

---

## EL DESARROLLO DE LAS INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS Y LA PREPARACION DE BIÓLOGOS EN MÉXICO

---

EFRAIM HERNÁNDEZ  
XOLOCOTZI  
Discurso inaugural como  
Vicepresidente de la  
Sociedad en 1955.

El análisis de las interacciones entre las investigaciones biológicas y las labores pedagógicas tendientes a la preparación de biólogos en el medio mexicano, tiene especial interés debido al impulso que ambas actividades han recibido durante los últimos años por parte del gobierno, de las instituciones de enseñanza y de todos aquellos que, en una forma u otra, se han interesado en el desenvolvimiento de estas disciplinas. A igual que en otras reacciones ecológicas referentes a dos factores estrechamente ligados, el desenvolvimiento de uno afecta y modifica el desenvolvimiento del otro. Así pues, los resultados y direcciones de las investigaciones han establecido nuevas exigencias y derroteros a la enseñanza biológica.

Nos consideraremos recompensados si en el transcurso de este estudio podemos señalar las tendencias más importantes de la biología en México durante los últimos veinte años, las aspiraciones de los que han dirigido estas actividades, los factores que han estorbado su desenvolvimiento y los "agentes catalizadores" que se han aprovechado para asegurar el ritmo de su desarrollo.

Una comparación entre las condiciones actuales y el panorama de hace dos décadas, pone de manifiesto la tendencia cada vez mayor de la especialización dentro de las ciencias biológicas. Es por esto que debo señalar que las observaciones presentadas en este trabajo se refieren exclusivamente al campo comprendido por las carreras de biólogo, químico bacteriólogo y parasitólogo, entomólogo, botánico y fitopatólogo. Por otra parte, el contacto personal que he tenido en la profesión agronómica y la estrecha relación que esta carrera tiene con la de biología, me hace incluirla en estas consideraciones.

Sin menospreciar las contribuciones que en el terreno de la investigación hicieron destacados biólogos, muchos de ellos miembros de esta honorable Sociedad, en épocas anteriores a 1934, permítaseme presentar, dentro de los límites señalados, un bosquejo de los resultados más sobresalientes obtenidos a la fecha. Estos resultados han sido impulsados y logrados en su mayoría por los siguientes centros de investigación: el Instituto de Biología de la Universidad Nacional de México (1939); la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (1938); el Instituto Biotécnico de la Dirección de Fomento Agrícola (1934-1940); el Banco de México (a través de la Armour Research Foundation); el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas y la Sección de Becas; la Oficina de Estudios Especiales, S. A. G. (1943); el Instituto de Investigaciones Agrícolas, S. A. G. (1946); los Laboratorios de Botánica y Zoología del Estado de Chiapas; el Departamento de Agronomía del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (1948); el Departamento de Campos Experimentales de la Unión Nacional de Productores de Azúcar, S. A. (1951); la Dirección de Defensa Agrícola S. A. G.; el Laboratorio Entomológico del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica; el Departamento de Investigación de Fitotecnia y Parasitología de la Escuela Nacional de Agricultura (1953); y en forma menos definida, Petróleos Mexicanos, la Secretaría de Recursos Hidráulicos, la Secretaría de Marina y el Gobierno del Estado de México.

Este bosquejo está basado, en su mayoría, sobre los trabajos publicados, puesto que este medio y el de la enseñanza son los más efectivos para la transmisión de los conocimientos y su incorporación al fondo de herencia social de la comunidad.

Se explica la escasez relativa de trabajos científicos publicados en nuestro medio por el hecho de que un número apreciable de nuestros investigadores están en la fase inicial de sus investigaciones y en parte porque en algunos casos las agencias oficiales aún no comprenden la importancia y necesidad de apoyar órganos serios de divulgación. Pero por otra parte, el ejemplo de un Instituto de Investigaciones con ocho años de existencia y una sola publicación secundaria a su haber, o sufre de un aislamiento peligroso en el ambiente científico, o sufre una falta de confianza en sus propios resultados, o adolece de un poco de ambas deficiencias.

**Botánica.** Dentro del campo de las investigaciones botánicas, destacan por su abundancia y su importancia económica para el país, aquellas hechas en las especialidades de la genética y la patología. Esta preponderancia debe atribuirse al decidido apoyo otorgado por la Secretaría de Agricultura y Ganadería a la investigación agrícola y a la cooperación de Instituciones extranjeras en esta tarea. Pero, en adición, prácticamente todas las ramificaciones de esta ciencia han recibido aportaciones importantes en México.

**Sistemática.** Monografías de las Familias Pinaceae y Cactaceae; monografías de los géneros *Quercus* y *Scheelea*; trabajos parciales de Meliaceae, Palmae, Labiatae, Solanaceae, Dioscoreaceae, Liliaceae, Myrsinaceae, Fagaceae, Gramineae, Compositae, Bryophyta, *Saccharomyces* y Bacteria. Tratados florísticos del Estado de Chiapas y regiones parciales de Veracruz, San Luis Potosí, México, Puebla y Guerrero.

**Ecología.** Intentos preliminares de presentar el panorama florístico y características ecológicas de la República Mexicana; ensayo preliminar de las regiones agrícolas de México, estudios intensivos de la Meseta de Anahuac, de la Cuenca Superior del río Papaloapan, de la cuenca del río Balsas, de la región de Tehuacán, del Escarpio oriental de México, de partes de las llanuras costeras de Veracruz y del Estado de Chiapas.

**Morfología e Histología.** Estudios parciales del trigo y algunas cactáceas; características del polen de varias especies.

**Citología.** Estudios del maíz, *Tripsacum* y papa.

**Fisiología.** De levaduras, bacterias y caña de azúcar.

**Micología.** Estudios intensivos de plantas patógenas de importancia agrícola tales como los chahuixtles del trigo, del maíz y del frijol; los carbones del trigo y del maíz; la antracnosis del frijol; el tizón tardío de la papa; las pudriciones de la mazorca de maíz; las pudriciones de la raíz del algodón, del maíz, del frijol y del haba; los virus del maíz, la papa, el jitomate, el frijol y la caña de azúcar; el chamusco del plátano y la gomosis de los cítricos. En este renglón, cabe señalar la importancia de las investigaciones efectuadas por mexicanos en la determinación de métodos más precisos para la identificación de las razas fisiológicas del chahuixtle del trigo (*Puccinia graminis tritici*).

**Bioquímica.** Procesos para el aprovechamiento industrial de los magueyes, la caña de azúcar, el mamey, las *Dioscorea*, las leguminosas productoras de rotenona, la quina, los izotes, la candelilla y un gran número de plantas medicinales.

**Genética.** En genética vegetal, México no solamente ha logrado resultados de gran importancia para su economía, sino que también ha hecho contribuciones fundamentales a la ciencia. El banco de Plasma Germinal establecido en Chapingo, México, mantiene semillas viables de: 4,000 muestras de los maíces de México y Centroamérica; 3,000 muestras de los frijoles de México; un duplicado de la colección mundial de trigo; un duplicado de la colección mundial de arroz; 700 colecciones de papa; 1,300 muestras de semillas de zacates nativos de México; 300 de sorgo; 300 de soya; 500 de chile; y cantidades menores de semillas de especies hortícolas, leguminosas para abono verde y especies introducidas.

En maíz se ha publicado el estudio biosistemático de las razas de México y se han producido híbridos de mayor rendimiento para las regiones de El Bajío, la Mesa Central, el trópico húmedo y Jalisco. Los híbridos obtenidos han sido la base fundamental para el funcionamiento de la Comisión Nacional del Maíz y para el Programa Agrícola de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. Durante el ciclo pasado se calculó que diez mil toneladas de semilla híbrida fueron utilizadas en una superficie que representa aproximadamente el diez por ciento de las siembras totales de este cereal en México. Se pueden señalar como contribuciones fundamentales a la ciencia: 1) la producción de híbridos a partir de líneas de primera autofecundación; y 2) el descubrimiento de una correlación entre la selección visual de las líneas y su comportamiento en cruza.

En trigo, se han logrado variedades resistentes al chahuixtle para todas las regiones trigueras de importancia en México. Estos resultados han permitido un aumento en las superficies dedicadas al cultivo del trigo, un aumento en las siembras de verano y un incremento en los rendimientos unitarios. Estas investigaciones ya han pasado la prueba de fuego que consiste en tener nuevas variedades disponibles en el momento en que las variedades comerciales sucumben al ataque de nuevas razas fisiológicas del chahuixtle del trigo o una nueva combinación de las ya existentes. Es más, en el año de 1950, cuando las regiones trigueras de los Estados Unidos del Norte, del Canadá y de Sudamérica fueron invadidas por la nueva raza 15 B, las variedades formadas en México (Kentana y Lerma) fueron las únicas resistentes y disponibles para las siembras comerciales. Como contribución fundamental

puede mencionarse la teoría de la formación de variedades compuestas, es decir, variedades morfológicamente homogéneas pero compuestas por líneas con diferentes constituciones genéticas, método que promete eliminar las grandes pérdidas que se registran debido a las epidemias del chahuixtle del trigo.

Resultados menos espectaculares se han obtenido con los cultivos de papa, frijol, jitomate, caña de azúcar, arroz, ajonjolí, chile, hule y cacao, pero en la mayoría de los casos se han establecido las bases para rápidos adelantos en el futuro.

*Zoología.* Como el que les habla no pretende tener ningún conocimiento de esta ciencia, el resumen de las investigaciones zoológicas en México ha sido formulado a base de las publicaciones del Instituto de Biología y de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

*Sistemática.* Se han hecho trabajos sistemáticos de los Protozoarios, especialmente en sus relaciones parasitológicas. De los demás Phyla se han estudiado los Platelminetos, entre ellos principalmente Tremátodos y Céstodos; de los Anélidos los grupos de Hirudíneos y Poliquetos; entre los Artrópodos han sido estudiados los Acaros, Cambarinos, Colémbolos, Dípteros, Lepidópteros, Hemípteros, Coleópteros, Homópteros, Flebotómidos, Tisanópteros, Crustáceos, Escorpiónidos y Arácnidos. También han sido estudiados y clasificados diversos grupos de Equinodermos, Anfibios, Peces, Reptiles, Aves y Mamíferos. En adición se han hecho trabajos faunísticos de algunos grupos de Insectos y Rotíferos.

*Ecología.* Los trabajos ecológicos se refieren a diferentes grupos de Artrópodos como son Crustáceos e Insectos; además hay estudios de este tipo de Reptiles, Peces y Mamíferos (Quirópteros o murciélagos).

*Morfología e histología.* Aquí se comprenden principalmente los trabajos de tipo monográfico que se han hecho en muy diversos grupos y son muy numerosos. Entre ellos se pueden mencionar trabajos de Protozoarios; de Poríferos, principalmente Espongiarios; de Platelminetos, los estudios más importantes son sobre Tremátodos y Nemátodos; de los Anélidos se ha trabajado en los grupos Helmintos, Poliquetos, Oligoquetos e Hirudíneos; de los Artrópodos hay trabajos de diversos grupos de Insectos como Hemípteros, Dípteros, Lepidópteros, Colémbolos y Sifonápteros; y trabajos sobre distintos grupos de Crustáceos.

Entre los estudios que se han hecho en diferentes fases de la histología, hay de histología nerviosa o neurología en algunos grupos de Batracios, Reptiles y Mamíferos.

*Fisiología.* Los trabajos más importantes se han hecho en los grupos de Aves y Mamíferos; hay también estudios toxicológicos del veneno de los alacranes.

*Genética.* Únicamente se tiene conocimiento de la iniciación de trabajos genéticos con ganado vacuno por el Instituto Biotécnico de la Dirección de Fomento Agrícola (1934-1940).

*Parasitología.* Estudios sobre Tremátodos de los Moluscos; sobre parásitos de la rana y del ajolote comprendiendo principalmente Protozoarios, Nemátodos y Tremátodos; en el grupo de los peces se han estudiado principalmente Tremátodos; en el grupo de los Reptiles hay trabajos sobre Tremátodos y Nemátodos; en el grupo de las Aves los principales estudios parasitológicos se refieren a Protozoarios, Helmintos, Tremátodos, Nemátodos y Céstodos; y en los Mamíferos principalmente con Acaros, Nemátodos y Tremátodos. En parasitología agrícola se han estudiado: la araña roja, la mosca prieta de los cítricos, la mosca de la fruta, los trips del maíz, las chicharritas del frijol y del maíz, la langosta tropical y los gorgojos que atacan los granos almacenados.

Del resumen anterior, y tomando en cuenta otros factores no mencionados, se pueden hacer las siguientes conclusiones: 1) existe en México un número cada vez mayor de profesionistas bien preparados y con facilidades de trabajo para sostener programas serios de investigaciones biológicas; 2) las instituciones de enseñanza, los organismos oficiales y las empresas industriales muestran mayor confianza en la investigación y están dispuestos a ofrecer mayores estímulos económicos para fomentarla; 3) la influencia de investigadores extranjeros en México ha sido un factor importante en los resultados obtenidos; 4) el medio ambiente actual muestra condiciones especialmente favorables para los profesionistas de las ciencias biológicas.

He escogido explorar las relaciones entre las investigaciones biológicas y la preparación de biólogos, no porque se piense que todos los biólogos van a encauzar sus actividades hacia la investigación, sino porque el desenvolvimiento de esta fase de la biología sirve de magnífico ejemplo para demostrar como las ciencias biológicas en general vienen ampliando su radio de acción. Ya hay empleos para biólogos especializados, algunos de ellos en investigación, pero la mayoría de los biólogos y de los agrónomos todavía tienen que ganarse la vida en las tareas técnicas, burocráticas, rutinarias exigidas por las necesidades mínimas de la sociedad en que vivimos.

Estos profesionistas, en su mayoría anónimos, necesitan una preparación con énfasis en métodos, técnicas y datos. Esta es la disyuntiva fundamental en la tarea de preparar los biólogos del presente y del futuro. Cómo preparar, dentro de un mismo sistema de enseñanza, a biólogos con la necesidad de acumular un gran acervo de conocimientos enciclopédicos y a biólogos con un conocimiento íntimo de los principios biológicos que les permita enfrentarse y resolver nuevos problemas. A esta tarea se han enfrentado nuestros centros principales de enseñanza biológica: la Escuela de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional; la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de México; la Escuela Nacional de Agricultura; la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro"; y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Deficiencias de las instituciones de enseñanza biológica: 1) *la falta de maestros*; tiene varias causas, algunas de ellas estrechamente relacionadas con un ambiente aislado y con pocas perspectivas económicas fomentado por algunos centros de investigación, pero es evidente que, si todas las instituciones dedicadas a la enseñanza de la biología adolecen de falta de maestros, hay que dudar de la calidad de las cátedras que se imparten y de lo completo y pulido de los planes de estudio que pretenden seguir; 2) *la remuneración de la labor pedagógica*; es difícil saber cómo, cuándo y por qué se estableció y se ha seguido el sistema de fijarle un valor específico a cada clase impartida. Esto a veces ha resultado en situaciones irrisorias tales como considerar que la labor pedagógica de enseñar zoología a treinta y cinco adultos equivale a enseñar curtiduría a dos individuos. Desafortunadamente, en todas las instituciones este sistema de remuneración ha tenido las siguientes consecuencias graves para el desarrollo más favorable de la enseñanza: a) una concentración de gran número de cátedras entre unos cuantos profesores; esta situación se exagera aún más en aquellos casos en que, por la reglamentación burocrática, el profesor que ha dedicado los años más vigorosos de su vida a una institución se ve obligado a enfrentarse a la tarea de atender hasta doce clases durante los últimos cinco años de su ejercicio para lograr una jubilación decorosa; b) la absorción de clases vacantes por los profesores ya establecidos, eliminando en esta forma las pocas posibilidades que existen para que nuevos elementos inicien su participación en el terreno pedagógico; c) el otorgamiento de clases basándose en consideraciones económicas y no en una capacitación especial; y d) el caso común, especialmente en la ciudad de México, de que una persona tenga que andar corriendo de una institución a otra para impartir el número de cátedras que le garantice una mínima retribución económica; 3) *la óptima carga pedagógica*; para remediar algunas de las fallas mencionadas en los renglones anteriores, varias instituciones han establecido plazas de profesores de planta. Esta decisión en sí ya es un adelanto, pero debe ir acompañada de una idea clara de la óptima carga pedagógica. No se ha ganado gran cosa si al profesor de planta se le exige atender cinco clases y cinco laboratorios a la semana en adición a un programa de investigación; 4) *la necesidad de prácticas de laboratorio*, en general ya se ha arraigado en México la idea de que la mayor parte de las clases científicas pueden aprovecharse mejor si el alumno tiene la oportunidad de manejar el material y los aparatos relacionados con las clases y de llevar a cabo las prácticas fundamentales. Aún así, es claro que no se tiene un concepto definido sobre esta fase de la enseñanza. Algunas escuelas, por ejemplo, tienen amplias facilidades para las clases técnicas, pero no han considerado necesario tener laboratorios para botánica general, sistemática, zoología y fisiología. Todavía estamos en el periodo en que al profesor de zoología se le entrega un pizarrón, un gis y un borrador para dar su clase; 5) *la necesidad de que los profesores de biología desarrollen trabajos de investigación*; una institución sin un programa de investigación gradualmente va sufriendo un aislamiento peligroso para la enseñanza tanto básica como técnica; 6) *de los planes de estudio*; todos los planes de estudio de las escuelas en México tienen la característica de rigidez. Sobre esta base, se manifiestan dos tendencias: una, la de acortar la carrera a un nivel tan bajo que cualquier pretensión de que se ha preparado al individuo para el ejercicio profesional resulta falsa; y dos, la de alargar el período de estudios para permitir cierta especialización. Resultados poco favorables de la rigidez en el plan de estudios son: a) un por ciento sumamente bajo de graduados en comparación con el número de ingresados; algunas escuelas apenas si alcanzan un promedio de 25% en este renglón; y b) una reducción en los requisitos escolares para no "desanimar" a nuestros futuros biólogos. Por lo que se refiere a la enseñanza en las escuelas de agricultura es mi opinión de que las necesidades del país requieren que el agrónomo sea fundamentalmente un biólogo con conocimientos agrícolas, descartando el concepto anterior de que el agrónomo debe ser un "peón de categoría".

De las líneas anteriores se puede apreciar la opinión personal del que les habla sobre la enseñanza de la biología en México. A pesar de esto, me atrevo a pensar en que estas opiniones tienen interés general, puesto que encuentran eco entre lo que tienen la responsabilidad de dirigir estas actividades y entre los que han hecho las aportaciones más importantes en la labor pedagógica de México.

Consideramos que las siguientes recomendaciones pueden ser útiles para mejorar los sistemas de enseñanza y orientarlos a un nivel de mayor concordancia con las necesidades y exigencias del medio ambiente actual de las ciencias biológicas en México.

- 1) *De los planes de estudio*. Un plan de estudios más favorable sería aquel que permita cierta elasticidad

selectiva y dé margen a un mayor o menor grado de especialización. Para lograr este fin, nos parece de primordial importancia definir las materias fundamentales, digamos por ejemplo, botánica y zoología, y darles el tiempo y estudios necesarios para que sus principios sean perfectamente incorporados al cúmulo de conocimientos del alumno. Esta serie de clases formaría el conjunto obligatorio para todas las carreras biológicas. Una segunda serie de clases estaría formada por aquellas de menor importancia pedagógica y mayor énfasis técnico. Dentro de esta serie se permitiría una selección personal del alumno de un número obligatorio de materias, lo que resultaría en un menor o mayor grado de especialización. Este sistema daría margen para la formación de biólogos preparados para la enseñanza por un lado e investigadores por el otro. Tendría suficiente selectividad para que el alumno, al proyectar sus futuras actividades dentro del ambiente profesional, pueda escoger material de mayor importancia para su futuro trabajo. En general, este tipo de plan de estudios permitiría el mayor aprovechamiento de los alumnos aumentando de esta manera los índices de eficiencia de nuestras instituciones.

2) *De los maestros.* La mayoría de los profesores deben disfrutar de puestos de base con una remuneración suficientemente amplia para permitirles una dedicación total a sus tareas pedagógicas y de investigación. La tarea pedagógica máxima debe aproximarse al número de dos cátedras y sus respectivos laboratorios, dando tiempo para atender un programa serio de investigación. Por lo que se refiere a la preparación de futuros investigadores, es de suma importancia que los profesores tengan las facilidades necesarias para poder emplear a sus alumnos sobresalientes, que de esta manera disfrutarían de un periodo adicional de entrenamiento bajo la tutela de un investigador ya maduro.

3) *De la preparación posterior de los maestros.* Debido a la escasez temporal de maestros en México, nuestras escuelas han utilizado gran número de sus egresados. Deben establecerse exigencias mínimas en la preparación posterior de estos maestros y estimularse el aprovechamiento de becas al extranjero y a otras instituciones del país, así como el sistema de intercambio de profesores. Previendo el establecimiento de programas de estudios postgraduados en todas las escuelas superiores de enseñanza, la meta mínima para los profesores debía de ser la obtención del Doctorado.

4) *De los programas de estudios postgraduados.* Hasta ahora ha habido cierta renuencia para reconocer el valor de los grados catedráticos superiores y por lo que se refiere a los escalafones en uso general, dichos títulos no representan ventaja económica. A pesar de esto, México no puede permanecer al margen de esta tendencia, tanto por la importancia que tiene para su propio desarrollo social, como por el número cada vez mayor de profesionistas mexicanos con títulos superiores del extranjero. Para enfrentarse debidamente a esta tarea, es necesario que los profesores mismos ameriten los títulos superiores y que las instituciones pongan en marcha programas de investigación suficientemente amplios para poder acomodar a los postgraduados.

5) *De las aportaciones extranjeras al desarrollo de las ciencias biológicas en México.* La ciencia no tiene fronteras geográficas ni políticas. A pesar de esto, han habido personas temerosas de romper el aislamiento de sus "torres de marfil" quizá por su propia falta de confianza en la firmeza de nuestros valores sociales y filosóficos. Para fundamentar nuestro juicio al particular, tenemos los siguientes antecedentes: a) el ingreso de profesionistas españoles a la Universidad Nacional de México, al Instituto Politécnico Nacional y a la Escuela Nacional de Agricultura; b) la salida de gran número de jóvenes profesionistas mexicanos a diversos países de América y Europa para continuar sus estudios y obtener el otorgamiento de títulos más avanzados; c) la participación de profesionistas extranjeros en las investigaciones biológicas de México, por invitación expresa de las dependencias oficiales o semioficiales —entre éstos los de la Fundación Rockefeller y la Armour Research Foundation—; y d) el funcionamiento de la Oficina de Estudios Especiales S. A. G., que durante los primeros diez años ha entrenado a 20 agrónomos postgraduados provenientes de las cuatro escuelas agrícolas del país. Algunos de los resultados de estos contactos pueden ser dudosos en lo que se refiere al beneficio rendido a México, pero no se puede eludir la conclusión de que pueden obtenerse grandes beneficios ligando nuestra incipiente pero vigorosa corriente científica a la inmensa fuente de conocimiento internacional.

El ambiente social de México encuéntrase especialmente favorable para el desenvolvimiento de las ciencias biológicas. Nuestras instituciones de enseñanza no pueden permanecer al margen de la lucha nacional para resolver sus grandes problemas industriales, agrícolas y sociales. México presenta amplísimas fronteras al biólogo y a sus investigadores. Es menester, por lo consiguiente, señalar deficiencias y precisar recomendaciones para que la enseñanza biológica del país no defraude ni a la nación ni a la juventud que deposita su confianza en ellas para su preparación profesional.