regenerador, revolucionario, que protesta en contra de las condiciones desfavorables del campesino y de las clases desheredadas y que promueve el fomento de la agricultura, el mejoramiento de la industria, del comercio, y las tareas de difusión cultural. Después de consumada la Independencia, en 1821, hasta 1868 el estado de cosas es tan lleno de contradicciones y confuso, que puede hablarse de un periodo de asentamiento, de normalización de la situación en todos sus aspectos. Con la instauración de la República, las actividades de toda índole, incluso las intelectuales, resurgen con mayor esplendor y mejores finalidades"*.

Las escasas contribuciones mexicanas en las ciencias naturales del siglo XIX fueron el producto de un puñado de individuos talentosos, que trabajaron generalmente de forma individual y que estuvieron dotados de una decidida voluntad que les permitió superar los obstáculos planteados por la inestabilidad de la época, la falta de

una tradición y la discontinuidad que se produjo, tal fue el caso de Cervantes, de la Llave, Lejarza, Bustamante y Septién, Bustamante y Rocha y Cal; además, Lucas Alamán y Melchor Ocampo, quienes dedicaron lo mejor de su tiempo a actividades más apremiantes en la política (Beltrán, 1943b). Estos naturalistas mexicanos se dedicaron en lo fundamental a describir los rasgos de su entorno y se limitaron a tratar solo algunos temas de interés local, simultáneamente los naturalistas europeos producían grandes generalizaciones biológicas (teorías y métodos); esto ocasionó que la ciencia natural mexicana fuera desdeñada e ignorada en el extranjero y desde ese momento se inició un rezago en el desarrollo científico que aún no se logra superar (Aréchiga y Beyer, 1999).

Este atraso científico en el México Independiente se hizo mayor al debilitarse el vínculo con España, y trató de contrarrestarse con la influencia francesa, que en esa época emergía como el modelo vanguardista de la ciencia europea (Aréchiga y Beyer, 1999). El espíritu científico de México se formó lentamente, con las lecturas de los enciclopedistas franceses, llegados de contrabando a la Nueva España, lo cual se truncó en el México Independiente.

Consolidada la independencia política de México se desarrollaron procesos innovadores que hasta entonces permanecieron latentes por las condiciones prevalecientes durante la Colonia (De Gortari, 1980; Trabulse, 1984), uno de estos sucesos fue el inicio de lo que se denomina institucionalización, es decir, la creación de instancias donde se practica, promueve, fomenta y difunde el conocimiento científico como centros de investigación, publicaciones, sociedades y colecciones. Barrera (1955) se refiere a este proceso de la siguiente manera: *“Uno de los hechos más importantes y característicos que reflejan un desarrollo progresivo en las actividades intelectuales es la formación de grupos, de sociedades. Dígalo si no el hecho de que al aparecer en el siglo XIX las sociedades científicas en México, el entusiasmo por el estudio y discusión de los problemas se acrecienta y rinde más y mejores frutos, puesto que tales sociedades no solamente se forman cuando las condiciones son propicias para ello, sino que a su vez proporcionan mejores condiciones del desarrollo del trabajo científico. La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, la Sociedad Científica Antonio Alzate, la Sociedad Mexicana de Historia Natural fundada en 1848, la Sociedad Agrícola Mexicana que publicó sus primeros trabajos en 1879 y el Instituto Médico Nacional, respondieron más o menos bien, en aquella época, a estas necesidades.”*

Con el triunfo de la República, en 1867, se fortalecieron los organismos sociales y políticos; se promovieron las manifestaciones culturales; se dio un impulso importante a la institucionalización científica con la constitución de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, que realizó su primera sesión pública el 6 de septiembre de ese mismo año y editó el periódico *La Naturaleza* (Beltrán, 1948b); se estableció la Academia Imperial de Ciencias y Literatura y se creó la Sección de Medicina de la Comisión Científica, que con el tiempo se transformaría en la Academia Nacional de Medicina (Beltrán, 1943b), organismo que editó la *Gaceta Médica de México* y tuvo gran influencia en el desarrollo de las ciencias médicas y naturales (Beltrán, 1942b). Además, se formó el Museo Nacional y su relación con la sociedad ya citada¹⁰⁷; en la Escuela de Agricultura impartieron las materias de mineralogía, geología, botánica y zoología maestros como Alfonso Herrera, José Román Ramírez, Guillermo Gándara y José G. Aguilera; se estableció la Escuela Nacional Preparatoria (1869) con la dirección de Gabino Barrera quien promovió los estudios de ciencias naturales con profesores de zoología como Jesús Sánchez, Alfonso L. Herrera, Luis Murillo, Agustín Reza y Alfonso Herrera (Beltrán, 1961).

¹⁰⁷ Ambas instituciones serán abordadas en el desarrollo de la taxonomía en México durante el siglo XX por ser instituciones muy significativas que nacieron en el siglo XIX y perduraron hasta el siglo XX.

También se instaló el Instituto Médico Nacional (1888) por iniciativa de Carlos Pacheco, Secretario de Fomento, para dar resguardo a las colecciones de plantas mexicanas que se habían enviado a la Exposición Universal de París. Su primer director fue Fernando Altamirano, lo substituyeron José Ramos y José Terrés. Esta institución desarrolló una labor importante en la ciencia de la época, publicó *El Estudio* en tres volúmenes de 1889 a 1893, y los *Anales* en once volúmenes aparecidos de 1893 a 1909, publicaciones en las que aparecieron contribuciones científicas importantes (Beltrán, 1943b). Además, se inauguró el Museo Anatómico-Patológico (1895), que en 1899 se amplió con el nombre de Instituto Patológico, poco después, en 1906, se expidió una ley que creaba dos establecimientos separados: el Instituto Patológico y el Instituto Bacteriológico, este último bajo la dirección de Ángel Gaviño. Posteriormente, el Instituto Bacteriológico se transformó en el Instituto de Higiene, en el que se realizaron algunos trabajos de importancia en Zoología Médica (Vargas, 1952; Beltrán, 1977).

En esta misma época el Gobierno Mexicano fomentó la realización de estudios y publicaciones científicas, varias instituciones de historia natural en el siglo XIX estuvieron apoyadas económicamente por organismos gubernamentales como el Ministerio del Interior, la Secretaría de Relaciones Exteriores e Interiores, la Secretaría de Guerra y la Secretaría de Fomento. Esta última destacó porque patrocinó gran cantidad de proyectos, entre los que estuvieron el Instituto Médico Nacional y la formación de Comisiones (ver adelante), también organizó estudios e inventarios, y apoyó la edición de gran número de revistas y libros, entre los que están el de Olaguibel (1889), Sánchez (1893), Sessé y Mociño (1893, 1894), Herrera (1921) y León (1895).

Esta época se caracterizó por el desarrollo de actividades científicas en varios de los estados de la República Mexicana. En Michoacán, por ejemplo, se efectuaron estudios botánicos y zoológicos (aunque los segundos fueron menos numerosos), varios trabajos producidos en esa entidad fueron escritos por investigadores visitantes o residentes de origen extranjero, especialmente franceses y norteamericanos, como Alfredo Dugès¹⁰⁸ y Eugenio Dugès¹⁰⁹; además de los mexicanos Melchor Ocampo, Pablo de la Llave, Julián Bonavit, Manuel Martínez Solórzano, Juan José Martínez de Lejarza y Nicolás León quien impulsó el establecimiento del Departamento de Historia Natural del Colegio de San Nicolás de Hidalgo y estudió la flora local (Sánchez y Nomelí, 1996¹¹⁰).

En Monterrey, el botánico José Eleuterio González hizo apuntes acerca de la flora local. En Guadalajara, Mariano Bárcena planeó un Jardín Botánico y de Aclimatación y Leonardo Oliva publicó un trabajo interesante sobre la flora de Jalisco en 1880. En Oaxaca trabajó intensamente Nicolás León, y en 1881 llegó Cassiano Conzatti para estudiar durante más de cincuenta años la flora local (Beltrán, 1951a).

En Puebla destacaron Julián Cervantes, Antonio de Cal y Pablo e Ignacio Blásquez autores de estudios interesantes acerca del maguey y la mosca doméstica, Ignacio Blásquez trabajó en el colegio del Estado como preparador de historia natural y fue autor de varias monografías (Izquierdo, 1949; Beltrán, 1951a, 1982; Ledesma, 1990). En Tabasco, José N. Roviroso estudió la historia natural del estado y reunió material para su monumental obra sobre los helechos del sur de México (1909). En Veracruz trabajó Francisco Sumichrast zoólogo radicado en

¹⁰⁸ (1833-1910). De sus 184 publicaciones conocidas, 94 son relativas al campo de la Herpetología y las demás se refieren a botánica, paleontología y entomología.

¹⁰⁹ (1833-1895). Ejerció la medicina en Guanajuato, Silao, León y Morelia, donde participó como preparador y profesor de anatomía e histología en el Colegio de San Nicolás, colaboró como jefe del Departamento de Historia Natural y, a partir de 1892, dirigió el Museo Michoacano. Sus trabajos científicos se relacionaron casi exclusivamente con la entomología, siendo los más relevantes sus estudios sobre taxonomía y ciclos biológicos de los coleópteros.

¹¹⁰ Éste es un excelente obra de la historia de la ciencia en México en la que se pueden consultar los trabajos sobre historia natural realizados en Michoacán.

Córdoba. En Yucatán se distinguieron los botánicos Joaquín Dondé y su hijo Juan quienes publicaron sus *Apuntes sobre las plantas de Yucatán* (1873) y sus *Lecciones de Botánica* (1876) (Beltrán, 1951a).

Durante el siglo XIX el Gobierno de México a través de sus secretarías de estado, también promovió la realización y difusión de actividades científicas, en el campo de la historia natural destacó la formación de Comisiones que tenían como finalidad resolver problemas técnicos y científicos del país como: 1) el establecimiento de límites, 2) la construcción de canales, y 3) la realización de inventarios y explotación de recursos naturales, esta última tarea fue de gran importancia para el desarrollo de los estudios de historia natural, pues constituyeron los primeros intentos del México Independiente por cuantificar y describir su biodiversidad de forma sistematizada, aunque su interés fue principalmente aplicado (económico y estratégico), su repercusión en la investigación básica fue importante, especialmente en los estudios taxonómicos, algunas de las más trascendentes fueron: 1) La primera Comisión de este tipo se llevó al cabo entre 1827 y 1850 y tenía como propósito el reconocimiento de los límites o deslindes con EUA, estuvo bajo la dirección de Manuel Mier y Terán y participaron botánicos como Rafael Chovell y Luis Berlandier. 2) La segunda fue la Comisión Científica del Valle de México, que inició sus trabajos en 1856 y fue dirigida por Francisco Díaz Covarrubias, posteriormente se convirtió en la Comisión Científica de Pachuca bajo el mando de Ramón Almaraz y participaron en ella naturalistas como Ignacio Ma. Trejo y Manuel M. Villada. 3) La tercera fue la Comisión del Istmo de Tehuantepec, organizada en 1879 para hacer un reconocimiento de esa región y abrir un canal interoceánico. 4) La cuarta fue la Comisión Mexicana de Límites con Guatemala y duró de 1877 a 1884, estuvo encabezada por José Salazar LLarregui y posteriormente por Manuel E. Pastrana, en ella también participó Rafael Montes de Oca (Beltrán, 1982; Ortega *et al.*, 1996). 5) La Comisión Geográfica Exploradora fue fundada en 1879 con la tarea de formar un museo para conservar los ejemplares de la flora y la fauna, su sede era el local del Observatorio Astronómico, en Tacubaya, estuvo bajo la dirección de Fernando Ferrari Pérez, y en 1915 sus colecciones pasaron a formar parte del Museo Nacional de Historia Natural (Beltrán, 1977). 6) La Comisión Científica Mexicana (1883) se realizó con el propósito de promover la explotación de las riquezas naturales, estuvo a cargo de Alfonso Herrera y contó con la participación de Mariano Bárcena, José Ramírez y Rafael Montes de Oca; este proyecto posteriormente dio origen al Instituto Médico Nacional (1888). 7) Por último, en 1907, se formó la Comisión Exploradora de la Flora y Fauna Nacionales que se convirtió, en 1909, en el Departamento de Exploración Biológica del Territorio Nacional y entre 1910 y 1911 pasó a formar parte del Museo de Historia Natural.

Para la realización de estas Comisiones se formaron instituciones de investigación, colecciones, sociedades y publicaciones, se instauraron plazas de trabajo para naturalistas y se fomentó la interacción con naturalistas extranjeros; por lo tanto estas misiones fueron trascendentes para el desarrollo de los estudios de historia natural de la época. Éste fue uno de los primeros intentos de profesionalización de la historia natural (biología actual) en México, se formaron las estructuras, el gobierno apoyó y fomentó esta práctica; pero la falta de continuidad en los proyectos políticos, lo efímero de estas instituciones y los problemas políticos y económicos de la Revolución produjeron una discontinuidad que solo se restauraría formalmente hasta después del primer tercio del siglo XX.

Los intentos por reconocer y estudiar el territorio mexicano no solo fueron internos, también hubo gran cantidad de proyectos extranjeros, particulares, institucionales o nacionales, que organizaron excursiones a México

con el propósito de reconocer y recolectar organismos y hacer estudios de historia natural¹¹¹; la gran cantidad de publicaciones que resultaron de estos estudios, difundieron en el Viejo Mundo el conocimiento de los rasgos naturales del territorio mexicano: “para mediados del siglo XIX lo que sobraba en Europa eran materiales e información acerca de la naturaleza mexicana, a lo que contribuyó notablemente el esfuerzo inglés” (Maldonado-Koerdell, 1958a), además del alemán, francés y norteamericano principalmente.

Quizá la exploración a la Nueva España más conocida y difundida fue la realizada entre 1803 y 1804 por el barón alemán Alejandro de Humboldt, quien realizó gran parte de su estudio en lo que ahora es México, estuvo acompañado por el médico y botánico francés Aimé Bonpland (1773-1858) coautor de varios trabajos y realizador de las ocho novenas partes de la taxonomía botánica de la expedición, y por el naturalista ecuatoriano Carlos Montúfar y Larrea (1778-1816).

La capital del virreinato fue su base operaciones, ahí fue recibido por el virrey José de Iturrigaray y por los más destacados científicos e intelectuales novohispanos, quienes le permitieron el acceso a los archivos oficiales, los informes, las observaciones, las compilaciones y los documentos. Toda esta información la reunió, ordenó y sistematizó para producir importantes reportes astronómicos, geográficos, ecológicos, biogeográficos, estadísticos, demográficos, económicos y sociales sobre la Nueva España (Trabulse, 1999). Durante su estancia, Humboldt realizó exploraciones en el Jorullo, Cofre de Perote, Nevado de Toluca, Taxco, Real del Monte y Guanajuato, donde determinó las posiciones geográficas (altitud, latitud y longitud) y recolectó gran cantidad de especímenes (Trabulse, 1999).

Su obra principal fue la intitulada *Tablas geográficas políticas del Reino de Nueva España, que manifiestan su superficie, población, agricultura, fábricas, comercio, minas, rentas y fuerzas militares* (1802) y el *Ensayo político sobre el Reino de la Nueva España* (1822). Trabulse (1999) dice al respecto: *se trata de dos obras con propósitos y modos de difusión distintos. Pero en ambas abundan las relaciones numéricas tanto de México como de otros lugares o países, lo que facilitó no sólo las comparaciones, sino también las tentativas de determinar las tendencias generales por área o región geográfica, su valor se debió a su contenido estadístico y a las valiosas e incisivas observaciones político-sociales que expuso pero sobre todo a su propósito, pues eran una memoria científica destinada a los intelectuales y hombres de ciencia, y lo logró puesto que por muchos años fueron consulta obligada de viajeros y naturalistas a lo largo del siglo XIX*.

Desde el punto de vista taxonómico, la principal contribución de Humboldt fue el *Nova Genera et Species Plantarum* escrito junto con Bonpland y publicado en 1815, en el que describieron gran cantidad de organismos vegetales del Nuevo Mundo.

Después de esta expedición entre 1820 y 1850 diversas dependencias y organizaciones inglesas de carácter científico y técnico, particularmente el Almirantazgo Británico y la Sociedad de Horticultura de Londres, auspiciaron un programa de estudios en México, enviaron diversos navíos para realizar estudios hidrográficos, exploraron las costas mexicanas, y recolectaron plantas y animales que enriquecieron notablemente las colecciones europeas, en especial los Jardines de Kew y el Museo Británico (Maldonado-Koerdell, 1941).

En 1826, Karwinski hizo exploraciones en este territorio con la finalidad de coleccionar cactáceas, las cuales estudió y exportó. En la misma época Berlandier recolectó plantas en el norte de la República y su herbario

¹¹¹ En muchos casos la finalidad de estos viajes era también estratégica, política y sobre todo económica, pues iba dirigida a la explotación de recursos.

fue remitido a Kew. La Comisión Científica Francesa estuvo en nuestro país entre 1855 y 1856, fue dirigida por Enrique de Saussure y participaron Francisco Sumichrast y Mateo Botteri (Beltrán, 1977).

Entre 1879 y 1915 se publicó la obra más importante, resultado de la exploración biológica del territorio mexicano, denominada *Biologia Centrali Americana. Contributions to the Knowledge of the Fauna and Flora of Mexico and Central America*, fue editada por Frederick Du Cane Godman (1834-1919) y Osbert Salvin (1835-1898). El primer autor fue entomólogo inglés y miembro de la Sociedad Zoológica de Londres, con sus propios medios exploró, recolectó y estudió la flora y la fauna del país y de América Central, con el objeto de reconocer las especies existentes desde México hasta Panamá; con base en sus registros e impresiones redactó varios trabajos¹¹²; fue uno de los naturalistas y recolectores más activos del último cuarto del siglo XIX.

Esta obra monumental de origen inglés consta de 63 volúmenes con más de 15,000 páginas y 1677 láminas, de las cuales más de 900 son a color e ilustran más de 15,000 especies, fue publicada en intervalos irregulares durante 37 años, el prefacio fue escrito por Sir J. D. Hooker, quien también redactó uno de los apéndices; además, participaron en su realización varios recolectores y naturalistas importantes de esa época como Bruck, Coffin, Flor, Forrer, Gaumer, Günther, Hoge, Morrison, Pilastre, Sallé, H. H. Smith y Sturm, entre otros, quienes recorrieron México y recolectaron decenas de miles de organismos que al final fueron depositados principalmente en el Museo Británico de Historia Natural (Brailovsky, 1993; Flores y Nieto, 1994). En dicha obra se relacionan más de 30,000 especies, de las cuales más de 15,000 fueron nuevas para la ciencia.

Entonces, la *Biologia Centrali* es de consulta obligada para cualquier investigador que aborde el estudio natural de esa región, por la cantidad de los organismos que se describen, las láminas y la sistematización que presenta; incluso, a finales del siglo XX, este trabajo fue la fuente de información más importante para investigar a muchos grupos de organismos mexicanos, especialmente artrópodos¹¹³, anfibios y reptiles¹¹⁴, aves¹¹⁵ y mamíferos¹¹⁶ (Flores y Nieto, 1994; León, 1994; Navarro, 1994; Llorente *et al.*, 1996).

También en esa época “destaca la figura de un botánico que consagró la mitad de su vida a la investigación de la flora mexicana, con un éxito inigualado por ningún otro explorador, fue Cyrus Guernsey Pringle (1838-1911) de Vermont, USA” (Dampf, 1939). Llegó en 1885 a El Paso, Texas, y visitó los estados de Chihuahua, Zacatecas y Aguascalientes; desde entonces, cada año durante el periodo 1885-1900 hizo visitas a México. En 1888 el Instituto Médico Nacional utilizó sus servicios para recolectar y clasificar plantas en el norte de la república que se incluyeron al Herbario Nacional (Ortega *et al.*, 1996), su colección particular (más de 156,000 ejemplares) fue adquirida en 1902, por la Universidad de Vermont en donde fue curador. Encontró gran cantidad de organismos nuevos (1200 especies, 29 géneros y 100 variedades), distribuyó a los museos del mundo más de 500,000 ejemplares de plantas de herbario de 20,000 especies distintas. Nunca describió las nuevas especies que

¹¹² Entre los más importantes están: *Natural History of the Azores or Western Islands*; John van Voorst, Paternoster Row, London, 1870 y *A Monograph of the Petrels* (Order Tubinares), London: Witherby and Co., 1907-1910.

¹¹³ Se documentaron un total de 1560 especies de artrópodos no insectos (Arachnida, Chilopoda y Diplopoda) y 33,502 especies de insectos, especialmente Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera, Diptera, Heteroptera, Homoptera, Ephemeroptera, Odonata y Orthoptera.

¹¹⁴ El séptimo volumen de la obra es la parte que corresponde a los batracios y reptiles y fue publicada por Albert Günther el curador de reptiles en el Museo Británico, incluye el estudio de 720 especies, de las cuales 62 son descritas por primera vez (31 todavía válidas), pertenecientes a 163 géneros en 32 familias (Smith y Smith, 1973), incluye un cuadro con un análisis distribucional de estos organismos por regiones y una extensa bibliografía de referencia (Flores y Nieto, 1994).

¹¹⁵ En los cuatro tomos dedicados a aves existen descripciones para gran cantidad de nuevos taxones de aves mexicanas, pero en general muchas de las especies que ellos describieron actualmente no son válidas o son reconocidas como subespecies de otras. La mayor parte de la colección obtenida en este trabajo se aloja en el Museo Británico (Navarro, 1994).

¹¹⁶ Esta sección fue escrita por el inglés Edward R. Alston, quien describió 129 especies de mamíferos mexicanos; principalmente de los órdenes Chiroptera, Rodentia, Marsupialia, Edentata e Insectivora, entre otros.

recolectó pues las turnaba a los especialistas, quienes bautizaron un total de 254 especies en su honor (Dampf, 1939).

Otras exploraciones importantes fueron las hechas por J. G. Schaffner en los alrededores de México, Orizaba y San Luis Potosí, cuyas colecciones enriquecieron muchos herbarios y parte de ellas fueron donadas al Museo Nacional. Durante la invasión francesa a México, en 1864, Dominik Billimek (1813-1884) formó una colección pequeña de plantas, parte de las cuales figuran en el Herbario del Instituto de Biología (Riba, 1969).

Información más explícita respecto a las expediciones se puede encontrar en los trabajos de Lasègue (1845), Hemsley (1887), León (1895), Ferrári-Pérez (1886), Goldman (1951), Beltrán (1982) y Lozoya (1984).

A continuación se enlistan algunas de las exploraciones y exploradores mexicanos y extranjeros más importantes en México anteriores al siglo XX

SIGLO XVI

Relaciones de Indias
Francisco Hernández

SIGLO XVIII

Guillermo Houston
Luis Neé
Tadeo Haenke
Expedición botánica de Carlos III
Pedro Alonso O'Cruley

SIGLO XIX

Juan José Martínez de Lexarza
Carlos Sartorius
Guillermo Federico Karwinski
Juan Luis Berlandier
Guillermo Julio Cristino Scheide
Fernando Deppe
Hegewisch
Alejandro de Humboldt y Aimé Bonpland
Eduardo Muchlenpfrodt

Viaje del "Her Majesty's" Ship Blossom
Tomás Culter
G. Andrieux
Enrique Galeotti
Augusto B. Griesbreght
Juan Julio Linden
Nicolás Funck
Turgensen
Teodoro Hartweg
G. J. Graham
Carlos Eherenberg
Viaje del Her Majesty's Ship "Sulphur"
John Parkinson, F. R. S.
Federico Ernesto Leibold
Dufлот de Mofras
Federico Miguel Liebman
John Potts
Carlos Heller
Audin Aschenborn
A. Wislizenus
C. C. Parry
Viaje del Her Magesty Ship "Herald"

Mateo Botteri
Ezequiel Johnson
Frederick Mueller
Ludwin Hahn
Wilhelm Schaffner
L. C. Ervendberg
C. Bougeau
L. Hahn
Gouin
Thiebaut
D. Bilimek
Manuel M. Villada
Fernando Altamirano
José N. Roviroso
G. Gaumer
Pablo Maury
Comisión Geográfica exploradora
S. Palmer y O. G. Pringle
Ernesto Stahl y Karsten
Misión Científica Francesa
F. Du Cane Godman y Osbert Salvin

Colecciones. Las primeras colecciones de seres vivos en México datan de la época precortesiana, eran muy variadas y estaban ambientadas de acuerdo con el hábitat de los organismos. Mucho tiempo antes de que se crearan los primeros jardines botánicos europeos (Padua 1543 y Pisa 1546), en el México Antiguo ya había jardines en donde se cultivaban plantas de ornato, raras, medicinales y útiles que eran recolectadas en todos los sitios posibles. En estos establecimientos, los médicos realizaban experimentos (incluso en sus propios cuerpos) y luego aplicaban los remedios probados para la curación de enfermos, e incluso había naturalistas que describían y estudiaban la flora y la fauna.

Durante las expediciones militares había pintores naturalistas que recolectaban y dibujaban las plantas y los animales que encontraban¹¹⁷, además, cuando no conseguían aclimatar una planta, hacían una reproducción de su dibujo y lo colocaban en el jardín botánico. Los aztecas adoptaron la costumbre de imponer, como parte de los tributos entregados por los pueblos sometidos, el envío de animales y de plantas que luego cultivaban y reproducían (De Gortari, 1980). La gran importancia que los antiguos mexicanos daban a las colecciones biológicas es un indicio claro del enorme interés que tenían por el conocimiento de la naturaleza, y es evidente que el estudio y la conservación de los ejemplares requería de la aplicación de conocimientos empíricos sobre

¹¹⁷ Incluso muchas veces utilizaban una iconografía especial.

taxonomía, anatomía, fisiología y ecología. Algunas de las colecciones biológicas formadas antes del siglo XX en México se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Algunas colecciones biológicas mexicanas previas al siglo XX (Beltrán, 1977, 1982; Hoffmann *et al.*, 1993; Ortega *et al.*, 1996).

Época	Colección	Promotor
Siglo X-XII	Jardín Botánico de Oaxtepec	Toltecas
Siglo X-XII	Zoológico en Chapultepec	Toltecas
1440-1469	Jardín botánico de Anáhuac en Tenochtitlán	Moctezuma I
1440-1469	Jardín botánico de Anáhuac en Oaxtepec	Moctezuma I
1440-1469	Zoológico de Chapultepec	Moctezuma I
1440-1469	Jardín botánico de Anáhuac en Chapultepec	Moctezuma I
1461-1520	Zoológico y Acuario de Chapultepec	Moctezuma II
1461-1520	Jardín botánico de Anáhuac en Chapultepec	Moctezuma II
1466-1520	Jardín botánico de Anáhuac en Oaxtepec	Moctezuma II
1466-1520	Zoológico de Totocalco, en Tenochtitlán	Moctezuma II
1569-XVIII	Jardín monástico con botica, Hospital de Santa Cruz	Bernardino Álvarez
Siglo XVII XVIII	Jardín monástico con botica, Tepozotlán Morelos	Jesuitas
1788-1829	Jardín Botánico de Palacio Virreinal	Martín Sessé y Vicente Cervantes
1820-1838	Jardín Botánico	Fundado por Antonio de Cal en Puebla
1826-1847	Jardín Botánico Chapultepec, en el lado oriente	Museo Nacional
1829-1847	Jardín Nacional	Museo Nacional
1864-1867	Jardín de la Emperatriz	Museo Público
1864-1867	Museo Zoológico	Maximiliano de Habsburgo
1866	Primer Museo Nacional	Maximiliano de Habsburgo
1866	Museo de Historia Natural	Fue inaugurado
1867	Jardín botánico con invernaderos, Escuela Nacional Preparatoria	Alfonso L. Herrera
1867	Casa de las fieras, Escuela Nacional Preparatoria	Alfonso L. Herrera
1878-1914	Jardín Nacional	Sociedad Mexicana de Historia Natural
1890	Museo Zoológico	Secretaría de Fomento

Los jardines botánicos más antiguos fueron establecidos por los acolhuas en Huteapan, Cillen y el bosque de Cuauhyacac, éstos fueron engrandecidos por Nezahualcóyotl, quien también fundó el jardín de Texcotzingo (cerca de Texcoco) que se hizo famoso por sus plantas medicinales. Moctezuma Ilhuicamina estableció en Oaxtepec el más famoso e importante de los jardines de plantas aztecas, en el cual trabajó Francisco Hernández. El jardín de Tenochtitlán estuvo dedicado a ceremonias y se distinguió por el cultivo de ciertas hierbas medicinales. Moctezuma Xocoyotzin tuvo otros jardines en Chapultepec, Ixtapalapa, Azcapotzalco, Coyoacán, Tepoztlán, Cuernavaca, Huauchinango, el Peñón y Atlixco (De Gortari, 1980). Por noticia de los españoles se sabe de la belleza y la variedad de los jardines botánicos aztecas pues decían que "*eran mejores que cualquiera que hubieran visto en Europa*" (Díaz del Castillo, 1982).

En el Peñón y Atlixco existieron casas de animales con mamíferos y reptiles, pajareras, estanques para la cría de peces de agua dulce y marinos; estos organismos se mantenían en un ambiente adecuado, se les alimentaba en forma especial, se favorecía su reproducción y sus nidadas se cuidaban con esmero. Era tal la atención que se les daba a estos organismos, que solo en la Casa de Animales de Tenochtitlán había 600 servidores (De Gortari, 1980).

Durante la Colonia se recolectaron gran cantidad de ejemplares que fueron enviados a colecciones extranjeras, principalmente españolas; por ejemplo el que se considera como el primer herbario científico de México fue reunido a finales del siglo XVIII por Sessé y Mociño y fue incorporado a la colección del Jardín Botánico

de Madrid en 1820; Bonpland, recolectó varios miles de ejemplares que fueron depositados en París; y en 1848 las colecciones de Wislizenus y Engelmann fueron remitidas a Kew, por mencionar algunos casos (Riba, 1969).

Las primeras colecciones formales de México fueron reunidas en el siglo XVIII por Lorenzo Boturini, desde ese lapso, los problemas políticos, la carencia de proyectos institucionales, gubernamentales y la desorganización, entre otras causas, generaron escasez o falta de colecciones biológicas importantes en nuestro territorio; se iniciaron proyectos ambiciosos tanto regionales como nacionales, pero ninguno perduró ni se formalizó.

En cuanto a los personajes de esta época hubo naturalistas cuyo papel fue trascendente en el desarrollo de la botánica y la zoología en México. A continuación se enlistan algunos de los autores que hicieron contribuciones significativas a la historia natural (taxonomía) antes del siglo XX en México, se mencionan unos cuantos extranjeros destacados y se hace énfasis en los mexicanos (se resaltan con negritas los más representativos).

SIGLO XV Y XVI

Netzahualcóyotl
Moctezuma Ilhuicamina
Cristóbal Colón
Bernardino de Sahagún
González Fernando de Oviedo
Francisco Ximénez
José de Acosta
Martín de la Cruz
Juan Badiano
Enrico Martínez
Francisco Hernández

SIGLO XVII

Andrés Pérez de Rivas
Bernabé Cobo
Juan Cárdenas
Carlos de Sigüenza y Góngora
Eusebio Kino
Juan de Steineffer
Miguel Venegas
Juan Jacobo Baeguert

SIGLO XVIII

Francisco Javier Alegre
Francisco Javier Clavijero
Ignacio Tirs
José Antonio Alzate y Ramírez
Antonio de León y Gama
Luis Montaña

Vicente Cervantes
José Mariano Mociño Suárez Lozada
José Longinos Martínez
Martín Seseé y Lacasta
Alejandro Malaspina

SIGLO XIX

Alejandro de Humboldt
Aimée Bonpland
Pablo de la Llave
Benigno Bustamante y Septién
Juan José Martínez de Lejarza
Miguel Bustamante y Septién
Lucas Alamán y Escalada
Manuel de Moreno y Jove
Juan Luis Berlandier
José Apolinario
José Eleuterio González
Melchor Ocampo
Leonardo Oliva
Lauro María Jiménez
Alfredo Augusto Dugés
Joaquín Dondé Ibarra
Francisco Sumichrast
Julián Cervantes
Vicente Riva Palacio
Eugenio Romain Dugés
Alfonso Herrera Fernández
José María Velasco
Manuel María Villada
Mariano Bárcena

Jesús Sánchez
Francisco del Paso y Troncoso
Manuel Urbina y Altamirano
Fernando Altamirano
José N. Rovirosa
Jesús Díaz de León
José Ramírez
Alfonso Luis Herrera
Nicolás León
Roberto Muller
Miguel Ángel de Quevedo
Casiano Konzatti
Gabriel Alcocer
Dominik Bilimek
Joaquín Dondé Ibarra
Ignacio María Trejo
Felipe Rodríguez
Ignacio Pfefferkorn
Juan Netuig
Juan Dondé
Rafael Montes de Oca
Gumersindo Mendoza
Agustín Barroso
Francisco Contreras
Wenceslao Link
Rafael Chovel
Ignacio Martínez del Villar
José A. Durán
Francisco Cordero y Hoyos
Fernando Ferrari Pérez

APÉNDICE 13

EL CONACYT, EL SNI Y LA CONABIO

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación del 29 de diciembre de 1970, por Ley del Congreso de la Unión se creó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), y fue reformada por Decreto expedido el 27 de diciembre de 1974. Ha tenido como misión impulsar y fortalecer el desarrollo científico y la modernización tecnológica de México mediante la formación de recursos humanos de alto nivel, la promoción y el sostenimiento de proyectos específicos de investigación y la difusión de la información científica y tecnológica. Las principales líneas de acción del Consejo se refieren a: 1) la organización de un sistema de otorgamiento de becas-crédito para estudios de postgrado en el país o en el extranjero; 2) el impulso a la investigación científica; 3) el fomento y modernización tecnológica; 4) la promoción del desarrollo científico y tecnológico regional; 5) la coordinación del Sistema Nacional de Investigadores; y 6) la difusión de la información científica y tecnológica.

El máximo órgano de decisión del CONACyT es su junta directiva, presidida por el Secretario de Educación Pública e integrada por diez miembros permanentes y cuatro temporales. Una de sus direcciones, la Adjunta de Coordinación del Sistema SEP-CONACyT, dirige, coordina y evalúa la política científico-tecnológica dentro de las entidades paraestatales que conforman el sistema de instituciones de investigación científica y desarrollo tecnológico denominado Sistema SEP-CONACyT. Durante su periodo de existencia CONACyT ha apoyado a numerosos taxónomos e instituciones en sus proyectos operativos y de infraestructura.

Desde el establecimiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología se crearon varios centros en los que se hizo investigación en ciencias naturales como: el Centro de Investigación y Estudios Superiores de Ensenada, el Centro de Investigaciones Biológicas de La Paz, Baja California, el Centro de Investigaciones Biológicas de Yucatán, el Colegio de la Frontera Sur y el Instituto de Ecología, entre otros; en estos centros se hicieron contribuciones originales en ciencias del mar, entomología, ecología y taxonomía.

El Sistema Nacional de Investigadores. En 1984, el Presidente Miguel de la Madrid estableció el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) (Diario Oficial de la Federación, 26 de junio de 1984) para: 1) fomentar el desarrollo científico y tecnológico del país fortaleciendo la investigación en cualquiera de sus ramas y especialidades, a través del apoyo a los investigadores de las instituciones de educación superior y de investigación en México; 2) incrementar el número de investigadores en activo con que cuenta el país, elevando su nivel profesional; 3) estimular la eficiencia y calidad de la investigación; 4) promover la investigación que se realiza en el país, de acuerdo con las prioridades establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo; 5) apoyar la formación de grupos de investigación en las entidades federativas del país; y 6) contribuir a la integración de sistemas nacionales de información científica y tecnológica por cada disciplina, para incrementar y diversificar los servicios vigentes.

Los investigadores que forman parte del SNI son: 1) los de tiempo completo de las instituciones de educación superior públicas y privadas de todo el país; 2) los coordinados por la Secretaría de Educación Pública y por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; 3) los que trabajan en dependencias del sector público y que lleven a cabo funciones de investigación científica y tecnológica; y 4) los pertenecientes a centros de investigación de empresas incorporadas al registro de instituciones de investigación del CONACyT.

El SNI estaba integrado por cuatro Comisiones Dictaminadoras, la de Ciencias Biológicas abarcaba la taxonomía; a finales de siglo se reestructuraron en siete, siendo la de Biología y Química de nuestro interés.

Los criterios para la incorporación del investigador al Sistema han sido: 1) la productividad reciente; 2) la calidad de los trabajos medida indirectamente por el *Science Citation Index*; 3) la contribución a la formación de investigadores y de personal de alto nivel; y 4) la aportación de sus actividades de investigación al desarrollo científico, tecnológico, social y cultural de México, de acuerdo con los objetivos y lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo. Los investigadores por su parte obtienen las distinciones de 'Candidato a Investigador Nacional' o 'Investigador Nacional' en tres niveles, y reciben estímulos económicos o becas.

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) Fue creada por decreto (Diario Oficial de la Federación, 16 de marzo de 1992), para promover, apoyar y coordinar las acciones, los estudios y los trabajos relacionados con la preservación de las especies biológicas y fomentar las actividades de investigación científica para la exploración, y utilización de los recursos biológicos tendientes a conservar los ecosistemas del país. Las instituciones y grupos dedicados a la biodiversidad en México trabajan con base en tres líneas principales: 1) el conocimiento, 2) el uso sustentable, y 3) la difusión.

La CONABIO se constituyó como una comisión de carácter intersecretarial, encabezada por el Presidente Constitucional de México y compuesta por los titulares de las diez Secretarías de Estado y un Coordinador Nacional, quien es apoyado por un grupo operativo integrado por 80 personas (funcionarios, analistas y personal administrativo) que encabeza un Secretario Ejecutivo.

Sus principales funciones son: 1) establecer un Programa Nacional Sobre Inventarios Biológicos; 2) concentrar y sintetizar la información de los recursos biológicos en un banco de datos actualizado permanentemente; 3) Diseñar e instrumentar el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad; 4) promover el desarrollo de proyectos enfocados al uso actual y potencial de recursos biológicos, y 5) asesorar a las dependencias gubernamentales, organizaciones sociales y privadas sobre los aspectos técnicos y de investigación aplicada relacionados con la diversidad biológica.

El Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad se encarga de: 1) mantener y actualizar los inventarios bióticos, 2) hacer la caracterización detallada de la biodiversidad en áreas prioritarias, 3) desarrollar criterios de sustentabilidad, uso y manejo de la biodiversidad, y 4) realizar normas y gestiones sobre el acceso a los recursos genéticos; todo esto se efectúa coordinando la participación de científicos, ciudadanos, asociaciones de productores del campo y las diferentes entidades gubernamentales (Diario Oficial de la Federación el 16 de marzo de 1992).

Los recursos financieros de los que dispone la CONABIO los aporta principalmente el Gobierno Federal y son administrados mediante el fideicomiso privado llamado Fondo para la Biodiversidad. Este fideicomiso permite no solo un uso ágil, eficiente y transparente de los recursos financieros, sino también la recepción de otras contribuciones nacionales y extranjeras. La mayor parte de los recursos de la CONABIO fueron canalizados para financiar proyectos a instituciones de investigación o grupos de trabajo ya existentes. Las prioridades que rigen estos apoyos fueron definidas a través de consultas con los expertos nacionales e internacionales en la materia, las instituciones nacionales, los directores de las principales instituciones académicas y de investigación (CONABIO, 2000). A la fecha ha apoyado algunos proyectos de infraestructura de colecciones, numerosos planes

operativos de campo y equipos para investigación taxonómica y biogeográfica; la publicación de varios catálogos y libros, la formación de bases de datos y otros más (Soberón y Llorente, 1993a).