



**Universidad Nacional Autónoma de México**

---

## **Posgrado en Ciencias Biológicas**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“LA LICENCIATURA DE BIOLOGÍA  
EN MÉXICO”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
DOCTORA EN CIENCIAS**

**P R E S E N T A:  
ARLETTE LÓPEZ TRUJILLO**

**DIRECTOR DE TESIS:  
Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus**

**MÉXICO, D. F.**

**NOVIEMBRE 2009**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## Agradecimientos

Alcanzar metas, generar ideas, ser creativo, disfrutar del entorno que nos rodea, son circunstancias que se logran gracias a la compañía y el estímulo de quienes tenemos la fortuna de conocer y convivir con seres humanos valiosos y generosos en su afecto, en su conocimiento y solidaridad, por tener la fortuna de contar con ellos quiero agradecer a mi Maestro el Doctor Juan Luis Cifuentes Lemus, por su paciencia en la conducción de éste trabajo de tesis, por su ejemplo como incansable promotor de la Biología, por su amistad y sus valiosas enseñanzas. A la Doctora Ana Barahona Echeverría por su comprensión y amistad que mucho influyó para la concreción de ésta tesis, al Doctor Antonio Lazcano Araujo, mi entrañable amigo por su estímulo y apoyo, a mis compañeros de cubículo en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por su apoyo y estímulo y por encontrar en nuestro trabajo cotidiano un motivo de superación y estimulante reto, gracias a Roberto Moreno Colín y Esther Nava Monroy.

A lo largo del tiempo que este trabajo de tesis tomó, fueron muchas las personas que desde sus diferentes espacios de responsabilidad aportaron su invaluable apoyo y materiales, personas generosas a las que mucho agradezco, dedico este pensamiento sin mencionar en específico por no omitir alguno de los valiosos seres humanos que la fortuna me acercó.

## Dedicatoria

Con entrañable amor a mis hijos  
Arlette y Jorge  
Y al promisorio futuro: mis nietos

A mi inolvidable padre y mi valiosa madre

A mis queridos hermanos  
José Carlos, Cecilia, Roderico, Rubén y Alberto

A Hugo

### Hoja de Datos del Jurado

1.- Datos del alumno Autor. Apellido paterno: Apellido materno: Nombre(s) Teléfono Universidad: Facultad o escuela Carrera No. De cuenta	1.- Datos del alumno López Trujillo Arlette 55 62 52 74 Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biología 66047458
2.- Datos del tutor Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno	2.- Datos del tutor Dr. Juan Luis Cifuentes Lemus
3.- Datos del sinodal 1 Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno	3.- Datos del sinodal 1 Dra. Rosaura Ruíz Gutierrez
4.- Datos del sinodal 2 Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno	4.- Datos del sinodal 2 Dr. Antonio Eusebio Lazcano Araujo
5.- Datos del sinodal 3 Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno	5.- Datos del sinodal 3 Dr. Daniel Piñero Dalmau
6.- Datos del sinodal 4 Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno	6.- Datos del sinodal 4 Dra. Ana Rosa Barahona Echeverría
7.- Datos del sinodal 5 Grado Nombre(s) Apellido paterno Apellido materno	7.- Datos del sinodal 5 Dra. Edna María Suárez Díaz

<p>8.- Datos del sinodal 6</p> <p>Grado</p> <p>Nombre(s)</p> <p>Apellido paterno</p> <p>Apellido materno</p>	<p>8.- Datos del sinodal 6</p> <p>Dr.</p> <p>José Antonio</p> <p>Chamizo</p> <p>Guerrero</p>
<p>9.- Datos del trabajo escrito.</p> <p>Título:</p> <p>Subtítulo:</p> <p>No de páginas:</p> <p>Año:</p>	<p>9.- Datos del trabajo escrito.</p> <p>La Licenciatura de Biología en México</p> <p>270</p> <p>2009</p>

## ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	6
<b>Objetivos Generales</b> .....	12
<b>Objetivos Específicos</b> .....	12
<b>Metodología</b> .....	13
<b>Antecedentes históricos de la biología en México</b> .....	18
<b>Capítulo I. Antecedentes de la biología en México</b> .....	19
Época prehispánica.....	21
Las ciencias naturales en la colonia.....	39
El siglo XVIII y las ciencias naturales.....	43
El siglo XIX y la biología en México.....	47
<b>La biología después del año 1900</b> .....	54
<b>Capítulo II La biología después del año 1900</b> .....	55
Alfonso L. Herrera y la primera cátedra de biología.....	55
La Escuela de Altos Estudios y la educación superior.....	57
La Dirección de Estudios Biológicos.....	60
La institucionalización de la biología y su enseñanza.....	62
Instituto Politécnico Nacional. Escuela de Ciencias Biológicas.....	65
Otros eventos de importancia para la biología.....	66
Enrique Beltrán y la biología mexicana.....	67
Algunas instituciones en donde se ha desarrollado la investigación y enseñanza de la biología.....	70
La enseñanza de la biología en las entidades de la república.....	72
<b>La Licenciatura de Biología en México</b> .....	77
<b>Capítulo III. La licenciatura de biología en México</b> .....	78
Análisis general de las Instituciones de Educación Superior que imparten la licenciatura en biología registradas al año 1992.....	83
Cuestionario aplicado a las Instituciones de Educación Superior.....	83
Ubicación de las escuelas y facultades de biología en la república mexicana al año 1992.....	84
Aspectos organizativos de las instituciones estudiadas.....	86
Título otorgado.....	86
Establecimiento de planes y programas en licenciatura en biología para el año 1992.....	92
Población estudiantil.....	94
Investigación-docencia.....	98
Infraestructura.....	99
Perfil de Ingreso y Egreso.....	99
Seguimiento académico del estudiante.....	100
Servicio Social.....	104
Titulación.....	106
Características del perfil del biólogo al formar al corte 1992.....	107
Personal Docente.....	109

Modificación de Planes de Estudios reportado al año 1992.....	110
<b>Capítulo IV. Plan de estudios.....</b>	<b>116</b>
Presencia de la licenciatura de Biología en México al año 2008.....	117
Criterios para el análisis de los planes de estudio de la licenciatura de Biología al corte 1992 y 2008.....	122
Análisis de Conglomerados o Análisis Cluster de los planes de estudio en los cortes 1992 y 2008.....	127
Una perspectiva para la licenciatura en biología en México.....	150
Análisis de contenidos académicos de los planes de estudio .....	156
<b>Un plan de Estudios Integral para la Enseñanza en la Licenciatura de Biología en México .....</b>	<b>160</b>
<b>Capítulo V. Un plan de Estudios Integral para la Enseñanza en la Licenciatura de Biología en México .....</b>	<b>161</b>
Justificación de un plan de Estudios Integral.....	161
Población y Recursos Naturales.....	164
Recursos Naturales y Perfil del biólogo.....	168
Ocupación y Empleo del Profesional de la biología.....	171
Orientación del Curriculum de biología.....	183
Conocimientos y Habilidades del biólogo.....	184
<b>Consideraciones para la Estructura de un plan de Estudios Integral .....</b>	<b>200</b>
<b>Capítulo VI Consideraciones para la Estructura de un plan de Estudios Integral .....</b>	<b>201</b>
El objeto de estudio de la biología.....	202
La biología “ciencia de la vida”.....	204
El objeto de estudio de la biología y conocimientos esenciales.....	207
Estructura del plan de estudios integral.....	216
<b>Algunas consideraciones para la enseñanza de la Biología.....</b>	<b>223</b>
<b>Capítulo VII Algunas consideraciones para la enseñanza de la Biología.....</b>	<b>224</b>
Procesos biológicos como eje formativo.....	229
Ejes estructurales del plan de estudios .....	232
<b>Conclusiones.....</b>	<b>237</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>239</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>260</b>

## Introducción

La licenciatura de biología en México es la expresión curricular que en su estructura incorpora y registra, el cómo conocemos y manejamos los recursos naturales de nuestro país, siendo éste el resultado de un proceso histórico, y socioprofesional de la ciencia de la biología.

La biología como profesión ha enfrentado desde su creación la carencia de una definición precisa del perfil de sus egresados y a la vez una escasa presencia de éstos en el mercado laboral. Esta circunstancia aparentemente tiene sus raíces en la forma en la que se institucionalizó y consecuentemente se profesionalizó la biología en el país (Ledesma, M. y A, Barahona 1999). Creando condiciones que aún hoy en día se reflejan en los contenidos curriculares, en donde encontramos escasa presencia de algunos temas fundamentales y la necesidad de incorporar en el análisis de los contenidos académicos la teorización metodológica sobre la enseñanza de la biología.

Por lo anteriormente expuesto, se consideró necesario realizar un diagnóstico de la situación en que la licenciatura en biología se encuentra a nivel nacional, partiendo de un análisis y reflexión sobre la historia de la disciplina y sus antecedentes como profesión en el país, para que con este fundamento sea posible proponer la estructura de una alternativa curricular, que ofrezca posibilidades de brindar una formación sólida con los conocimientos básicos fundamentales que debe conocer un biólogo, así como integral, en cuanto a la interrelación que dichos conocimientos requieren para que entre otros beneficios sea posible proporcionar mayores posibilidades de incorporación al ámbito laboral a los futuros profesionistas de la biología ya sea en el desempeño laboral inmediato o bien continuando su formación en los niveles de maestría o doctorado.

La evolución de la biología mexicana evidencia a través de su historia una gran tradición en el estudio de los recursos naturales, buscando su aplicación a la vida cotidiana, con énfasis en los aspectos relacionados con la salud. La institucionalización de esta ciencia obedece en buena medida a la existencia de dos concepciones distintas del carácter de la biología como ciencia en los inicios del siglo XX situación que se presenta entre Isaac Ochoterena y Alfonso L.Herrera (Ledesma, M. 1998)

Conocer los antecedentes de la biología desde un punto de vista histórico en nuestro país, considerando la forma de entender y manejar nuestros recursos por las diferentes comunidades que nos antecedieron permitirá, además de comprender la situación actual de la profesión del biólogo, fomentar el aprecio por el estudio de la biología en las nuevas generaciones, dando a conocer su historia y las corrientes filosóficas que predominaron en cada momento de este proceso, para comprender la situación actual de la disciplina expresada en el plan de estudios y proponer los cambios que se requieren en el mismo ante las exigencias que el siglo XXI nos impone (López-Trujillo, 1993).

Considerando las instituciones que imparten estudios de biología en nuestro país, resulta de interés el análisis de los diversos planes de estudio así como el desempeño profesional de los egresados dentro del contexto nacional. Esta situación se ha planteado como necesaria en agrupaciones profesionales como El Colegio de Biólogos A.C. fundado en 1961 y la Asociación Mexicana de Escuelas y Facultades de Biología A.C. fundada en 1990, en donde se ha hecho patente la necesidad de evaluar y adecuar los planes de estudio de biología. En este siglo la biología como profesión enfrentará múltiples necesidades que se orientarán a impulsar la transformación y el desenvolvimiento económico de nuestro país, no sólo con los fundamentos teóricos, sino con la participación activa de los biólogos en la problemática nacional. La adecuación de la enseñanza de la biología a la formación integral del biólogo y a su pertinencia en la resolución de problemas de interés nacional es posible en la medida en que cada profesionista esté consciente de su compromiso con la sociedad y de que se abran los espacios pertinentes para que la opinión y el conocimiento del profesional biólogo trasciendan el trabajo de laboratorio o campo e influya en la ya urgente reconsideración y manejo de nuestros recursos (López-Trujillo, 1993).

No se deja de reconocer, que el problema de la enseñanza de las ciencias en México tiene obstáculos y dificultades particulares, unas que surgen de la influencia de la concepción positivista que aun tiene impresa su huella en el contexto de la educación nacional el que "impactó de manera por demás significativa al desarrollo de la ciencia mexicana y sus instituciones, iniciando con la creación de la Escuela Nacional

Preparatoria en donde su director fundador, Gabino Barreda adoptó la filosofía positivista” (De Gortari, 1980).

La visión positivista de la ciencia condujo a la consolidación de estilos de enseñanza que en la actualidad pueden ser considerados inadecuados, ante ello, se ha intentado encontrar fundamento en otras filosofías como la de Thomas S. Kuhn que considera a la ciencia en su dimensión histórica y social y quien a partir de su obra *La Estructura de las Revoluciones Científicas* (1971) plantea que para considerar una ciencia como tal, debe de contar con conceptos unificadores y universalmente aceptados, que se utilicen como elementos de validación de actividades del conocimiento, en un momento histórico determinado, estos conceptos unificadores reciben el nombre de paradigmas (Ledesma-Mateos, 1993).

En un contexto donde la historia de la institucionalización de la biología y su enseñanza han acendrado estilos de formación particularmente tradicionalistas, una organización diferente de la enseñanza de la biología se encuentra con múltiples resistencias, ya que tratamos con una ciencia sumamente compleja, en cuyo seno coexisten prácticas y tradiciones diferenciadas, además de que en sentido estricto es una ciencia joven que se constituye como tal durante la segunda mitad del siglo XIX y los inicios del XX, al momento en que cuenta con un conjunto de paradigmas: la teoría celular, la teoría de la homeostasis, la teoría de la evolución y la teoría de la herencia, es sólo a partir de ese momento que puede hablarse de biología en sentido estricto (Ledesma-Mateos, 1993), por lo que una formación profesional dedicada de manera específica a cultivar esta ciencia es algo sumamente reciente

No obstante, en el terreno del debate académico, hay quienes ponen en duda la validez del carácter de la biología como ciencia autónoma, existiendo la postura de que en cuanto a métodos la biología no es diferente a las ciencias físicas, haciendo particular alusión a la biología molecular, sosteniendo así la reducción de la biología a la física, en tanto que otros sostienen que la biología posee todos los méritos para tener el status de una ciencia autónoma, mostrando claras diferencias en temas a tratar, marcos conceptuales y metodologías, con respecto a las ciencias físicas. A este respecto pueden invocarse las principales diferencias entre los organismos y la materia inerte: “la

complejidad de los sistemas vivos, la organización en poblaciones, la posesión de un programa genético, la utilización tanto del método comparativo como del experimental, y la diferencia en la estructura de las teorías biológicas y las leyes físicas, entre otras” (Mayr, 2005).

Partiendo de la tesis de la autonomía de la ciencia de la biología, vemos que hay un enorme abismo entre la causalidad en biología y la causalidad de la mecánica clásica, además de que la explicación de los fenómenos biológicos, consiste en conjuntos de causas en interacción y complejos programas de información (Mayr, 1988), pudiendo existir una biología de causas próximas, tales como los efectos fisiológicos inmediatos y otra de causas últimas que implica las causas evolutivas: “todos los procesos y actividades en los que se cumplen las instrucciones de un programa tienen causaciones próximas, lo que se aplica a los procesos fisiológicos, de desarrollo y de comportamiento que están controlados por programas genéticos y somáticos. Son respuestas a la pregunta ¿cómo?. Las causas remotas o evolutivas son las que dan origen a nuevos programas genéticos o a la modificación de los ya existentes; en otras palabras todas las causas que originan los cambios que ocurren en los procesos de evolución. Son los acontecimientos o procesos del pasado que alteraron el genotipo. No se pueden investigar con los métodos de la química y la física, sino que hay que reconstruirlos mediante inferencias históricas, poniendo a prueba narraciones históricas que suelen dar respuesta a la pregunta ¿por qué?”(Mayr, 2005) Esta distinción no debe perderse de vista al momento de proponer un currículum profesional para el biólogo, que considere un elemento integrador que en este caso es la teoría de la evolución considerándola como la “gran teoría unificadora de la biología” Smocovitis (1992)

El estado actual de la licenciatura de biología en México está influenciado por múltiples factores entre ellos la manera cómo surge la enseñanza profesional de la biología en nuestro país, entendiéndola entonces como un medio para la formación de personal que se incorporaría en la misma universidad que la impartía, apoyando las tareas de docencia e investigación, lo que llevó al establecimiento de una tradición marcada por el peso de la concepción de Isaac Ochoterena y su vinculación con la comunidad médica, en contraposición al pensamiento evolucionista de Alfonso L.

Herrera quien fue excluido del proceso de institucionalización de esta disciplina en nuestro país, con el concomitante abandono de esta forma de pensar y de la idea de la biología como ciencia básica y autónoma, priorizando los aspectos descriptivos y su vinculación con lo médico (Ledesma, M. y Barahona, 1999). En ese contexto, la enseñanza superior de la biología cuenta con estructuras profundamente consolidadas que impiden una docencia más ágil y menos enciclopédica, aunque también se observan áreas del conocimiento muy vinculadas al quehacer social y comunitario. Es así que en el proceso de enseñanza, la concepción de la ciencia puede oscilar como menciona Lomeli (1991), desde considerarla como un “producto terminado de saberes de validez indiscutible hasta el tenerla como una actividad creativa en continua construcción”.

En todo el país existen diferentes planes de estudio de biología considerados “tradicionales”, muchos de los cuales son - o fueron por muchos años- copia del plan de estudios de la Facultad de Ciencias de la UNAM que data de 1966, y aunque se han dado otros interesantes intentos alternativos, “la tradición tiene peso”, y este se ha manifestado en la forma como en el tiempo se han estructurado los planes y programas de estudio de la carrera de biólogo en México , (el plan de estudios de la Facultad de Ciencias de la UNAM se modifica en el año 1996 privilegiando un enfoque evolutivo). En buena parte de los planes de estudio, el aspecto central de la enseñanza radica en lo descriptivo y en el énfasis de lo taxonómico, lo que nos lleva a identificar un mayor énfasis en el naturalismo de antaño, que en una ciencia dinámica y en constante desarrollo. “Además, en las instituciones en que se han planteado currículas diferentes, se han hecho en forma tal, que no permiten acceder a una visión equilibrada y congruente con la realidad” (Ledesma-Mateos, 1987).

Como señala Lazcano-Araujo: “Se puede afirmar, sin temor a equivocarse, que la docencia de la biología mexicana padece, desde hace mucho, dos grandes problemas:

1) La ausencia de un enfoque auténticamente evolutivo que refleje la diversidad y amplitud de mecanismos y modelos que conocemos (y de los problemas que afrontamos)

2) la definición implícita y explícita de la botánica y la zoología como las dos vertientes fundamentales de las ciencias biológicas, a las cuales se suman, de manera

más o menos forzada, las disciplinas básicas como la bioquímica, la biología celular y las matemáticas.” (Lazcano-Araujo, 1991).

Con la finalidad de conocer el proceso histórico y las circunstancias en las que se desarrolla e institucionaliza la carrera de biología en el país, se consideró adecuado el análisis correspondiente así como el realizar un diagnóstico de la situación de la licenciatura en biología en México en dos momentos el primero, considerando la presencia de los 41 planes de estudio identificados hasta el año de 1996, y compararlo con 77 los planes de estudio que en el año 2008 se imparten en las Instituciones de educación superior que actualmente los ofrecen, este análisis permitirá con la base del conocimiento de la historia de la disciplina y de su estado actual, el diseño de una propuesta curricular que incorpore aspectos epistemológicos, psicológicos y pedagógicos inherentes a la forma de entender e impartir la biología como ciencia, al propio proceso del conocimiento de la disciplina y al diseño de estrategias que permitan mejorar la docencia de la biología, esta propuesta será una alternativa para la formación integral del biólogo, lo que es motivo de la presente tesis.

## **Objetivos Generales**

- 1.- Realizar una narrativa histórica que considere la incorporación del recurso natural al desarrollo social durante la época prehispánica y la colonia.
- 2.- Analizar el proceso de institucionalización de la biología en México a partir del siglo XIX.
- 3.- Realizar un diagnóstico del estado actual de la licenciatura de biología en México.
- 4.- Proponer una estructura curricular que considere una postura filosófica y educativa para la licenciatura de biología

## **Objetivos Específicos**

- 1.- Destacar los sucesos y eventos que durante la época prehispánica, evidencian el vínculo de los recursos naturales con la vida comunitaria.
- 2.- Caracterizar los aspectos relacionados con el conocimiento de la naturaleza y la vida comunitaria considerando la época de la colonia hasta el siglo XVIII en México.
- 3.- Identificar las etapas que conformaron el desarrollo de la biología durante el siglo XIX en México.
- 4.- Analizar el proceso de institucionalización de la biología y su profesionalización en México.
- 5.- Identificar las principales características de la Licenciatura de biología, así como su problemática en diferentes instituciones de México.
- 6.- Proponer una plataforma epistemológica, psicológica y pedagógica para la enseñanza de la biología.

## Metodología

Con la finalidad de conocer el panorama en el que se han desarrollado las ciencias naturales hasta llegar a lo que actualmente es la biología, se estructuró un esquema de trabajo que guiara la investigación documental sobre los siglos XVI al XX. Asimismo, se procuró rescatar aquella información que aporte elementos relacionados con la biología, ya que a lo largo de los periodos analizados el conocimiento de los recursos naturales se manejó desde varias perspectivas. En este contexto, la investigación documental se articuló alrededor de los siguientes aspectos:

1. Considerando que esta tesis tiene su eje fundamental en la biología y su efecto directo en la forma de entender y manejar los recursos naturales para después referirlos académicamente, se pretendió recabar la información que describiera la manera en que las comunidades humanas han integrado a lo largo de los siglos estos recursos en su vida cotidiana, ya sea para alimentación, remedio de enfermedades, ornamento, comercio, etc. Esta revisión permite conocer una faceta interesante sobre la forma en que la flora, fauna y minerales se incorporaron a la vida cotidiana de los mexicanos de siglos pasados, así como las preferencias y orientaciones económicas circunscritas a los diversos momentos históricos de nuestro país.
2. Se consideró pertinente también, buscar y conocer a través de la investigación documental el aspecto relativo al desarrollo de la educación, relacionando en particular el conocimiento de las ciencias naturales con la enseñanza y permitiendo así, identificar el uso de los recursos naturales para su explotación y la capacitación específica así como la investigación que orientó el desarrollo de la biología en México.
3. El conocimiento derivado del uso de los recursos naturales, de las actividades de investigación y educación tendría un natural reflejo en los materiales escritos; ya sea para la difusión o para la capacitación. Con esta hipótesis se incluye un elemento

más en este estudio, mencionándose los principales registros relacionados con la aparición de publicaciones referentes a la temática de nuestro interés, considerándose tanto escritos científicos como de divulgación.

4. Para contextualizar el auge o impulso que en algunas épocas se le dio a las diversas áreas del conocimiento biológico, se agregó a la información referida algunos hechos de carácter social (principalmente movimientos sociales) que afectaron de diversas maneras la vida de las comunidades humanas durante el periodo en análisis.

Con el resultado de la investigación documental se estructuró la primera parte de esta tesis. Pretendiendo presentar por siglos y etapas de la vida de nuestro país los sucesos que se presentaron alrededor del conocimiento y la enseñanza de las ciencias naturales, la información fue organizada en los siguientes apartados:

1. Época prehispánica
2. Las Ciencias Naturales en la Colonia
3. Siglo XVIII y las ciencias naturales
4. El siglo XIX y la biología en México

La segunda parte de este trabajo de tesis tiene como finalidad el análisis de la situación actual de la enseñanza de la Biología en el nivel de Licenciatura. Situación que se llevó a cabo en dos momentos de corte: el primero considerando los planes de estudio de la licenciatura en biología existentes en el año 1992 y el segundo considerando los existentes hasta el año 2008, con la finalidad de establecer una comparación entre ambos periodos ante la circunstancia de la creación reciente de diversas ofertas educativas de la licenciatura en biología en el país.

Para conocer con más precisión esta situación y contar con los datos y elementos que permitieran un análisis pormenorizado, se recabó la información que cada escuela y facultad a nivel nacional estuviera en condición de aportar y que a su vez, fuera un material sujeto de análisis y comparación entre otras escuelas y facultades de Biología. Se consultaron varias fuentes para conformar el instrumento idóneo y finalmente se estructuró un cuestionario cuyo eje es el concepto de currículum

en su más amplio sentido; sin circunscribirse únicamente a los elementos intrínsecos del mismo como son objetivos, plan de estudio, carta descriptivas y sistema de evaluación, sino que en una concepción más amplia, como la propuesta por Arredondo (1989) que concibe al currículum como "... el resultado de: a) análisis y reflexión sobre las características del contexto del educando y de los recursos; b) la definición tanto explícita como implícita de los fines y objetivos educativos; c) la especificación de los medios y procedimientos propuestos para asignar racionalmente los recursos humanos, materiales, informativos, financieros, temporales y organizativos de manera tal que se logren los fines propuestos".

En el cuestionario que se aplicó a las instituciones de educación superior presentes en el año 1992 se determinaron, cinco grandes apartados alrededor de los cuales las preguntas se diseñaron pretendiendo ser complementarias entre sí, pero ofreciendo también una visión amplia de cada sección por separado, siendo éstos:

- a) Forma de organización.
- b) Planes de estudio.
- c) Perfil del biólogo a formar.
- d) Perfil profesional docente.
- e) Investigación institucional.

El instrumento de evaluación se integró por 85 campos en total. Dentro de éste se considera la opinión de los responsables de la licenciatura en la institución que representan, sobre la problemática curricular que ellos identifican basándose en la aplicación de preguntas abiertas. Para un análisis global de la situación de la Biología a nivel nacional se estandarizaron puntos de vista, proponiéndose respuestas múltiples.

Colateral a la aplicación del cuestionario y para la obtención de información útil para la realización de la presente tesis, se llevó a cabo la revisión del contenido por asignaturas de los planes de estudios de las universidades en análisis tanto para el corte 1992 como para el 2008. Este análisis pretende fundamentalmente contar con elementos que en forma tangible manifiesten la orientación que existe en los mencionados planes hacia algunas áreas temáticas, y que de alguna forma pueden

representar tanto, necesidades de atención regional plasmadas en contenidos académicos, como la misma concepción de quienes estructuran y operan un plan.

Con el fin de identificar y además detectar en una primera instancia las similitudes entre los planes de estudio de las diferentes Instituciones de educación superior se planteó el análisis de conglomerados Cluster, previa elaboración de una base de datos que registrara las diferentes asignaturas que los mencionados planes de estudio contienen, este análisis se llevó tanto en los 41 planes registrados para el año 1992 como en los 77 registrados para el año 2008. Las asignaturas se clasificaron para su incorporación en la base de datos considerando como criterios de agrupación por áreas del conocimiento los niveles infraorganísmico, organísmico, supraorganísmico, (Mayr,2005) así mismo se agruparon las materias que no pertenecían a ninguno de los órdenes mencionados en: materias básicas, aplicadas obligatorias y herramientas obligatorias, cabe mencionar que en todos los casos las materias incluidas en la base de datos para su análisis fueron únicamente las consideradas como obligatorias en el plan de estudios de las instituciones en análisis.

Independiente al análisis Cluster que se realizó a los planes de estudio en general, se obtuvo también el porcentaje de presencia de las asignaturas contenidas en los planes de estudio de las universidades en análisis, estableciendo un comparativo entre la situación que se registraba para el corte 1992 y la situación actual en el corte 2008, se utilizó como criterio de selección aquellas materias que estaban presentes en el 50% o más de los planes de estudio en análisis.

Cabe mencionar que el concepto de presencia aquí utilizado es relativo, toda vez que la presencia o ausencia de una materia, asignatura o módulo, con determinada denominación no informa de manera directa de su contenido, sin embargo es útil como un indicador del uso de términos que revela el impacto de las tendencias en la enseñanza de la biología. Este análisis se realizó para conocer los cambios estructurales y las orientaciones que los diferentes planes de estudio han recibido en el interés de responder a las exigencias recientes en relación a la enseñanza de la biología y ante la certificación de los mismos planes de estudio y la orientación de la enseñanza hacia las competencias.

Finalmente se estructura un esquema de plan de estudios que se articula en ejes que consideran la formación integral del biólogo incorporando los aspectos epistemológicos psicológicos y pedagógicos que un plan de estudios de una ciencia como la biología requiere en función del objeto de estudio que maneja.

## **ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA BIOLOGIA EN MÉXICO**

## **Capítulo I. Antecedentes de la Biología en México**

La biología es una ciencia cuyo carácter es múltiple y altamente complejo, ya que por una parte se considera una ciencia básica que tiene por finalidad el conocimiento y la explicación de los fenómenos comunes a todos los seres vivos, y por otra parte, muchas de estas áreas del conocimiento se orientan y relacionan con el bienestar de la humanidad. Ante esta circunstancia cabe considerar como menciona (Mayr 2005) “La biología bien entendida incluye el pensamiento poblacionista, la probabilidad, la oportunidad, el pluralismo, la emergencia y la narración histórica”. En esta perspectiva la biología como una ciencia que estudia la vida y que por consecuencia se encuentra cerca de nuestra vivencia cotidiana, ha sido en el transcurso del tiempo una referencia para el pensar, sentir y actuar de los seres humanos en relación al manejo de los recursos naturales y, por esta razón, es eje articulador de conductas, creencias, avances y retrocesos concernientes al manejo y deterioro de nuestro ambiente; y en los últimos tiempos y con más conciencia; del futuro de nuestra especie. En este escenario cambiante y dinámico que hoy en día significa la biología, se presenta un reto adicional que consiste en el traslado del conocimiento que se deriva de esta ciencia a las nuevas generaciones.

Por tal motivo y para referirnos al desarrollo actual de la biología en México, es enriquecedor remitirnos a los eventos o antecedentes históricos que le marcaron y le orientaron en el transcurso de los siglos; conocer y analizar los diferentes momentos que privilegiaron áreas de interés para el estudio de aspectos biológicos, así como los apoyos institucionales para lograrlo. Estos hechos han sido particularmente interesantes y reveladores del sustrato social y político que subyace en el avance de una ciencia como la biología y que de alguna forma despierta la conciencia sobre el manejo de nuestros recursos.

La biología que conocemos es el resultado del trabajo emprendido por los naturalistas de épocas pasadas y los hombres de ciencia de todos los tiempos conocimiento que se manifiesta en una forma de vida, un estilo de concebir la naturaleza y, por consiguiente, de beneficiarse de ella, hoy en día ante las múltiples

amenazas ambientales “La superpoblación, la destrucción del ambiente y la mala calidad de vida en las ciudades no se pueden resolver con adelantos técnicos, ni por medio de la literatura o la historia, sino sólo con medidas basadas en el conocimiento de las raíces biológicas de estos problemas”. (Mayr, 2005). Expectativa que a los biólogos nos corresponde atender

En este sentido retomando los planteamientos de Trabulse (1983) quien menciona, al referirse a las ciencias en general: “...resulta obvio que junto con las historias de arte, de la justicia y de los ideales religiosos, la historia ‘secreta’ de la ciencia en México, merezca ser estudiada y valorada con todo sin rupturas ni soluciones de continuidad, un todo permanente que ha actuado siempre sobre el agitado fondo de nuestra historia social y política”.

En consecuencia la historia de la biología en México, plasmada a través de los eventos relevantes llevados a cabo por los estudiosos de esta ciencia y referida en sus múltiples trabajos, resulta de particular interés ya que no solo ubica a esta ciencia en el “todo permanente” (Trabulse, *op. cit.*) Sino que a la vez constituye una vía para explicarnos la situación actual de la biología en nuestro país y naturalmente, de su impacto en el conocimiento y manejo de los recursos naturales, es por ello que recopilar y señalar los eventos que marcaron hitos en el desarrollo de la biología, así como su consecuencia en los planes de estudio a nivel licenciatura, resulta de utilidad para el propósito de este trabajo, que pretende contribuir a una propuesta que permita mejorar la enseñanza de la licenciatura en biología en nuestro país.

Una investigación exhaustiva en este tema rebasa las pretensiones de la presente tesis, por lo que este trabajo persigue construir un marco contextualizador con fundamento en importantes materiales escritos sobre los antecedentes e historia de ésta ciencia en México, considerando además los múltiples y valiosos trabajos científicos y de investigación histórica filosófica y didáctica que en los últimos años se han escrito destacando entre éstos los trabajos de Herrera (1921), Beltrán (1945, 1951 y 1982), Moreno de los Arcos (1986, 1988, 1989), Ochoterena (1946), Hoffmann, Cifuentes y Llorente (1992), Ledesma-Mateos y Barahona (1999) por mencionar sólo

algunos, los cuales contienen valiosa información que nos permite asomarnos al pasado de esta ciencia para pensar en su futuro.

Es así que, con estos materiales y buscando ampliar el panorama del desarrollo de la biología en México, siguiendo la metodología propuesta se inicia con el reporte de la investigación histórica.

### ***Época prehispánica***

La presencia de grupos humanos en el continente americano se remonta a la llegada de los inmigrantes asiáticos. Con toda certeza, estos hombres llegaron cruzando el estrecho de Behring hace aproximadamente 40 mil años (Serrano y Castillo, 1984). Algunos grupos llegaron unos 10 mil años más tarde para asentarse en los límites de Mesoamérica, donde encontraron un nuevo territorio con clima y fauna diferente (Miller, 1988). Sin embargo, las evidencias más antiguas de la presencia del hombre en lo que hoy es el territorio mexicano se remontaran a 20 mil años, habiéndose encontrado en Tlapacoya, a orillas del antiguo lago de Chalco (Serrano y Castillo, *op. cit*), otros restos y vestigios de asentamientos humanos que datan de los 8,500 y 5000 años a. C., se han localizado principalmente en Tehuacán y Tepexpan (García-Acosta, 1990). Es justamente en el periodo comprendido entre estos años cuando se producen cambios climáticos que afectan a la entonces región mesoamericana, con su consiguiente influencia en la diversidad de la flora y la fauna.

El conocimiento incipiente de algunos recursos vegetales y su temprana domesticación seguramente tuvo gran trascendencia en la distribución y asentamiento de las comunidades humanas. La distribución territorial se fue estableciendo y conformando con grupos sedentarios al iniciarse la práctica de la agricultura, situación que en el desarrollo de las civilizaciones humanas marcó el origen de una amplia y notoria evolución cultural.

Son escasos los restos recuperados de utensilios que corresponden a los horizontes cronológicos establecidos para la prehistoria en México (Lorenzo, 1967), sin embargo, los hallazgos de instrumentos de molienda así como de navajas, hacen

suponer que para la alimentación de aquellos pobladores, la recolección y la caza tenían un papel fundamental. Quizá también lo tenía el uso de fibras vegetales para la realización de tejidos, redes, cestos, etc., destacando entre los vegetales destinados a un uso integral, el mezquite (*Prosopis*), los nopales (*Opuntia*) y el maguey (*Agave*). Por lo tanto, resulta natural la introducción del maíz en la dieta de las comunidades humanas que conjuntamente con el chile y el frijol, constituyen la base de la alimentación de los primeros asentamientos de los antiguos mexicanos. En el caso del maíz por su valor como alimento, era sujeto de una valía adicional ya que se utilizaba también como moneda, según lo refiere Sahagún (1989): "...su mantenimiento y comida era el maíz y le sembraban y beneficiaban así el blanco como el de los demás colores y compraban y trataban con ello por moneda". El proceso consistente en transformar el teosinte, *tripsacum* (*Zea mexicana*) o maíz silvestre (Serrano y Castillo, 1984) en las múltiples variedades de maíz que existían a la llegada de los españoles, así como el uso variado e integral que se daba a la planta, incluyendo el *huitlacochin* o *excrecencia que duerme* o gusanos *cinocuillin* (Castillo *et al*, 1986), nos habla de la constitución de sociedades complejas que entre sus múltiples actividades consideran la observación y establecen una relación entre el hombre y el agua, las plantas y las diversas manifestaciones de vida en general.

Aunado al uso de vegetales para diversos fines es de señalar que por los hallazgos realizados en la región de Tehuacán se deduce que los antiguos mexicanos hace 7000 años poseían importantes conocimientos sobre las plantas que les permitían cultivar maíz (Beltrán, 1982), y otras especies, como la calabaza (*Cucurbita mostacha* y *C. mixta*), el chayote (*Sechium edule*), chile (*Capsicum sp.*), el amaranto (*Amaranthus leucocarpus* y *A. cruentus*), etc. La aparición de una agricultura incipiente y las actividades de recolección y caza se mezclaron por un tiempo; la actividad predominante y su importancia relativa dependían de la proliferación de vegetales o bien de las manadas, siendo variable su temporalidad y relevancia. El uso del tomate (*Physalis sp.*), la verdolaga (*Portulaca oleraceae*), el amaranto (*Amaranthus spp.*) el hauauhtzontli (*Chenopodium spp.*) se asociaban a la preparación de condimentos para los alimentos, en la cultura teotihuacana.

Cuando las comunidades humanas conforman poblaciones fijas y con tendencia al crecimiento y al engrandecimiento comunitario, se inicia un juego de dominación con esquemas de poder entre las poblaciones. El sistema tributario cobra auge y promueve, por una parte, un amplio conocimiento de la flora y de la fauna en aquellos que tienen el deber de rendir tributo; hablaríamos entonces de un conocimiento basado en la experiencia y observación. Por otra parte, quienes reciben el tributo tienden a “monopolizar áreas del saber” (Nalda, 1984) y se promueven los espacios dedicados al conocimiento y resguardo de los tributos que, como la flora o la fauna, eran sujetos de un uso intensivo por el beneficio que derivaba a la estructura que sostiene el poder.

En las grandes ciudades prehispánicas, como en el caso de la gran Tenochtitlán, se conocían y usaban el cacao y la vainilla, que provenía de tierra caliente, así como la diversidad de alimentos que se servían en la mesa: “...traían para comer siempre a casa de los grandes, muchas maneras de comida hasta número de cien” (Sahagún, 1989). Cabe mencionar que un medio diverso en climas como es el de nuestro país, aunado a su geografía, propició diferentes nichos a la biodiversidad. Quizá la estructura tributaria mencionada, gracias al fuerte impulso recibido por el comercio, estableció una condición de amplio intercambio en los productos alimentarios, de tal forma que se ha llegado a mencionar que “el área cultural de Mesoamérica se define precisamente por ser una zona en que es normal hallar en toda ella materiales arqueológicos que provienen de otras regiones dentro de la gran área” (Litvak, 1975).

Así, el profundo conocimiento del medio ambiente (el ciclo de crecimiento de animales y plantas, las propiedades de cada uno de ellos), lo mismo que los factores que propician su abundancia o escasez contribuyeron al incremento de la población humana.

Sin embargo, la transición de la caza y recolección a la agricultura intensiva fue lenta y se encuentra reflejada en los registros relacionados con los hábitos alimentarios de nuestros antepasados y conocidos a través de los hallazgos arqueológicos. Así los alimentos consumidos y el orden de frecuencia de su consumo, según indicios encontrados en las cuevas de Tehuacán (Casillas y Vargas, 1984), varían y se observa que en un lapso de 7000 años, fue permanente la presencia del agave, la ceiba (raíz de

pochote) y carne en la dieta de esas comunidades humanas. Asimismo, según Callen (1973), el porcentaje de carne, plantas silvestres y cultivadas varía en forma proporcional en los registros de las cuevas de Tehuacán, ya que al aumentar el consumo de plantas cultivadas en la fase de Venta Salada (1120 d. C.), disminuye el de carne en una proporción que va de 54% a 25% y el de plantas silvestres a 17%, aumentando en 58% las plantas cultivadas comparativamente con la fase de El Riego (5700 a. C.), donde se consumió 41% de plantas silvestres, 5% de plantas cultivadas y 54% de carne. Aunque, como lo menciona Casillas y Vargas (*op. cit.*), este esquema no es necesariamente extrapolable al resto de México porque los “restos estudiados provienen de cuevas que eran utilizadas por personas que vivían temporalmente en ellas y lejos de los centros de mercado”, sin embargo indica el tiempo que habría de transcurrir para que se contara con una estructura que permitiera el consumo de plantas cultivadas y explica, en parte, el conocimiento e impulso que se dio a la flora en las comunidades establecidas a las que se les rendía tributo y disponían tanto de diversidad biológica como de tiempo para su estudio.

El origen asiático del hombre que pobló el continente americano, unido a la formación de una cultura básica, permitió desarrollar un variado mosaico cultural. Una de las civilizaciones que alcanzó un alto grado de desarrollo fue la azteca; la que es una especial referencia para el seguimiento histórico del estudio de la naturaleza, pues se posee mayor información (Beltrán, 1982) tanto por sus documentos, códices, monumentos, tradiciones orales, así como por la información proporcionada por cronistas e historiadores españoles, particularmente el *libro* undécimo de la obra de Fray Bernardino de Sahagún (1989), en el cual se percibe la riqueza del saber prehispánico en relación con la botánica, zoología y mineralogía. Resultado de la recolección y la caza, así como del trabajo de observación y ensayo que seguramente se realizó para lograr plantas cultivadas, los antiguos mexicanos desarrollaron amplios conocimientos sobre los recursos naturales y su uso, trascendiendo la estricta satisfacción de una necesidad alimentaria. Además, los aztecas pudieron servirse de los beneficios adicionales del uso de productos animales y vegetales, tanto para ornato como para ceremonias, artesanías, uso medicinal, construcción, etc., (Hoffmann, *et al* 1993), señalan que estos amplios conocimientos que poseían sobre plantas y animales

les permitieron aprovecharlos como alimento, vestido, lacas, colorantes y medicinas. Muchos de ellos también formaron parte de sus mitos, magia y hechicería.

Refiriéndose al amplio uso de la flora mexicana, Francisco Hernández (1959) dice en relación al maguey: "...Innumerables casi son los usos de esta planta. Toda entera sirve como leña, y para cercar sus campos, sus tallos se aprovechan como madera; sus hojas para cubrir techos como tejas, como platos o fuentes, para hacer hilo con que se fabrican calzado, telas y toda clase de vestidos que entre otros suelen hacerse de lino, cáñamo, algodón u otros materiales semejantes. De las plantas se hacen clavos y púas con que solían los indios perforarse las orejas para modificar el cuerpo cuando rendían culto a los demonios; hacen también alfileres, agujas, abrigos de guerra y rastrillos para peinar la trama de reales. Del jugo de mana... fabrican vinos, miel, vinagre, azúcar..., también de la raíz hacen sogas... Las partes gruesas de las hojas son buenas para comerse". Una descripción semejante en cuanto al uso ceremonial y alimenticio merece el huauhtli, amaranto o bleo (Hernández, *op cit.*).

De la diversidad de flora y fauna, así como del múltiple uso de estos recursos, se origina una profusión de nombres que utilizaron para sus plantas y animales, por lo cual se les considera como indicadores de una sistemática popular o, como lo nombra Ortiz de Montellano (1984), taxonomía folklórica. Los nombres eran generalmente descriptivos de sus características y algunos estaban formados por dos elementos con una significación genérica y otra específica. La nomenclatura de clasificación botánica es similar al sistema de Linneo (padre de la taxonomía biológica); la diferencia estriba principalmente en que la clasificación de Linneo es binomial y las palabras están separadas, mientras que la sistemática náhuatl es polisintética, apareciendo en una sola palabra la descripción condensada. Un rasgo notable que diferencia a las dos nomenclaturas es que en la primera (Linneo) abundan los nombres que conmemoran lugares o personas para distinguir una especie de otra, en tanto que en la segunda (náhuatl) casi siempre los lexemas describen cualidades de utilidad para identificar la especie. Por ejemplo:

<b>Genérico</b>	<b>Específico</b>	<b>Descripción</b>
<i>tomatl</i>	<i>xicomatl</i>	jitomate, tomate rojo
tomate	<i>coztomatl</i>	tomate amarillo
	<i>xaltomatl</i>	jaltomate
<i>quauhtli</i>	<i>tlaguauhtli</i>	águila de tierra
águila	<i>cozcaquauhtli</i>	águila de collar
	<i>pouhguauhtli</i>	águila negra

Tal como lo señala Gándara (1936), los aztecas eran capaces de diferenciar a las Apocináceas y las Asclepiadáceas de la Escrofulareáceas y Acantáceas, familias morfológicamente tan semejantes que los grupos de investigadores europeos sólo las distinguieron hasta muchos años después (Beltrán, 1982).

Así, las plantas, animales, hongos y minerales recibían nombres compuestos formando una sola palabra que representaba de manera clara y precisa diferentes cualidades asociadas ya sea con empleo o utilidad; lugar donde crecían o vivían; si eran flores, semillas, tallos, raíces, espinas, frutos; si eran de origen acuático (de agua dulce, corriente, salada, manantiales); si vivían en cerros o piedras; o si su sabor era amargo, ácido, dulce; si eran carnosas, y otras veces este vocablo incluía colores.

La excepción de este método sistemático se encuentra en el grupo de los moluscos, pues carecían de un nombre genérico (Ancona y Martín del Campo, 1953).

La variedad de vegetales y conocimientos botánicos de los antiguos mexicanos se reconoce en el hecho ya comentado del cultivo con éxito de muchas plantas alimenticias, como el ya mencionado caso del maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus spp.*), chile o chilli (*Capsicum spp.*), la calabaza o ayotli (*Cucurbita spp.*). Es innegable que este grupo de plantas cultivadas, aunado a otro muy amplio de recursos alimenticios, sostenía a una población que para el año de 1519 se calculaba en 300 mil habitantes (León Portilla, 1971).

Las múltiples actividades que desarrollaban las comunidades prehispánicas, tanto militares como educativas, ceremoniales, etc., requerían de un recurso alimentario

amplio, por su significado y uso ceremonial, así como variado para el consumo preferencial que seguramente las diferentes clases sociales demandaban. Es así que Sahagún (1989) menciona a diversos vendedores de productos alimenticios los que tenían una demanda permanente, resaltando en cada caso la diferencia entre la buena y mala calidad del mismo producto que en ocasiones se hacía notar por el vendedor ofreciendo a diversos precios según su calidad; pero en otros casos esto se usaba como artilugio para engañar al comprador. Entre estos comerciantes se menciona a los que venden cacao, maíz, frijol, semillas, chile, tomate, pepitas, tortillas, tamales, pan de castilla, trigo, harina, algodón y guisados; en relación con las frutas se refiere a las cañas, xilotes y mazorcas verdes, jícama, patatas silvestre, piñas, zapotes, anonas, mameyes, ciruela, guayaba, manzanilla de la tierra, cerezas, tunas de cuatro colores; en relación con los organismos del agua se refiere al pescado, huevos de pescado y de insectos, insectos secos, gusanos y, en relación con la carne, menciona la de gallina, conejo, venado, liebre, pato, pájaros, codornices, águila, el tlacuache y el perro. Díaz del Castillo (1984) menciona también la venta de “cueros de tigres, leones, y de nutrias y de adives y de venados y de otras alimañas; de tejón, de gato montés del adobado y otros sin adobar”. En relación con otros alimentos, el mismo autor menciona la miel, los conejos herbolarios y una “...como lama que cogen de aquella gran laguna que se cuaja y hacen panes de ello que tienen un sabor a manera de queso”. Posiblemente se refería al tecuitatl o alga *Spirullina*.

Esta diversidad de alimentos se mantenía a través del manejo del recurso mediante la cría o cultivo de estas especies animales y vegetales, desarrollándose técnicas de cultivo como lo fueron las chinampas, que se originaron fundamentalmente debido a la carencia de tierra firme en el altiplano. El ingenio de los antiguos mexicanos encontró una alternativa de tierra para cultivo en la construcción de las mencionadas chinampas (de *chinám* - *itl*- cerco de cañas, y *pan*, sobre bardas de caña), jardines flotantes que maravillaron a los españoles. Según Clavijero (1958), “oscilaban entre 100 y 120 metros de superficie, eran llenadas con tierra fangosa del fondo del lago y en ellas sembraban, no necesitaban riego”. De este modo desarrollaron una agricultura que les permitió formar una base económica para lograr la supervivencia de la población del altiplano. Esta innovación tecnológica en el campo de la agricultura, junto con los diversos procedimientos utilizados, como la roza, barbecho, terrazas de riego,

etc., que respondieron tanto a la calidad del suelo como a las condiciones climatológicas, sumados al manejo eficaz de los recursos acuáticos mediante obras como los acueductos y diques (ingeniería hidráulica), permitieron el aprovechamiento de los recursos naturales existentes, brindando una opción al manejo integral de los mismos (De Gortari, 1980). Las culturas del altiplano de este modo se destacaron por la domesticación de los vegetales, favoreciendo su dominio y desarrollo.

En la vida de los pueblos que en su conjunto formaron el México prehispánico, el medio acuático ejerció poderosa influencia en diversos aspectos; como proveedor de alimentos, para la obtención de minerales, como vía de comunicación e inclusive como motivo de inspiración artística y ceremonial.

Tal como lo señalan diversos cronistas, entre ellos Sahagún (1989) y Francisco Clavijero (1958) al referirse a las actividades pesqueras de los antiguos mexicanos, "...más que la caza eran aficionados a la pesca, como resultado de la situación de su capital y de la proximidad del lago de Chalco, tan abundante en peces". La abundancia de peces era tal que hizo expresar a Clavijero (1958): "...las especies conocidas de sus peces son innumerables, pues todas sirven de alimento y regalo al hombre; he numerado más de un ciento sin contar las tortugas, los cangrejos, los camarones ni ningún animal crustáceo o testáceo. De los peces, unos son comunes a ambos mares, otros peculiares al Golfo de México o del mar del Pacífico y otros finalmente de ríos y lagos". Estas referencias hablan de la gran diversidad faunística existente, enfatizando en el uso y conocimiento que de las especies comestibles se hacía. Sin embargo, los antiguos mexicanos no sólo sabían extraer del agua los recursos bióticos sino también los inorgánicos. Los pueblos que vivían en el litoral explotaban la sal de las costas, abundantes en salinas, ya sea tomando la que depositaban las corrientes o las mareas, o extrayéndola de las marismas a golpe de hacha o por buceo; ésta era utilizada para comerciar y obtener otras mercancías necesarias para su vida cotidiana.

La explotación racional de los recursos naturales por parte de los antiguos mexicanos, se realizaba mediante una tecnología tan simple como el uso de las manos para recolectar frutos o atrapar pequeños animales, o tan compleja como la empleada por grupos humanos que modifican el medio ambiente natural a través de la

construcción de terrazas de cultivo, la introducción artificial de agua y la fertilización de suelos.

La diversidad de climas, suelos, vegetación y fauna fue elemento clave en la vida del México prehispánico, llegando a establecer un amplio intercambio de productos alimenticios.

La alimentación es un indicador de los amplios conocimientos que acerca de la naturaleza viviente poseían estas poblaciones y que usaban en la producción y consumo de los alimentos. En este aspecto no debe olvidarse que en el México de 1500 existía una gran diversidad social y que, como lo muestra la variedad de mercancía en el mercado de Tlaltelolco, no todos los habitantes comían los mismos productos.

El alimento básico, antes de la conquista, fue el maíz (*tlaolli*); el largo contacto con esta planta condujo a una amplia variedad de formas de consumirla; de ella se aprovecharon las hojas, granos, pelos, olotes y, durante su ciclo biológico, los xilotes y las cañas tiernas, como sucedía con el maguey.

La dieta estaba formada también por calabazas (*ayatlí*), de las cuales se aprovechan las semillas, flores, tallos y puntas de las guías; el chayote (*chayutlí*), del cual es comestible la pepita, la raíz, las hojas tiernas y los retoños, y otros vegetales como huauzontle (*quauhzoncetl*), quelites (*quilitl*), verdolagas (*itzimiquilitl*), jitomate (*xitomatl*), tomate verde (*tomatl*). El frijol (*etl*) figura también como la leguminosa de mayor consumo, aprovechándose de ella la semilla y la baya tierna; el consumo de frijol se remonta al año 6,000 a.C.

Del nopal (*nopalli*) se consumían las pencas tiernas y las tunas, los gusanos que se desarrollaban en el interior de la planta, y utilizaban a la planta como medio de cultivo para reproducir la grana de cochinilla empleada para colorear alimentos y dulces.

La elaboración de sus alimentos era fina pues sazonaban la comida con hierbas de olor como la vainilla (*tlixlaxochitl*), achiota (*acyotl*), azafrancillo, arrayán (*axocopaconl*), epazote (*epazotl*), hierba mariposa (*papalo quilitl*) y chile, el cual es fundamental en la dieta mexicana. Los agricultores indígenas lograron diferentes variedades de chile a base de cultivos sucesivos, además de considerarlos símbolo fálico.

Según los cronistas de la Conquista, los españoles se asombraron de ver la gran cantidad de flores secas utilizadas para la ornamentación, danza, uso personal (los señores principales no se presentaban en público sin un ramo de flores “en señal de grandeza”). Sahagún dedica en su libro undécimo un amplio trabajo a la descripción del cultivo y cuidado de las flores. Para la alimentación figuran el colorín (*zompantle*) y flor de mayo (*cacaloxochitl*).

Entre algunos de los frutos comestibles que también impresionaron a los conquistadores encontramos la jícama (*xicamtl*), chirimoya (*zacualzapotl*), chicozapote (*xicozapotl*), zapote prieto (*tlizapotl*), tejocote (*texocotl*), guanábana (*anona*), nanche amarillo (*nantzixocotl*), mamey (*tetzapotl*) y papaya (*papayana*).

No sólo había gran variedad de vegetales comestibles sino también de éstos se elaboraban las golosinas que después consumieron los europeos, tal es el caso de maíz palomero (*momocatl*), alegría (*tzoalli*), melcocha (*necuilacarzli*) y el cacahuete (*tlalcacahoatl*).

La fuente de proteínas se obtenían de los animales silvestres principalmente, ya que la domesticación de animales no era una práctica común de los antiguos mexicanos. Dos grupos de animales fueron las principales fuentes domésticas de carne: los guajolotes (*uexolotl*) y los perros pelones (*xoloizcuintle*), animal que frecuentemente es confundido con el ratón guajardiano (*tepeitzcuintli*). Asimismo se practicaba la caza en las selvas tropicales, siendo el venado uno de los animales más apreciados, sobre todo por los mayas. También se comía el pecarí, zorrillo (que inclusive se consideraban medicinal), mapache, comadreja, armadillo; a este último el obispo Landa le llama “lechoncillo cubierto de graciosa concha”. De los animales silvestres que en ese entonces se consumían, con frecuencia se encuentran insectos como la chinche acuática (*axayacatl*), chapulines (*acachapollí*), jumil o chinche de monte (*xotlimilli*), ticocos o canalejos (*cuauhocuilli*), cupiches (*huenches*), hormiga mielera (*teocondidí*), escamoles o huevo de hormiga (*azcamollí*), y otros como hormigas, cuetla, avispa, chapulines asados o en caldo con chile.

En cuanto a los peces, el cazón y el bagre; crustáceos como el acocil (*acuitzil*), camarón (*chacalli*) y el mextlapique. Batracios como el ajolote (*axolotl*) al cual los informantes indígenas de Sahagún (1989) define como “...bien carnudo, con carne, mucha carne, sin hueso, no mucho hueso, es bueno, gustoso, es merecimiento de la gente”; de las ranas Sahagún describe: “...a las ranas llaman cuéuatl, unas son negras, otras son pardillas, son barrigudas y cómense desolladas, había también cazuela de ranas en chile. Hay renacuajos que llaman atepocatl...cómenlos en esta tierra la gente baja”.

Se comían también iguanas, tortugas, víbora de cascabel y caimán. En lo referente a las aves, el pato, loros, chichicuilete, además de los guajolotes y de mamíferos, los perros pelones, ardillas, tuzas, conejos, monos, tlacuache, jabalí, venado, tigre, armadillo que lo criaban en jaulas y lo comían asado o en tamales. Además, grillos, codorniz y el mencionado guajolote en una gran variedad de guisos; en relación con este último, Hernández (1959) menciona: “ ...es el gallo de la Indias que llaman gallipavo y conocen todos. Hay otros silvestres de doble tamaño que los domésticos de alimento más duro y menos grato pero semejante a los demás”. A los machos les llamaban huexoloth y a las hembras cihuatatollin.

En este apartado, referente a los alimentos que provienen de los mamíferos, cabe destacar la polémica surgida con relación al consumo de carne humana practicado por los antiguos mexicanos en una aparente búsqueda de una fuente de proteína animal ya que sólo disponían de guajolotes y perros. Esta tesis, sostenida por Harner (1977) es refutada, entre otros autores por Ortiz de Montellano (1979), con el argumento de que la antropofagia en el México prehispánico tuvo orígenes muy anteriores a las fechas cercanas a la Conquista. Este hecho se suma al significado de economía energética, dominación y ritual, que sostienen autores como Duverger (1983). Se disponía de una amplia variedad de proteína animal, que a la vez tenía un efecto medicinal: “...la carne del tigre (ocelote) dicen que es medicinal...hanla de comer asada o cocida; es provechosa comida de esta manera para los que pierden el seso y para los que tienen calenturas con frío...también comen esta carne los señores para ser fuertes y animosos” (Sahagún, 1989). También se hacían elaborados guisos con la

carne de otros mamíferos como los conejos, tuzas, tlacuaches, armadillo, venado, que se adobaba o se preparaba en barbacoa o a las brasas (Castillo *et al*, 1986).

Aprovechaban también en su alimentación los hongos, principalmente el huitlacoche. Los habitantes de las orillas comían algunas algas que crecían sobre las piedras o flotaban en las aguas, llamándolas *amoxtli*, *tecuilali* y *cocolin*. Las tendían en el suelo sobre ceniza y las dejaban secas, elaborando una especie de tortas que Díaz de Castillo (1984) llama “torta con sabor a queso”. Estas algas ya mencionadas eran verde-azules (cianofitas y llegaron a cultivarlas en el lago de Texcoco.

Dadas las características salinas de la zona del que hoy es el ex-lago de Texcoco, pudieron desarrollarse organismos particulares, tanto en el agua como en la superficie; algunos de ellos se integraron a la alimentación básica de los antiguos habitantes cercanos al lago. Quizá el alimento más común era “cierta sustancia que sobrenada en el lago a la cual le daban el nombre de *tecuilatl*, que en náhuatl quiere decir excremento de piedra”; por el alto contenido de sales se le calificó de “sabroso con un ligero sabor salado”. (Díaz del Castillo, 1984). Según los escritos de Tezozómoc (1520-1528), “...las mujeres mexicanas iban al mercado de Xochimilco a vender pescado, ranas, axayacatl, izcahuite, y otras cosas salidas de la laguna y patos de todo género”.

Ante este panorama general de la dieta de los antiguos mexicanos, donde destaca la variedad de productos alimentarios de los que supieron aprovechar además de los frutos, en el caso de los vegetales, la carne en el caso de los animales y también la tecnología desarrollada para prepararlos. Cabría mencionar también, que con respecto a algunos alimentos especiales, existía la concepción ritual y su consumo era simbólico.

Las numerosas descripciones proporcionadas a los cronistas por los indígenas, muy en particular a Sahagún (1989), indican que conocían el comportamiento de diversos animales y vegetales. Evidencia de esto son la existencia de jardines botánicos y parques zoológicos. En el caso de los jardines botánicos, se menciona la existencia de amplias zonas dedicadas al esparcimiento del emperador Moctezuma. En relación con éstos, Díaz del Castillo (1984) dice: “...Fuimos a la huerta y el jardín que fue cosa

muy admirable verlos y pasearlo. Que no me hartaba de mirar la diversidad de árboles y flores y muchos frutales y rosales de la tierra y un estanque de agua dulce”.

Ante estos testimonios históricos se afirma, también, que si bien en Europa ya se contaba con jardines botánicos, establecido por Plinio y Aristóteles, así como el fundado en 1546 en Pisa por San Cosme de Medicis y considerado el jardín botánico moderno, Reed (1942) opina que los que existían en México tenían “una escala más elaborada de lo que se había intentado en Europa”.

Reed (*ob. cit.*), menciona que los cronistas de la Conquista informan sobre cuatro áreas para esta función situadas en Tenochtitlán: Chapultepec, Peñon, Atlixco (que también era reserva de caza) y Oaxtepec, como menciona Beltrán (1982) fue “el más famoso de todos porque después de la Conquista fue asiento de un hospital que aprovechaba sus plantas medicinales.

Por otra parte, como lo señala Martín del Campo (1943) al referirse a las Cartas de relación de Cortés, se menciona que en un anexo del palacio de Moctezuma había edificios especialmente destinados a diversas clases de animales y monstruos, todos ellos cautivos en instalaciones adecuadas a sus requerimientos de vida y en donde se alimentaban a cada especie de acuerdo con sus hábitos naturales, prestando incluso atención “médica” a los ejemplares enfermos, en estado de celo y a los que tenían sus crías también en cautiverio.

Fray Juan de Torquemada (1943) lo describió en detalle, llamándole “muy buena y curiosa obra”. Había diez o doce estanques, algunos para aves acuáticas que se mantenían del bioma y de otras sustancias que en éstos se producían. También existía una “casa de animales” con muchos cuartos y compartimentos, altos y bajos: en unos estaban encerradas las aves de rapiña, muy cuidadas y sustentadas; una parte de los cuartos se encontraba cubierta para abrigo de la lluvia y la otra abierta, al aire libre. En los cuartos había jaulas de viga muy gruesas y fuertes donde se alojaba a los pumas, jaguares, coyotes, zorros, gatos salvajes y otros muchos animales de diferentes especies. Otra sala albergaba a las “aves generosas”, como halcones, gavilanes, águilas reales y otras menores. Sobre estas hermosísimas salas, había otras

mansiones y aposentos donde moraban hombres y mujeres; entre otros, niños todos blancos, "...en esta nación es cosa monstruosa, por ser todos de color moreno y casi amulatados" (*ibid.*); en otros más se encontraban enanos, corcovados y contrahechos y todo lo que llamara la atención en la naturaleza.

Como puede observarse -prosigue Torquemada- eran "colecciones de animales vivos" y cada una de las dependencias tenían su propio nombre: *Totocalli* o *Totocalco* para la casa de las aves y *Tencuancalli* para la casa de las fieras y a la casa de los enanos.

Fray Juan Torquemada (*op. cit.*), consideró que las aves, así como los mamíferos, pertenecían a especies cuyo hábitat ocupaba un área que se extendía de doscientas a trescientas leguas a la redonda. Agrega también que había "lagartos de agua", "culebras ferosísimas" y "víboras de admirable grandeza", así como otros animales con forma de lagartos pequeños comestibles (iguanas). Todas las instalaciones en que se encontraban estos animales contaban con servicios y su diseño era tal que podían vivir separados y ser alimentados.

Como lo señala Cortés (1960) en su segunda carta de Relación de la Conquista de México: "...contaba este parque con numeroso personal especializado para atenderlo. Para las aves que se crían en el mar eran los estanques de agua salada y para las de los ríos y lagunas de agua dulce, las cuales eran cambiadas para su limpieza. A las aves que comían pescado les daban diez arrobas cada día y a otras les proporcionaban gusanos, maíz y otras semillas". También menciona que había trescientos hombres adiestrados para tratarlas; algunos de ellos se encargaban de curarlas.

Según Torquemada (1943), existía personal encargado de quitar las plumas viejas a las aves, espulgarlas, hacer empollar sus huevos y sacar aves de la misma especie.

Bernal Díaz (1984) proporciona datos adicionales en cuanto a la alimentación de los mamíferos carnívoros, cuya dieta consistía de venados, gallinas, perillos y otros animales que cazaban para ellos.

Las aves, sobre todo las de hermosos plumajes, servían para hacer joyas de arte plumario; otras, para la colección del poderoso emperador Moctezuma. Pero, indiscutiblemente, servían para la observación minuciosa detallada de la forma de vida y el comportamiento de los organismos. Maldonado Koerdell (1941) llamó a estas colecciones de animales vivos “el primer Museo de Historia Natural de México.” Aunque dichos animales podrían haber servido como ofrenda a los dioses.

Como lo señala (Hoffmann *et al*, 1993), los aztecas preparaban a este personal; existían lo que podría considerarse como instituciones educativas: el *Telpochcalli*, para jóvenes de el canto, la danza, la poesía y la oratoria; el *Calmecac*, que se podría considerar como escuela de estudios superiores, en donde también escribían sus “textos”, libros en que se combinan versos e imágenes “mnemotécnicas”. Se trataba de instituciones adonde asistían los hijos de los principales personajes para recibir su instrucción. La finalidad del establecimiento (Martín del Campo, 1943) probablemente no era pública, pero quizá prestaba un servicio social.

La gran importancia que tenían los jardines botánicos, las casas de animales y las aves, demuestra el interés de los antiguos mexicanos por conocer la flora y la fauna; resulta obvio que para la conservación de los ejemplares de ambos reinos poseían amplios conocimientos sobre la forma de vida de los organismos, como lo narra Cortés en sus Cartas de relación, de donde se concluye que la presencia de organismos de diversos nichos ecológicos en un mismo espacio, aves marinas, peces de todo tipo, leones, tigres, gatos, etc., no podía haberse mantenido sin conocimiento sólido de todos los aspectos relacionados con su vida.

Las imágenes de las plantas y animales observadas en los códices, monumentos, esculturas, objetos de cerámica y otras expresiones artísticas, son realistas. De ellas se deduce que eran excelentes observadores de la naturaleza, obteniéndose por esta vía valiosa información biológica.

Se debe aclarar que muchas de estas figuras de los vegetales y, sobre todo, de animales, aparecen profundamente alteradas porque se les presentó con los atributos de las divinidades a las que estaban consagradas. Por ejemplo, las mariposas, que fueron representadas en su mitología, así como en el ornato y en el decorado (Martín del Campo, 1943). La movilidad de las mariposas hizo que las tomaran como símbolo de movimiento y así representaron los rayos del sol en *Nahuiolli*, o a los dioses del camino *Tlacontontli* y *Zacatontli*. También las mariposas se consideraban como tributo, ya sea vivas o bien como ornamentos o partes de joyas.

Los moluscos fueron otro grupo de animales bien conocido de nuestros antepasados y formaron parte de su dieta alimentaria; de ellos Sahagún menciona los *tecciztli* o grandes caracoles marinos, de los que dice “son de comer”.

Con las conchas de moluscos fabricaron utensilios, recipientes de trabajo, anzuelos, etc., utilizaron algunos para curar enfermedades, y como el caso de ciertos caracoles, al parecer del género *Helix* como afrodisiaco. También para ornamento y atuendo, como los *Dentallium* con los que elaboraban preciosos collares, o las perlas, a las que llamaban *Epyolltli* (de *eptli*, concha madre y *yollotli*, corazón).

En la arquitectura religiosa, llama la atención que en el área ocupada por el Templo Mayor de Tenochtitlán, uno de los más de sesenta edificios ahí levantados, el Teccizcalli, es la casa de los grandes caracoles marinos, y según se dice, era éste el sitio donde se retiraba Moctezuma Xocoyotzin para hacer su penitencia durante cuatro días, en ocasión de grandes solemnidades.

Los utilizaban también como instrumentos musicales y así los grandes caracoles marinos, llamados *Teccztli* o *Quiquitzli* después de separado el molusco de su concha quedaban convertido en caracoles o trompetas. Según Ancona y Martín del Campo (1986), posiblemente pertenecían a las especies *Fasciolaria gigantea* y *Strombus gigas*.

También los usaron para representar a sus divinidades; por ejemplo, el dios luna *Tecciztecatl* que significa originario de *Tecciztlan* o lugar donde abundan los caracoles marinos, localidad costera quizá ocupada por los olmecas.

Un caso notable del aprovechamiento de los moluscos es la utilización de la tinta del caracol *Purpura panza* para teñir las telas. Como prueba existe el “lienzo de Chiptec”, teñido con la tintura de este caracol, que data del año 1500 d. C. y fue encontrado en Chiptec, Chiapas.

Se sabe en la actualidad que este caracol fue un recurso que “manejaban” adecuadamente las culturas mixtecas precolombinas (Turok, 1988) ya que en los meses de noviembre a marzo los cuidaban por ser época de reproducción y engorda. De marzo en adelante los “ordeñaban” con gran cuidado, sin matarlos, en un periodo que abarcaba 28 días. Separaban al caracol del resto de los individuos utilizando una cucharilla construida por ellos y con saliva lo irritaban para que expulsara la tinta, colocándolo después en lugares de reposo. Con esta tinta teñían sus fibras de algodón, planta que también cultivaban.

Según los informes de los cronistas, entre los antiguos mexicanos se sabía que los recursos naturales renovables son la base de la alimentación del hombre y, aunque consideraban importante a la naturaleza para la conservación de nuestra especie, todavía mayor importancia concedían al género humano. Como lo señala Anguiano (1979), Nezahualcóyotl decía: “Amo el canto del zenzontle, pájaro de cuatrocientas voces; amo el color del jade y del enervante perfume de las flores; pero amo más a mi hermano el hombre”.

En este sentido, cabe señalar también el interés que tenían para los pobladores del México antiguo la condición biológica de los miembros de las sociedades prehispánicas y mantener el equilibrio entre la salud y le enfermedad siempre estuvo presente entre sus prácticas cotidianas. El conocimiento empírico médico, obtenido de la recolección de vegetales y enriquecido por la inferencia de experiencia, se encontraban en buena medida influenciado por la magia, la hechicería y la superstición. Nuestros antepasados clasificaron metódicamente sus plantas medicinales de acuerdo

con sus propiedades curativas. La sistemática utilizada para esta función seguía el mismo método; la terminación *patli* significa medicina; por ejemplo: *cihuapatli* (de *cihua*, mujer), que era una yerba (*Montañosa tormentosa*) era usada para activar el útero durante el parto.

La conservación de la salud se ubica, en aquel conocimiento entonces vigente, en un plano divino; toda enfermedad correspondía a una imprudencia ya sea social, económica o religiosa, por lo que el individuo debía comportarse constantemente dentro de los límites de normalidad, moderación y templanza.

Dada la estrecha relación hombre-naturaleza, en la práctica médica los elementos principales eran la flora y la fauna, ya fuera para curar o causar daño. El ejercicio de la medicina o *ticiotl* era un arte cuya enseñanza se transmitía de padres a hijos; esta enseñanza se refería al reconocimiento de enfermedades, la manera de curarlas, el conocimiento de las plantas medicinales, la forma de prepararlas y la manera de obtenerlas. Los practicantes de la medicina eran los *nahuales* o *chamanes* (magos ambivalentes), los *mecatlapouhqui* (adivinos) y el *tonalpouhqui* (el que lee el destino). Asimismo existían los médicos que se especializaban en heridas causadas en la guerra, como los *tepatiliztli*, que curaban heridas, luxaciones y fracturas de hueso. Así entonces había oculistas, dentistas, auxiliares de cirujano, comadronas, etc., (De Gortari, 1980). Se ha demostrado que una alta porción de sus medicinas producían el efecto fisiológico que requerían sus creencias etiológicas, lo cual indica un buen grado de empirismo (Ortíz de Montellano, 1984).

Las enfermedades contraídas se controlaban por medio de infusiones, enjuagues, emplastos, cataplasmas, inhalaciones, zumos y lociones hechas con yerbas, también utilizaban carne fresca o seca, excrementos de algunos animales o polvos preparados con algunos insectos.

En relación al manejo de la flora y la fauna, los antiguos mexicanos aprovecharon los recursos naturales en forma intensiva pero racional; el politeísmo, basado en el culto a la naturaleza, propició la enorme importancia que concedieron a las plantas y a los animales para conservar la vida; a éstos asociaron poderes o

cualidades que ellos tenían, por ejemplo: el jaguar fue convertido en el dios de los montes, de la noche y de los guerreros debido a su tamaño, rugido y bravura; el mono, por su carácter dócil y juguetón, se relacionó con los dioses del arte, la música y el juego; al búho, por ser ave nocturna se le asignó el papel de mensajero de los dioses del inframundo, de la noche y sus poderes y de la muerte. Algunas deidades muy importantes tenían nombres de animales: *Quetzalcóatl* “serpiente emplumada”; *Huitzilopochtli* “colibrí zurdo”; *Cihuacóatl* “mujer serpiente”.

El conocimiento y manejo que hicieron de sus recursos naturales no fue una manifestación aislada de la vida cotidiana de las comunidades prehispánicas, sino que en gran medida condicionó sus formas de vida; asimismo, matizó y orientó sus avances científicos, que posteriormente enriquecieron a la cultura y ciencia universales.

Con el cuidado de la flora y la fauna las poblaciones prehispánicas no sólo aseguraron su abastecimiento alimentario sino que, para hacer eficientes sus actividades, tuvieron que ampliar y profundizar sus conocimientos sobre astronomía, geología, botánica, zoología, es decir, los relacionados con las ciencias naturales. Asimismo, transmitían estos conocimientos a las jóvenes generaciones.

Podría decirse y aun escribirse mucho sobre la forma en que las culturas prehispánicas mexicanas utilizaron los recursos naturales; pero, sobre todo en este momento en que la humanidad se encuentra ante una compleja problemática ambiental relacionada con la conservación de las especies, se hace necesario destacar que el aprovechamiento racional de los recursos naturales practicado por nuestros antepasados se basó en el conocimiento que lograron desarrollar. Tal uso racional se puede considerar como el inicio del estudio de la naturaleza mexicana y, según Trabulse (1983), puede tomarse “...ya como una actividad típicamente científica”.

### ***Las Ciencias Naturales en la Colonia***

El conocimiento prehispánico sobre la naturaleza había alcanzado altos niveles y estaba en pleno desarrollo al momento de la Conquista, siendo imposible estimar sus alcances si no se hubiera interrumpido en forma brusca y violenta éste conocimiento.

Por este motivo mucha información se perdió y otra se integró a la nueva forma de entender el México que se conformaba con la fusión de las dos culturas. Como lo señala Lazcano (1992), "...quedaron rotas las barreras biogeográficas que habían separado durante miles de años no sólo los pueblos de Europa y de lo que luego se llamaría América, sino también muchas otras formas de vida incluyendo plantas, animales y microbios".

El violento encuentro de las dos culturas, añadido a los tres siglos de fusión social y científica posterior, constituye una etapa muy importante para el desarrollo de las ciencias naturales y para sentar las bases de la Biología como ciencia en nuestro país.

Es innegable la trascendencia del hallazgo del nuevo continente, ya que aportó descubrimientos en diversas áreas del saber que tuvieron mayor auge a partir de este acontecimiento geográfico.

La ciencia europea, llega a México con el traslado de instituciones políticas, económicas y sociales, las órdenes mendicantes contribuyeron al desarrollo cultural y científico en las nuevas tierras. Los españoles trajeron nuevas especies de animales que constituían su alimento cotidiano, como las vacas, gallinas, cerdos; la ganadería y la agricultura se practicaron en suelos que eran destinados al cultivo intensivo efectuado por los antiguos mexicanos. Además, la deforestación de los bosques para edificar nuevas ciudades provocó un cambio ambiental y ecológico que derivó en una redistribución de la flora y la fauna autóctona.

El interés por las ciencias en México empieza a surgir posterior a la Conquista, el periodo comprendido entre 1521 y 1580 es considerado como el lapso de asimilación de la ciencia europea en México (Trabulse, 1983). Durante este tiempo la cultura de la Nueva España fue desarrollándose hasta alcanzar un evidente florecimiento, aunque siempre en pugna con los obstáculos derivados del régimen colonialista, así como con aquellas limitaciones inherentes al medio cultural de la España de entonces.

En un principio, el interés hacia los conocimientos desarrollados por los indígenas mexicanos tenía como finalidad obtener el mayor provecho en los trabajos de las minas y en la agricultura. De esta forma empezaron a difundirse los conocimientos obtenidos en botánica y medicina por los pueblos prehispánicos; la admiración que despertaron estos conocimientos, en los nuevos colonizadores hizo que se establecieran medios para su conservación, compilación sistemática y difusión.

En esta época, la fundación de instituciones de enseñanza proliferó dada la “urgencia” de evangelizar a los indígenas. Discípulos de los educadores más renombrados de España llegaron a la naciente Nueva España trayendo con ellos ideas de Vives, Mora, Erasmo (Vázquez *et al* 1981). Se pensó en establecer instituciones educativas donde se enseñarían desde las primeras letras hasta cursos universitarios. La docencia fue impartida fundamentalmente por frailes, quienes llegaron de la Nueva España en 1523; luego los franciscanos, en 1524; los dominicos, en 1526 y, finalmente los agustinos, en 1533; todos ellos tenían el cometido esencial de evangelizar a los indígenas de la Nueva España. Iniciar la educación de una comunidad cuyas bases culturales y sociales eran diametralmente opuestas a las de los conquistadores, seguramente fue una labor ardua que obligó a buscar alternativas didácticas y formas que permitieran convocar a los conquistados a los recintos educativos. Al respecto, García Izcalbalceta (1941) menciona: “...a los hijos de los principales procuran de recogerlos en escuelas que para esto tienen hecho, a donde aprenden a leer y escribir”

Mucho del conocimiento prehispánico se rescató gracias a personajes como el doctor Nicolás Monardes, quien fue un médico sevillano que se preocupó por el conocimiento y difusión de los remedios nativos, asimismo, coleccionó y sistematizó los primeros materiales que llegaron de América y los organizó de tal suerte que logró integrarlos en una obra titulada *Dos libros el uno que trata de todas las cosas que traen de nuestras Indias occidentales que sirven al uso de la medicina, y el otro que trata de la piedra Bézaar y de la yerba escuerconcera*. Esta obra que se imprimió en Sevilla en 1571; se editó su segunda parte con el título *Segunda parte del libro de las cosas que se traen de nuestras Indias occidentales que sirven al uso de la medicina*. La obra fusionada se tradujo al italiano, latín, inglés, francés entre 1574 y 1619, y al alemán en 1895 (De Gortari, 1980).

En este esfuerzo por plasmar en documentos las nuevas vivencias, experiencias, cultura y costumbres del nuevo mundo, en el siglo XVI vieron la luz importantes materiales realizados por eruditos. Algunos alcanzaron a ver su obra impresa, como fue el caso del doctor Juan de Cárdenas, quien en el año de 1591 publica la *Primera parte de los problemas y secretos maravillosos de las Indias*, libro en donde incluye temas de botánica y zoología, parcialmente relacionados con la medicina e impreso en México. Cabe mencionar que de Cárdenas fue durante dos años responsable de la cátedra de vísperas en la Real y Pontificia Universidad (Trabulse, 1983).

En el siglo XVI fueron de particular importancia las expediciones científicas, para el conocimiento de la naturaleza las que dieron sustrato a las actividades de publicación y docencia, cabe señalar algunos eventos relevantes que tuvieron lugar en la segunda mitad del mencionado siglo.

En el año de 1571, llega a la Nueva España el “Protomédico General de las Indias y Tierra Firme y del Mar Océano” Francisco Hernández, quien realizó durante siete años interesantes trabajos de observación y recopilación de materiales; plantas, semillas, dibujos de animales, herbolaria, etc., todo fue registrado y utilizado para su posterior análisis y publicación. La expedición de Hernández fue ordenada por Felipe II y resultó de gran trascendencia para el conocimiento biológico de la época, particularmente el de las plantas medicinales, ofreciendo un valioso material para su estudio.

La obra de Hernández, que podemos considerar como la primera de carácter realmente científico, fue publicada en sus tres primeros tomos en 1790 bajo el rubro de Obras de Hernández, bajo la dirección de Gómez Ortega. Una copia en latín de sus escritos llega casualmente a poder de Francisco Ximénez, quien traduce y, agregando algunas observaciones, publica en 1615 *Cuatro libros de la naturaleza y virtudes de las plantas y animales que están recevidos en el uso de la medicina en la Nueva España*. (Trabulse, 1983). La Universidad Nacional Autónoma de México publica en siete grandes tomos la monumental obra de Hernández, así como los comentarios a ésta

realizados por distinguidos biólogos mexicanos, tan magna obra lleva por título el de *Obras completas* y apareció en el periodo comprendido entre 1959 y 1984.

A partir de la expedición formal de Hernández, conjuntamente con otras crónicas realizadas por viajeros en México, se empieza a estructurar la futura vida científica de nuestro país con particular énfasis en la botánica.

La obra de Carlos de Sigüenza y Góngora sirvió para afirmar las posibilidades de un desarrollo científico en México. Aunque en sus libros no aparecen estudios específicos acerca de los seres vivos, existe una carta dirigida al almirante Páez el 8 de junio de 1692 en la que comenta sobre la plaga del chiahuitzli que ataca al trigo y en donde señala que realizó sus observaciones “haciendo uso del microscopio”, lo cual constituye la mención más antigua del uso de este instrumento (Beltrán, 1982). En Estados Unidos el primer microscopio lo adquirió la Universidad de Harvard en 1732 y la de Yale después, en 1734. También escribió entre otras obras, una *Historia de la Universidad de México*, en donde fue catedrático (De Gortari, 1980).

### ***El siglo XVIII y las ciencias naturales***

Durante el siglo XVIII, las ciencias naturales en México experimentan una época de consolidación pero en este caso en estrecho vínculo con la medicina abriéndose por vez primera un espacio académico para el análisis y estudio de una de sus ramas: la botánica.

Cabe señalar que, independientemente de que en este siglo se tuvieron serios problemas sociales y de salud, semejantes a los padecimientos en el siglo anterior, no menguó el ánimo de los científicos de la época y a partir de 1730 se inicia, con un singular impulso, la presencia formal de la necesidad del conocimiento de los recursos naturales en México vinculándolos a los diversos ámbitos de interés para el país.

Los problemas de salud que asolaban el país, así como las innumerables epidemias, entre las que se cuentan la malaria (matlazahuatl) y la viruela, que duran de 1736 a 1739 ocasionando esta última una mortandad de 200 mil personas; y el

sarampión, en 1780, que también causa grandes daños, fueron fenómenos permanentes a lo largo de este siglo, al igual que las hambrunas e insurrecciones. Sin embargo, la economía se recupera a partir del aumento de la producción de las minas y centros urbanos y agrícolas, fundamentalmente en El Bajío. Así, la búsqueda de nuevas tecnologías y, consecuentemente, de nuevas formas de enseñar fue creando una conciencia diferente de la relación entre las ciencias y la religión. Como menciona De Gortari (1973), para cultivar las ciencias se tuvo en este siglo como primer objetivo “establecer de modo definitivo la separación entre la ciencia y la teología”. En este siglo, llamado también de la Ilustración y en donde sus propios hombres se llamaban a sí mismos “ilustrados”, se tenía una gran confianza en la razón, en la ciencia, en el progreso humano, consecuencia en buena medida de los descubrimientos de Newton y Galileo y del impulso e importancia que Descartes concedió a la experimentación.

El espacio académico para promover este cambio no era precisamente la universidad, a la que se consideraba reacia y retrógrada, y sin espacios alternos y diversificados. Sin embargo, es en este siglo cuando se fundan colegios grandes e importantes como los de los jesuitas en Guadalajara, Mérida, Valladolid y San Ildelfonso en México (Tanck, 1989). También toma un gran impulso la educación básica, y el conocimiento de las ciencias naturales empieza a ser de interés general para la clase ilustrada de la época. Hacia 1703, Charles Plumier publica su libro *Nova plantarum americanorum genera*, producto de sus viajes por diversas partes, las Antillas Francesas, Santo Domingo y la costa meridional de México (Trabulse, 1983). Según la clasificación de Tournefort, quien además fue su maestro, Plumier clasifica 6 mil plantas. Naturalmente, era un sistema que, como el que se manejaba en la Nueva España, privilegiaba el uso y beneficio de la planta más que sus estructuras anatómicas. En 1712 se publica el *Florilegio medicinal de todas las enfermedades*, obra del jesuita Juan de Esteyneffer que promueve los conocimientos herbolarios indígenas para la cura de las enfermedades. Esta obra fue reimpresa en Europa y tuvo “cierta popularidad” (Trabulse, 1983).

En la segunda mitad del siglo XVIII, se producen eventos de gran importancia para las ciencias naturales, destacándose en 1760 el trabajo que escribe Francisco Javier Alegre sobre la *Historia de la provincia de la compañía de Jesús en Nueva*

*España*, que contiene valiosos datos sobre la posición geográfica de los límites de México y que se publica años después. En 1762, Juan Nentuig, naturalista y científico, escribe *El rudo ensayo. Descripción geográfica natural y curiosa de la provincia de Sonora*. Esta obra es una monografía completa de Sonora e incluye información diversa como las coordenadas geográficas (que él mismo calculaba), distancias, hidrología, zoología y botánica, al igual que una detallada descripción de plantas medicinales sonorenses. En este apartado se refiere a la jobjoba como “ella es un tesoro” (Iturriaga, 1989).

Ante la necesidad de resolver múltiples problemas de salud que aquejaban a la población de la Nueva España, los ilustrados de la época opinaban, investigaban y publicaban, y en ese contexto, también en este siglo aparece el trabajo del doctor Francisco Javier Balmis (1753-1819), quién radicaría en México desde el año de 1778, atendiendo enfermos de viruela y quien simultáneamente retomó las observaciones que realizó un curandero que trataba la sífilis a base de una agave o maguey y puso en práctica este remedio; para la cura de esta misma enfermedad también utilizó la begonia, que en su honor lleva el nombre de *Begonia balmisiona*. El éxito de Balmis no fue rotundo en sus tratamientos y sí ampliamente criticado en España; sin embargo, representa el interés de los hombres de la época por abundar en el conocimiento de las propiedades de los recursos botánicos y zoológicos de la Nueva España.

Se realiza la Real Expedición botánica (1787-1803) que fue propiamente gestionada por Martín Sessé y Lacasta, médico español residente en la Nueva España, quien a través de cartas solicitaba a Casimiro Gómez Ortega, director del Jardín Botánico en España, la creación de una cátedra de botánica y su respectivo jardín en la Nueva España. Ante su reiterada insistencia y mediando el interés del rey Carlos III por conformar nuevamente los escritos de Hernández, así como ampliarlos, el 20 de mayo de 1785 se expide a Sessé el título de Comisionado del Real Jardín Botánico de Madrid.

El 27 de octubre de 1786, se emite la ordenanza real estableciendo la creación de la cátedra de botánica, así como del jardín botánico y la realización de la expedición respectiva a la Nueva España.

El resultado de la Real Expedición Botánica pródiga, en la descripción de plantas y en las clasificaciones de las misma de acuerdo con el sistema de Linneo; deriva en publicaciones como “Flora mexicana” y “Plantas novae hispaniae”.

Posteriormente se pretendió, sin éxito, instalar el Jardín Botánico en Chapultepec, ubicándose finalmente en el jardín adyacente al Palacio Real a propuesta del virrey Revillagigedo; en este lugar se llegó a contar con 1 500 especies y ahí permaneció hasta su desaparición en el año de 1820.

Otro de los eventos de gran trascendencia en la vida científica de México y que se suscitó en este siglo, fue la polémica entablada entre el hoy considerado padre de la ciencia mexicana, José Antonio de Alzate y Ramírez (1733-1799) y el botánico español Vicente Cervantes alrededor de la aceptación o no del sistema de clasificación binaria sexual de Linneo, publicado en su obra *Sistema natural* en 1735. Esta polémica rescata no sólo el enfoque desde el punto de vista científico de la nomenclatura o clasificación de las plantas, sino como menciona Moreno de los Arcos (1989), “es la estéril lucha del náhuatl contra el latín”. Alzate defendía la forma tradicional e indígena de nombrar a los vegetales en la Nueva España, argumentando que el nombre de la planta incluía el uso de la misma para fines curativos o alimentarios, además de remitirse a la gran diversidad vegetal que poseía la Nueva España y que para él no tenía cabida en una nomenclatura. Al respecto mencionaba: “... en Nueva España las producciones de la naturaleza desvanecen y trastornan todas las hipótesis, todos los sistemas de los botánicos hasta el día establecidos” (Moreno de los Arcos, 1989). La clasificación de Linneo tuvo un buen defensor en Cervantes. Fue la que se enseñó en la cátedra de botánica, auxiliada por el libro *Curso elemental de botánica* de Casimiro Gómez Ortega que se reimprimió en el año de 1788 en la Nueva España.

Los trabajos de los científicos mexicanos empiezan a trascender, en el caso de la botánica, el ámbito de la Nueva España mediante el manejo de un lenguaje científico común, el conocimiento de las nuevas especies y las aportaciones a la ciencia son compartidos con los científicos de otras partes del mundo. Esta actividad de fines del siglo XVIII prepara el advenimiento del siglo XIX, que será también de grandes cambios

sociales y políticos así como el sustrato en donde se cimentará el surgimiento de la biología en nuestro país en los albores del siglo XX.

### ***El siglo XIX y la biología en México***

El gran auge de la botánica a fines del siglo XVIII en buena parte respondía a la inquietud ya añeja de los conquistadores por conocer la flora de la Nueva España con fines medicinales. La cátedra de botánica en 1788 y la polémica sostenida por Alzate y Cervantes sobre la clasificación de las plantas concebida por Linneo, constituyeron un terreno propicio para el desarrollo de otras áreas de las ciencias naturales, como la zoología, que hasta esa fecha aún no era objeto de profundos estudios. Sin embargo, los movimientos revolucionarios del siglo XIX y la carencia de espacios para el análisis y la discusión de los avances científicos ocurridos en Europa, retrasaron el inicio de la biología en México, privilegiándose nuevamente los aspectos médicos y mineralógicos, sin pensar aún en una biología como una ciencia integradora y autónoma.

En este siglo existieron en nuestro país distinguidos hombres de ciencia y sociedades científicas que brindaron un espacio a la producción escrita y a la docencia de aquellos naturalistas, médicos, geógrafos, etc., que en forma seria y sistemática realizaban sus trabajos para posteriormente darlos a conocer con grandes dificultades y poca difusión. El siglo XIX es testimonio de la presencia de notables viajeros extranjeros que mucho aportaron al conocimiento de la vida cotidiana de nuestro país. Tal es el caso de la marquesa Calderón de la Barca, cuya obra *La vida en México* fue concebida durante los años de su visita a nuestro país, de 1839 a febrero de 1842. También surgieron datos de interés científico en diversos temas, como los que proporcionaría en su obra *Ensayo político de la Nueva España*, el científico, geógrafo y explorador prusiano, barón Alexander von Humboldt, quien realizó una serie de expediciones en México entre los años 1803 y 1804 y conjuntó información sobre la geología, geografía, hidrología, orografía, la geognosia, la climatología, la demografía, la agricultura, la minería, el comercio, la manufactura, la hacienda pública y la defensa militar del país (De Gortari, 1980). El mismo Humboldt comentaba: “me ha parecido que hay una tendencia marcada por el estudio profundo de las ciencias en Santa Fé (de Bogotá) y

en México...” (De Gortari, 1973), lo que pone de manifiesto el interés de los habitantes del México de entonces por crear una ciencia propia.

Se contó también con los valiosos trabajos de Pablo de la Llave (1773-1833), naturalista que conjuntamente con Juan José Martínez de Lejarza (1785-1824) realizó la obra *Novorum vegetailium descriptories*, publicada en 1824 y que se considera la primera taxonomía botánica del México independiente.

Lejarza impulsó fuertemente la creación de un herbario que llegó a contar con un sinnúmero de ejemplares, los cuales se perdieron en años posteriores. Como parte de las actividades que mantuvieron vivo el interés científico, se contó con diversas publicaciones dedicadas a difundir los resultados de los trabajos de investigación, así como a construir un espacio para el análisis y la polémica respectivos.

Posterior al establecimiento de diversos centros educativos durante más de 200 años es finalmente en 1823; es decir, 170 años después de fundada la Real y Pontificia Universidad de México, que al iniciarse el régimen republicano, se incorpora la cátedra de botánica, que se impartía en el Jardín Botánico (De Gortari, 1980).

Aunque en la entonces Universidad no se consideraba un espacio específico para las ciencias naturales, éstas fueron incorporándose para la docencia de las cátedras de medicina, particularmente en lo que se refiere a las vísperas de medicina, por su contenido académico aplicado a la resolución de enfermedades.

El 18 de agosto de 1834 “se intenta consolidar un criterio único de enseñanza media superior que se puede considerar antecedente de la Escuela Nacional Preparatoria, ya que se instituyen cursos preuniversitarios uniformes para las cuatro carreras existentes” (García, 1984) y se crea en esta ocasión la cátedra de zoología, que empieza a impartir Manuel Moreno y Jove (Beltrán, 1943). La cátedra de botánica la imparte, desde su inicio Julian Cervantes; siendo sustituido por Pío Bustamante y Rocha, quien además fue autor de *Un nuevo curso elemental de botánica* (De Gortari, 1980). Se crea la cátedra de geología y zoología, a cargo de Joaquín Velázquez de

León, quien era fundamentalmente astrónomo y físico. Estas cátedras se mantuvieron hasta 1867.

En el año de 1852 la zoología mexicana recibió un gran impulso gracias a Alfredo A. Dugés, médico francés que llegó a México en ese año y radicó en Guanajuato, en donde fundó el Museo de Historia Natural y fue catedrático del Colegio del Estado. Publicó más de cien artículos en la revista *La Naturaleza y en la de la Sociedad Antonio Alzate*; asimismo fue autor de dos textos: *Programas para cursos de zoología* (1878) y *Elementos de Zoología*. (1884):

Un año antes, en 1864 se había establecido la Academia Nacional de Medicina, siendo su director Carlos A. Ehrman médico en jefe del ejército expedicionario francés (Beltrán, 1982).

En el año de 1867, con Benito Juárez en la presidencia, y ante un desolador nivel educativo en la población, vuelve a reorganizarse la educación nacional. Según Ignacio Ramírez, "había siete millones de habitantes en completa ignorancia, quinientos mil apenas sabían leer y escribir, muchas cosas útiles, cuatrocientos mil con mejor instrucción sin que levante a la altura del siglo y cosa de cien mil pedantes" (Tanck de Estrada, 1989).

En estas circunstancias la reorganización de la educación en México era prioritaria, así como el impulso a la educación superior. Es así que el presidente Juárez promulga la Ley Orgánica de Instrucción Pública, preparada por Gabino Barreda y Francisco Díaz Covarrubias; en ella se consideraba, entre otras, las siguientes instituciones: la Escuela Nacional Preparatoria, la Escuela de Medicina, la Escuela de Ingeniería, la Escuela Normal de Profesores, la Escuela de Naturalistas y el Jardín Botánico. Se funda el Observatorio Nacional, la Academia de Ciencias y de Literatura, la Biblioteca Nacional (por decreto del 30 de noviembre), la Academia de Tres Nobles, antes de San Carlos, es llamada Escuela de Bellas Artes.

La fundación de la Escuela Nacional Preparatoria el 1º de febrero de 1868, representa un hecho trascendente en la reforma de la enseñanza y en la creación de las futuras profesiones. El esquema positivista, que tanto privilegia la experimentación y

promueve la jerarquización en niveles de complejidad en cuanto a la organización del conocimiento en las diversas ciencias fué, como muy relevante en la organización de la enseñanza de las ciencias en el país, incluyendo la carrera de Biología. En su obra *La ciencia en México* Porfirio Parra al respecto dice: “La reforma científica se cifró en la creación de la Escuela Nacional Preparatoria cuyo fundador real y primer director fue Gabino Barreda. La ciencia en conjunto era considerada como el medio educativo por excelencia de la razón humana; y cada ciencia en particular en vez de ser desprendida y aislada de las otras, formaba con ellas una vasta jerarquía que, comenzando en los fenómenos de la extensión y del número acababa en los fenómenos sociales, después de haber pasado por los fenómenos físicos, por los químicos y por los biológicos. La clave de esta jerarquía que permitía pasar de los grados inferiores a los superiores era la generalidad decreciente y la complicación en aumento”. La Escuela Nacional Preparatoria, cuyo objetivo era llevar la cultura a los jóvenes, inició clases en el antiguo Colegio de San Ildefonso el 3 de febrero de 1868, contando con 26 profesiones y novecientos alumnos. Los primeros cursos relacionados con la Biología, formaron parte de la materia de ciencias fisiconaturales; hasta principios del presente siglo se establecieron los cursos de botánica y zoología.

Cabe mencionar que durante el siglo XIX vinieron a México varios científicos extranjeros que colaboraron transitoriamente en el desarrollo de la Biología, a finales del último tercio de este siglo se inició la monumental obra para la Biología de Mesoamérica, *Biología central americana* bajo la dirección de Salvin y Godman del Museo Británico, cuyo primer volumen se publicó en 1879, agregándose 62 más hasta 1915 (Hoffmann *et al.* 1993).

Tantos movimientos educativos derivaron en nuevas publicaciones y nuevas asociaciones, como fue el caso de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, cuya fundación tuvo efecto el 29 de agosto de 1868. La sociedad se dividió en cinco secciones: zoología, botánica, mineralogía, geología, paleontología y el aparato de ciencias auxiliares.

La Sociedad Mexicana de Historia Natural desde un principio publicó su revista, *La Naturaleza*, cuyo primer número circuló en junio de 1869. Continuó apareciendo

hasta 1914, año en que la sociedad mexicana desapareció. Esta publicación constituye un acervo valioso, producido por los primeros naturalistas y científicos mexicanos; incluye ilustraciones de gran valor artístico de José María Velasco. La revista *La Naturaleza* se dividió en tres series; la primera está formada por once volúmenes; la segunda por tres y la tercera por uno solo que también fue publicado por el Museo Nacional de Historia Natural (Hoffmann, *et al* 1993).

La Sociedad tuvo auge y sostuvo una valiosa producción, pero a partir de 1899 empieza a decaer, sosteniéndola únicamente Manuel M. Villada y Jesús Sánchez. Finalmente desapareció el 26 de julio de 1914, siendo su último acto un homenaje en honor al doctor Villada por su jubileo de oro profesional, al cual asistieron únicamente 15 personas (Hoffmann, *et al* 1993).

Cabe mencionar que la Sociedad Mexicana de Historia Natural se reorganizó y entró en funciones nuevamente en el año de 1936, gracias al interés y gran labor que con este propósito desarrolló el doctor Enrique Beltrán (entonces profesor de zoología y jefe de la especialidad de Ciencias Biológicas del Instituto de Preparación de Maestros de Enseñanza Secundaria, hoy Escuela Nacional Superior). Asimismo, se organizó una comisión que hace un llamado a naturalistas mexicanos, reuniéndose 40 personas en el salón de sesiones de la Academia Nacional de Ciencias Antonio Alzate. El Doctor Enrique Beltrán es nombrado secretario perpetuo y a partir de 1969, presidente honorario.

Regresando al siglo XIX, podría señalar que fueron varios los intentos por establecer asociaciones científicas, ya que a unos años de haberse formado con mucho éxito la Sociedad Mexicana de Historia Natural se constituye el Ateneo Mexicano de Ciencia y Artes, por obra de Vicente Riva Palacio. Su finalidad era promover el cultivo, adelanto y difusión bajo todas sus formas y manifestaciones de las ciencias y las artes, y según Francisco Pimentel “el Ateneo alcanza gran éxito, pero fue como un meteoro: se presentó, brilló y desapareció” (Hoffmann, 1993).

También se conforma la Asociación Metodófila Gabino Barreda, integrada por destacados positivistas mexicanos y en donde en el año de 1877 se discutió la teoría

evolucionista de Darwin, con sus respectivas polémicas y publicaciones en medios de difusión.

En esa década de 1880 a 1890, los intentos por conformar agrupaciones y asociaciones son numerosos y cada grupo de científicos o especialistas, agrupados e identificados entre sí, formaban su asociación con menor o mayor fortuna; así fue como en 1883 se creó la Sociedad Mexicana de Minería y se instala en Tacubaya el Observatorio Astronómico.

También data de esta época el primer tratado de piscicultura, escrito por un científico mexicano, Esteban Cházari, antiguo alumno del Instituto Literario de Oaxaca y diputado de la Cámara Popular de la República en 1884. El libro *Piscicultura en agua dulce*, fue por invitación de la Secretaría de Fomento, Colonización, Industria y Comercio.

En el año de 1884, como lo señala (Hoffmann *et al* 1993), un grupo de alumnos de la Escuela Nacional Preparatoria, fundan la Sociedad Científica Antonio Alzate, y en 1887 inician la publicación de las *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate*, de las que se editaron 52 tomos hasta 1932. Por decreto del ejecutivo esta sociedad se transforma en 1939 en la Academia Nacional de las Ciencias, siendo presidente Ricardo Monges López en 1934, se publican las *Memoria de la Academia Nacional de Ciencias de México*.

En el año de 1887, surge también una relevante publicación, realizada por Manuel Urbina, titulada *El catalogo del Museo Nacional de Plantas Mexicanas*, obra que consigna 3,000 ejemplares con cerca de 300 especies. En el año de 1888, el 18 de diciembre, se inaugura el Instituto Geológico Nacional; en 1890, el 14 de agosto el Instituto Médico Nacional (Trabulse, 1983), dedicado al estudio de la climatología y geografía médica, con las secciones de historia natural, química analítica, fisiología experimental, clínica terapéutica y geografía médica. También se forma un herbario importante.

Alfonso L. Herrera (1924) menciona al respecto: “desgraciadamente las hierbas medicinales no han triunfado, no se generalizan, no vencen a mil rivales que vienen del extranjero; y por apatía, por no cultivarse, por no ser muchas las realmente eficaces, por las modas y por los progresos de la terapéutica, casi ninguna de las plantas estudiadas por el Instituto ha vencido, y siguen explotándose como en tiempos de los Virreyes; la Jalapa y la Zarzaparrilla, pero no las muchas que se creían llamadas a un éxito efectivo e innegable”.

Con respecto al Museo Nacional de México. Herrera lamenta la escasa importancia que a estos espacios fue concedida por gobiernos anteriores y, al igual que con el Museo Nacional de Historia Natural de la Ciudad de México, se le tenía “como parásito del Museo de Antropología”.

A. L. Herrera tuvo a su cargo durante once años las secciones de zoología, como ayudante naturalista, y por un tiempo la de antropología. Gumersindo Mendoza, Manuel Urbina y Manuel M. Villada se hacían cargo de las colecciones botánicas.

Este siglo se caracterizó por una gran actividad en la búsqueda de espacios para el desenvolvimiento de las ciencias naturales, sin embargo E. Beltrán (1977) destaca tres acontecimientos que fueron relevantes para éste fin: “la fundación del Museo Nacional (1865), la de la sociedad Mexicana de Historia Natural (1868) y la del Instituto Médico Nacional (1888)”.

## **LA BIOLOGÍA DESPUÉS DEL AÑO 1900**

## Capítulo II. La Biología después del año 1900

### *Alfonso L. Herrera y la primera cátedra de biología*

A finales del siglo XIX e inicios del XX el espacio educativo más importante que era la Escuela Nacional Preparatoria, contemplaba la enseñanza de la botánica, la zoología y la historia natural y en los albores del nuevo siglo tuvieron lugar eventos de particular relevancia para el avance de la biología y que indican la preocupación por el estudio de la naturaleza, por ejemplo, el 9 de marzo de 1902, se inauguró el lago artificial del Bosque de Chapultepec, hecho que constituye la primera consideración de los espacios recreativos en áreas naturales en México.

En el caso de la Escuela Normal para profesores, al igual que en la preparatoria se enseñaba Historia Natural de manera tradicionalista, siendo el profesor de la misma Alfonso Herrera (padre), quien hereda la cátedra a su hijo Alfonso L. Herrera, quien con el apoyo del director de esa institución Enrique Rebsamen la sustituye por la primera cátedra de Biología de México, la cual sería impartida por el propio Alfonso L. Herrera. Quien escribe y publica en 1904 su obra *Nociones de biología* primer texto escolar de la materia en México. En 1906 este libro se tradujo al francés como *Notions générales de biologie et de plasmogenie comparées*. Posteriormente, en 1924 se editó una versión corregida y aumentada, con el título *Biología y plasmogenia* (Ledesma-Mateos, 1998).

En dicha obra: “Su visión queda magistralmente plasmada, lo cual muestra que él tenía información reciente y particularmente una forma de concebir a la biología como ciencia, desde una óptica integral. En este libro queda claramente asentada la posición evolucionista del autor, y bien puede ser catalogado como un momento fundamental en la introducción del darwinismo en el país (Ledesma-Mateos y Barahona, 1999).

Alfonso L. Herrera (1858-1942), fue profesor de la Escuela Nacional Preparatoria, del Colegio Militar, director del Museo de Historia Natural y de la Dirección de Estudios Biológicos; a iniciativa del propio Herrera, se funda la Comisión de

Parasitología Agrícola en 1900, en 1902 el Jardín Botánico, y en 1923 el Parque Zoológico de Chapultepec. Cabe hacer mención especial de tan distinguido científico ya que ha sido, como lo señala Beltrán, la figura más brillante de la biología mexicana (Beltrán,1982).

La obra de Herrera revela su profunda preocupación por la carencia de biólogos formados como tales. Atribuye la ausencia de estos profesionistas a la falta de apoyo y recursos. A este respecto menciona: "...naturalmente, en estas condiciones no podía formarse biólogos abundantes, con la preparación larguísima indispensable para comprender y abarcar la Biología, que es una de las ciencias más difíciles y a la cual sólo pueden llegar los que han dedicado muchos años a la Historia Natural... este error, la falta de preparación de los jóvenes en el periodo prerevolucionario, para que fueran más tarde naturalistas y al fin de su carrera de biólogos, ha sido de funestas consecuencias y hoy se hace lo posible por evitarlo" (Herrera, 1924).

Su preocupación por implantar un cuerpo formal teórico de la biología nace del profundo conocimiento que tenía de ciencias como la física, la química, así como de la zoología, la botánica y la historia natural, las que consideraba como disciplinas básicas para la formación del biólogo, junto con la paleontología y la geología, pero agregando una visión unificada y evolucionista. El pensamiento de Herrera respecto a la formación de biólogos se planteó en los siguientes términos: "La Biología es la ciencia de la vida de los fenómenos materiales (energéticos) del organismo, que en el pasado y en el presente han tenido o tienen por causa las fuerzas físico-químicas conocidas" (*op. cit.*).

En este mismo contexto relativo al conocimiento biológico. Alfonso L. Herrera se expresa cuando se refiere a "el desconocimiento de la importancia que tienen los Museos de Historia Natural como centros de enseñanza y propaganda de las riquezas naturales de un país y base de los trabajos de biología y clasificación indispensables para sus exploradores, fue un error de muy graves consecuencias en nuestra patria". Estas ideas y conceptos de Herrera, fueron la esencia de su forma de enseñar biología, pero aunada a la necesidad de explicar y no sólo describir.

Alfonso L. Herrera como polémico y brillante científico, aparte de promover la creación de instituciones que velaran por los recursos naturales, tanto en la

investigación como en la difusión del conocimiento, participó ampliamente en la docencia de la biología y, consecuentemente, en el análisis y la discusión de los temas que se suscitaban en relación con esta ciencia en la época; caso concreto lo fue la teoría de la evolución de Darwin, de la cual Herrera fue un impulsor. La obra de Herrera, que abarcó cuatro lustros de este siglo, sin duda propició condiciones favorables para la formación de instituciones de educación superior y de investigación en biología, tal como ocurrió años después.

En el mes de abril de 1908 se crea la Escuela Nacional de Altos Estudios, dividida en tres secciones: humanidades, ciencias exactas y naturales, y ciencias sociales, jurídicas y políticas (Guía UNAM, 1991). Se independizan en 1909 del Museo Nacional las dependencias relacionadas con las disciplinas biológicas y se forma el Museo Nacional de Historia Natural siendo su primer director José de Jesús Sánchez. Después de innumerables dificultades, a este museo se le asignó como espacio el Museo del Chopo. Aunque las condiciones para la producción científica y para la investigación no eran del todo favorables en el museo, Jesús Sánchez, su director, publicó varios artículos, además de los libros *Datos para la zoología médica mexicana*, *Elementos de historia natural* y *Datos para la zoología agrícola mexicana*. Fue asimismo un miembro destacado de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, a tal grado que en la oración fúnebre que Villada pronunció en su sepelio, terminaba diciendo: "...La Sociedad Mexicana de Historia Natural ha terminado, pues al abrirse esta fosa puede decirse que ha cavado su propia sepultura" (Beltrán, 1943). Cosa cierta, pues en el siguiente año se editaron las últimas publicaciones de *La Naturaleza*.

### ***La Escuela de Altos Estudios y la Educación Superior***

En el discurso inaugural de esta casa de estudios, Justo Sierra señala lo que a su juicio debería ser la universidad; ahí también manifiesta claramente la necesidad de vincularla al entorno social de nuestra nación: "... no sería la universidad una persona destinada a no separar los ojos del telescopio o microscopio, aunque en torno a ella una nación se desorganice, no la sorprenderá la toma de Constantinopla, discutiendo sobre la naturaleza de la luz de Tabor" (Conteras y Tamayo, 1985).

Al considerarse la Escuela Nacional de Altos Estudios como parte de la educación superior, se perseguían en este nuevo espacio los objetivos de “cultivar la ciencia a través de un método de investigación ordenado y sistemático”. Sus funciones consistían en “perfeccionar, especializar y elevar a un nivel superior estudios hechos en las escuelas nacionales preparatoria y en las de jurisprudencia, de medicina, de ingeniería y bellas artes” (Robles, 1977). Su primer director fue Porfirio Parra, médico porfirista, alumno de Gabino Barreda; al fallecer Parra, en 1912, la dirección queda a cargo de otro médico, el doctor Alfonso Pineda quien fuera rector de la universidad durante el periodo de 1924 a 1928.

En el discurso inaugural de esta Escuela de Altos Estudios el doctor Parra menciona: “En ella los sabios mexicanos encontrarán los elementos indispensables que requiere la investigación científica, pues la Escuela Nacional de Altos Estudios abrirá sus puertas a los diferentes investigadores para que este arte, tan importante como fecundo, sea practicado por todo mexicano que sienta amor a la ciencia y deseos de investigar las sabias leyes que norman la marcha del universo. No por ser escuela de investigación científica, dejará de ser el nuevo plantel una escuela de enseñanza, pues en ella se darán a conocer todas las ramas del saber en grado y en una extensión que no han podido ser enseñadas en las otras escuelas por vedarlo su índole especial”. (Beltrán, 1953)

La enseñanza de la biología a nivel superior se inicia independientemente después de establecida la Escuela Nacional de Altos Estudios, iniciándola el doctor Carlos Reiche, egresado de la Universidad de Munich a partir del mes de julio de 1911, cuando imparte en México un curso superior de botánica. A este curso asistieron 33 estudiantes; posteriormente el doctor Reiche celebró conferencias sobre la teoría de la evolución orgánica y también dictó un curso de biología general, así como otro curso práctico de clasificación botánica.

Reiche además fue jefe de la Sección Sistemática y Geografía botánica del Instituto Médico Nacional de México. En 1913 publicó la primera parte de su obra *Elementos de botánica*, y en 1915 la segunda, sobre *Sistemática*, que se editó en la imprenta y fotocopia de la Secretaría de Fomento. Esta obra estaba concebida para la enseñanza agrícola, secundaria y normal. Posteriormente, en 1926 y tras un viaje a

Alemania, el doctor Reiche publicó el libro *Flora escursoria en el Valle Central de México*, que sirvió por muchos años como el texto básico en las clases de botánica fanerogámica, siendo aún obra de consulta en la edición que preparó la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, del Instituto Politécnico Nacional. El último libro del doctor Reiche, *Lecturas biológicas*, se publicó en el tomo 47 de las *Memorias de la Sociedad Antonio Alzate*.

En 1915, el doctor Reiche fue sustituido por el doctor Guillermo Gándara, maestro normalista reconocido por sus trabajos en botánica, en especial en herbolaria mexicana. Ofreció cuatro cursos: morfología general y sistemática; fisiología y fitogenesia; botánica geográfica y paleobotánica. Gándara obtuvo en 1929 el primer grado de doctor en ciencias biológicas que otorgó la Facultad de Filosofía y Letras de la universidad; además fue jefe del Departamento de Biología en la Secretaría de Fomento y profesor de la Escuela Normal. En 1921 fue su ayudante en estas cátedras el doctor Enrique Beltrán.

En el año de 1916 se nombra profesor de zoología al médico Agustín Reza, quien impartía los cursos de zoología general, Biología y embriología general y anatomía comparada. Es hasta el año de 1922 cuando en sustitución del doctor Reza se nombra profesor de zoología a don Alfonso L. Herrera, autor de un libro sobre este tema.

Los cursos que constituían aquel plan de estudios eran básicamente para zoología, histología, bacteriología, química, geografía, física, psicología, latín y alemán entre otras (Beltrán, 1953).

Para 1921, el director de la Escuela Nacional de Altos Estudios era el doctor Antonio Caso, quien posteriormente sería rector de la universidad y lo sustituiría el Licenciado Ezequiel Chávez en 1992, año en que, como consta en el Libro de Actas de Exámenes de la Escuela de Altos Estudios, se otorgaron los primeros diplomas de “profesor académico”.

Según Hoffman *et al.* (1993), fueron Jovita Elguero, Elisa Allende y Horcasitas y Alfonso Carrillo y Perea los tres primeros en obtener diplomas con "especialización en botánica", y Juana Fernández de Lara con "especialización en zoología". Posteriormente la misma Jovita Elguera obtiene "especialización en zoología". Como lo señalan estos autores, la inscripción en estos diplomas no es siempre el mismo, ya que citando al que Enrique Beltran recibió en 1926, dice a la letra: "Profesor académico con cursos de especialización en Ciencias Naturales (botánica y zoología)"; y el último, expedido en 1927 a Irene Elena Motts: "Diploma de Profesora Universitaria. Especialización de Ciencias Biológicas".

La profesora Irene Elena Motts junto con Imelda Calderón fueron autoras del libro *Nociones de botánica, curso experimental. Primer curso de ciencias biológicas*, aprobado por la Secretaría de Educación Pública y durante muchos años fue texto en las escuelas secundarias donde ellas eran profesoras de botánica, así como en la Escuela Normal.

Enrique Beltran terminó su carrera en 1924, en la Escuela Nacional de Altos Estudios, donde ya era maestro de los cursos libres de microscopía, botánica y zoología de invertebrados. Su tesis versó sobre el tema "Los protozoarios del Lago de Xochimilco". Se graduó en 1926, iniciando su gran labor, para el desarrollo de la Biología Mexicana, que mantiene su influencia hasta nuestros días.

### ***La Dirección de Estudios Biológicos***

Mención particular merece la fundación de la Dirección de Estudios Biológicos de la entonces Secretaría de Fomento a cargo del ingeniero Pastor Rouaix el 2 de octubre de 1915 en el inicio del periodo que Alfonso L. Herrera califica como "revolucionario" al referirse a la historia de la biología. Esta naciente institución agrupa al antiguo Instituto Médico Nacional, la Comisión Geográfico-Exploradora y al Museo Nacional de Historia Natural y es dirigida por Alfonso L. Herrera. Se inicia más adelante la publicación, *Boletín de la Dirección de Estudios Biológicos*, en la cual aparecieron artículos de Herrera, Juan Manuel Noriega, Maximino Martínez, Moisés Herrera, Fernando Orcanza, Isaac Ochoterena, Moisés Ramos, entre otros (Hoffmann *et al.*, 1993).

La Dirección de Estudios Biológicos quedó integrada por el Instituto de Biología General y Médica; el Herbario Nacional; el Museo Nacional de Historia Natural; el Departamento de Explotación de Flora y Fauna; el Jardín Botánico y el Parque Zoológico de Chapultepec, que entraron éstos últimos en funciones en 1923; la Estación de Biología Marina del Golfo, que se estableció en 1926 en el puerto de Veracruz, cuyo fundador y primer director fue el doctor Enrique Beltrán.

Entre las actividades llevadas a cabo por la Dirección de Estudios Biológicos destaca la organización y conservación del Museo Nacional de Historia Natural, que fue la base de: el Parque Zoológico, el Acuario y el Jardín Botánico en Chapultepec. En 1927 la Dirección se traslada las “inadecuadas instalaciones de la Casa del Lago en Chapultepec” Ledezma (1998)

La importancia de la Dirección de Estudios Biológicos radica en la visión de la biología que subyace en la conformación del proyecto que la mencionada Dirección tiene, ya que esta ciencia ocupaba un lugar relevante e independiente de su asociación con la medicina, tenía como fundamento el evolucionismo darwiniano, y el conocimiento integral de los recursos naturales del país. Esta posición causó reacciones adversas tanto hacia el director Alfonso L. Herrera como a la misma institución ya que el gremio de los médicos haciendo alusión a la desaparición del Instituto Médico Nacional mencionaban que se “consideraba un atentado incalificable que un establecimiento destinado específicamente a los estudios de botánica médica y farmacología ampliara su visión para enfocar las investigaciones biológicas con un mayor panorama. Y más aún resentían que la dirección se confiara a una persona que no era médico” Hoffman, ( 1993)

En 1929, esta dirección será transformada en el Instituto de Biología de la UNAM, quedando bajo la dirección del profesor autodidacta Isaac Ochoterena, excluyendo al anterior director de Estudios Biológicos Alfonso L. Herrera (Ledezma-Mateos, 1998). La visión de la biología que tiene Ochoterena está vinculada de forma muy estrecha con la práctica médica y con una aplicación directa y utilitaria de los resultados de las investigaciones y estudios que de los recursos naturales se realicen.

Esta circunstancia define las bases de lo que será la orientación académica de la biología y sus áreas de investigación prioritarias en el corto plazo.

### ***La institucionalización de la biología y su enseñanza***

El primero de octubre de 1924, la Escuela Nacional de Altos Estudios se divide en Facultad de Filosofía y Letras, Normal y Superior, y Facultad de Graduados, iniciándose con este hecho los estudios de grado en la universidad. El profesor Ochoterena, quien en ese tiempo impartía la cátedra de zoología, decidió organizar de forma más completa los cursos de ciencias biológicas, así como elevar el nivel de estudios y hacerlos avanzar hasta llegar a integrar una verdadera carrera especializada, antecedente que posteriormente se incorporaría a la Facultad de Ciencias (De Gortari, 1980).

Mientras que en el año de 1925, el doctor Beltrán imparte una de sus primeras cátedras de zoología de invertebrados, en 1924 se inaugura en el Estado de México, en Chapingo, la Escuela Nacional de Agricultura.

La Estación de Biología Marina del Golfo se crea formalmente en el año de 1926, como parte de los órganos que conforman a la Dirección de Estudios Biológicos; lamentablemente, la estación desaparece en el siguiente año.

Paralelamente a este importante cambio el Observatorio Nacional se incorporó a la Universidad, lo mismo que el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, con el nombre de Instituto de Geología. La Escuela Nacional de medicina se convierte en Facultad de medicina y como ya se mencionó, el 7 de octubre de 1929 la Dirección de Estudios Biológicos se incorpora a la Universidad con el nombre de Instituto de Biología, en donde fue el Director fundador Isaac Ochoterena.

Como lo señalan Hoffmann *et al* (1993), el Instituto de Biología poco a poco se fue organizando hasta estructurar diferentes laboratorios de investigación, la biblioteca, el herbario y algunos salones de clases, que más tarde alojaron al Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias. Los miembros fundadores fueron: el histólogo Isaac

Ochoterena, quien fue su director hasta 1946; los entomólogos Carlos C. Hoffmann y Leopoldo Ancona; los botánicos Helia Bravo Hollis y Antonio Ramírez Laguna; el helmintólogo Eduardo Caballero y Caballero; el malacólogo y carcinólogo Francisco Contreras; el herpetólogo e ictiólogo Carlos Cuesta Torreón; el farmacólogo José de Lille; el fisiólogo y neurocirujano Clemente Robles; el fisiólogo y psiquiatra José Gómez Robledo; el geólogo y paleontólogo Federico Muelliered; el químico Juan Roca y el hidrobiólogo Demetrio Sokoloff; la mayoría de estos investigadores fueron maestros fundadores en la Facultad de Ciencias. Al año siguiente, 1930, se inicia la publicación *Anuales del Instituto de Biología*, la cual sigue apareciendo hasta la fecha.

En el año de 1930, se constituye la sección de ciencias en la Facultad de Filosofía y Letras, Normal y Superior. Cabe mencionar que esta facultad se convierte, en 1938 en Facultad de Filosofía y Letras.

En la sección de ciencias se organizan los estudios superiores en biología, física y matemáticas, que deben cursarse como requisito para obtener el grado académico de maestro o doctor en ciencias biológicas, en ciencias físicas y en ciencias exactas.

En 1932 y 1933 la Facultad de Filosofía y Letras otorga, como señala Hoffmann *et al.* (1993), el grado de doctor en ciencias biológicas a distinguidos catedráticos que tenían una antigüedad de cinco años.

La situación de los estudios en física y en matemáticas fue muy irregular, no habiendo quien obtuviera dicho grado, en tanto que en los estudios de biología, con una mejor organización. Lograron graduarse, en el año de 1931. El mismo día, los dos primeros maestros en ciencias biológicas. Ellos fueron Helia Bravo Hollis, con la tesis *Contribución al conocimiento de las cactáceas* y Leopoldo Ancona Hernández, con la tesis *Los chilacuilos o gusanitos de la sal de Oaxaca*.

Con el antecedente del congreso universitario llevado a efecto en el año de 1933 para discutir propuestas generales de la educación universitaria y sus bases ideológicas, la Universidad procede a una reorganización en 1934, nombrándose como jefe de grupo de ingeniería al Ingeniero Ricardo Monges López, quien comenzó a hacer

gestiones para modernizar la enseñanza de las ciencias y la investigación científica; en 1935 fue nombrado jefe de la sección de ciencias. Las autoridades universitarias le encargaron el proyecto para la creación de la Facultad de Ciencias. Al consultar a la comunidad de biólogos, éstos manifestaron su deseo de permanecer en la Facultad de Filosofía y Estudios Superiores, por lo cual el proyecto se limitó a los estudios de física y matemáticas, siendo éste aprobado por el H. Consejo Universitario el 1 de marzo de 1936, fundándose así la Escuela de Ciencias Físicas y Matemáticas. Su director fue el Ingeniero Monges López, quien en 1938 inició gestiones para la incorporación de los estudios biológicos y de otras ciencias a esta nueva dependencia universitaria (Cifuentes, 1982).

Cuando el Ingeniero Monges López consultó al entonces director de la Facultad de Filosofía y Estudios Superiores, doctor Antonio Caso, éste manifestó el interés de dicha institución por dedicarse exclusivamente a la filosofía, la historia y las letras, con lo que recobró su antiguo nombre de Facultad de Filosofía y Letras, y propuso un cambio de las disciplinas científicas a la Escuela de Ciencias.

En ese mismo año, el Ingeniero Monges López presentó el proyecto para estructurar a la Facultad de Ciencias y, en su reunión del 19 de diciembre de 1938, el H. Consejo Universitario, conforme aprobaba el nuevo Estatuto Universitario, aprueba también la creación de esta institución, la cual inició sus labores el 2 de enero de 1939, bajo la dirección del mismo Ingeniero Monges López. El 1º de marzo de ese año dan inicio las clases en los departamentos de Matemáticas, Física, Química, Biología, Geografía, Geología y Astronomía.

El Departamento de Biología quedó a cargo del doctor Isaac Ochoterena, quien modifica el plan de estudios. Las clases se impartieron en la Casa del Lago del Bosque de Chapultepec, en donde se encontraba el Instituto de Biología, y, posteriormente en una casa situada en la calle de Ezequiel Montes 115. Los departamentos de Física y Matemáticas continuaron con los planes que tenían desde el año de 1936 y siguieron ocupando salones del Palacio de Minería en la calle de Tacuba. El Departamento de Astronomía no llegó a funcionar por falta de alumnos; el de Química se quedó en la Escuela Nacional de Química; el de Geografía en la Facultad de Filosofía y Letras y el

de geología en la Escuela Nacional de Ingeniería. En 1938 se fundaron en la universidad el Instituto de Física y el Instituto de Geografía.

Para entonces ya se habían graduado doce maestros en Ciencias Biológicas y un Doctor que había realizado estudios específicos en esta disciplina, Eduardo Caballero y Caballero, quien así inicia una labor que lo llevó a ser reconocido tanto en México y en el extranjero como zoólogo y magnífico helmintólogo. Un año después ya en la Facultad de Ciencias obtuvo el doctorado en Ciencias Biológicas Amelia Sámano Bishop, distinguida históloga y embrióloga mexicana.

El profesorado fundador del Departamento de Biología de la recién creada Facultad de Ciencias, estaba formado principalmente por investigadores del Instituto de Biología.

### ***Instituto Politécnico Nacional. Escuela de Ciencias Biológicas***

En el año de 1933, en el Primer Congreso de Universidades y como consecuencia de las manifestaciones del desarrollo histórico de México, se estableció la Asociación Pro-Cultura Nacional, integrada por científicos relacionados con la educación, cuyo objeto era planear carreras profesionales en áreas no atendidas por la universidad y necesarias para el desarrollo del país. Como resultado del trabajo de la asociación, en 1934, se creó la Escuela de Bacteriología, Parasitología y Fermentaciones, adscrita a la recién fundada Universidad Gabino Barreda, organizada por el Licenciado Vicente Lombardo Toledano y ubicada en el número 26 de la calle de Rosales. Ahí se impartía la carrera de químico-bacteriólogo; posteriormente, en 1935, se transformó en la Universidad Obrera, que luego formó parte del Instituto Politécnico Nacional como Escuela Nacional de Ciencias Biológicas en 1939.

En 1939 la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas ofrecía las carreras de bacteriólogo, botánico, zoólogo, hidrobiólogo, antropólogo físico, antropólogo social, entomólogo, zimólogo y médico rural. En 1940 las de botánico, zoólogo, hidrobiólogo y entomólogo se fusionaron para formar la carrera de biólogo, siendo su primer graduado

Elvia Chimal, en 1949; también se establecieron las carreras de químico biólogo parasitólogo y de ingeniero bioquímico.

La publicación de la Escuela Nacional inició en 1938 con el título de *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*, los que a la fecha siguen presentando trabajos de prestigiados investigadores científicos.

Es interesante subrayar la importancia que tuvo para la Biología mexicana, la incorporación de científicos españoles que llegaron a nuestro país en calidad de refugiados entre 1939 y 1940. Entre ellos se puede mencionar a los doctores Enrique Rioja Lo Bianco, Faustino Miranda e Isaac Costero en la Universidad Nacional Autónoma de México y los doctores Cándido Bolívar, Federico Bonet, Viviano Osorio y Taffal y Dionisio Peláez en el Instituto Politécnico Nacional.

### ***Otros eventos de importancia para la biología mexicana***

Paralelamente al desarrollo de la Universidad Nacional Autónoma de México, se llevaron a cabo eventos importantes para la Biología mexicana, como la fundación del Instituto Biotécnico de la Secretaría de Agricultura y Fomento, llevada a efecto por el doctor Enrique Beltrán en 1934. En éste se iniciaron los estudios de genética animal en México. Dicho instituto desapareció en 1940, ocupando sus instalaciones el recién creado Instituto de Investigaciones Pecuarias.

El Instituto de Preparación del Magisterio de Enseñanza Secundaria, fundado en 1936, después de cambiar varias veces de nombre, adoptó en 1942 el de Normal Superior, la cual desde su fundación contó con la especialidad en Ciencias Biológicas. Asimismo, fue el primer plantel que ofreció, en 1947, el curso de Conservación de Recursos Naturales, organizado por el doctor Enrique Beltrán, fundador de esta escuela.

## ***Enrique Beltrán y la biología Mexicana***

Mención especial en la historia de la Biología mexicana merece don Enrique Beltrán. Ya que fue un incansable promotor del conocimiento biológico a través de la docencia e investigación así como de la conservación de los recursos. El doctor Beltrán inicia su instrucción en la Facultad de Altos Estudios, influenciado por dos de sus distinguidos maestros de botánica, don Guillermo Gándara y su profesor de zoología, don Agustín Reza. Beltrán se gradúa en 1926 como profesor académico de ciencias naturales. Su carrera magisterial se inicia durante los años 1920 y 1921 como “ayudante”, sin carácter oficial; a mediados de 1921 obtiene el nombramiento de ayudante de profesor en botánica, que le otorgó el entonces director de la facultad, don Ezequiel Chávez. El maestro Beltrán cursaba entonces el segundo año de la carrera de profesor académico en ciencias naturales.

En 1923 terminó sus estudios bajo la guía de don Alfonso L. Herrera, e inició la elaboración de su tesis profesional sobre *Protozoarios del Lago de Xochimilco*, terminándola en 1925. Sin embargo, por problemas escolares se le extendió su título el 6 de diciembre de 1926, convirtiéndose en el primer naturalista o biólogo profesional en México. Por razones presupuestales, no recibió el nombramiento de profesor título, al que se había hecho acreedor por su actividad como ayudante; no obstante, se le dio oportunidad de establecer un curso libre de microscopía botánica, que posteriormente lo cambió por uno de zoología de invertebrados, implantándose esta cátedra en el programa formal de la carrera de biólogo.

A inicios del año de 1932 viajó a los Estados Unidos por haber sido distinguido con la beca Guggenheim. Este otorgamiento contó de manera significativa ya que le permitió conocer los avances de la Biología y los trabajos de los biólogos norteamericanos. En su estancia en Woods Hole, su contacto con el doctor Calkins, uno de los protozoólogos más prominentes del mundo, estimuló su inclinación por la protozoología y permitió que perfeccionara su especialización, habiendo obtenido su doctorado en la Universidad de Columbia en 1933. Durante el periodo de 1933 a 1958 se hizo cargo en la Preparatoria de grupos de zoología y Biología. Como

reconocimiento a esta meritoria labor desempeñada en la Escuela Nacional Preparatoria, el H. Consejo Universitario lo designó profesor emérito en marzo de 1989.

Al término de su beca, en 1933, enterado de que la Escuela Normal de Agricultura había decidido ofrecer sus enseñanzas por especialidades, propuso un curso de hidrobiología, elaborando el programa correspondiente. En 1934, impartió la cátedra de zoología cinegética durante un semestre, e hidrobiología en otro, siendo los primeros cursos con orientación conservacionista sobre la fauna acuática y terrestre que se ofrecieron en México. Como reconocimiento a su labor, la Escuela Nacional de Agricultura lo nombró maestro emérito.

Al inicio del régimen del presidente Cárdenas, fue impulsada la enseñanza técnica superior; en 1935 fue creado el Consejo Consultivo del Instituto Politécnico Nacional, al que fue invitado el doctor Beltrán, y ahí presentó un plan de organización y funcionamiento de la Escuela de Biología del Instituto Politécnico Nacional. En 1938, se estableció en forma definitiva la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, la cual desde un principio se distinguió por dos propósitos: contar con profesores de tiempo completo, como lo propuso el maestro Beltrán en el plan antes mencionado, y vincular la enseñanza con la investigación.

Dentro de sus actividades docentes en la Secretaría de Educación Pública, destacó su labor en la Escuela Nacional de Maestros, a la cual ingresó como catedrático de Biología en 1935. Al mismo tiempo, se dedicó a la organización de un laboratorio inaugurado en 1936. También logró establecer el método de unidades, primero que se utilizó en el país y posteriormente adoptado por la Secretaría de Educación Pública en todas sus escuelas; en 1947 imparte el primer curso de conservación de recursos naturales, el cual a partir de 1956 cambió su nombre por el de ecología y conservación de recursos naturales.

Toda esta labor dentro del campo educativo lo llevó a ser designado jefe del Departamento de Enseñanza Secundaria en 1937, cargo que ocupó durante dos años y en el cual trabajó, entre muchas cosas, en la modificación de los programas de ciencias biológicas. Esta actividad le permitió percatarse que uno de los principales problemas

de la organización de la enseñanza de la Biología era la carencia absoluta de libros de texto, lo cual dificultaba la labor de maestros y alumnos. Convencido de esta anomalía, inició pláticas con el ingeniero José Alcázar, con la idea de formar un grupo de biólogos que se encargara de preparar una obra que permitiera mejorar la enseñanza de la Biología a nivel medio. Este propósito coincidió con el de un grupo de profesores investigadores del Instituto de Biología, reunidos para este fin. Se invitó al doctor Beltrán a coordinar el trabajo, quedando formado el equipo por los maestros Enrique Rioja, José Alcázar, Manuel Ruiz Oronoz, Faustino Miranda, Ignacio Larios y el mismo Enrique Beltrán. El primer tomo apareció en 1946; el segundo en 1948 y el tercero en 1949. Durante 29 años, es decir hasta 1975, fue texto básico en el ciclo de secundaria.

En cuanto a su labor como investigador y como administrador de la investigación puede citarse (Cifuentes, 1990) que en la Dirección de Estudios Biológicos de la Secretaría de Agricultura, siendo director don Alfonso L. Herrera, inició en 1922 sus investigaciones en protozoología como alumno egresado, trabajando en el estudio de protozoarios del Lago de Xochimilco. Pocos meses después fue designado practicante de la sección de fisiología, y en 1923 preparador del Museo de Historia Natural, en donde montó una exhibición de modelos de protozoarios hechos de vidrio. Realizó investigación durante seis años, hasta 1927, trabajando además en protozoología y Biología marina, en problemas de histología normal y patología, y en bacteriología, publicando once trabajos originales sobre estos campos.

En 1923, la Secretaría de Agricultura formó la Comisión Mixta de Biología Marina, con personal de las direcciones de Estudios Biológicos y Pesquerías, quedando como jefe del grupo el doctor Beltrán. Así se inició su participación en las investigaciones marinas, que lo llevaron al proyecto del laboratorio de Biología marina y el Museo Oceanográfico en Veracruz.

En el laboratorio de hidrobiología del Instituto Biotécnico continuó su labor de investigación. En 1935 establece su propio laboratorio, en donde inicia sus investigaciones en parasitología, de las cuales es fruto su trabajo *Transmisión de protozoarios intestinales humanos por las moscas en la ciudad de México*, que en 1936 sirvió como trabajo de ingreso a la Academia Nacional de medicina, en la que presentó

varios estudios sobre protozoología médica, entre los que destaca el preparado con motivo del primer centenario de la academia, en 1964, que versa sobre *La historia de la protozoología en México*. Este campo lo desarrolló durante 13 años a partir de su incorporación, en 1939, al Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales, en donde tuvo a su cargo el laboratorio de protozoología, preparando y publicando 131 artículos y entre otros el libro *Los protozoarios parásitos del hombre*.

El Doctor Enrique Beltrán, forma en 1952 un centro para estudiar los recursos naturales renovables del país, el Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables A. C., el cual después de más de cincuenta años de intensa labor, ha desarrollado considerable producción editorial, alcanzando uno de los mayores volúmenes dentro del campo de la biología .

Otra de las inquietudes científicas del doctor Beltrán fue la historia de la ciencia, demostrada en sus publicaciones en el campo de la protozoología y de la Biología en México. Esta inquietud lo llevó a promover la organización del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia, cuyo éxito quedó plasmado en dos tomos de sus memorias, que agrupan un total de 53 artículos originales. Asimismo constituyeron la base para la formación en 1964, de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y Tecnología, siendo electo como presidente el propio doctor Beltrán (Cifuentes, 1990).

### ***Algunas instituciones en donde se ha desarrollado la investigación y enseñanza de la biología***

Se pueden listar otros hechos que han permitido el desarrollo de la investigación y la enseñanza de la Biología; éstos son: la creación, en enero de 1943, del Instituto Mexicano del Seguro Social junto con el Centro Médico Nacional; en junio del mismo año, el Instituto Nacional de Cardiología; en 1950, el Instituto Nacional de Cancerología; y en 1959, el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, que han permitido el desarrollo de la investigación biomédica; en 1954, el Instituto de Investigación de Zonas Desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí; en 1961, el Instituto Nacional de Energía Nuclear; y en 1965, el Instituto Mexicano del Petróleo.

En la Universidad Nacional Autónoma de México continuó el desarrollo de la ciencias biológicas a través de la Facultad de Ciencias y los institutos de investigación que se habían formado, que para 1945 eran: Biología (1929); Geología (1929); Geografía (1938); Estudios Médicos y Biológicos, hoy Investigaciones Biomédicas (1945). El ingeniero Ricardo Monges López creó el Consejo Técnico de Investigación Científica, compuesto por los directores de los institutos, en la Facultad de Ciencias donde fungía como coordinador.

Posteriormente se crearon otros centros de investigación en la Universidad Nacional: el Centro de Ciencias del Mar y Limnología (1973), que dio origen al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (1981); el Centro de Ciencias de la Atmósfera (1977); el Centro de Investigación de Fisiología Celular (1979) que se transformó en el Instituto de Fisiología Celular, el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología que se transformo en el Instituto de Biotecnológica(1991).

También destaca para el avance de la enseñanza y la investigación en ciencias la construcción de la Ciudad Universitaria en 1952, siendo la Facultad de Ciencias la primera que la ocupa, con los departamentos de Física y Matemáticas en 1953 y el de Biología en 1954.

En 1946, por políticas de la Dirección General de Profesiones, que en 1945 había promulgado la Ley para el Ejercicio Profesional, y con objeto de ajustar la situación legal de sus graduados, ya que la maestría en ciencias biológicas se registraba con cédula profesional de maestro de segunda enseñanza, se modificó el plan de estudios de la Facultad de Ciencias. Así, se otorgó el título profesional de biólogo, correspondiendo al nivel de Licenciatura. El primer graduado en esta carrera fue Salvador Lima Gutiérrez, quien obtuvo su título en junio de 1947. La maestría y el doctorado quedaron como maestría en ciencias (biológicas) y doctorado en ciencias (biológicas). Para entonces se habían graduado 39 maestros y 5 doctores.

Este plan se volvió a modificar hasta 1966, año en que la Universidad Nacional reorganizó sus estudios por semestres, y se modifica nuevamente en 1996 respondiendo a un enfoque evolutivo. Los programas de maestría y doctorado también

se han ido modificando e incrementando tanto en la Facultad de Ciencias como en otras dependencias.

### ***La enseñanza de la biología en las entidades de la república***

En el campo de la enseñanza de la biología, no fue sino hasta 1952 cuando se realiza un esfuerzo que, como lo señala Beltrán (1982), viene a romper, el “monopolio” impuesto por las instrucciones del Distrito Federal. Es así como el doctor Eduardo Aguirre Pequeño funda en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, el Instituto de Investigaciones Científicas, y, posteriormente, en 1952, la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, iniciándose la Licenciatura en Biología ese mismo año y la maestría en 1977. Actualmente se ofrece la maestría en ciencias biológicas; en entomología médica y doctorados en ciencias; en alimentos; en ecología, acuática y pesca, y en microbiología a la fecha se cuenta ya con el programa de doctorado en ciencias con especialidad en biotecnología.

En 1965 se establece en la Universidad Autónoma de Morelos, con sede en la ciudad de Cuernavaca, la Escuela de Biología, que después cambia su denominación por la de Escuela de Ciencias Biológicas. Esta escuela ofrece la Licenciatura en la carrera. En el año de 1965, la Universidad Autónoma de Guadalajara crea la Licenciatura en la Escuela de Ciencias.

Tiempo después, la Universidad Veracruzana funda, en 1968, la Facultad de Biología en la ciudad de Córdoba; en 1980 se descentraliza, estableciendo tres unidades en donde se estudian tres áreas diferentes: Unidad Xalapa, área biomédica; Unidad Tuxpan, área acuática; Unidad Córdoba, área terrestre.

En Mazatlán, Sinaloa, se organiza en 1970 la Escuela de Ciencias del Mar, dependiente de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ofreciendo la Licenciatura en Biología pesquera; en 1988, se establece en Culiacán la Escuela de Biología con la Licenciatura y las especialidades en ecología, zoología, botánica y Biología experimental. En 1971, la Universidad Autónoma de Guerrero crea en el puerto de Acapulco la Escuela Superior de Ecología Marina, otorgando el título de ecólogo marino

y el de biólogo en 1979, en la Escuela de Ciencias Químico-Biológicas en la ciudad de Chilpancingo.

La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en Morelia, funda en 1973 la Escuela de Biología con la Licenciatura correspondiente.

En la década de los setenta el Gobierno de la República reorganiza la educación superior. Como resultado de esta acción se produce la descentralización educativa, que permitiría una desconcentración de las actividades académicas y de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México. Así, la enseñanza de la Biología se difundió a varios puntos del Distrito Federal; en el año de 1974, a la Universidad Autónoma Metropolitana, plantel Iztapalapa, que tiene la carrera con dos especialidades: Biología experimental e hidrobiología, donde se ofrece la obtención de grado en maestría en Biología experimental y Biología de la reproducción animal, así como también el doctorado en las mismas áreas. El plantel Xochimilco se crea en el año de 1975, también impartiendo la carrera de Biología. Es importante señalar que la reorganización de la educación superior sentaba sus bases en una revaloración filosófica del conocimiento que llevaba implícita una alternativa pedagógica. La enseñanza modular, a sugerencia del doctor Jaime Castrejón Díez, fue adoptada por estas instituciones. Ésta tiene como prioridad vincular la teoría con la práctica en el ámbito económico-social del país; la estructura curricular fue modificada en módulos de enseñanza-aprendizaje y no por semestre y unidades.

En 1974, la Universidad Nacional Autónoma de México responde a la demanda de creación de nuevos espacios académicos con el programa “Sistema de desconcentración de estudios profesionales de la UNAM”, dando origen en 1975 a la Escuela Nacional de Estudios Profesionales, plantel Iztacala, que desde su inicio contó con la carrera de Biología, adoptándose, en un principio, el plan de estudios de la Facultad de Ciencias; sin embargo, después de continuas evaluaciones curriculares se establece el plan modular. Un año después surge la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, con la carrera de biólogo y estudios de posgrado en el área, contando actualmente con un doctorado en Biología.

En Aguascalientes, la Universidad Autónoma de Aguascalientes establece la carrera en su Centro Básico en 1974. Al año siguiente, se establece en la Universidad de Juárez Autónoma de Durango, en la Escuela Superior de Biología y en 1976, en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, en La Paz, y en el Departamento de Biología Marina, en donde se preparan a biólogos marinos.

En 1977 se fundan otras tres escuelas: en Ensenada, Baja California, en la Facultad de Ciencias, en donde se cursa la especialidad de administración de recursos marinos y las maestrías de oceanografía biológica y oceanografía costera; en Tampico, Tamaulipas, la Universidad del Noreste en la Facultad de Ciencias Biológicas crea la Licenciatura en ciencias biológicas.

También la Universidad de Guadalajara inicia la carrera de biólogo en 1980, en su Facultad de Ciencias; al año siguiente en la universidad privada Simón Bolívar, en su Departamento de Biología (en el Distrito Federal) crea la Licenciatura. En 1982, otras instituciones se suman a la difusión y formación de recursos humanos en el área de Biología, ya que se empieza a promover en los institutos de enseñanza superior la importancia del manejo y uso de los recursos naturales como elemento para definir políticas económicas nacionales.

El manejo y conservación de los recursos se convierte en factores prioritarios para la producción nacional y se les da la importancia de la que carecían los estudios biológicos. De 1982 a 1991 el número de escuelas no dejó de incrementarse: en Chiapas, el Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas establece la Licenciatura en la Escuela de Biología; ese mismo año en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, en su División Académica de Ciencias Biológicas; al año siguiente, la Secretaría de Educación Pública, a través de la Subsecretaría de Educación Tecnológica, crea el Instituto Tecnológico en la ciudad de Quintana Roo, y en 1984 en Ciudad Victoria, Tamaulipas. En la Universidad Autónoma de Coahuila, en su Escuela de Ciencias Biológicas se establece la carrera en 1982. En 1983 la Universidad Autónoma de Tlaxcala en su Departamento de Agrobiología ofrece la carrera de Biología Agropecuaria.

En 1985, surgen seis escuelas: el Centro de Estudios superiores del Estado de Sonora, en su Escuela Superior de Ecología, se crea la carrera de ingeniero en ecología;. La Universidad de Occidente en los Mochis, Sinaloa, en su Departamento de Biología, prepara biólogos-ecólogos y biólogos en pesquería; la Universidad del Valle de México imparte la carrera de ecología; en los Mochis Sinaloa, en el Instituto Tecnológico de la SEP se ofrecen semiespecialidades en fitosanitaria, acuacultura y pesca.

En 1987, la Universidad Autónoma de Puebla crea la Escuela de Biología con la licenciatura correspondiente, y en la Universidad Autónoma del Estado de México se establece una licenciatura de biología en su Facultad de Ciencias.

Otros Institutos son el Centro de Estudios Superiores del estado de Sonora, con su Escuela Superior de Acuacultura, que desde 1989 imparte la carrera de ingeniero en acuacultura; la Universidad Autónoma de Campeche, en su Escuela Superior de Ciencias Químico-Biológicas, prepara biólogos marinos con especialidad en manejo de zonas costeras; la Universidad Autónoma de Sinaloa, en su Escuela de Biología, con la carrera de Licenciado en Biología y sus especialidades en ecología, zoología, botánica y Biología experimental y, en 1991 la Universidad de las Américas (de régimen privado), en Puebla, en su Departamento de Química y Biología, con la Licenciatura y sus especialidades en biotecnología y ecología. El establecimiento de las instituciones mencionadas ocurrió durante un periodo que inicia en el año de 1952 con el establecimiento de la carrera de biología en la Universidad de Nuevo León hasta el año de 1992 etapa fructífera en cuanto a la creación de espacios para el ofrecimiento de la licenciatura en biología, contándose entonces con 41 ofertas educativas, a la fecha para el corte del año 2008 son ya un total de 77 espacios universitarios en donde esta profesión se ofrece a los jóvenes aspirantes a una licenciatura en el área de ciencias.

Tanto la Universidad Nacional Autónoma de México como el Instituto Politécnico Nacional han iniciado, desde hace varios años, programas para descentralizar la docencia y la investigación. Así, podemos señalar que en la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto de Biología estableció sus estaciones de campo en Los Tuxtlas, Veracruz, y en Chámela, Jalisco; el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, las estaciones Ciudad del Carmen en Campeche, Mazatlán en Sinaloa y

Puerto Morelos en Quintana Roo; también creó en Cuernavaca, Morelos, el Centro del Nitrógeno. El Instituto Politécnico Nacional estableció el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas en la Paz, Baja California, y la Unidad Merida del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) en Yucatán.

Para el desarrollo de la investigación biológica y la formación de cuadros en esta ciencia, en especial los dedicados a la Biología marina y pesquera, la adquisición de los barcos de investigación por parte de diferentes instituciones en el país ha permitido un incremento favorable.

# **LA LICENCIATURA DE BIOLOGÍA EN MÉXICO**

### **Capítulo III. La licenciatura de biología en México**

En la revisión histórica de los capítulos previos, se identifican algunos de los momentos en que las contribuciones, al conocimiento de los recursos naturales de México por parte de los hombres de ciencia de la época, fueron entre otras circunstancias, o muy orientadas a un interés específico de la estructura de gobierno o en otras, que aunque se realizaron con el interés de conocer el mencionado recurso no contaron con la adecuada difusión en el mundo académico de la época ni el reconocimiento oportuno de sus pares o de la sociedad en donde se desenvolvían.

Esta situación presenta escenarios cambiantes para el desarrollo de la biología en México, que en momentos parecen favorables y en otros no lo son, circunstancias que se traducen en etapas trascendentes tanto para el trayecto histórico de las ciencias naturales desde la colonia para finalmente llegar al proceso de institucionalización de la biología en México, y que como afirma Eli de Gortari (1980) “uno de los aspectos más importantes de cada periodo histórico lo forman los trabajos científicos que entonces se emprenden, porque se encuentran ligados inseparablemente a todas las condiciones determinantes de la vida económica, social, política y cultural, dentro de las cuales se conforma y expresa la actividad de los hombres de ciencia.” El análisis de éste proceso histórico de la biología, ofrece un material valioso para la reflexión y la consecuente y deseable reorientación de las actividades que en el futuro se realicen desde las diversas áreas que guarden alguna relación con los recursos naturales.

Considerando como un caso relevante y de gran importancia: la enseñanza de la biología.

En el particular caso de éste trabajo de tesis, fue relevante el considerar previo al análisis de la licenciatura de la biología en México, su parte histórica, en el entendido que ésta es el antecedente de la forma en la que se institucionaliza la ciencia y como esta institucionalización se refleja en la conformación de las estructuras curriculares de

los planes de estudio de la licenciatura en biología considerando sus contenidos académicos y la forma de transmitir el conocimiento. La referencia histórica permite dimensionar las consecuencias de la forma de entender una ciencia compleja como lo es la biología, además que permite contar de esta manera con elementos de juicio que sustenten una propuesta curricular.

En el proceso histórico presentado en el capítulo I se analiza la forma en que la flora y la fauna que rodeaba a las comunidades indígenas, eran parte de su existencia ya que no solo servían como alimento, ornamento, tributo, etc. Como se mencionó, sino que eran parte de su pensamiento, de la manera de ver y entender la vida, situación que se traduce en enseñanza, como lo narra Sahagún en su obra Historia General de las cosas de la Nueva España, sin embargo después de la conquista, la enseñanza de los recursos naturales se reorienta para privilegiar los aspectos prácticos y aplicables de los mismos y responder a las necesidades del nuevo orden social que se imponía. Más allá de los múltiples eventos y hechos cronológicamente identificados en un periodo de tiempo, es necesario entonces analizar que subyace social y políticamente en la conformación de los mismos, a que intereses responden, porque se privilegia un área del conocimiento y su respectiva enseñanza y no otra que pareciera en el tiempo o bajo las circunstancias sociales más adecuada.

Cabe como anécdota mencionar el texto del documento que pedía la reelección de Porfirio Díaz el 23 de abril de 1892 estando entre los solicitantes Justo Sierra, en donde a la letra dice que “la nación anhelaba un alto nivel de progreso intelectual y moral por la demostración con hechos cada día más notorios de que se conoce el valor de esa fuerza mental que se transforma en inconmensurable fuerza física y que se llama “la ciencia”. Esta asociación de la ciencia a un gobierno que no la apoyaba derivó en una declaración de Porfirio Parra (1901) en donde destaca dos causas que casi reducen a cero la producción científica “la primera que por más que el material científico representado por libros, instrumentos y aparatos sea considerable y honre nuestra cultura , apenas es suficiente para la transmisión de los conocimientos científicos, o sea para la enseñanza, la segunda causa consiste en el alto precio del papel, de los que resulta que los libros impresos aquí no puedan competir en el mercado con los que vienen de Europa”. Independientemente de los esfuerzos que se realizan por

destacados científicos mexicanos entre ellos Alfonso L. Herrera, la enseñanza de la biología se circunscribe a sus aspectos utilitarios particularmente médicos, manifestándose esta situación con la institucionalización de la biología, en donde resulta relevante y muy significativa la creación de la Dirección de Estudios Biológicos que habiéndola dirigido Alfonso L. Herrera desde sus inicios, y quien tras mucho trabajo y dedicación hace entrega finalmente después de 12 años en un contexto sociopolítico complejo como lo menciona Ledesma(1998), además refiriéndose al escaso presupuesto que demuestra el poco interés institucional por los estudios biológicos particularmente en la forma que los entendía Alfonso L. Herrera en su responsabilidad como Director de la Dirección en mención. Herrera menciona también en el documento de entrega de la Dirección en el año 1929 al estado deplorable y casi en ruinas que guardaban las instalaciones, careciendo además de equipo e infraestructura.

La creación del Instituto de Biología en la Universidad Nacional Autónoma de México en 1929 representa un acontecimiento de gran importancia para el desarrollo de la biología en nuestro país ya que a partir de esa fecha se cuenta con un reconocimiento oficial e “incorpora la obra que se venía realizando desde 1888; quedaron así anexados gran parte del personal, equipo e instalaciones de la ya muy deteriorada para entonces Dirección de Estudios Biológicos, que incluía al Instituto de Biología General y Médica y al museo Nacional de Historia Natural. Quedaron separados el jardín Botánico y el Parque Zoológico, en tanto que la Estación de Biología Marina del Golfo desapareció”. Hoffman. Cifuentes, Llorente (1993)

En el transcurso de los años posteriores, se creó la Facultad de Ciencias, y en 1939 dentro de ésta institución se crea el Departamento de Biología, en donde después de cursar 4 años de estudios los alumnos obtenían el grado de Maestro en Ciencias, el que la Dirección General de Profesiones lo registraba con cédula profesional de Maestro de segunda enseñanza, siendo hasta 1945 cuando se otorga el nivel de licenciatura que acredita el título profesional. Hoffmann op.cit.

El nacimiento y consolidación del plan de estudios de la licenciatura en biología tiene como eje estructural, los antecedentes mencionados, sin embargo a partir del momento en que el mencionado plan es la expresión de la manera en que se

institucionaliza la biología, se empieza a definir en varios estados de la república una manera particular de rescatar las necesidades que requieren atenderse localmente desde la óptica del conocimiento y manejo de los recursos naturales que les son cercanos a éstas entidades y que se refleja en la estructura de la licenciatura en biología en las diferentes instituciones educativas que la consideran.

En el particular caso de éste trabajo de tesis, fue relevante el considerar previo al análisis de la licenciatura de la biología en México, su parte histórica, en el entendido que ésta es el antecedente de la forma en la que se institucionaliza la ciencia y como esta institucionalización se refleja en la conformación de las estructuras curriculares de los planes de estudio de la licenciatura en biología considerando sus contenidos académicos y la forma de transmitir el conocimiento. La referencia histórica permite dimensionar las consecuencias de la forma de entender una ciencia compleja como lo es la biología, los métodos aplicados para su manejo y los datos y conceptos que formaron parte del lenguaje cotidiano de los científicos de las diferentes épocas remitiéndonos también a la expresión de los fines y valores que subyacen en las estructuras sociales alrededor de las que se organizan las disciplinas y se expresan en sus formas de enseñanza. La estructura curricular de la licenciatura de biología es la parte visible de aspectos filosóficos, morales, históricos, intereses de grupo, intereses de la sociedad etc. Aspectos vinculados a cuestiones disciplinarias que orientan la manera de entender y manejar los recursos naturales, la enseñanza de la biología es un proceso dinámico de efecto inmediato en el entorno social, el estudio de la historia de esta ciencia permite desde una perspectiva más amplia el “ contribuir a formar mejores científicos. Científicos que no serían mejores simplemente porque pueden escribir más artículos que se publican en revistas internacionales, sino que serían mejores porque estarían más capacitados para reconocer las posibilidades de la ciencia para criticar o modificar las instituciones de su sociedad.” Barahona (2004)

La conformación de los planes de estudio de la licenciatura en biología del país se aproximan en mayor o menor medida a la atención de las necesidades de la comunidad en la que están insertos, y a la vez reflejan la forma de concebir el mapa curricular de una ciencia como la biología en donde analizando los métodos de enseñanza predomina una visión que parte de transmisión de los aspectos

considerados más “simples” de los seres vivos para llegar a los más “complejos” y en este proceso se incorporan elementos vinculados con los avances de la biología o incluso se considera el aprendizaje basado en competencias en donde el maestro, el alumno y la institución tendrán que modificar las formas de operar y llevar a cabo diversos procesos para alcanzar como menciona Delors, J. (1999) “El conjunto de comportamientos socioafectivos y habilidades cognoscitivas, psicológicas, sensoriales y motoras que permiten llevar a cabo adecuadamente un desempeño, una función, una actividad o una tarea”.

Con este antecedente el presente capítulo se orientará mediante técnicas de taxonomía numérica y datos derivado de cuestionarios e investigación documental al análisis de los aspectos académicos que están presentes en los planes y programas de estudio de diferentes instituciones educativas del país que cuentan con la licenciatura en biología, éste análisis se realiza para dos momentos el primero considerando los planes de estudio de los programas identificados para el año 1992, el segundo considerando los planes y programas actuales con registro al año 2008. Este planteamiento se realiza con la finalidad de establecer un comparativo y particularmente conocer y analizar la tendencia que marcan los planes de estudio que en este lapso de tiempo se constituyeron en diferentes estados de la República.

Derivado de este trabajo se hará una propuesta estructural para la conformación de un esquema general de plan de estudios que incorpore escenarios que permitan abordar los diversos campos del saber biológico, así como el manejo de los recursos naturales, en este esquema se pretende incorporar los aspectos psicológicos, epistemológicos y pedagógicos que una ciencia como la biología requiere tanto por su complejidad como por el manejo de conceptos abstractos que su comprensión amerita.

Hoy en día, la biología en sus aspectos académicos docentes y de investigación recobra una presencia importante ya que los temas que son sujeto de esta ciencia se traducen en calidad de vida y en supervivencia por lo que ante los retos ambientales que como raza enfrentamos existe una urgente necesidad por buscar mejores alternativas para la enseñanza de los contenidos académicos de ésta ciencia considerando su amplio sentido, significado e impacto social que de ella derivan.

## ***Análisis general de las Instituciones de Educación Superior que imparten la carrera de biología registradas al año 1992***

### **Cuestionario aplicado a las Instituciones de Educación Superior**

Para conocer la opinión de las Instituciones de Educación Superior en análisis, sobre diversos rubros relativos a la licenciatura en biología, se elaboró un cuestionario que contenía 78 preguntas, en donde se consideraban los aspectos principales que forman parte de la operación cotidiana de la práctica de un plan de estudios.

Con fundamento en el estudio realizado por Cifuentes y Torres (1982) se diseñó el mencionado cuestionario que permitiera identificar mediante las respuestas que proporcionaran las 41 escuelas y facultades de biología del país registradas en esa época aspectos de interés para este estudio, que como ya se mencionó se realizó considerando las instituciones presentes hasta el año de 1992.

El cuestionario considera cuatro aspectos fundamentales siendo estos:

- a) Datos organizativos de la institución.
- b) Planes de estudio y estructura curricular
- c) Perfil del biólogo a formar
- d) Planta docente de la institución
- e) Líneas de Investigación realizadas en la institución.

La estructura del cuestionario responde al interés por identificar los elementos que sin ser necesariamente parte de la estructura curricular inciden en el buen desarrollo del plan de estudios, y a la vez reflejan la manera en que éste se vincula con el entorno a través del trabajo de investigación de sus docentes o de la vida académica adicional al trabajo en el aula.

Cabe mencionar que hubo casos en los que no se obtuvo el total de las 78 respuestas, ya que en ocasiones el esquema del cuestionario, no correspondía con la estructura de la dependencia; en otros casos las instituciones no contaban con la información requerida, por lo que se trabajó a lo largo del año de 1991 para integrar los datos faltantes situación que se logró en algunos casos mediante visitas a las

instituciones y estableciendo contacto con los responsables de los diferentes planes de estudio de la licenciatura de biología . La información recabada considera las respuestas del 87.8% de la totalidad de instituciones vigentes, por lo que el material aquí incluido resulta suficiente para cubrir los objetivos de este trabajo.

Los resultados obtenidos del cuestionario en mención serán presentados conforme se diseñó el mismo, pretendiendo aglutinar bajo un solo rubro aquellas temáticas que presentan semejanzas o afinidades en cuanto al manejo de la información para su inclusión en este capítulo.

### ***Ubicación de las escuelas y facultades de biología en la república mexicana al año 1992***

Si bien las diferentes facultades y escuelas de biología cuentan con situaciones tanto académicas como históricas diversas, la distribución nacional de las escuelas y facultades de biología comprendiendo las que otorgan al egresado alguna modalidad adicional al título de biólogo en el país, representa una cobertura importante pues abarcan 23 estados de la república como se muestra en la *Fig.1* en donde con la finalidad de facilitar su identificación se consideraron las regiones Norte Centro y Sur como a continuación se menciona, 7 estados tienen la carrera de biología en el norte; 8 en el centro y 8 en el sur de la república, (*Fig. 2*)

Norte: Sonora, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Baja California Norte y Sur, Sinaloa, Durango.(7 estados)

---

Centro: Jalisco, Puebla, Estado de México, D.F., Morelos, Michoacán, Tlaxcala, Aguascalientes.( 8 estados)

---

Sur: Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Campeche, Quintana Roo. Yucatán.(8 estados )

Fig. 1 Región y estados correspondientes



Figura. 2. Estados en donde se imparte la licenciatura en Biología (1992)

La regionalización aquí utilizada corresponde a un criterio exclusivamente geográfico y resulta relevante el presentarla de este modo ya que la existencia de la licenciatura en biología o una modalidad de la misma, permite un espacio institucionalizado para considerar el conocimiento y manejo los recursos naturales de la región en donde se ubica, el estudio y la investigación que se realice sobre ésta temática fortalecerá el necesario vínculo entre la formación del estudiante y la aplicación del conocimiento adquirido en la resolución de problemas vinculados al área geográfica que le es propia. Cabe mencionar que de los 41 planes de estudio

identificados para este estudio 35 corresponden a instituciones públicas y 6 son privadas.

### ***Aspectos organizativos de las instituciones estudiadas***

Una parte relevante en la vida académica de cualquier institución la constituye su estructura organizativa ya que permite el flujo adecuado de recursos, las actividades colaterales como difusión y extensión y las actividades de formación integral que complementen el plan de estudios. En este sentido se incorpora en este rubro los aspectos que finalmente son la expresión de esa organización y que se suman para alcanzar los objetivos que buscan la formación integral de los estudiantes. Una estructura ágil y eficiente no es necesariamente la más grande o compleja, sino aquella que tenga como parte fundamental en su razón de ser el servir a la academia; en este contexto se presentan a continuación los resultados de los datos que colateralmente nos permitirán conocer la situación académica-administrativa institucional de las escuelas y facultades de biología a las que se aplicó el cuestionario.

### ***Título otorgado***

El título que se otorga al egresado la carrera de biología ha sido en forma tradicional el de licenciado en biología o biólogo, así como el plan de estudios de los diversos estados de la república en buena medida corresponden al esquema curricular de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Sin embargo, a partir de la década de los años setenta del siglo pasado algunas escuelas de biología que recién se inauguraban, empezaron a modificar los contenidos de los programas académicos y por consiguiente reestructuraron su plan de estudios buscando que el egresado pueda orientarse exitosamente en el mercado de trabajo y en algunos casos explorando la posibilidad de que el egresado lograra vincularse a la problemática regional, aunque en la mayoría de los casos y por múltiples razones, esto quede solo en el papel. Sin embargo en el análisis del plan de estudios se conservan materias que responden en un alto porcentaje a las de un plan de estudios de la licenciatura en biología. Es así que se identifican las orientaciones específicas que pueden apreciarse en la *Fig. 3* como

modalidades en los estados de la república donde se ubican, en donde la tendencia del plan de estudios considera áreas del conocimiento puntuales.



Fig. 3 parte 2

Fig. 3. Estados en donde se imparte la licenciatura en biología con alguna modalidad (1992)

La orientación que en sus contenidos académicos tienen los planes de estudios manifiesta una temática que se privilegia, y que se registra en las respuestas que las diversas escuelas y facultades de biología dieron a ésta pregunta del cuestionario en donde el perfil del biólogo a formar se manifiesta de la siguiente manera:

No. de Institución	Orientación identificada en el perfil del Biólogo a formar
25	Conservación y manejo de recursos naturales.
5	Manejo de zonas costeras.

3	Protección ambiental.
3	Biotecnología.
3	Área biomédica.
2	Administración de recursos marinos.
41	En total

*Fig.4 Instituciones de Educación Superior. Número y orientación terminal.*

Institución	Escuela o facultad	Título que otorga
*Universidad Autónoma de Aguascalientes	Centro Básico	Biólogo
*Universidad Autónoma de Baja California	Facultad de Ciencias	Biólogo
*Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas	Escuela de Biología	Biólogo
*Instituto de Ciencias y Cultura A.C. Coahuila	División Ciencias Biológicas	Biólogo
*Universidad Autónoma de Coahuila	Escuela de Ciencias Biológicas	Biólogo
*Universidad Nacional Autónoma de México	Facultad de Ciencias	Biólogo
*Universidad Nacional Autónoma de México	FES Zaragoza	Biólogo
*Instituto Politécnico Nacional	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas	Biólogo
*Universidad Simón Bolívar	Escuela de Biología	Biólogo
*Universidad Autónoma Metropolitana	Div. Cbs Unidad Xochimilco	Biólogo
*Universidad Juárez Estado Durango	Escuela Superior de Biología	Biólogo
*Universidad Autónoma de Guerrero	Escuela de Ciencias Químico Biológicas	Biólogo
*Universidad de Guadalajara	Facultad de Ciencias Biológicas	Biólogo
*Universidad Nacional Autónoma de México	ENEP Iztacala	Biólogo
*Universidad Autónoma Estado de México	Escuela de Ciencias	Biólogo
*Universidad Michoacana San Nicolás Hgo.	Escuela de Biología	Biólogo

*Universidad Autónoma Estado de Morelos	Facultad de Ciencias Biológicas	Biólogo
*Universidad Autónoma de Nuevo León	Facultad de Ciencias Biológicas	Biólogo
*Universidad Autónoma de Puebla	Escuela de Biología	Biólogo
*Universidad de las Américas Puebla	Depto. de Química y Biología	Biólogo
*Instituto Tecnológico	SEP Unidad Quintana Roo	Biólogo
*Instituto Tecnológico	SEP Unidad los Mochis Sinaloa	Biólogo
*Instituto Tecnológico	SEP Unidad Ciudad Victoria Tamaulipas	Biólogo
*Universidad del Noreste Tamaulipas	Facultad de Ciencias Biológicas	Biólogo Lic. en C. Biolog
*Universidad Veracruzana	Facultad de Biología Jalapa	Biólogo
*Universidad Veracruzana	Facultad de Biología Tuxpan	Biólogo
*Universidad Veracruzana	Facultad de Biología Córdoba	Biólogo
*Universidad Autónoma Yucatán	Facultad de Veterinaria y Zootecnia	Biólogo

Fig. 5. Instituciones de Educación Superior que otorgan el título de Biólogo (28)

Institución	Escuela o facultad	Título que otorga
*Universidad Autónoma de Tlaxcala	Departamento Agrobiología	Biólogo Agropecuario
*Universidad Autónoma de Baja California Sur	Departamento de Biología Marina	Biólogo Marino
*Universidad Autónoma de Campeche	Escuela Superior de Ciencias Químico- Biológicas	Biólogo Marino

*Universidad Occidente	Departamento de Biología los Mochis	Biólogo-ecólogo
*Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa	División de Ciencias Biológicas y Sociales	Biólogo Experimental Hidrobiólogo Biólogo con especialidad en Zoología ó Botánica
*Universidad Autónoma de Guerrero	Escuela Superior Ecología Marina	Ecólogo Marino
*Centro de Estudios Superiores Estado de Sonora	Escuela Superior de Ecología	Ing. Ecología
*Universidad Autónoma de Guadalajara	Escuela de biología	Ing. Biotecnólogo
*Centro de Estudio Superiores Estado de Sonora	Escuela Superior de Acuicultura	Ingeniero en Acuicultura
*Universidad Autónoma de Sinaloa	Escuela de Ciencias del Mar	Lic. Biol. Pesquera
*Universidad Autónoma de Sinaloa	Escuela de Biología	Lic. en Biología
*Universidad Autónoma Benito Juárez Oaxaca	Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia	Químico Biólogo
*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	División académica de Ciencias Biológicas	Biólogo Lic. en Manejo de Recursos Naturales

*Fig.6 Instituciones de Educación Superior que otorgan el título de Biólogo con otra modalidad (13)*

La diferencia en la denominación del título que se otorgue resulta relevante, toda vez que corresponde con las particularidades que inciden en la orientación de la

enseñanza y de los alcances del saber biológico, particularmente si el título representa la estructura de un plan de estudios diseñado para la formación de un biólogo agropecuario, de un ecólogo marino o de un ingeniero en ecología, en relación a un plan de estudios que pretende la formación de un biólogo bajo un esquema integral. El título que se otorga al egresado es la manifestación de un proceso formativo que se expresó en la estructura curricular que lo formó y que responde a una visión e interpretación de los factores, sociales, económicos y culturales que le rodean Furlán (1996) plantea al Currículum como "un proyecto de transformación de la actividad académica, que pretende ser totalizador, que pretende impactar a la totalidad de la práctica, que pretende la sinergia... pretende que el accionar de la pluralidad de profesores confluya en una dirección única, la dirección que marcan los objetivos del proyecto de enseñanza o el marco evaluativo del proyecto de enseñanza". En un plan de estudios, la definición del perfil profesional que se pretende alcanzar se vincula estrechamente con la expresión que tendrá el título del futuro profesionalista, la identificación de las diversas modalidades con las que egresa el biólogo en las diversas regiones del país son un indicador de los contenidos académicos que se encuentran en los diferentes planes de estudio de la licenciatura de biología del país.

### ***Establecimiento de planes y programas de la licenciatura en biología para el año 1992***

Como ya se mencionó, la presencia de planes y programas de estudio de la carrera de biología a nivel nacional, ha ocurrido en diferentes momentos posteriores a la fundación de las respectivas universidades, situación que se puede observar en la *Fig. 7* en donde sólo 6 licenciaturas en biología se fundan simultáneamente al establecimiento de cada institución de educación superior ; en los restantes campus universitarios media una diferencia entre la fecha de establecimiento de la institución y la presencia del plan de estudios de biología, con una antigüedad que va de 2 a 63 años. Cabe mencionar que la presencia más abundante de planes de licenciatura de biología se realiza en un lapso de 17, años abarcando el periodo de 1972 a 1989 en donde 33 escuelas y facultades contaron para esa fecha con la mencionada licenciatura representando esta cifra el 80.5 % de las 41 escuelas y facultades existentes y analizadas en este trabajo de tesis.

### Base 1992

Institución	Fecha de establecimiento de la carrera	Fecha de fundación de la universidad
*Universidad Nacional Autónoma de México	1938	1910
*Instituto Politécnico Nacional	1942	1936
*Universidad Autónoma de Nuevo León	1952	1937
*Universidad Veracruzana – Jalapa	1960	1944
*Universidad Autónoma de Morelos	1965	1965
*Universidad Autónoma de Guadalajara	1965	1934
*Universidad Autónoma de Sinaloa	1970	1947
*Universidad Autónoma de Guerrero E.M.	1971	1960
*Universidad Michoacana San Nicolás Hidalgo	1973	1917
*Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa	1974	1973
*Universidad Autónoma de Aguascalientes	1974	1973
*UNAM – ENEP Iztacala	1975	1975
*Universidad Juárez del Estado de Durango	1975	1957
*UNAM- ENEP Zaragoza	1976	1975
*Universidad Autónoma de Baja California Sur	1976	1976
*Universidad Autónoma de Baja California	1977	1957
*Universidad del Noreste	1977	1970
*Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco	1978	1974
*Universidad Autónoma de Guerrero	1979	1960
*Universidad Veracruzana – Tuxpan	1979	1944
*Universidad de Guadalajara	1980	1947
*Universidad Veracruzana – Córdoba	1980	1944
*Universidad Simón Bolívar	1981	1981
*Instituto de Ciencia y Cultura A. C. Coahuila	1982	1969
*Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas	1982	1945
*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	1982	1959
*Universidad Autónoma de Coahuila	1982	1945
*Instituto Tecnológico SEP Unidad Quintana Roo	1983	1972

*Universidad Autónoma de Tlaxcala	1983	1983
*Instituto Tecnológico SEP Unidad Ciudad Victoria	1984	1984
*Instituto Tecnológico SEP Unidad Los Mochis	1985	1976
*Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora	1985	1945
*Universidad Autónoma de Yucatán	1985	1922
*Universidad de Occidente	1985	1980
*Universidad Autónoma de Puebla	1987	1956
*Universidad Autónoma del Estado de México	1987	1956
*Universidad Autónoma de Sinaloa E. M.	1989	1947
*Universidad de las Américas	1991	1940
*Universidad Autónoma de Campeche	1995	1989
*Universidad Autónoma Benito Juárez Oaxaca	2003	1955

*Fig.7 Creación de la carrera de biología*

*Fechas de creación de 40 instituciones ya que se toma como una sola el Centro de Educación Superior de Sonora con Ingeniero en Acuicultura e Ing. en Ecología.*

Nota: El ordenamiento es con base a la fecha de establecimiento de la carrera de biología.



*Gráfica 1. Creación de Escuelas y Facultades que imparten la carrera de Biología hasta el año 1995*

### ***Población estudiantil***

La demanda estudiantil por las carreras de ciencias ha sido tradicionalmente baja en relación a otras áreas del conocimiento como lo son, las carreras de las áreas sociales, en este contexto para una institución educativa es importante responder a la expectativa social de sus futuros egresados y formar a éstos de manera pertinente. Sin embargo las preferencias vocacionales de los alumnos responden a múltiples factores que transitan desde lo familiar, la percepción social, las preconcepciones del estudiante que pueden ser negativas hacia un área del conocimiento, factores económicos, prestigio etc. entre otros. La decisión que un adolescente hace sobre la carrera que lo

formará profesionalmente es individual pero como menciona Grinder (2000) “Las experiencias de socialización mediante las cuales el adolescente llega a un compromiso con su carrera se componen de muchos factores. Son muchas las teorías que han tratado de explicar cómo tuvo lugar la planeación de la carrera durante la socialización” y para otros autores como Osipow (1972) “estas teorías suponen que la planeación vocacional es sistemática y consiste en un proceso evolutivo”. En el caso de las carreras de ciencias se presupone una selección, al menos por el área del conocimiento, en edades más tempranas por requerirse una preparación mayor en matemáticas, física y ciencias naturales Grinder (2000). Sin embargo para éste trabajo de tesis resulta de interés mostrar en los dos momentos de análisis de la licenciatura de biología en México 1992 y el año 2008 las preferencias de los estudiantes por la carrera de biología lo que indicará colateralmente el impacto social de ésta profesión.

La población estudiantil total para la carrera de biología a nivel nacional fue tomada de las cifras que ofrece ANUIES ya que en el cuestionario aplicado en el transcurso de este trabajo, refería en algunos casos diferencias significativas con estos datos. Como se muestra en la *Fig. 8*, la población estudiantil para biología disminuyó en un 20 % en 5 años, entre 1988 y 1992. Sin embargo, como se observa en la misma figura la disminución también se ha presentado en otras carreras del área de ciencias y aunque en otoño de 1992 esta disminución es menor en porcentaje a la población en referencia del año de 1988; no deja de ser un indicador del interés que muestran los estudiantes por estas áreas y particularmente por la biología. La preferencia por una profesión a nivel estudiantil es más clara si nos remitimos a la *Fig. 9* en donde se muestra la demanda por áreas sociales-administrativas, ciencias de la salud y naturales y exactas en la población estudiantil en el año de 1987 y el año 1992. Es evidente que la demanda estudiantil para las carreras del área sociales y administrativa es muy significativa ya que aumentó un 25.59 % en primer ingreso, así como las ciencias de la salud cuyo incremento se registra con un 21.10 %; sin embargo, las ciencias naturales y exactas disminuyeron en un 14.41 % su demanda con respecto al año de 1987. Estas cifras afectan naturalmente tanto a la población total como a la de egresados, las cuales son proporcionales en cuanto a comportamiento a las cifras mencionadas.

### Biólogo

Año	Pi	Pi+Re	E	E/Pi	E/Pi + Re
1988	2175	10434	1592	0.73	0.15
1989	2057	9620	1500	0.73	0.16
1990	1827	9432	1378	0.75	0.15
1991	1729	8881	1412	0.82	0.16
1992	1726	8497	1566	0.91	0.18

### Físico

Año	Pi	Pi+Re	E	E/Pi	E/Pi + Re
1988	463	2151	159	0.34	0.07
1989	387	2118	171	0.44	0.08
1990	773	3050	207	0.27	0.07
1991	407	2101	187	0.46	0.09
1992					

### Matemático

Año	Pi	Pi+Re	E	E/Pi	E/Pi + Re
1988	657	2375	142	0.22	0.06
1989	500	2448	174	0.35	0.07
1990	724	3110	230	0.32	0.07
1991	366	2058	230	0.63	0.11
1992	522	2140	190	0.36	0.09

### Químico

Año	Pi	Pi+Re	E	E/Pi	E/Pi + Re
1988	375	1853	211	0.56	0.11
1989	361	1776	241	0.67	0.14
1990	366	1840	169	0.46	0.09
1991	325	1614	123	0.38	0.08
1992	350	1764	251	0.72	0.14

PI = Primer ingreso

RE = Reingreso

E = Egreso

*Fig. 8. Población estudiantil por carrera a nivel nacional*

Fuente : ANUIES anuario estadístico Licenciatura en Universidades e Institutos Tecnológicos 1992

Nota: La cifra de egresados es respecto al año anterior.

<b>Primer Ingreso</b>				
Área	1987	1992	Porcentaje	Comportamiento
Sociales-administrativas	102, 478	128, 712	25.59 %	Incremento
Ciencias de la salud	22, 575	27, 340	21.10 %	Incremento
Ciencias naturales y exactas	6, 288	5, 193	14.41 %	Decremento

<b>Población total</b>				
Área	1987	1992	Porcentaje	Comportamiento
Sociales-administrativas	448, 599	554, 940	23.70 %	Incremento
Ciencias de la salud	115, 437	113, 378	1.78 %	Decremento
Ciencias naturales y exactas	28, 038	22, 851	18.49 %	Decremento

<b>Egresados</b>				
Área	1987	1992	Porcentaje	Comportamiento
Sociales-administrativas	47, 936	71, 154	48.43 %	Incremento
Ciencias de la salud	16, 414	14, 991	8.66 %	Decremento
Ciencias naturales y exactas	2, 629	3, 253	23.73 %	Incremento

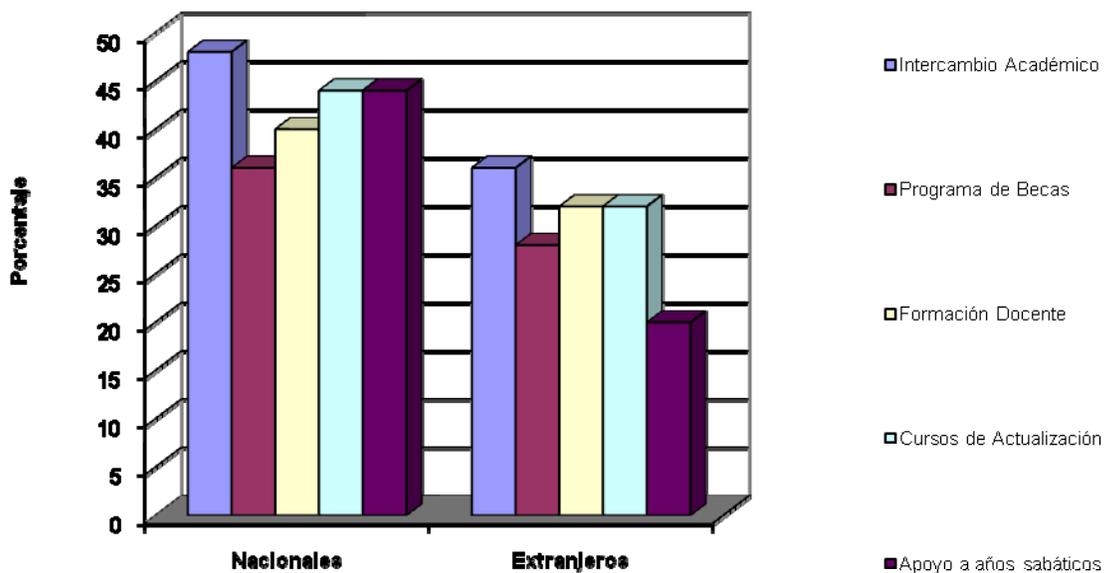
*Fig. 9 Comparación de la población estudiantil en tres áreas a nivel nacional*

Fuente: ANUIES Anuario Estadístico, Licenciatura 1987. Licenciatura en Universidades e Institutos Tecnológicos 1992.

### ***Investigación – docencia***

El vínculo que guardan las escuelas y facultades de biología entre sí, con otros centros educativos o de investigación, se conoció a través del establecimiento de convenios para la superación académica de su personal. De acuerdo a información

tomada de la ANUIES, se encontró que el 81% de las instituciones tienen acuerdos de intercambio, colaboración o apoyo, siendo el 52% de éstos de carácter nacional, 48% nacional y extranjero y solo un 4% convenios exclusivamente con el extranjero. Con el fin de precisar, se hace notar que el 19% no manifestó la existencia y tipo de convenios que poseen con otras instancias *Gráfica 2*. La presencia de esta clase de acuerdos es un indicador relativo de la vinculación existente entre las diversas instituciones de educación superior de México y nos da una idea de la posibilidad de llegar a acuerdos de cooperación académica que permitan unificar criterios en torno a la enseñanza profesional de la biología o al establecimiento de variantes en las formas de enseñanza de acuerdo a las necesidades locales y regionales.



*Gráfica 2 Convenios Interinstitucionales*

### **Infraestructura**

Para la caracterización de la infraestructura y de los espacios físicos que hacen posible la realización de las actividades inherentes a la licenciatura, se cotejaron los datos obtenidos para el presente estudio con el realizado por Cifuentes y Torres (1982).

Se encontró que, en la mayoría de las instituciones a las que se aplicó el cuestionario, las instalaciones han pasado por programas de mantenimiento y reacondicionamiento con el fin de lograr la vinculación de los programas de estudio y las necesidades que se derivan de modificaciones al programa académico. Las instalaciones de apoyo para la enseñanza comprenden, además de aulas, aulas-laboratorio, laboratorios de investigación y bibliotecas así como infraestructura básica, y otros espacios adaptados a las necesidades de la carrera y número de alumnos.

La posibilidad de alcanzar una reestructuración adecuada de los contenidos de los planes de estudio de la licenciatura en biología implica necesariamente el considerar la posibilidad de contar con una infraestructura pertinente para satisfacer los requerimientos que el avance de la biología exige. Es por lo tanto relevante el considerar en este análisis las condiciones materiales en las que cada carrera de biología se desarrolla ya que la infraestructura que el trabajo experimental y de laboratorio requiere esta ciencia es en ocasiones de compleja adquisición por lo que no se alcanza a cubrir en un nivel óptimo el aprendizaje de los contenidos académicos de las diversas materias que conforman el plan de estudios. Sin embargo cabe mencionar que todas las instituciones educativas de nivel superior sujetas a éste análisis cuentan al menos con la infraestructura básica necesaria para la enseñanza de la biología. Esta información se obtuvo de las 41 escuelas y facultades de biología en el país.

### ***Perfil de ingreso y egreso***

Bajo esta temática se pretendió identificar las expectativas que la institución tiene del aspirante a cursar la licenciatura en biología en cuanto a capacidades y actitudes y consecuentemente establecer un vínculo con el perfil de egreso en donde se estarían identificando las metas formativas del plan de estudios, en donde se orientaría en forma más específica a las capacidades o competencias. Sin embargo de las 41 instituciones analizadas solamente nueve reúnen ambas temáticas siendo éstas la Universidades Autónomas de Aguascalientes, Campeche, Nuevo León, Juárez de Tabasco, Baja California Sur, la Universidad Simón Bolívar, el Instituto Politécnico Nacional, el Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas y la Universidad Nacional Autónoma de México. La

referencia a cada perfil por cada una de éstas Instituciones de Educación Superior se presenta en el *anexo 1*.

Cabe mencionar que en el caso del perfil de ingreso de las nueve universidades, todas coinciden en requerir del aspirante la capacidad analítica e interés por la investigación. En 4 de las instituciones se coincide en el requisito de buena salud, así como en el 90% de ellas capacidad memorística.

En relación al perfil de egreso, se coincide en las 9 instituciones en la capacidad del egresado para resolver problemas biológicos que contribuyan a la resolución de necesidades nacionales; se hace énfasis en la capacidad del biólogo egresado para realizar trabajos de investigación y en sólo tres casos se menciona la capacidad del pasante para abordar aspectos relativos a la docencia de la biología. Representando el 21.9 % del total de Facultades y Escuelas.

### ***Seguimiento académico del estudiante***

En las Instituciones de Educación Superior analizadas el rendimiento escolar que se manifiesta en las calificaciones es un indicador para analizar la comprensión de contenidos de los programas académicos. Es así que de acuerdo al seguimiento de los índices de acreditación, en los centros educativos se presenta, en la *Fig. 10* la relación de las diferentes causas reportadas por las instituciones como elementos que dificultan el aprendizaje. Se observa, en primer plano, una reincidente circunstancia que se refiere a la falta de hábitos de estudio en los estudiantes de esta ciencia.

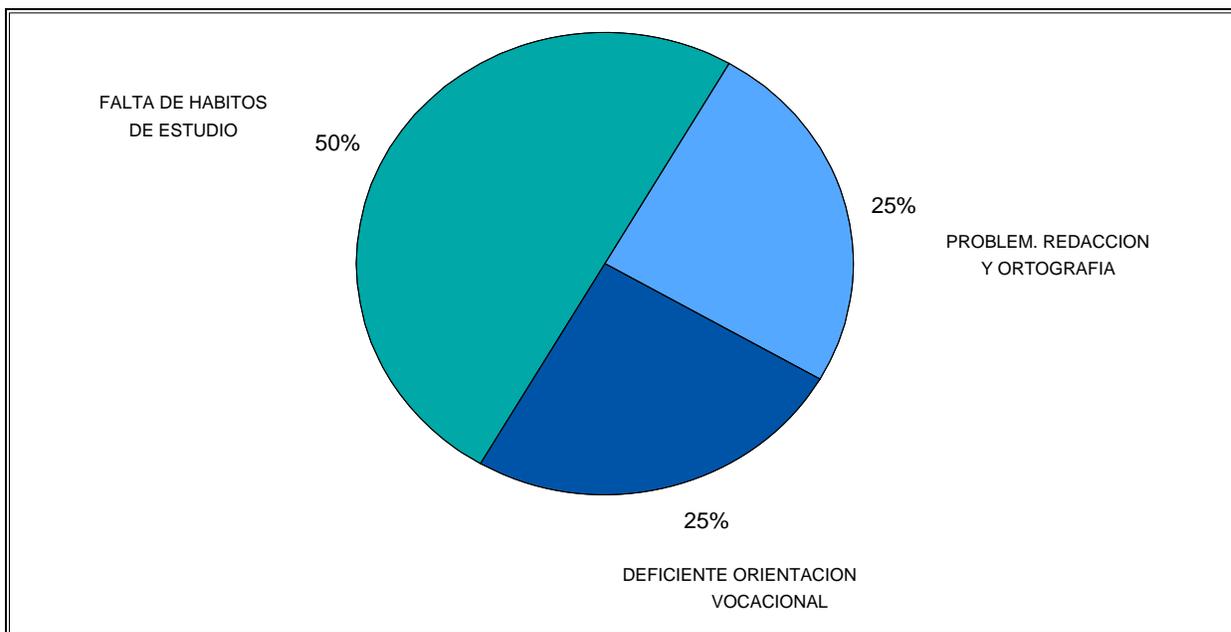


Fig. 10 Problemas de aprendizaje

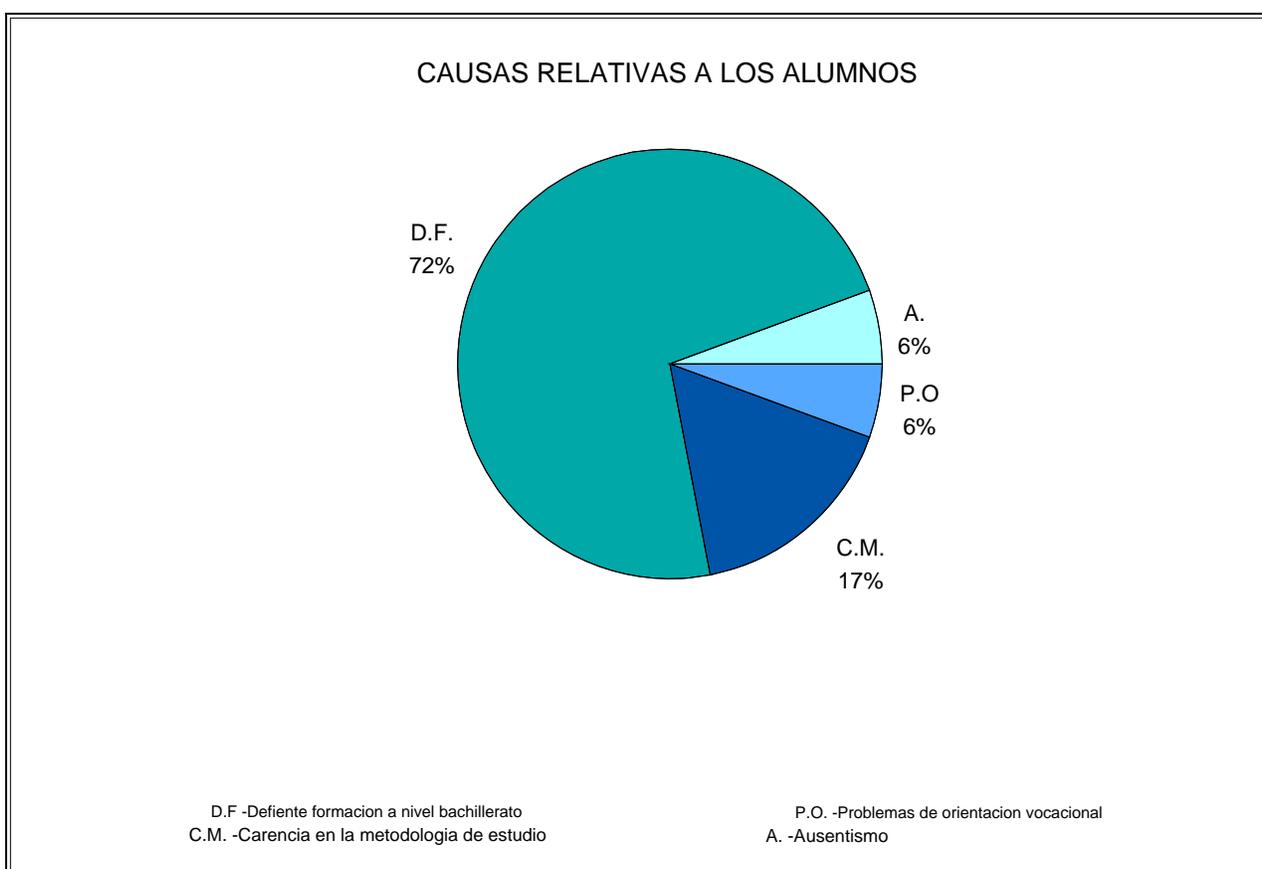
### ***Acreditación***

La identificación de la problemática que dificulta la aprobación de las asignaturas que están contenidas en los planes de estudio, se ha llevado a cabo por los estudios estadísticos sobre el número de estudiantes que cursan determinada asignatura y, al mismo tiempo, el cumplimiento de los requisitos académicos mínimos para pasar al nivel posterior (obtención de créditos); (Proyecto de plan de estudios, Biología, UNAM-Iztacala, 1994).

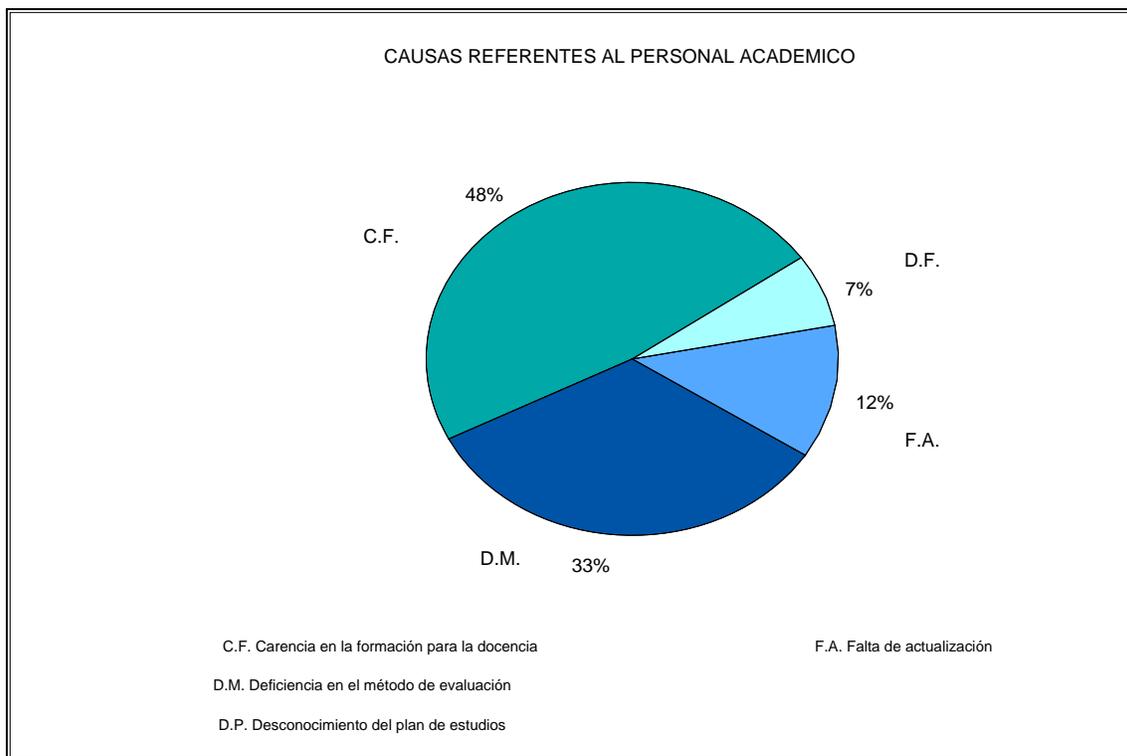
Por causas de diversa índole no pudo obtenerse las materias índice que representan la base de los estudios sobre la acreditación y de la deserción en cada institución, por lo que se limitó la integración de los datos analizados. Sin embargo, dentro de la estructuración del cuestionario se contempló otro aspecto que sustituye el anterior: la problemática de la no acreditación en términos generales, definidos por la incidencia de los factores educativos, capacidades humanas y la estructuración del conocimiento.

Tres situaciones particularmente interesantes se reconocieron en este marco: las causas detectadas en relación al alumno, en donde el rasgo sobresaliente es la deficiente formación académica a nivel bachillerato, representado por el 72%.

En relación al personal académico, en una proporción del 39% se encuentra la deficiente formación para la docencia. En lo referente a las causas derivadas del Curriculum, se observa que el 61.5% se relaciona a la extensión de los programas de la licenciatura. Otra causa detectada fue la deficiencia en material didáctico en un 53% (Fig. 11, 12, 13 y 14).

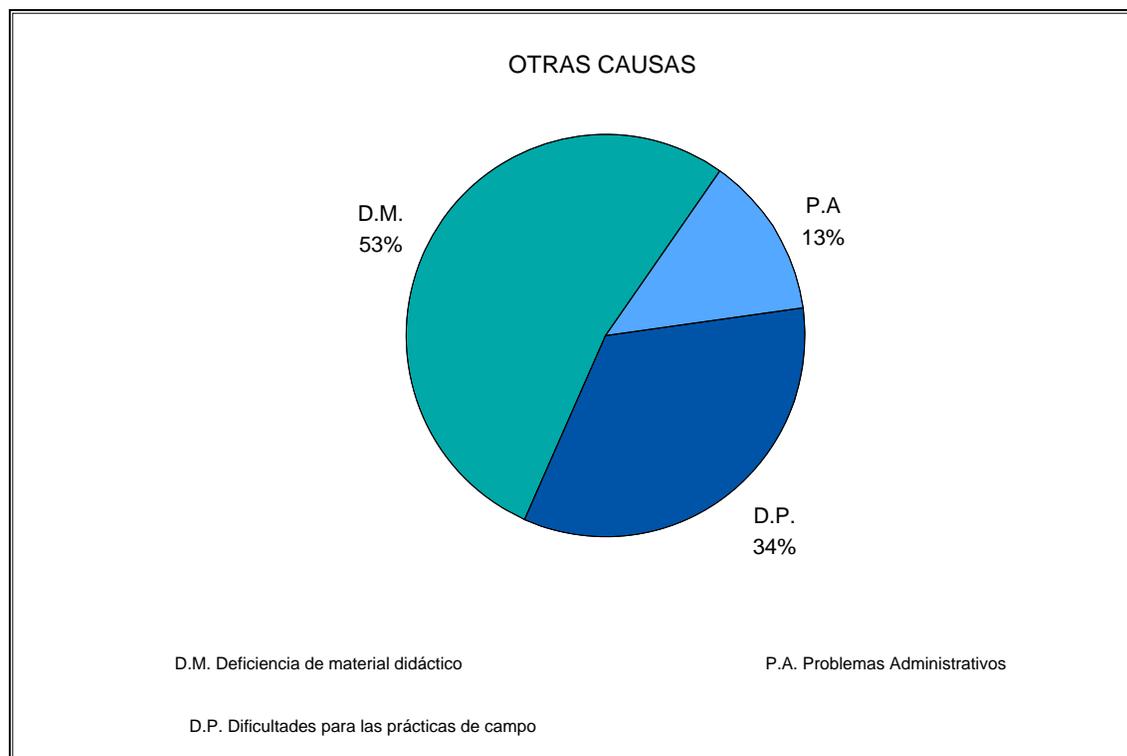


*Fig. 11 Causas relativas a los alumnos*

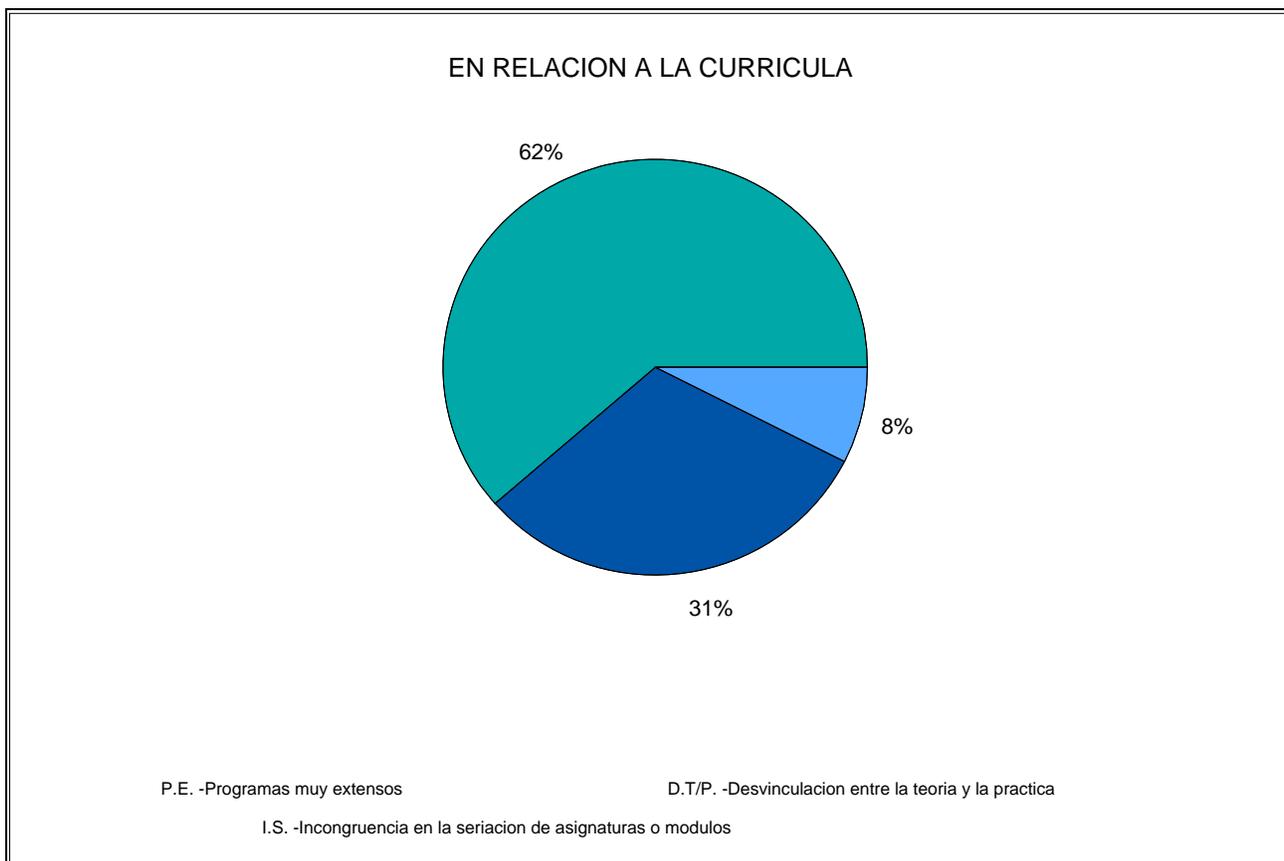


*Fig. 12 Causas referentes al personal académico*

**Causas de no acreditación**



*Fig. 13 Causas de no acreditación*



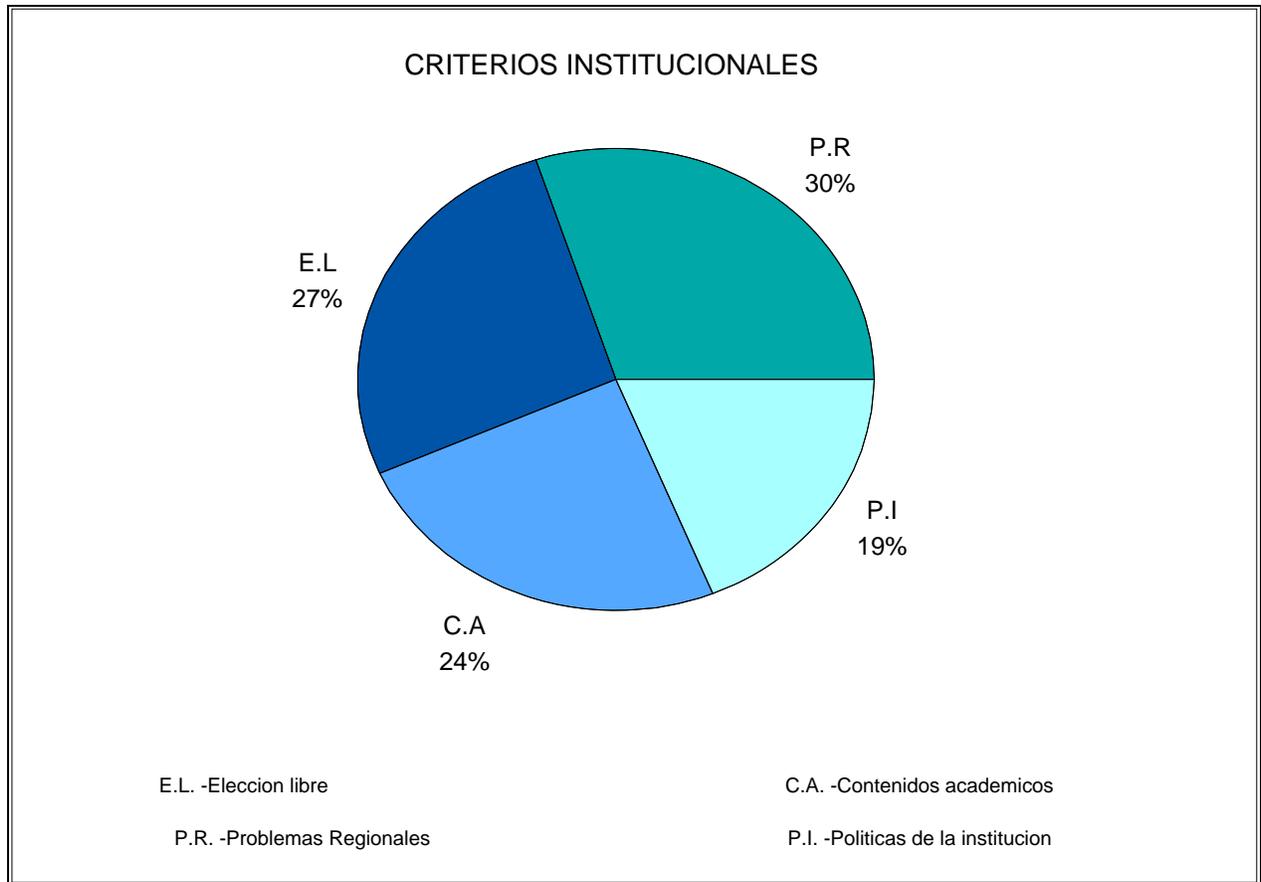
*Fig. 14. Causas de no acreditación en relación a la currícula*

### **Servicio social**

El nexo estructural entre la enseñanza y la investigación se determina con la realización del servicio social del estudiante de biología; esta actividad es considerada como una estrategia preparatoria profesional para que el egresado se integre a un sistema ocupacional en el cual se facilite su incursión al campo de trabajo gracias a las experiencias adquiridas.

El servicio social dentro del marco institucional como requisito indispensable para la obtención del título, está contenido en los estatutos universitarios y los lineamientos son similares en todas las instituciones analizadas.

En este caso se ha podido categorizar, en términos generales, los criterios institucionales para su realización; puede observarse, en la *Fig. 15* que la prioridad se orienta a problemas regionales.



*Fig. 15* Criterios para la realización del servicio social

La disponibilidad de recursos financieros, humanos y físicos dispuestos por cada institución, según los proyectos presentados se otorgan; sin embargo, el estudiante cuenta permanentemente con las instalaciones de la escuela y/o facultades a la que pertenece. Con menor proporción se encuentra otra opción que posibilita la conclusión del servicio social y que son los convenios con otras instituciones, *Fig. 16*

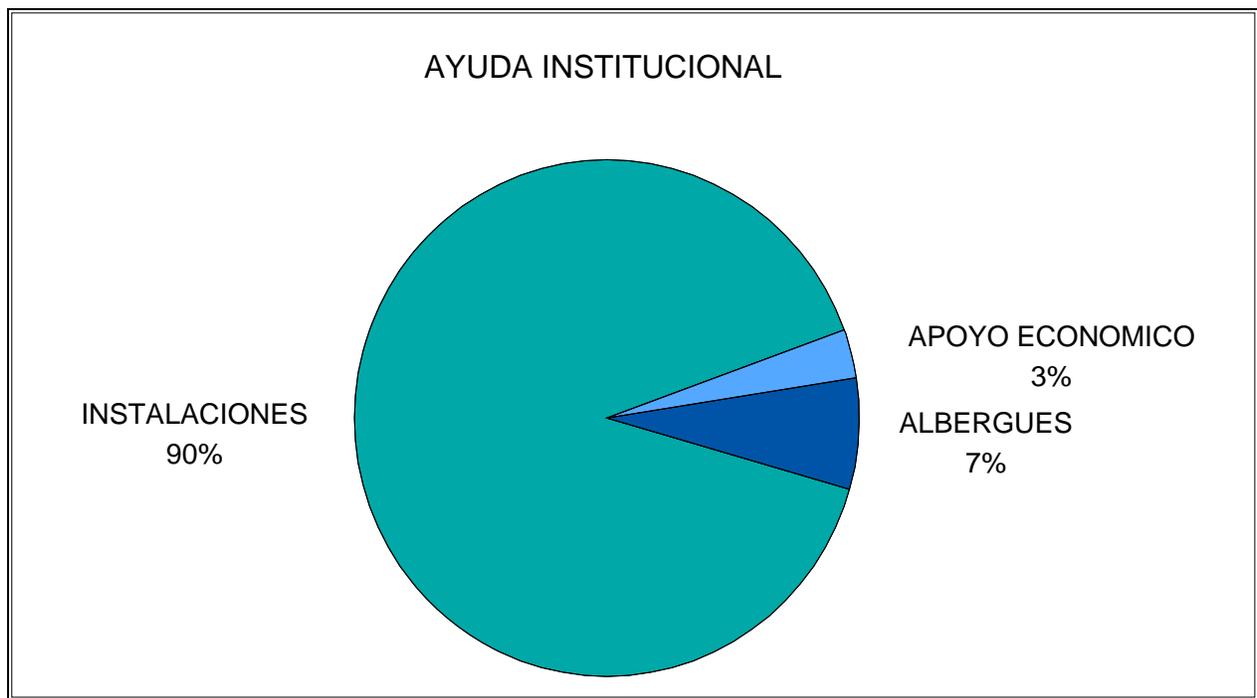


Fig. 16 Apoyos para la realización del servicio social

### **Titulación**

La culminación de la preparación profesional es la obtención del título profesional, el que independientemente del trabajo académico que implica, es requisito cubrir el trámite administrativo el que resulta en ocasiones de gran complejidad para los estudiantes en este sentido se cuestionó a las instituciones sobre la percepción que tienen al respecto, identificándose cinco causas más frecuentes que inciden en la escasa titulación. Fig. 17

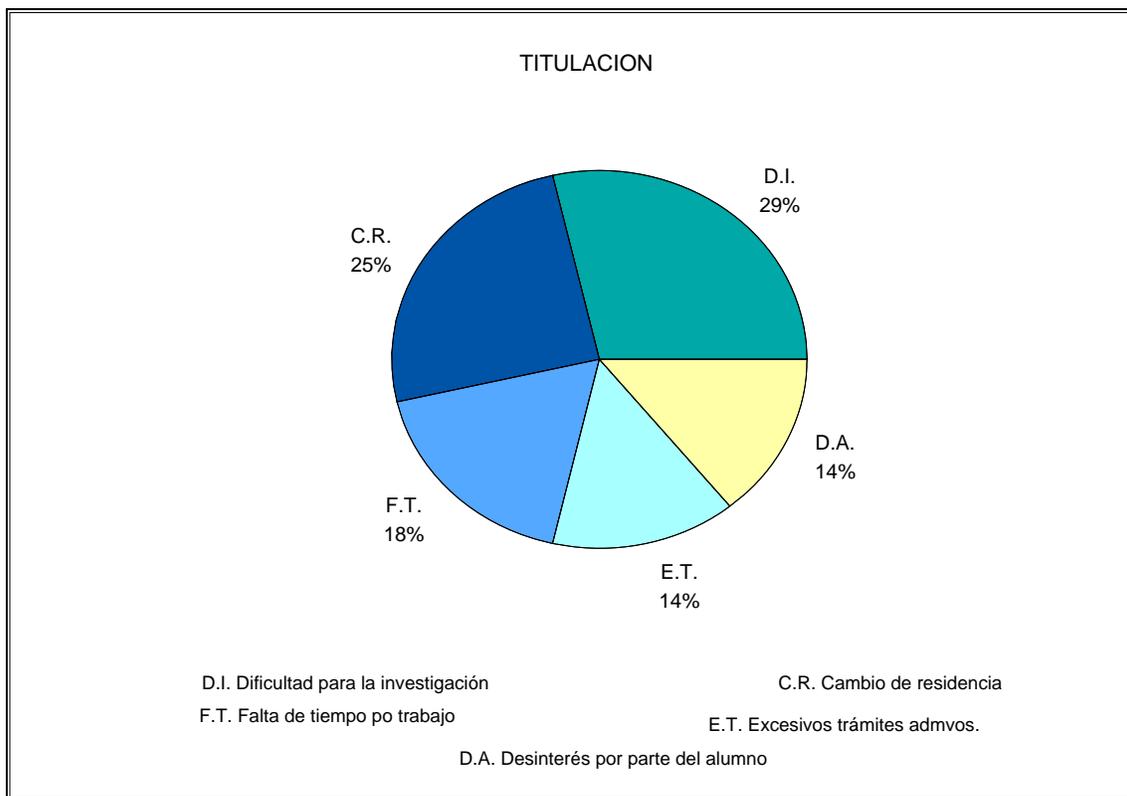


Fig. 17 Problemática de obtención del título

### ***Características del perfil del biólogo a formar al corte 1992***

Siendo la biología una ciencia compleja que además del estudio de los fenómenos de la vida en su más amplia expresión, tiene también injerencia en aspectos socioeconómicos de la actividad humana, definir el perfil del biólogo resulta, complicado ya que si bien la formación de este profesional es científica, el ejercicio laboral no necesariamente es correspondiente por lo tanto los alumnos egresados afrontan diversas exigencias en el ámbito formativo.

Para éste reporte de los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario a las instituciones de educación superior que imparten biología en el año 1992, se encontró que únicamente nueve instituciones de las 41 analizadas consideran este perfil profesional como parte sustantiva del plan de estudios, se incorporan en este rubro la enseñanza, la investigación y la conservación y manejo de los recursos naturales. Se presenta a continuación un compendio del perfil profesional general que

se consideran en las instituciones en mención para el egresado a nivel licenciatura de la carrera de biología:

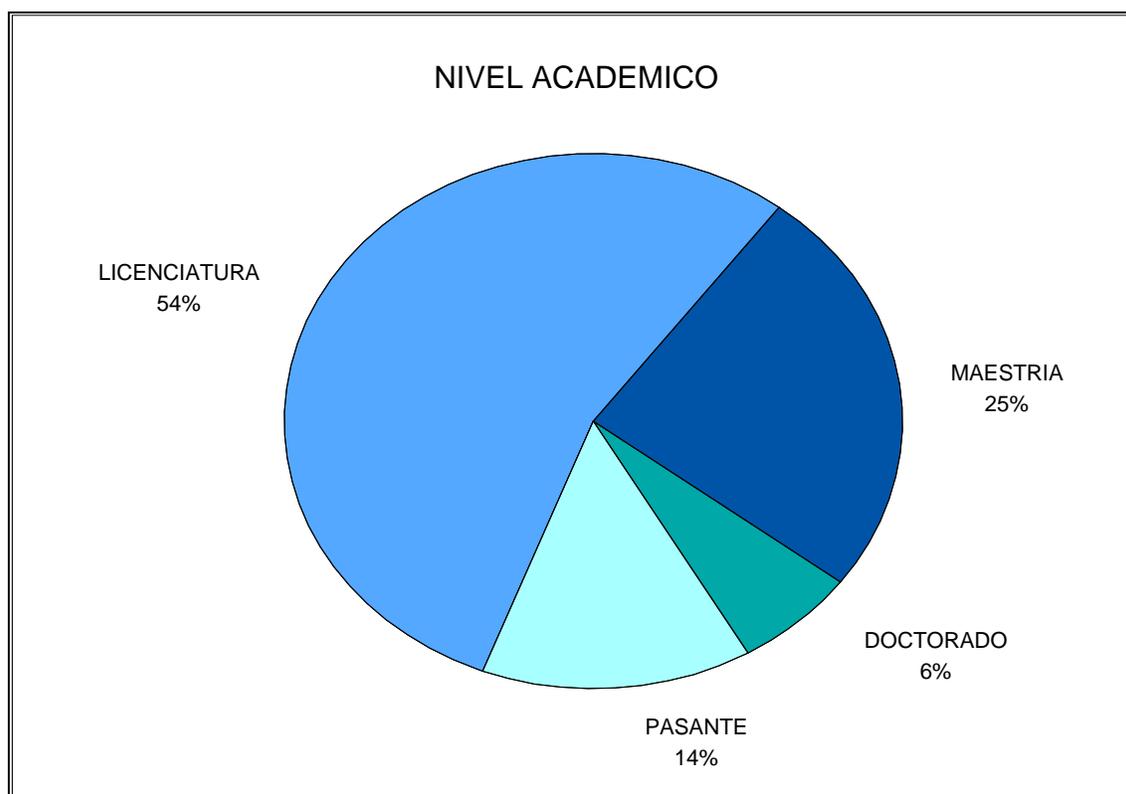
1. Es un profesionalista que desarrolla la investigación científica orientada a la solución de problemas biológicos.
2. Posee el conocimiento para entender la estructura y función de los seres y su relación con el medio ambiente.
3. Es capaz de diseñar, asesorar y dirigir investigaciones y proyectos que mejoren los satisfactores humanos; dicho de otra forma, puede generar resultados útiles para el desarrollo social, económico, estatal y nacional.
4. Su ejercicio profesional se basa en la utilización del método científico para desarrollar estudios sobre el manejo de recursos, su administración, planificación y legislación y dar una solución a los problemas originados por la inadecuada utilización de los mismos.
5. Tiene el conocimiento crítico que le permite colaborar con otros especialistas en el estudio, análisis, determinación y control de los problemas de orden biológico que pongan en peligro el equilibrio ecológico de la naturaleza y promover el mejoramiento ambiental.
6. El egresado está capacitado para solucionar demandas actuales y futuras de la sociedad con sentido biotecnológico y productivo.
7. Divulga el conocimiento científico biológico participando en la educación a todos los niveles, sobre todo en la media superior y superior, es decir, incursiona en la docencia.
8. Promueve el conocimiento a través de publicaciones y distintos medios de comunicación.

El perfil del biólogo a formar en estas instituciones incorpora capacidades que no necesariamente cuentan con un soporte académico como sucede con la capacidad que se refiere a impartir la docencia, cuando no se considera en el plan de estudios materias como didáctica o enseñanza de la ciencia, de las Instituciones que registran el perfil de egreso, una de ellas la Universidad Autónoma de Baja California Sur otorga el título con la modalidad de biólogo marino el resto de las instituciones como Licenciado en Biología, en el caso de Baja California Sur el perfil se orienta a los temas marinos

aunque incorpora en el mismo los aspectos relativos a la docencia. Resultado de éste análisis destaca el hecho que en las Instituciones de Educación Superior en referencia, se cuenta con un perfil de nuevo ingreso en donde se privilegian los aspectos actitudinales del futuro estudiante hacia: el estudio, la investigación, la capacidad de observación, buena memoria, capacidad de síntesis, constancia, gusto por la lectura, paciencia, curiosidad científica y buena salud, situación deseable para cualquier estudiante pero que en este caso también es el reflejo de las experiencias de quienes elaboran los planes de estudio en relación a las exigencias que en este aspecto demanda la formación integral y el conocimiento teórico y práctico que una ciencia como la biología requiere. *Anexo No 1*

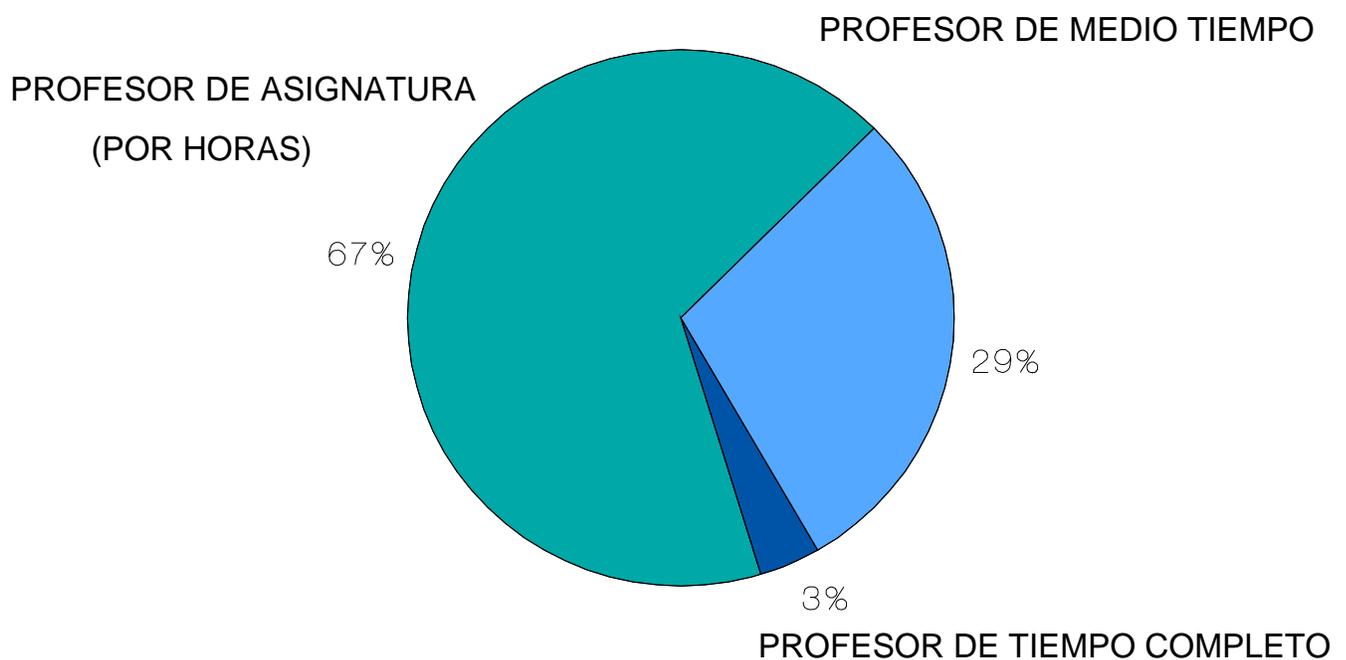
### ***Personal Docente***

El cuerpo de profesores de la carrera constituye el principal factor a considerar tanto en el cumplimiento de un plan de estudios como en la realización de un cambio curricular. En el periodo 1990-1991, para atender la demanda estudiantil en las 41 instituciones analizadas se contrataron 2,032 profesores, de los cuales: 109 tienen doctorado, 132 cuentan con maestría, 937 son licenciados y 247 pasantes *Fig. 18*



*Fig. 18 Nivel académico*

La actividad que desarrolla la planta docente reportada por las instituciones trabajadas son la formación de investigadores, la producción de nuevo conocimiento, guiar el proceso enseñanza-aprendizaje, y en general enriquecer la cultura, mejorar las condiciones de vida y fomentar la convivencia. La experiencia del docente, así como el interés que manifieste hacia su materia son factores fundamentales en el logro de programas. No está por demás mencionar que el docente de biología debe de reunir ciertas características entre las que pueden mencionarse la labor de trabajo académico en cuanto a su propia superación académica, su capacidad de orientar y la capacidad para realizar investigación.



*Fig. 19 Situación contractual*

### **Modificación de los planes de estudios reportados al año 1992**

La operación del plan de estudios de la licenciatura en biología en la vida cotidiana de una institución de educación superior, deriva en experiencias que llevan a reflexionar sobre el proceso enseñanza aprendizaje, el contenido académico de un programa y sus

modificaciones, así como la forma de estructurar el mapa curricular, en este sentido la modificación de los planes de estudio se lleva a la práctica como parte del proceso educativo, con la intención de adecuar los componentes del curriculum en correspondencia con los contenidos de los programas que manifiestan entre otros, la forma en que los participantes en el diseño curricular conciben la estructura de los contenidos de una ciencia como la biología y su consecuente forma de impartir la docencia. En este sentido la evaluación que se lleva a efecto del plan de estudios manifiesta un interés por cambiar el orden, secuencia y estructura del contenido curricular en aras de una mejor formación profesional del futuro del biólogo. Para conocer estos aspectos se consideró el número de revisiones y/o actualizaciones que se han aplicado a los planes de estudio para la carrera de biología en las 41 instituciones de enseñanza superior que se revisaron encontrando que el 57.5% de las instituciones revisan constantemente los objetivos, recursos y materiales con los que cuentan. El 42.5% de las instituciones aceptaron que realizaban actualizaciones al plan de estudios, pero no manifestaron las fechas en que fueron efectuadas.

En este sentido establecer una relación recíproca entre la fecha de establecimiento de la licenciatura y los espacios anuales, bianuales, etc., en los que se realiza la revisión o actualización se dificulta debido a que no existe un consenso nacional o un parámetro global en donde se generalicen los procedimientos que determinen los juicios de valor y se precisen los periodos de ajuste de los currícula de biología como se muestra en la *Fig. 20* en donde se destacan las instituciones que con mayor precisión tenían identificadas las fechas en que de manera institucional se procedió a la revisión de los planes de estudio. Cabe señalar que las modificaciones de los diversos planes obedecen a múltiples dinámicas que corresponden a cada situación institucional particular, el análisis correspondiente queda fuera de los objetivos de la presente tesis.

INSTITUCIÓN	1 era Rev.	2a Rev.	3 era Rev.
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. --Facultad de Ciencias	1941	1965	1966
UNIVERSIDAD DE MICHOACÁN San NICOLÁS HIDALGO. --Escuela de Biología.	1977		
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. --Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.			1977
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN. --Facultad de Ciencias Biológicas.	1957	1965	1967
UNIVERSIDAD VERACRUZANA TUXPAN. --Facultad de Ciencias.		1988	
INSTITUTO DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS. --Escuela de Biología.	1983	1985	1987
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA. --División de Ciencias Biológicas.	1990		
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. --Escuela de Ciencias Químico-Biológicas.	1988		
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA. --Escuela de Ciencias Marinas.	1988	1984	1989
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO. --Escuela de Ciencias.	1988		
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA. --Escuela Superior de Ciencias.	1979	1982	1989

UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE DURANGO. --División Academia de Ciencias Biológicas.	1990		
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO. --Escuela Superior de Ecología Marina.	1977		
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO. --Escuela de Ciencias Químico-Biológicas	1982		
UNIVERSIDAD VERACRUZANA JALAPA. --Facultad de Ciencias.	1971	1976	1990
INSTITUTO DE CIENCIAS Y CULTURA .A.C. --División de Ciencias Biológicas.	1979	1982	
UNIVERSIDAD NORESTE. --Facultad de Ciencias Biológicas.	1982	1984	1985
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES. --Centro Básico.	1980	1985	1990
UNAM E.N.E.P. ZARAGOZA	1980		
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR. --Departamento de Biología Marina.	1 979		
UNIVERSIDAD OCCIDENTE. --Departamento de Biología. 1990	1990		
UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR. --Escuela de Biología.	1988		
UNAM IZTACALA.	1976	1982	1992

Fig. 20 Revisión a los planes de estudio

Asimismo, se identificó como se muestra en la figura 21 que los diversos sectores que forman parte del proceso educativo participan en las revisiones y/o

modificaciones de la currícula con sugerencias particulares a su ámbito ocupacional, proponiendo el aspecto que debiera variar en el plan de estudios, así como el criterio de acuerdo al tipo de ajuste más usual. Para este caso, en las figuras mencionadas se muestra la participación porcentual de la comunidad universitaria en la determinación de la validez y congruencia de los elementos curriculares; los profesores participan de forma mayoritaria tanto en las propuestas de modificación así como en los ajustes a las currícula.

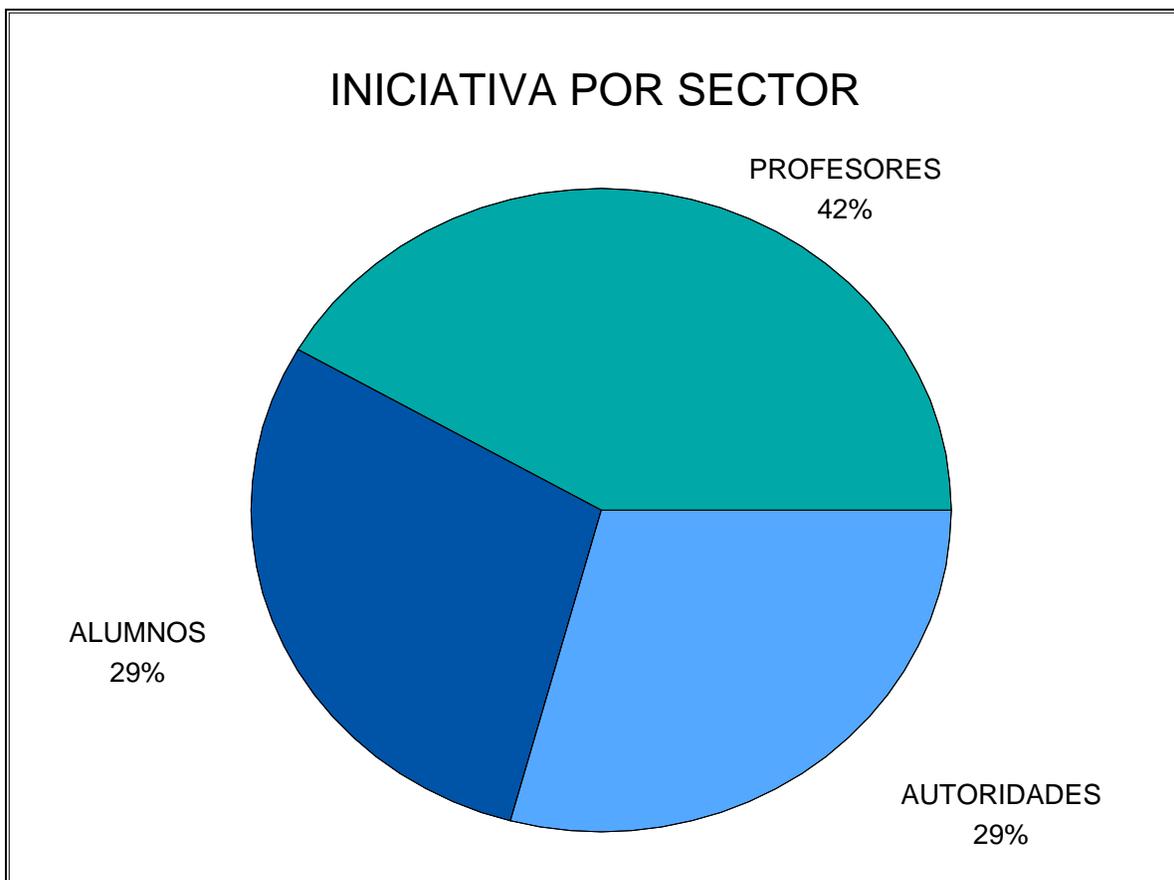
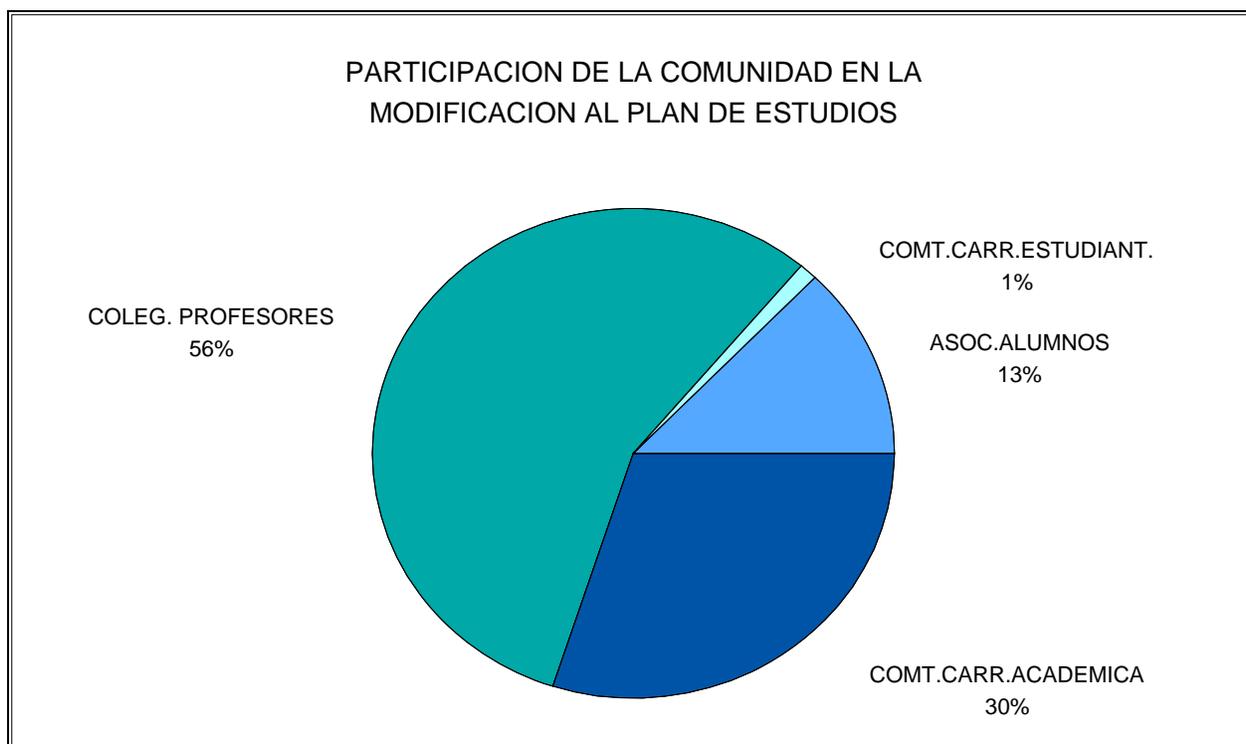
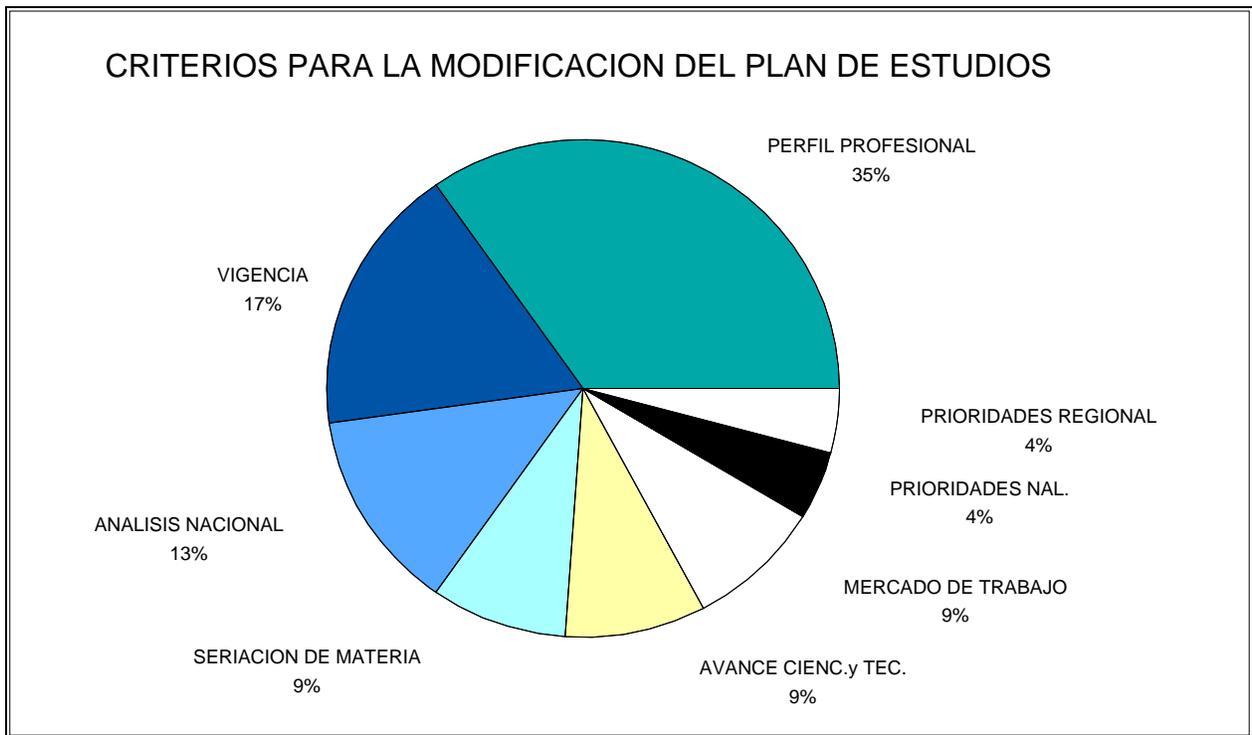


Fig. 21 Participación de la comunidad universitaria en la revisión al plan de estudios



*Fig. 22 Participación de la comunidad en la modificación al Plan de Estudios*

En este mismo apartado, los criterios de modificación al plan de estudios versan principalmente en la búsqueda de la adecuación del perfil profesional a los problemas regionales y nacionales; la inoperatividad de algunos programas es considerada como el siguiente factor que actúa sobre la eficacia y vigencia del plan de estudios como puede observarse en la *Fig. 23*



*Fig. 23*

## Capítulo IV. Plan de estudios

La estructura curricular de una ciencia como la biología conforma, una creativa y polémica plataforma en donde se debaten y argumentan ideas que parten del mismo objeto de estudio que es la vida, tema complejo que integra múltiples conceptos abstractos que parten de lo subjetivo y en muchas ocasiones en estrecho vínculo con las preconcepciones de los estudiantes y con sus vivencias personales. Esta circunstancia lleva al diseño de los modelos o representaciones del objeto de estudio que pretenden ser claros y precisos para que logren incorporarse a la estructura cognitiva del estudiante, para lograr “dotar de significado a un material o una información que se le presente, es decir cuando comprende ese material” Pozo (2004) La congruencia y la coherencia a lo largo de la planeación de los programas de los diversos cursos que persiguen la meta académica que cada institución se ha propuesto, es un componente fundamental en la planeación curricular, la cual constituye un área de investigación necesaria ante la circunstancia de que el quehacer profesional del biólogo, comprende de manera importante la resolución de problemas que ameritan la participación estructurada y pertinente de los diferentes conocimientos adquiridos en la carrera, si estos han sido parcialmente comprendidos y escasamente integrados en conceptos, la respuesta profesional no será la esperada.

El mapa curricular del plan de estudios de la licenciatura en biología, desde la óptica de su organización y contenidos, es un material de análisis que ofrece elementos para proponer una plataforma teórica que considere el nivel epistemológico, psicológico y pedagógico que subyace en el proceso enseñanza aprendizaje y que es deseable que se estructure en función de un eje académico integrador, en el caso de la biología el eje por excelencia es La Evolución

La revisión de los planes de estudio de la licenciatura en biología se llevó a cabo con el interés de conocer como se encuentran estructurados, que materias conforman los planes en análisis, que orientación académica se identifica en cuanto a las temáticas de las asignaturas que lo conforman, cuáles son las nuevas asignaturas que se incorporan al plan de estudios y a que expectativa responden en cuanto al perfil del biólogo que se pretende formar, que coincidencia en cuanto a la presencia de algunas

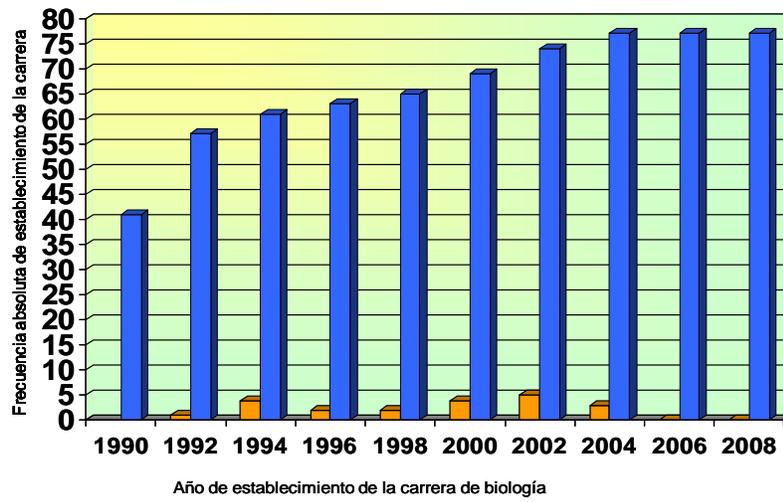
materia guardan los diferentes planes de estudio y por consiguiente identificar los conocimientos básicos que se considera debe contar un licenciado en biología para su formación, por este motivo a partir de este capítulo se llevará a efecto la presentación simultánea de los resultados obtenidos en el procesamiento de los datos relativos a los planes de estudio tanto en el año 1992 como en el año 2008, así como el reporte de datos complementarios que permitan ofrecer una visión integral del estado que guarda la licenciatura de biología en México.

### **Presencia de la Licenciatura de Biología en México al año 2008**

Para el año 1992 se cuenta con la referencia de 41 espacios en donde se ofrece la licenciatura en biología en los diferentes estados de la República, registrándose un periodo de crecimiento importante en un lapso de 17 años considerando el periodo 1972-1989 etapa en la que 33 Instituciones de educación superior sumaron a su oferta educativa esta licenciatura. Para el año 2008 segundo periodo de corte considerado para este estudio se registran ya 77 licenciaturas que se ofrecen en los diferentes estado de la República y en donde se otorga mayoritariamente el título de Licenciado en Biología aunque en algunos casos se hace con el registro de una modalidad que certifica la orientación formativa hacia un área del conocimiento con la que cuenta el egresado.

Este dato refiere a que en un lapso de 16 años posterior al año 1992 se crearon 36 licenciaturas en biología en donde cabe destacar entre las nuevas creaciones la presencia de los Tecnológicos de Estudios Superiores y los Institutos Tecnológicos

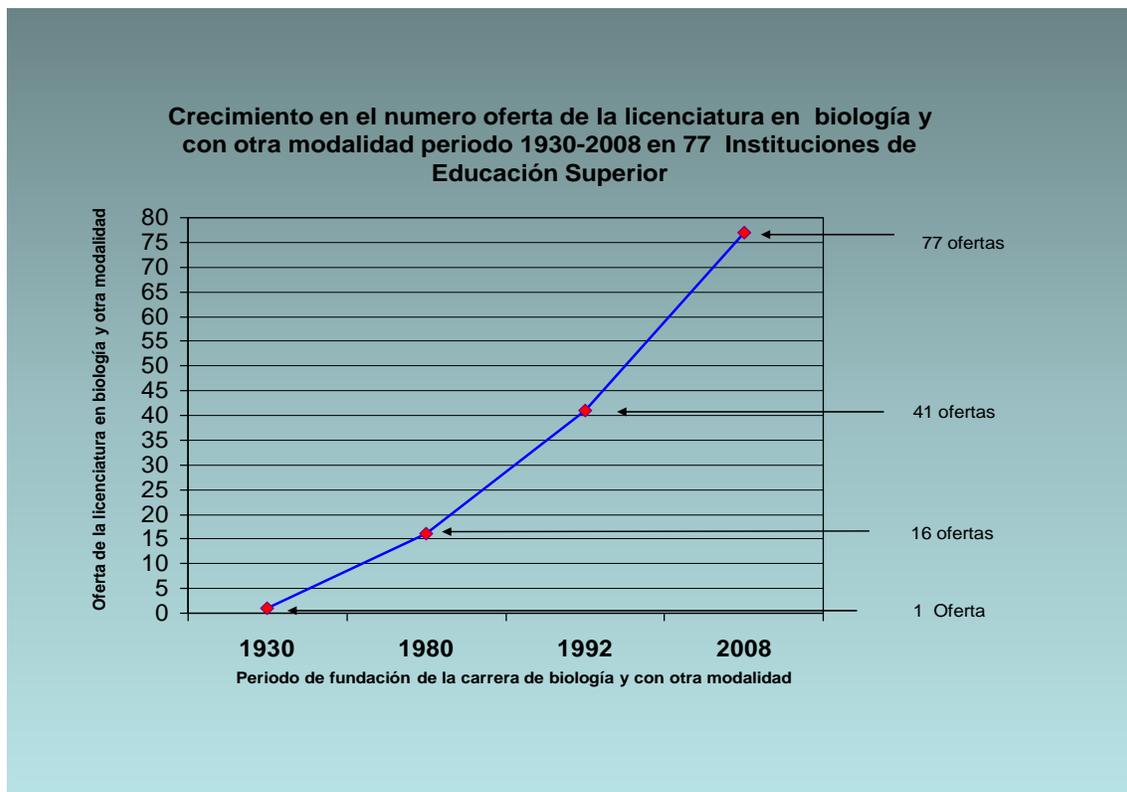
## Licenciatura en Biología (1990-2008)



Establecimiento de la carrera (1990-2008)

Frecuencia acumulada del establecimiento de la carrera (1990-2008)

Gráfica 3 Licenciatura en Biología



*Gráfica 4*

El crecimiento de las diferentes ofertas de la licenciatura en biología en el País aparentemente responde al interés por formar profesionales en atención a los múltiples problemas que se derivan tanto del impacto ambiental como de las áreas del conocimiento relacionadas con la ciencia de la vida, temas que de alguna manera forman parte de las políticas públicas del País, como lo menciona el plan de trabajo 2007-2012 de la Presidencia de la República en donde se refiere al medio ambiente como “Uno de los principales retos que enfrenta México es incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social. Solo así se puede alcanzar un desarrollo sustentable” (Plan nacional de desarrollo 2007-2012 Presidencia de la República). Sin embargo en el análisis de los contenidos de los planes de estudio de la licenciatura en biología no se identifica la manifestación temática en los contenidos académicos que estos temas ameritan.

La distribución territorial de la licenciatura en análisis incrementó con relación al registro 1992 en cinco estados de la República que básicamente se ubican en la región

centro siendo éstos Colima, Querétaro, Guanajuato, Nayarit e Hidalgo, en el norte del País se incorpora Chihuahua sin embargo ya no se registra Coahuila, en cuanto a la región sur se mantienen los mismos estados. *Fig. 24*



*Fig.24 Distribución geográfica de IES que imparten la licenciatura en biología o biólogo en el corte 2008*

En el caso de las licenciatura en biología que se imparten con alguna modalidad, también se registran cambios en el periodo de análisis 2008 en donde se conservan el número de estados, aunque se identifican estados que se incorporan a la vez que otros se retiran por al no registrar carreras con alguna modalidad, en este caso se incorporan los estados de Durango, Morelos, Veracruz y Yucatán, y se retiran los estados de Campeche, Jalisco Tabasco y Tlaxcala.

En cuanto a la presencia de las modalidades en este corte del año 2008 se registran ocho que se imparten en 17 instituciones de Educación Superior cuando en el corte al año 1992 se registraban 13 modalidades en las respectivas instituciones.

Para el registro 2008 se conservan los títulos de Biólogo Marino, Biólogo Experimental, Hidrobiólogo y Biólogo pesquero incorporándose las modalidades de Biólogo en manejo de Recursos Naturales, Biólogo Molecular, Lic. en Ciencias Biológicas, Biólogo Pesquero y Biólogo Acuicultor cuando éstos últimos se llamaban en el corte 1992 Lic. en Biología Pesquera e Ingeniero en Acuicultura respectivamente. Estas nuevas nomenclaturas están reflejando el interés de las instituciones por orientar el perfil profesional del biólogo en áreas específicas que se relacionan con la producción o la investigación. *Fig. 25*



*Fig. 25 Distribución geográfica de IES en Estados que imparten la licenciatura en Biología con alguna modalidad en el corte 2008*

A modo de resumen se presenta en el siguiente cuadro concentrador el comparativo de los datos globales entre el corte 1992 y 2008 *Fig. 26*

## Carrera de Biología

Datos Generales	1992	2008
Oferta de la carrera de Biología	41	77
Instituciones que otorgan el título de Lic. en biología o biólogo	28	60
Instituciones que otorgan el título de biólogo con otra modalidad	13	17
Modalidades que se conservan de 1992 en el corte 2008		1. Biólogo Marino 2. Biólogo Experimental 3. Hidrobiólogo
Modalidades que se crearon al corte 2008		1. Lic. en Ciencias Biol. 2. Biólogo en manejo de Recursos Naturales 3. Biólogo Molecular 4. Biólogo pesquero 5. Biólogo Acuicultor

*Fig. 26 Carrera de Biología*

### **Criterios para el análisis de los planes de estudio de la licenciatura de Biología al corte 1992 y 2008**

Para establecer un comparativo entre la estructura de los planes de estudio de la licenciatura en biología al corte del año 1992 con respecto al corte del año 2008 se procedió a recabar los planes de estudio recientes, realizando los siguiente procedimientos: en principio solicitándolos a las instituciones de origen, posteriormente recabándolos por internet previa comprobación telefónica con la institución de que los planes así obtenidos fueran los vigentes, así mismo se contó con el apoyo del CENEVAL quien amablemente compartió los planes de estudio que tenía a su alcance y se confirmó el registro e incorporación de diferentes instituciones en los catálogos de ANUIES ( 2007). Con ésta información se lograron reunir los 77 planes de estudio ya referidos para el corte 2008 cifra que presenta algunas diferencias con los registros consultados como se muestra en el siguiente cuadro

<b>Dependencia</b>	<b>Número de IES registrados que imparten la carrera de Biología</b>
ANUIES 2007	68
Guía Universitaria Revista de Reader's Digest 2007	43
Internet	37

*Fig. 27* Números de IES registrados que imparten la carrera de Biología.

Uno de los objetivos de este trabajo de tesis es realizar un diagnóstico de la licenciatura de biología en México, mediante la definición de sus características, situación que para este trabajo se consideró factible de realizar mediante la identificación de las asignaturas que a lo largo del periodo en análisis, se han considerado como parte fundamental de la estructura académica que se orienta a la formación de un profesional de la biología. Con los planes de estudio disponibles se consideró pertinente proceder al análisis de sus contenidos temáticos, mediante su incorporación a una base de datos previamente diseñada y que permitiera posteriormente realizar el análisis de conglomerados o análisis Clúster.

Para estar en posibilidad de considerar la incorporación de las asignaturas que comprenden los diferentes planes de estudio en la mencionada base de datos, se llevó a cabo la selección de los planes de estudio, considerando como criterio para los que fueran susceptibles de incorporarse, aquellos que permitieran establecer semejanzas entre sus contenidos, es decir que la terminología con la que se identifica el contenido

académico que formaba parte del plan de estudios fuera semejante o equivalente entre sí, los términos que por la organización estructural de los planes de estudio ( planes modulares o con organización por áreas de conocimiento) no correspondían con la mayoría de la nomenclatura de las materias de los planes de estudio en análisis no se incorporaron por lo que se privilegió el esquema que permitiera identificar una terminología común entre las asignaturas y que permitiera también identificar de manera inmediata la orientación académica del contenido de la misma.

En algunos casos no se contó con la presentación completa del plan de estudios, o éste no se tuvo al alcance independientemente de las gestiones realizadas para conseguirlos siendo también ésta circunstancia uno de los motivos por lo que algunos planes no pudieron considerarse para ser incorporados en la mencionada base.

Con estos antecedentes finalmente se registró para su análisis en la a los planes de estudio de 25 instituciones de educación superior del corte del año 1992 y del corte correspondiente al año 2008 se incorporaron 50. En éste último registro se ubican también las instituciones de Educación Superior que han ofrecido la licenciatura en biología previo al año 1992.

La base de datos se compone de tres secciones: la primera que contiene el pormenorizado de los programas de estudio de 25 instituciones de educación superior, que se registraron como vigentes hasta el año 1992, la segunda contiene los datos de los planes de estudio de las instituciones que permanecen en referencia a los registros del año 1992, pero que se analizan 16 años después y la tercera que comprende las ofertas educativas de la licenciatura de biología creadas después del año 1992. Esta distribución pretende destacar las diferencias o semejanzas que guardan los planes de estudio, identificar si esos cambios son sustanciales, así como las tendencias que tienen las nuevas estructuras curriculares que se consideran como el reflejo de alguna situación vinculada a la problemática de la biología que se pretende atender en el proceso formativo de los futuros biólogos.

Con la finalidad de organizar a las múltiples asignaturas de los planes de estudio seleccionados, se procedió a registrar en la base de datos mencionada únicamente las

materias que tuvieran carácter obligatorio, ya que existen una gran cantidad de materias optativas que aunque las instituciones de educación superior las ofertan no siempre tienen demanda por parte del alumnado, lo que imposibilita un análisis más preciso.

Identificadas las materias obligatorias, se procedió a organizarlas para su incorporación a la base de datos siguiendo algún esquema de agrupamiento que permitiera a la vez identificar las áreas del conocimiento que se imparten en la carrera de biología, en este sentido se consideró adecuado tomar como referencia al organismo, entendiéndolo como la “ máxima unidad de vida” Mahner.Bunge (2000), al ubicar este concepto como el elemento que permitiera aglutinar los temas que sobre la individualidad del organismo se imparten en la carrera de biología como Organísmicas se definió el nivel inferior a éste que aglutina las materias que abordan los elementos que constituyen a los organismos, identificándolo como Infraorganísmicas y al nivel en donde el organismo se expresa como ser vivo y en donde se presentan fenómenos de amplio alcance en la evolución biológica se definió como Supraorganísmicas. Las materias que son fundamentales para comprender los procesos biológicos se agruparon como materias Básicas.

Se definieron en este proceso dos categorías más las que agrupan a las materias que forman al estudiante para la obtención de datos e información en el trabajo de campo y laboratorio con el rubro de materias Aplicadas Obligatorias y las que agrupan las materias que aportan elementos de formación integral al futuro biólogo como Herramientas Obligatorias.

En el siguiente cuadro se presenta la cantidad de materias que cada uno de éstos apartados incorpora y se presentan algunos de los nombres de las asignaturas que comprenden.

<b>Clasificación</b>	<b>Ejemplo de materias que incorpora la base de datos</b>	<b>Número total de materias que incorpora la base de datos</b>
Básicas	Física, Matemáticas, Biofísica, Química, Cálculo	34

	etc.	
Infraorganísmicas	Morfología, Biología Celular, Fisiología, Genética etc.	36
Organísmicas	Zoología, Botánica etc.	16
Supraorganísmicas	Evolución Paleontología, Biogeografía, Recursos Naturales etc.	38
Aplicadas Obligatorias	Edafología, Fitopatología, Taxonomía, Etnobiología etc.	25
Herramientas Obligatorias	Computación, Inglés, Desarrollo empresarial, Didáctica, Ética etc.	94
		TOTAL 243 Materias obligatorias

*Fig. 28 Número de materias que incorpora la base de datos.*

En el *Anexo 2* se presentan las referencias de las 77 Instituciones de Educación Superior que se registran para el año 2008 señalando que no todas se incorporaron a la base de datos para su análisis por los motivos ya expuestos

Si bien la totalidad de materias obligatorias suman una cantidad importante, en promedio cada Institución de Educación Superior, tiene entre 32 y 45 materias en esta condición. Cabe mencionar que este elevado número de materias obligatorias en donde en algunos casos se imparten el conocimiento parcializado, representa una problemática para el aprendizaje si consideramos lo que pueda significar en el proceso cognitivo del alumno el que tenga que manejar datos y conceptos de un mínimo de 28 áreas académicas distintas a lo largo de su carrera. Esta situación, aunada al contenido reiterativo de los programas en algunos casos y en otros al carácter enciclopédico del mismo, resulta en una condición poco favorable para el aprendizaje del alumno así como una excesiva carga académica, aunado al hecho de que la biología es una ciencia que maneja conceptos abstractos lo que termina representando un obstáculo

para un mayor logro cognitivo del estudiante. Como parte de esta reflexión considero que es válido preguntarnos que es entonces lo que debe aprender un estudiante de la licenciatura de biología y consecuentemente como enseñar ésta ciencia, en este sentido es necesario entonces buscar la manera de cambiar tanto las representaciones que tenemos los maestros sobre la enseñanza como las que tienen los alumnos sobre el aprendizaje.

### **Análisis de Conglomerados o Análisis Cluster de los planes de estudio en los cortes 1992 y 2008**

Con la finalidad de conocer la forma en que se agrupan los planes de estudios de la licenciatura en biología, y estar en posibilidad de identificar las similitudes que guardan sus currícula de acuerdo a las asignaturas impartidas entre las instituciones que imparten esta carrera en el País, así como identificar los cambios que en el transcurso del tiempo han surgido en función de los cambios que se realizan en los procesos de actualización y evaluación de los planes de estudio, se elaboró una base de datos con 243 materias obligatorias, hecho que permitió comparar las similitudes entre los currícula en función de la clasificación de las asignaturas en Básicas, Infraorganísmicas, Organísmicas, Supraorganísmicas, Aplicadas obligatorias y Herramientas obligatorias.

Los resultados obtenidos del análisis de conglomerados se presentan a continuación (figuras de la 29 a la 40) y se establece un comparativo entre los años 1992 y 2008 para cada apartado de la clasificación mencionada. Adicionalmente para cada uno de los apartados se realiza un análisis de las materias que alcanzan más del 50% de presencia en los currícula en análisis, ésta circunstancia se realiza para los dos periodos de corte.

Con la finalidad de conocer que asignaturas marcan tendencias en cada apartado de clasificación y observar si se incrementa o disminuye con el paso del tiempo, se incorpora un esquema adicional con el listado de materias que se registraron en la base de 1992, así como un listado de materias nuevas que se incorporaron en la base de 2008 considerando en éste último caso las carreras creadas después del año

de 1992. No omito mencionar que en todos los casos el listado correspondiente a las materias del año 2008 no refleja la totalidad de las materias que se encuentran en la base de datos.

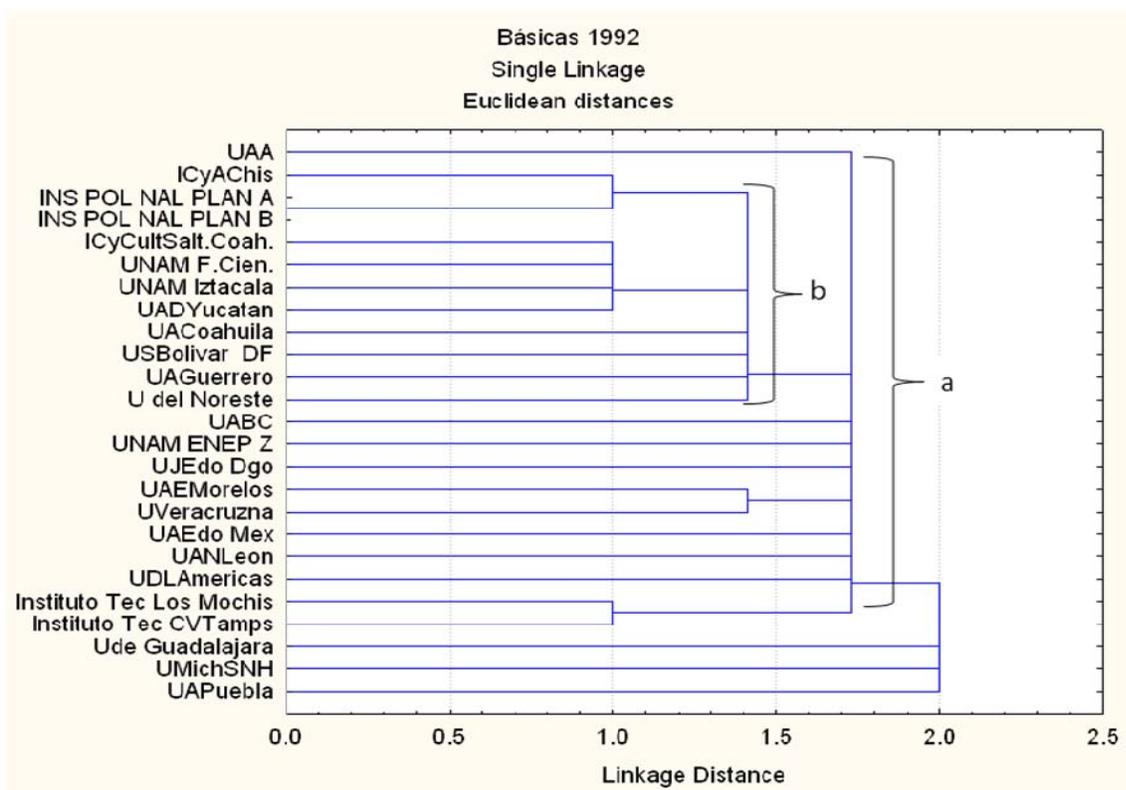


Fig. 29 Materias Básicas 1992

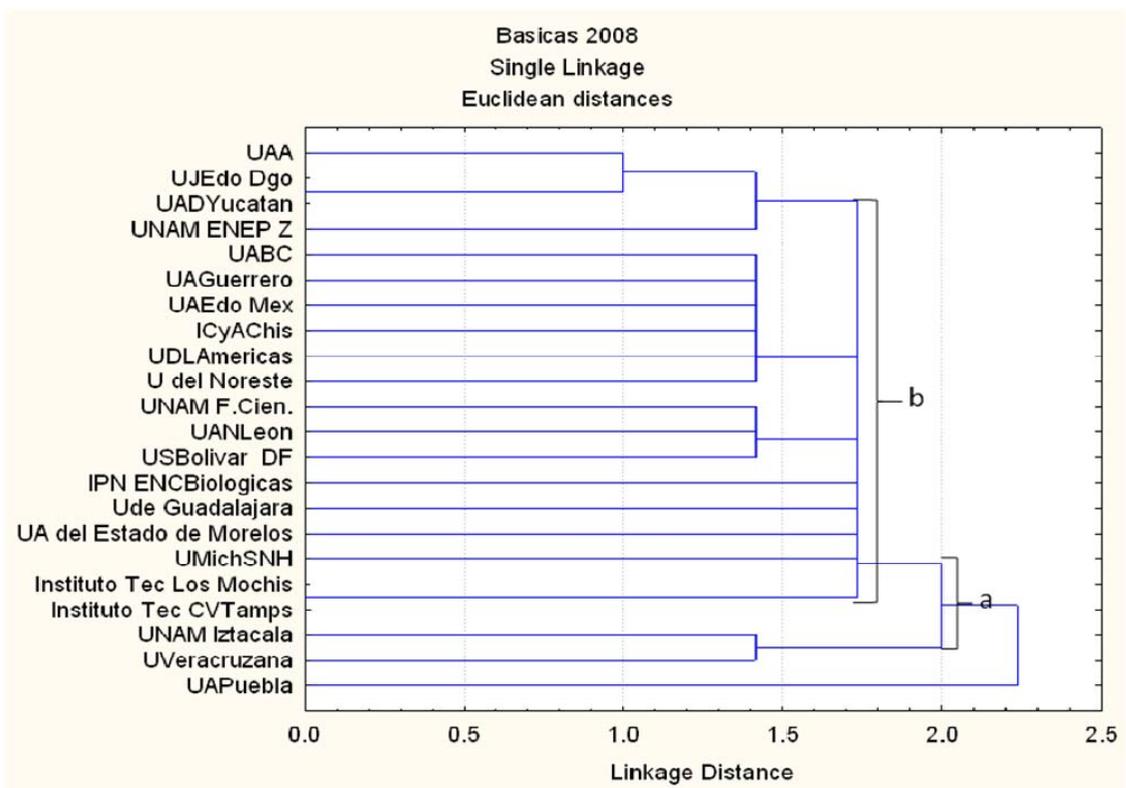


Fig. 30 Materias Básicas 2008

**Materias Básicas**

### **Básicas 1992**

Química  
Bioquímica  
Bioestadística  
Probabilidad y bioestadística  
Física  
Matemáticas  
Fisicoquímica  
Estadística  
Filosofía de la Ciencia  
Teoría de la Ciencia  
Biofísica  
Biología General  
Filosofía del Absoluto  
Biología Superior  
Historia de las doctrinas biológicas  
Método Científico  
Historia Social de la Ciencia  
Cálculo  
Método Experimental  
Metodología de la Ciencia

### **Básicas 2008 Materias**

#### **nuevas**

Método y Filosofía de las Ciencias  
Modelos Fisicoquímicos  
Biología y Metodología de la Investigación Científica  
Métodos estadísticos  
Historia de la Biología y fundamentos de la educación ambiental  
Biología Historia y Filosofía  
Biomatemáticas  
Hombre Naturaleza y Sociedad  
Geometría Analítica  
Matemáticas aplicadas a la biología  
Historia del Pensamiento Filosófico  
Análisis químico cualitativo y cuantitativo

### **Materias básicas**

Materia	1992 %	2008 %
Química	96	94
Bioquímica	80	88
Biofísica	56	50
Física	84	74
Matemáticas	96	60
Fisicoquímica	59	40
Biología General	76	66

#### *Esquema 1*

Es interesante mencionar que la materia de Bioestadística alcanza para el año 2008 la presencia de un 70% en los planes de estudio cuando en la base 1992 alcanzaba el 36%, motivo por lo que no se incluyó en el recuadro de análisis sin embargo se manifiesta el énfasis que en años recientes se hace por la mencionada área de conocimientos.

En las figuras 29 y 30 podemos apreciar:

1.- Que en 1992 existen cuatro principales organizaciones de las currícula en las Universidades Mexicanas, constituida por las Universidades de Puebla, Guadalajara, Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y un grupo “a” constituido por 22 Universidades. El grupo “a” el que a la vez puede dividirse en diez organizaciones principales siete representadas por una sola universidad (UAA, UABC, UNAM ENEP Z, UJEEdo Dgo, UAEdo Mex, UANLeon, UDLAmericas), dos representadas por grupo de dos universidades (Instituto Tec. Los Mochis- Instituto Tec. CVTamps y UAEMorelos- UVeracruzna) y un grupo “b” constituido por 11 universidades que guardan gran semejanza entre sí y en donde por su antigüedad quien establece como lider académico, es la Facultad de Ciencias de la UNAM. Institución cuyo plan de estudios fue guía para el nacimiento de varias licenciatura de biología del país.

2.- Para 2008 se observa que solo se presentan dos organizaciones principales una representada por la Universidad de Puebla, siendo esta la que posee en su curriculum la mayor diferencia en cuanto a la organización de sus asignaturas y el grupo “a” constituida por dos organizaciones diferentes, la representada por un grupo de dos universidades (UNAM Iztacala- U Veracruzana) y por el grupo “b” constituido por 22 Universidades. Dentro del grupo “b” se pueden dividir en ocho organizaciones principales, cuatro representadas por una sola universidad (IPN ENCBiológicas, U de Guadalajara, UA del Estado de Morelos, UMichSNH), una con dos universidades con idéntico programa (Instituto Tec. Los Mochis, Instituto Tec. CVTamps), una con tres universidades (UNAN facultad de Ciencias, UANLeon, USBolivas DF) donde es notorio un acercamiento en los programas entre la Facultad de ciencias de la UNAM y la Universidad Autónoma de Nuevo León. Un grupo de cuatro Universidades (UAA, UJEdo Dgo, UADYucatan, UNAM ENEP Z) donde la UJEdo Dgo y la UADYucatan poseen programas con idéntica estructura, y por último tenemos al grupo más grande con seis universidades (UABC, UAGuerrero, UAEdo Mex, ICyAChis, UDLAmérica, U del Noreste).

En la presentación de los porcentajes que nos indican el valor de la presencia de las materias básicas en el plan de estudios de las Universidades registradas en la base de datos para los dos cortes 1992 y 2008 en análisis, se puede observar como la materia de Bioquímica incrementa su ponderación así como la de Bioestadística que no

alcanzó un registro superior al 50% en el corte 1992 y ahora en el 2008 se encuentra en un 70% sin embargo las materias de Física, Matemáticas y Fisicoquímica han disminuido su presencia considerando que se deba a que en el comparativo con las materias nuevas del 2008 se identifican asignaturas que incorporan los conocimientos que comprendían las materias que van a la baja en cuanto a su presencia como se observa en el *Esquema 1*

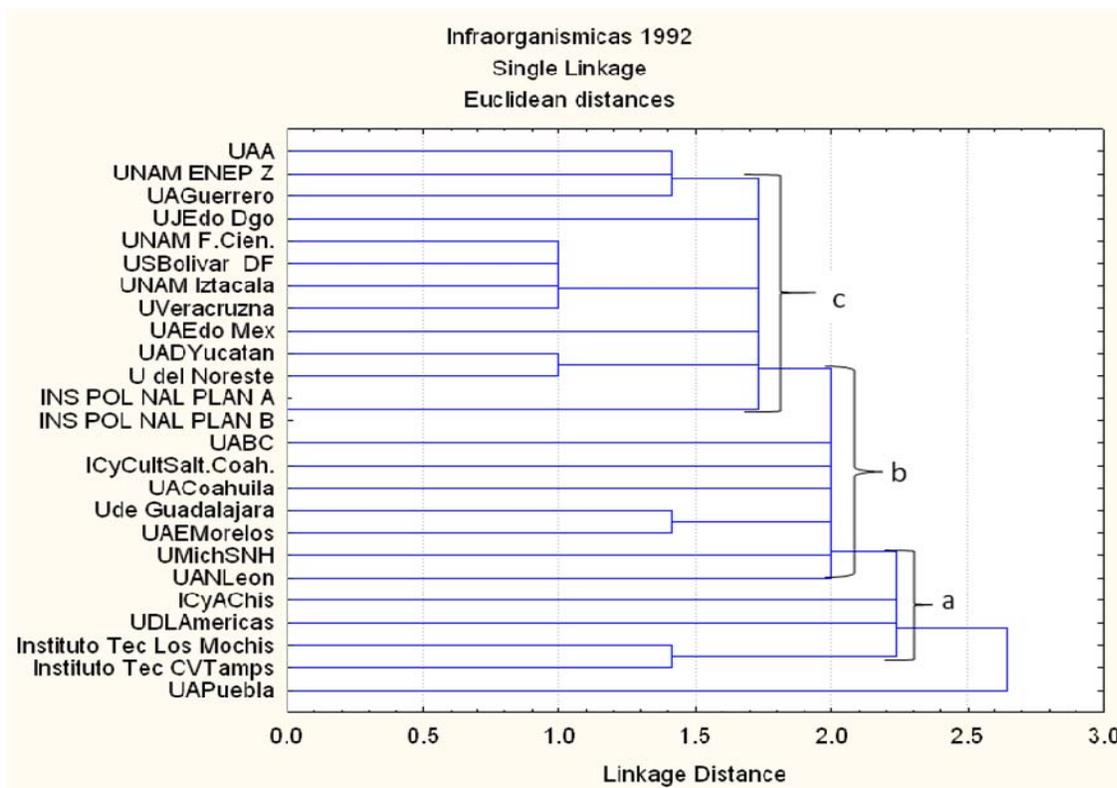


Fig. 31 Materias Infraorganísmicas 1992

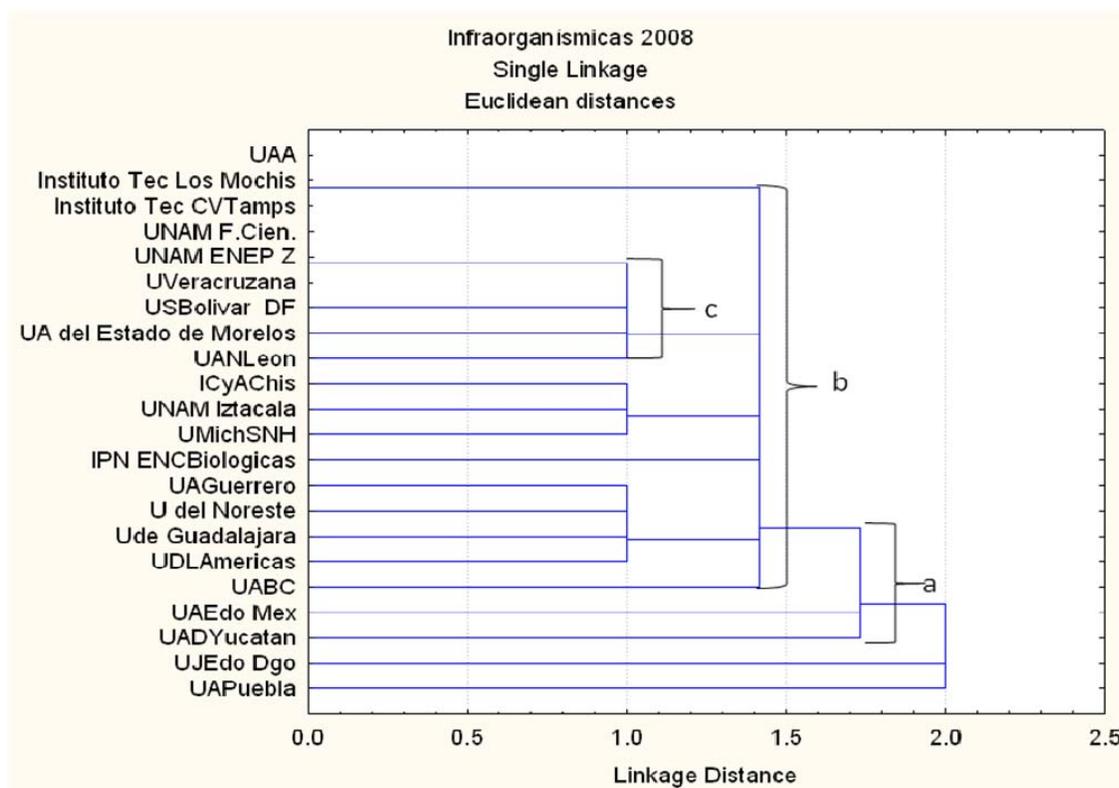


Fig. 32 Materias Infraorganismicas 2008

### Materias Infraorganismicas

#### Infraorganismicas 1992

Morfología Vegetal  
Fisiología General  
Biología Molecular  
Histología Comparada de Cordados  
Citología e Histología  
Bacteriología General  
Embriología Animal  
Embriología  
Fisiología Celular  
Estructura y función Molecular  
Morfofisiología Vegetal  
Morfofisiología Animal  
Morfología Comparada de cordados  
Morfología de Vertebrados  
Fisiología Vegetal  
Biología Celular  
Fisiología Animal  
Genética  
Genética de Microorganismos  
Microbiología

#### Infraorganismicas 2008

Biología Celular y Bioquímica  
Inmunología  
Biología de la Reproducción  
Morfología  
Genética Evolutiva  
Histología y anatomía Vegetal  
Biología de Microorganismos  
Ingeniería Genética  
Embriología e Histología

Anatomía General  
Histología Animal Comparada  
Histología  
Biología del Desarrollo

<b>Materia</b>	<b>1992 %</b>	<b>2008 %</b>
Biología Molecular	48	84
Fisiología Vegetal	72	62
Biología Celular	64	84
Microbiología	52	70
Embriología	48	50
Genética	96	100

### *Esquema 2*

En las figuras 31 y 32 podemos apreciar:

1.- Que en 1992 existen dos principales organizaciones de las currícula en las Universidades mexicanas, constituida tanto por las Universidades de Puebla como por un grupo "a" constituido por 24 Universidades. El grupo "a" a su vez puede dividirse en cuatro organizaciones principales dos representadas por una sola Universidad (ICyAChis y UDLAmericas), una representadas por grupo de dos universidades (Instituto Tec. Los Mochis- Instituto Tec. CVTamps) y un grupo "b" constituido por 20 universidades, este grupo a su vez conformado por siete organizaciones de las cuales cinco están representadas por una sola universidad (UABC, ICyCultSalt Coah, UACoahuila, UMichSNH, UANLeon) un grupo formado por dos universidades (Ude Guadalajara y UAEMorelos) finalmente un grupo "c" constituido por 13 Universidades. Éste último grupo "c" se puede dividir en seis organizaciones básicas, en donde solo dos están representada por una universidad (UJEdo Dgo y UAEdo Mex) dos con un grupo de dos universidades (IPNPlan A-IPNlan B y UADYucatan-U del Noreste) donde podemos observar que los dos planes de IPN son idénticos a nivel infraorganismico, un grupo constituido por tres universidades (UAA, UNAM ENEP Z, UAGuerrero) y un grupo constituido por cuatro universidades (UNAM F. Cien., USBolivar DF, UNAM Iztacala, UVeracruzana)) que guardan gran semejanza entre sí y en donde por su antigüedad

quien establece como líder académico, es la facultad de Ciencias de la UNAM. Institución que como se ah comentado su plan de estudios fue guia para el nacimiento de varias licenciatura de biología del pais.

2.- Para 2008 se observa que solo se presentan tres organizaciones principales dos representadas por una universidad (Universidad de Puebla y UJEDgo Dgo), y el grupo "a" constituida por tres organizaciones diferentes, dos representadas por una sola universidad (UADYucatan y UAEdo Mex) y grupo más el "b" constituido por 18 Universidades. Dentro de éste grupo "b" se pueden encontrar seis organizaciones principales, dos representadas por dos Universidades (IPN ENCBiológicas, UABC), dos representadas por tres Universidades (ICyAChis-UNAM Iztacala-UMichSNH y UAA-Instituto Tec. Los Mochis-Instituto Tec. CVTamps) en donde es notorio que uno de los grupos poseen una organización identica (UAA- Instituto Tec. Los Mochis-Instituto Tec. CVTamps) y un grupo "c" con seis universidades (UNAM F Cien, UNAM ENEP Z, U Veracruzana, USBolivar DF, UA del Estado de Morelos, UANLeón) en donde es notorio que tres universidades poseen idéntico programa (UNAM F Ciencias, UNAM ENEP Z, UVeracruzana).

En el Esquema 2 se puede apreciar el incremento de la presencia en las materias de Biología molecular, Biología Celular, Microbiología y Genética alcanzando ésta última el cien por ciento de presencia ya que no falta en el Curriculum de ningún plan de estudios del registro 2008. Es de considerar que éste énfasis en la presencia en estas materias tenga que ver con la orientación que hacia las áreas moleculares tiene el campo de trabajo en las diversas áreas que se ofrece, así mismo se han incorporado en las materias nuevas asignaturas como las de Ingeniería Genética e Inmunología las que están ocupando cada vez más espacios en la estructura curricular de los planes de estudio



### Organísmicas 1992

Zoología I-IV  
Biología Animal  
Biología Animal de Cordados  
Biología Animal de Vertebrados  
Biología de protistas  
Biología Vegetal  
Biología de Cromofitas  
Botánica I-IV  
Embriología Comparada de Cordados  
Biología de Procariontes  
Embriología Anatomía y Fisiología Animal  
Fisiología Comparada de Cordados  
Histología Animal y Vegetal

### Organísmicas 2008

Botánica  
Zoología  
Ecofisiología Vegetal y Animal  
Cordados

<b>Materia</b>	<b>1992 %</b>	<b>2008 %</b>
Zoología I-IV	88	88
Botánica I-IV	88	94

### *Esquema 3*

Las materias que se comprenden en la clasificación Organísmica, hacen referencia como se mencionó con anterioridad a la temática relacionada con el organismo como la individualidad que significa y a la vez la expresión de diversos procesos biológicos, en este sentido las materias clásicas para este tema son la zoología y la botánica, sin embargo en el registro de la base de datos se encuentran particularidades observándose en las figuras 33 y 34

1.- Que en 1992 existen dos principales organizaciones de las currícula en las universidades mexicanas, constituida por la UAEMorelos y un grupo "a" constituido por 24 Universidades. El grupo "a" puede dividirse en dos organizaciones principales una representadas por dos Universidades con idéntica organización de sus materias organísmicas (UAPuebla y Ude Guadalajara) y un grupo "b" constituido por 23 universidades, el cual a su vez puede dividirse en tres organizaciones principales, dos constituidas por una sola universidad (UANLeon y UABC), y un grupo "c" que esta compuesto de seis organizaciones diferentes, dos constituidas por una Universidad (ICyCultSaltCoah y UNAM ENEP Z) dos con dos universidades (ICyAChis-UACoahuila y

UMichSNH-U del Noreste) en donde destaca que una de las ramas tiene una organización idéntica (UMichSNH-U del Noreste), se observa también un grupo de cinco Universidades (UAA, UJEdp Dgo, UNAM F Cienc. USBolivar DF, UNAM Iztacala), en donde se encuentran dos grupos con idéntica organización, uno constituido por dos Universidades (UAA, UJEdp Dgo) y otra representada por tres (UNAM F Cienc. USBolivar DF, UNAM Iztacala) que guardan gran semejanza entre sí y en donde por su antigüedad quien se establece como líder académico, es la facultad de Ciencias de la UNAM.. Un último grupo de nueve Universidades se considera en la figura en análisis (IPNPlan A, IPNPlan B, UAEdo Mex, UDLAmericas, UADYucatan, Instituto Tec. Los Mochis, Instituto Tec. CVTamps, UAGuerrero, UVeracruzana) en donde destaca un grupo de cuatro Instituciones de Educación Superior que tienen idéntica organización en sus materias orgánicas (IPNPlan A, UAEdo Mex. UDLAmericas, UADYucatan.).

2.- Para 2008 se observa que solo se presentan dos organizaciones principales una representada por una Universidad la Veracruzana, y el grupo "a" constituida por 10 Instituciones diferentes, siete representadas por una sola Universidad (UADYucatan, U del Noreste, UDLAmericas, UAPuebla, UAGuerrero, UAA, USBolivar DF), dos con dos Universidades con una organización idéntica (UA del estado de Morelos-Instituto Tec Los Mochis y ICyAChis-UNAM F Cien.) y un último grupo constituido por 10 universidades con una organización también igual (UABC, UNAM ENEP Z, IPN ENCBiologicas, UJEdo Dgo, Ude Guadalajara, UNAM Iztacala, UAEdo Mex, UMichSNH, UANLeón, Instituto Tec. CVTamps).

En el *Esquema 3* se observa la relevante presencia que las materias de zoología y Botánica mantienen en los planes de estudio y las materias que se incorporan se refieren a los temas que alguna manera ya se abordan en las materias en referencia. Los programas de las nuevas materias tienden a tocar temas muy específicos de los seres vivos y que serán base para la orientación formativa del estudiante en los últimos semestres.

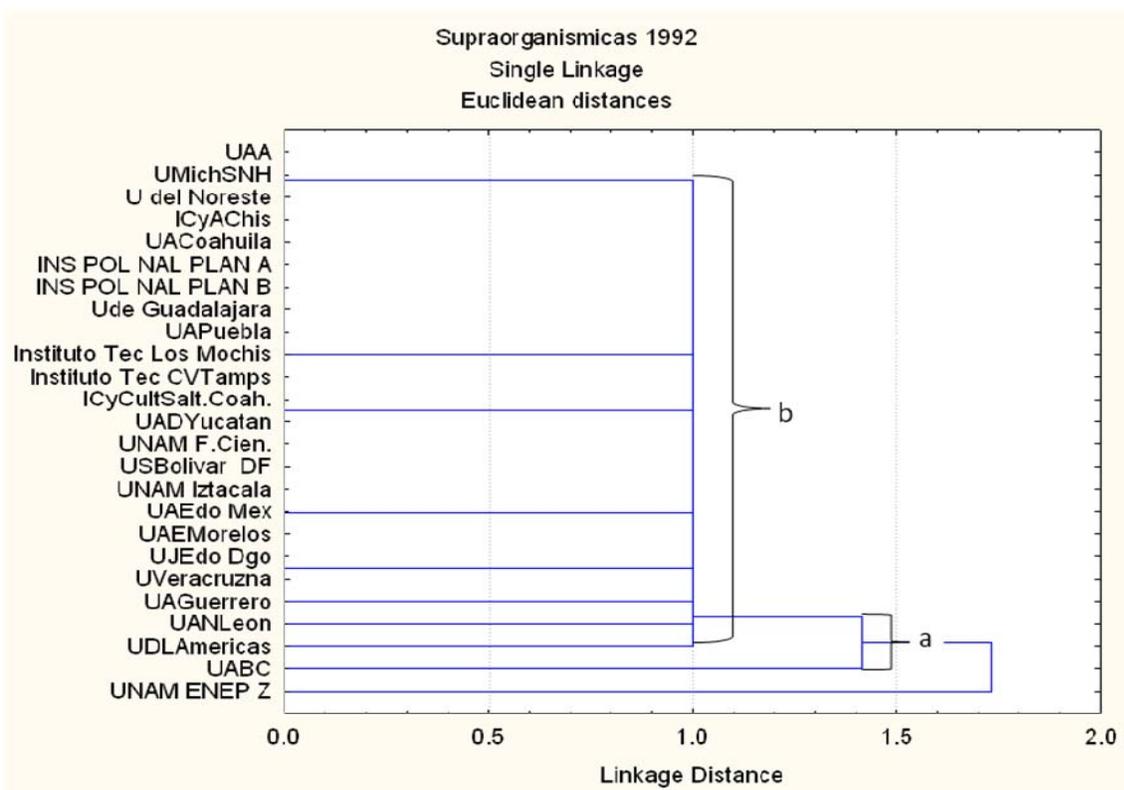


Fig. 35 Materias Supraorganismicas 1992

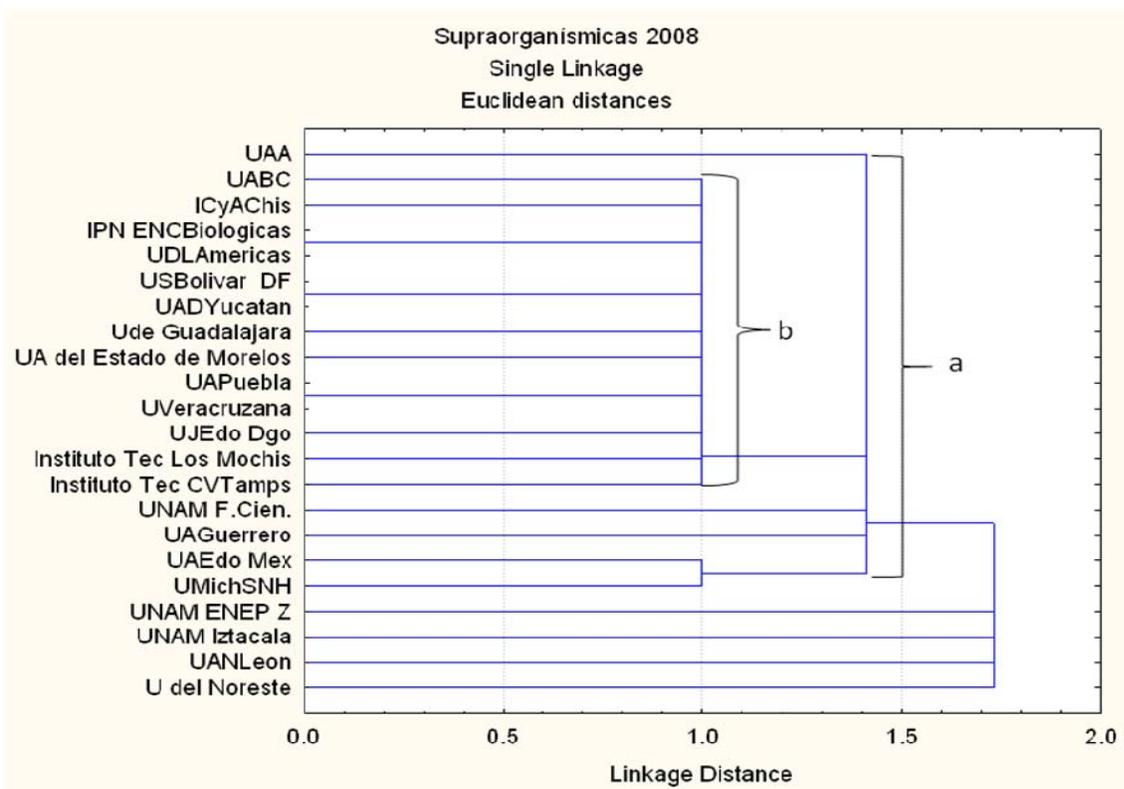


Fig. 36 Materias Supraorganismicas 2008

**Materias Supraorganismicas**

### Supraorganísmicas 1992

Geomorfología  
Geología Dinámica  
Ecología  
Recursos Naturales  
Geología  
Paleobiología  
Ecología General  
Biogeografía  
Paleontología  
Evolución Biológica  
Ecología Marina  
Ecología Terrestre  
Recursos Bióticos  
Ciencias de la Tierra  
Suelo  
Agua  
Taxonomía y Evolución

### Supraorganísmicas 2008

Recursos Naturales acuáticos o terrestres  
Recursos Forestales  
Ecología de Comunidades y Ecosistemas  
Fisiografía  
Paleobiología  
Geobiología  
Ecología Cuantitativa  
Hidrobiología  
Ecología de Poblaciones  
Ecología de Comunidades  
Mecanismos de Adaptación animal  
Ecología y Conservación  
Biología de la Conservación  
Biología y Ambiente  
Biosistemáticas  
Ecología y Desarrollo  
Ecología de Microorganismos  
Ecosistemas acuáticos  
Uso Manejo y Conservación de la Biodiversidad  
Ecología Fisiológica  
Evolución de Poblaciones

<b>Materias</b>	<b>1992 %</b>	<b>2008 %</b>
Ecología General	100	86
Biogeografía	36	72
Evolución	68	90

#### *Esquema 4*

Si refieren los datos de Biogeografía en el año 1992 porque incrementa notablemente sus cifras en el 2008

Bajo la clasificación de materias Supraorganísmicas identificamos a las asignaturas relacionadas con temas integradores del conocimiento adquirido en los semestres previos, entre estas materias se encuentra Evolución la que debiera ser más

que una asignatura de los últimos semestres, que es donde fundamentalmente se le ubica, por considerarse un eje estructural del plan de estudios de la licenciatura en biología .

En las figuras 35 y 36 podemos apreciar:

1.- Que en 1992 existen dos principales organizaciones de las currícula en las Universidades mexicanas, constituida por la UNAM ENEP Z y un grupo “a” constituido por 24 Universidades. El grupo “a” puede dividirse en dos organizaciones principales una representadas por una Universidad (UABC) y un grupo “b” constituida por 8 organizaciones principales, tres de las cuales estan constituidas por una sola Universidad (UDLAmericas, UANLeon, UAGuerrero), dos constituidas por dos Universidades con organización idéntica (UJEdo Dgo-UVeracruzana y ICyCUTSaltCoah-UADYucatan), una constituida por tres Universidades con igual organización (UAA, UMichSNH, U del Noreste), una constituida con cinco Universidades con organización idéntica (UAEMorelos, UAEdo Mex, UNAM Iztacala, USBolivar DF, UNAM F Cien) y en donde por su antigüedad quien establece como lider académico, es nuevamente la facultad de Ciencias de la UNAM. Una última agrupación se distingue con ocho universidades con organización igual (ICyACHis, UACoahuila, IPNPlan A, IPNPlan B, Ude Guadalajara, UAPuebla, Instituto Tec. Los Mochis, Instituto Tec. CVTamps,).

2.- Para 2008 se observan cinco organizaciones principales cuatro representadas por una Universidad (UNAM ENEP Z, UNAM Iztacala, UANLeón, U del Noreste), y el grupo “a” constituida por cinco organizaciones diferentes, tres representadas una sola universidad (UAA, UNAM F Ciencias, UAGuerrero), una constituida por dos universidades (UAEdo Mex, UMichSNH) y un grupo “b” en donde se presentan diez organizaciones principales, donde siete están representadas por una sola universidad (UABC, ICyACHis, Ude Guadalajara, UA del Estado de Morelos, UJEdo Dgo, Instituto Tec Los Mochis, Instituto Tec CVTamps), tres representada por dos universidades con organización idéntica (UAPuebla- UVeracruzana, USBolivar DF-UADYucatan, IPN ENCBiologicas-UDLAmerica).

En el *Esquema 4* se identifica la importancia que la materia de Biogeografía y Evolución tienen en los planes de estudios recientes, así como en las materias nuevas destacan las materias relacionadas con la conservación del recurso natural y la ecología expresándose bajo diferentes temáticas que si bien no alcanzan un porcentaje de presencia mayor al 50% si forman ya parte del plan de estudios en su carácter de tema obligatorio, tal es el caso de Paleobiología que tiene una presencia del 26% en el año 2008 cuándo en el año 1992 no existía bajo esta nomenclatura.

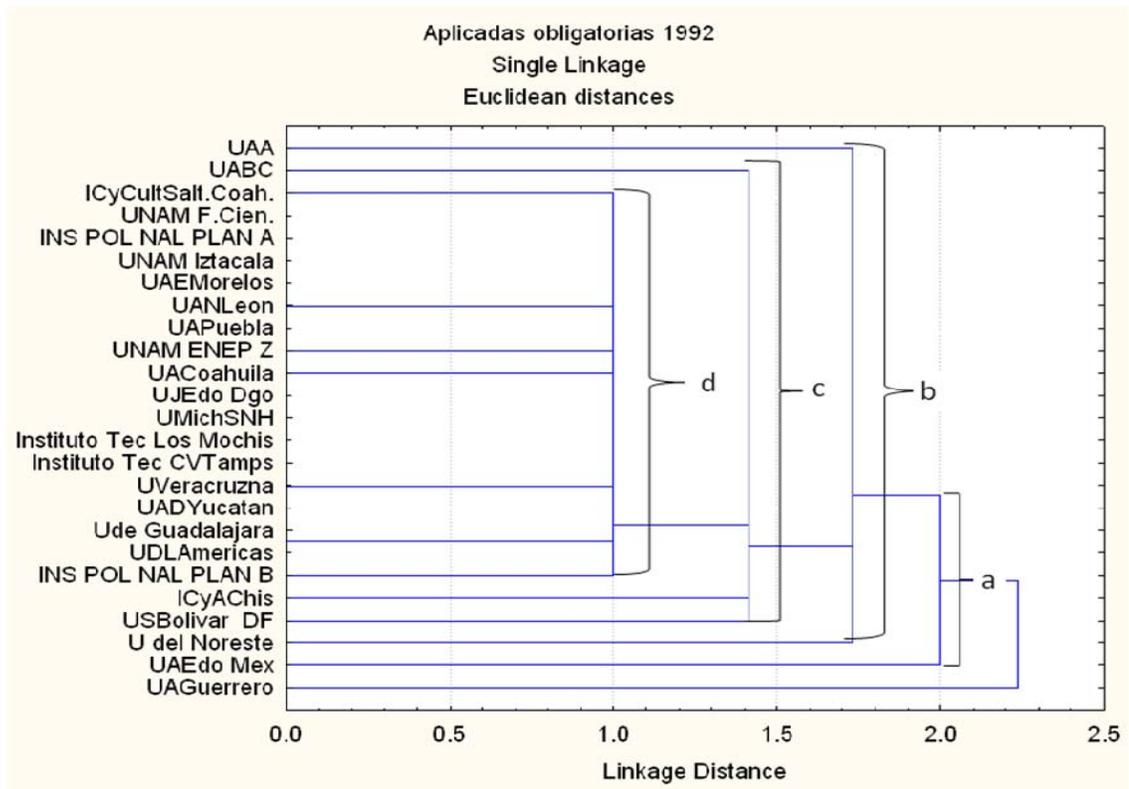


Fig. 37 Materias Aplicadas Obligatorias 1992

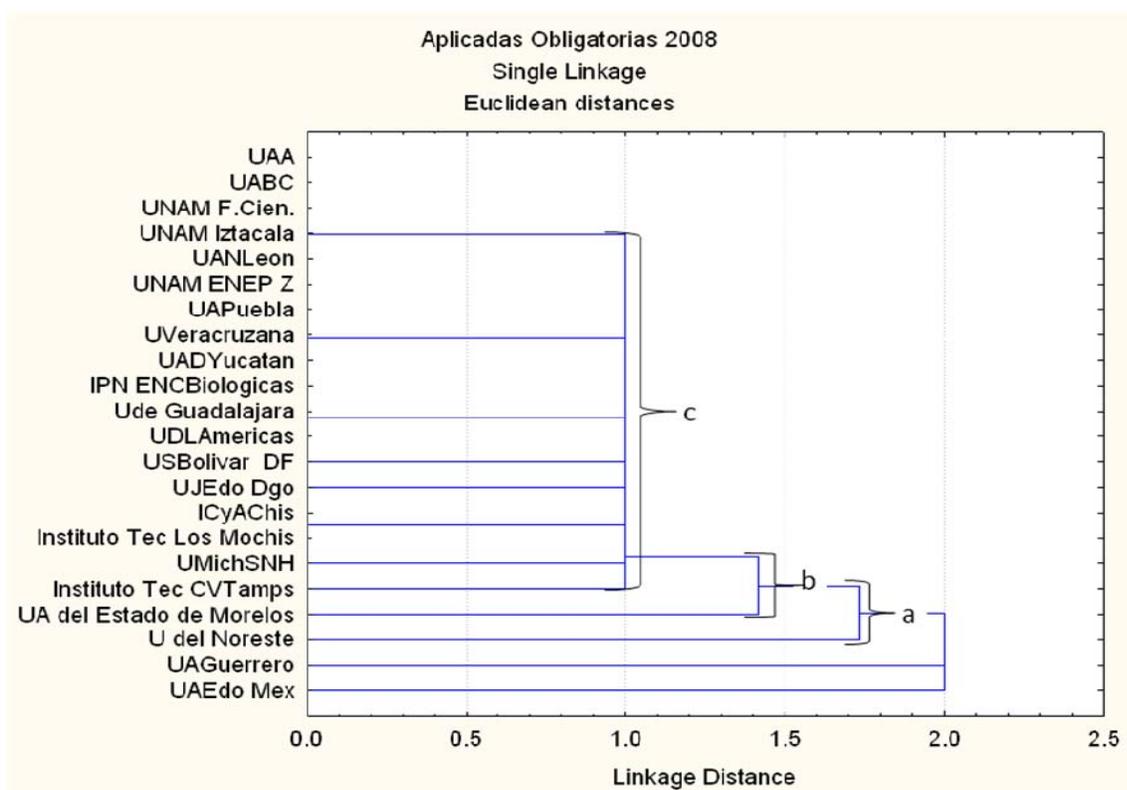


Fig. 38 Materias Aplicadas Obligatorias 2008

### Materias Aplicadas Obligatorias

#### Aplicadas obligatorias 1992

Fitopatología  
Parasitología  
Edafología  
Biología de zonas áridas  
Acuacultura  
Limnología  
Entomología  
Micología  
Economía  
Antropología filosófica  
Relación agua suelo  
Etnobiología  
Degradación del medio natural  
Plagas y enfermedades  
Contaminación  
Etnobotánica

#### Aplicadas obligatorias 2008

Toxicología  
Manejo Integrado de plagas  
Control químico de plagas  
Geología y Edafología  
Etnoecología  
Microbiología de alimentos  
Economía y Recursos  
Naturales  
Taxonomía vegetal  
Medio ambiente y sociedad

Materias	1992 %	2008 %
----------	-----------	-----------

Edafología	36	30
Medio ambiente y Sociedad	0	48
Entomología	24	2

### *Esquema 5*

Considerando que estas materias responden a los perfiles formativos de las diferentes IES se consideró referir los porcentajes más altos en el recuadro. En el caso del resto de materias sus porcentajes de presencia son bajos ya que oscilan entre el 2 % y 4%

En el caso de las materias Aplicadas Obligatorias se presenta una dispersión importante ya que por su temática pareciera que responden a las tendencias formativas del plan de estudios como se observa En las figuras 37 y 38 en donde podemos apreciar:

1.- Que en 1992 existen dos principales organizaciones de las currícula en las Universidades mexicanas, constituida por la UAGuerrero y un grupo “a” constituido por 24 Universidades. El grupo “a” se divide en dos organizaciones principales una representadas por una Universidad (UAEdo Mex) y un grupo “b” constituida por 3 organizaciones principales, dos de las cuales estan constituidas por una sola Universidad (U del Noreste, UAA) y un grupo “c”, este último grupo esta constituido por cuatro organizaciones, tres respesentadas por una Universidad (UABC, ICyAChis y USBolivar DF) y un grupo “d”. El grupo “d” esta constituido por siete organizaciones principales, cuatro constituidas por una sola Universidad (ICyCultSaltCoah, UNAM ENEP Z, UACoahuila, IPNPlan B), una cons dos Universidaddes con organización identica (Ude Guadalajara, UDLAmericas), así como dos con seis Universidades con igual organización (UNAM F Cien-IPNPlanA-UNAM Iztacala-UAEMorelos-UANLeon-UAPuebla y UJEdo Dgo-UMichDNH-Instituto Tec. Los Mochis-Instituto Tec. CVTamps-UVeracruzana-UADYucatan) y en donde por su antigüedad quien establece como lider académico, es la facultad de Ciencias de la UNAM

2.- Para 2008 se observan tres organizaciones principales dos representada por una Universidad (UAEdo Mex, UAGuerrero), y el grupo "a" constituida por dos organizaciones diferentes, una representada una sola (U del Noreste), y un grupo "b" en donde se presentan dos organizaciones principales, una representada por una sola (UA del Estado de Morelos), y un grupo "c" en donde se presentan ocho organizaciones principales, cuatro representadas por una sola Universidad (Instituto Tec CVTamps, UMichSNH, UJEdo Dgo, USBolivar DF,), una representada por dos Instituciones con organización idéntica (Instituto Tec Los Mochis, ICyAChis), Una representada por tres Instituciones con igual organización (IPN ENCBiologicas, U de Guadalajara, UDLAmericas), y finalmente una agrupación representada por cuatro universidades con igual estructura (UADYucatan, UVeracruzana, UAPuebla, UNAM ENEP Z,) así como una representada por cinco Instituciones con igual estructura (UANLeón, UNAM Iztacala, UNAM F Cien, UABC, UAA).

En relación al *Esquema 5* destaca el tema de las asignaturas orientadas al Medio Ambiente, y se manejan temas muy específicos como el control químico de plagas o Etnoecología.

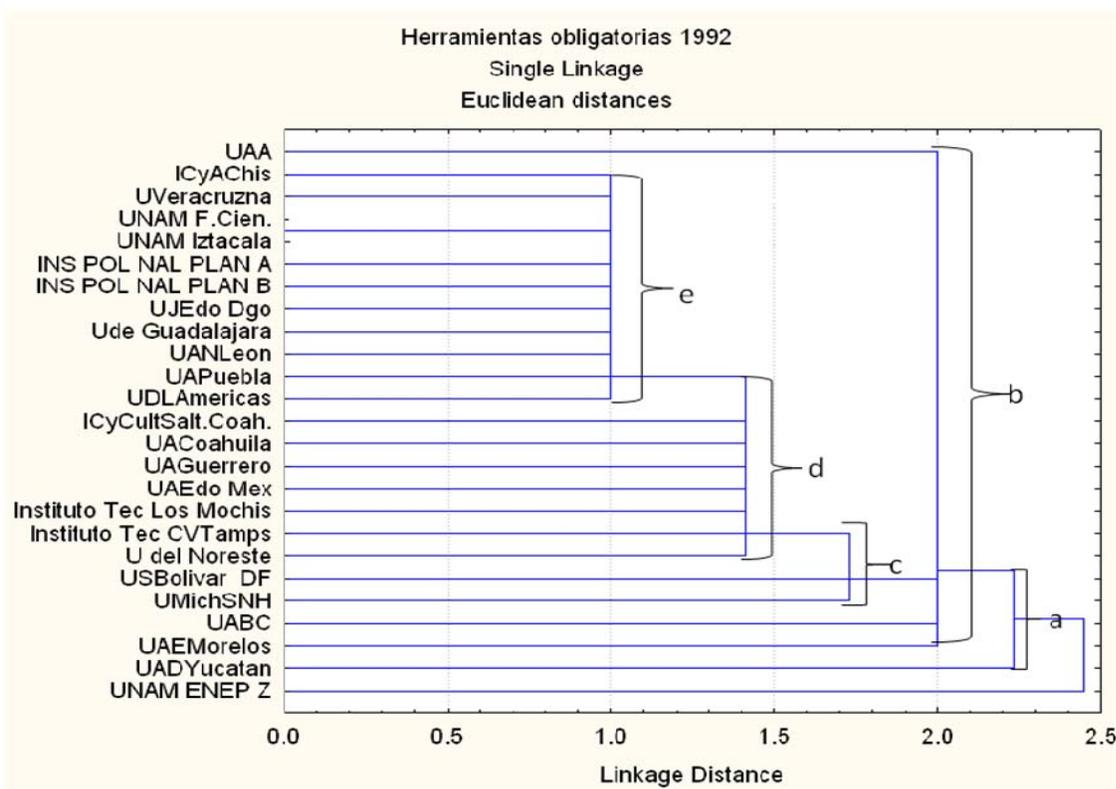


Fig. 39 Herramientas Obligatorias 1992

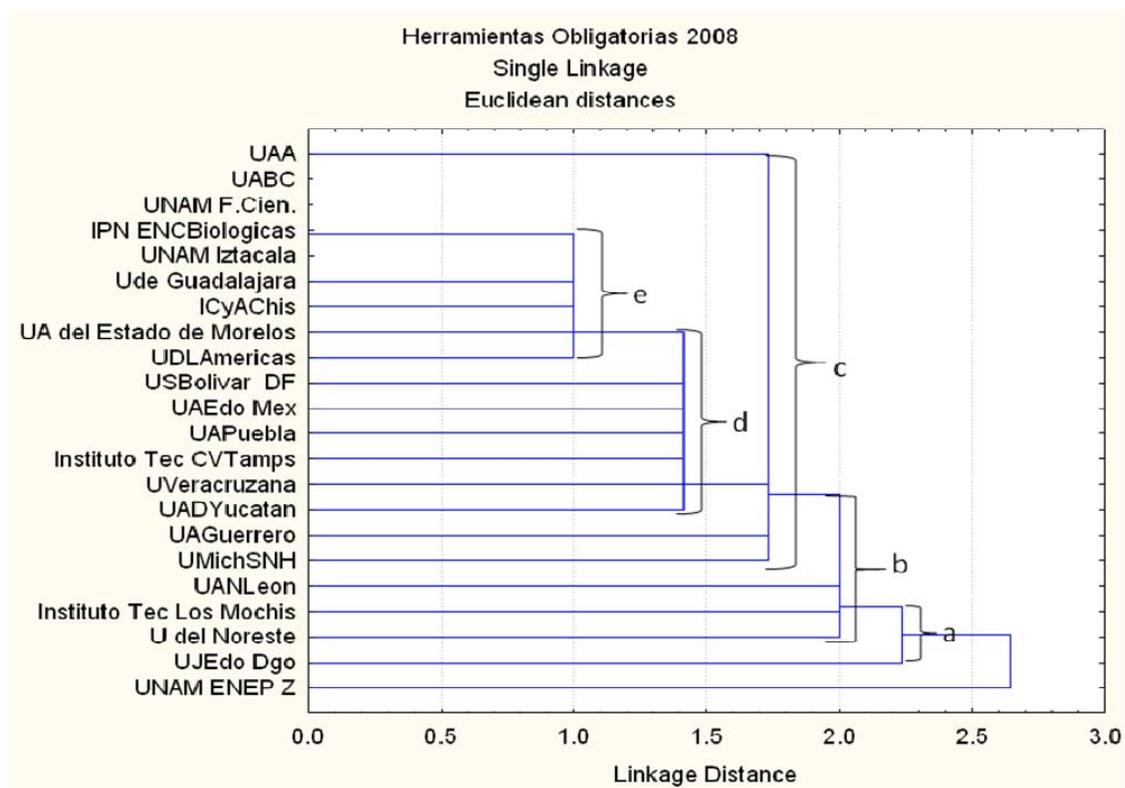


Fig. 40 Herramientas Obligatorias 2008

## Materias Herramientas Obligatorias

### Herramientas Obligatorias 1992

Didáctica General  
 Metodología de la Investigación de Cpo.  
 Biología de Campo  
 Problemas de México  
 Administración  
 Economía y Administración  
 Historia de las doctrinas científicas  
 Técnicas de laboratorio  
 Inglés técnico  
 Meteorología  
 Ambiente y legislación  
 Ética profesional  
 Literatura y Filosofía  
 Seminario de Tesis  
 Epistemología  
 Didáctica de la Biología  
 Lectura y metodología del trabajo intelectual  
 Diseño experimental  
 Computación

### Herramientas Obligatorias 2008

Desarrollo empresarial  
 Seminario de Investigación  
 Contaminación e Impacto ambiental  
 Biotecnología  
 Sistemática  
 Fundamentos de Investigación  
 Métodos y técnicas para el desarrollo del pensamiento y expresión del hombre  
 Comunicación y cultura  
 Educación ambiental  
 Ecosistemas urbanos y manejo  
 Impacto ambiental  
 Comportamiento organizacional  
 Bioética  
 Taller de administración en Biología

Taller de la profesionalización  
 en Biología  
 Comunicación oral y escrita  
 Apreciación de las letras  
 Microeconomía  
 Formación de Emprendedores  
 Cultura de calidad  
 Legislación ambiental y  
 Ordenamiento ecológico  
 Bioinformática (se presenta un  
 listado parcial de las materias  
 bajo éste rubro)

*Esquema 6*

Materias	1992 %	2008 %
Biología de Campo	32	10
Problemas de México	28	12
Administración	12	8
Ingles Técnico	24	32
Meteorología	36	44
Computación	12	30

En las materias que para el corte 1992 se registran con un alto porcentaje de presencia, identificamos que en correspondencia para el corte 2008 se incrementa este porcentaje, solamente en tres de ellas y en el resto disminuye quizá porque esas materias son sustituidas o incorporadas a otras del plan de estudios, sin embargo estas materias identificadas para este trabajo de tesis como “herramientas” son indicadores que nos permite conocer de qué forma se resuelven los problemas de formación del biólogo particularmente cuando se enfrenta al campo de trabajo, y requiere integrar los conocimientos para estar en condiciones de resolver problemáticas relacionadas con su profesión, en este sentido podríamos pensar que las herramientas obligatorias pretenden darle al estudiante una formación integral que le permita incidir en los campos del ejercicio profesional emergente y con más posibilidades de éxito.

Se puede apreciar en las figuras 39 y 40:

1.- Que en 1992 existen dos principales organizaciones de las currícula en las universidades mexicanas, constituida por la UNAM ENEP Z y un grupo “a” constituido por 24 Universidades. El grupo “a” a su vez puede dividirse en dos organizaciones principales una representadas por una Institución (UAYucatan) y un grupo “b” constituida por cuatro organizaciones principales, tres de las cuales estan constituidas por una sola universidad (UAA, UABC, UAEMorelos) y por un grupo “c”. Este grupo “c” esta constituida por tres organizaciones principales, dos formadas por una sola universidad (UMichSNH, USBolivar DF) y por un grupo “d” el cual a su vez, esta conformado por ocho organizaciones principales, siete organizaciones constituidas por una sola Universidad (ICyCuitSaltCoah, UACoahuila, UAGuerrero, UAEdo Mex, Instituto Tec. Los Mochis, Instituto Tec. CVTamps, U del Noreste) y un grupo “e” el cual esta integrado por diez organizaciones principales, de estas nueve conglomeradas por una sola universidad (UDLAmericas, UAPuebla,UANLeon, Ude Guadalajara, UJEdo Dgo, IPNPlan A, IPNPlan B, UVeracruzana, ICyAChis), una constituida por dos universidades con identica organización ( UNAM F Ciencias , UNAM Iztacala), es adecuado señalar que en el grupo “e” considerando su antigüedad se puede establecer como lider académico, a la facultad de Ciencias de la UNAM.

2.- Para el corte 2008 se presentan dos organizaciones principales una representada por Una universidad (UNAM ENEP Z), y el grupo “a” constituida por dos organizaciones diferentes, una representada por UJEdo Dgo, y un grupo “b”. Este a su vez está constituido por cuatro organizaciones principales, tres por una sola universidad (U del Noreste, Instituto Tec Los Mochis, UANLeón) y por un grupo “c”. el que está constituido por cuatro organizaciones principales, tres de las cuales están representadas por una sola universidad (UMichSNH, UAGuerrero, UAA) y un grupo “d”, en este es posible diferenciar siete organizaciones de las cuales seis son representadas por una sola universidad (UADYucatan, UVeracruzana, Instituto Tec CVTamps, UAPuebla, UAEdo Mex, USBolivar DF) y un grupo “e”. El que tiene características muy interesantes ya que está formado por cinco organizaciones de las cuales cuatro se agrupan por una sola universidad (UDLAmericas, UA del Estado de Morelos, ICyAChis, Ude Guadalajara)y una constituida por cuatro universidades con identica organización (UABC, UNAM F Ciencias, IPN ENCBiologicas, UNAM Iztacala).

Cabe señalar que entre las nuevas materias que se clasifican como Herramientas Obligatorias, en el corte 2008 se encuentran algunas que por el alto porcentaje de presencia que tienen, es necesario considerar ya que están marcando una tendencia en la formación del biólogo, situación que se ha incrementado en el corto tiempo, las materias en mención son:

<b>Materias</b>	<b>2008 %</b>
Desarrollo empresarial	28
Seminario de Investigación	22
Biotecnología	26
Sistemática	24
Fundamentos de Investigación	20

*Esquema No 7*

El resto de las materias del 2008 tienen una presencia aún baja pero son cada vez más frecuentes en los planes de estudio, situación que es consecuente con los Cluster que para las Herramientas Obligatorias se presenta, en donde se percibe que independientemente de los conglomerados que se identifican, cada IES guarda su propia particularidad lo que en esta clasificación la hace única

Las cifras de los totales de las materias Aplicadas Obligatorias y Herramientas Obligatorias se presentan en el siguiente cuadro.

<b>APLICADAS OBLIGATORIAS</b>	
Materias con registro 1992	16
Materias con registro 2008	9

*Esquema 8*

<b>HERRAMIENTAS OBLIGATORIAS</b>	
Materias con registro 1992	31
Materias con registro 2008	62

*Esquema 9*

Como se puede apreciar las materias que más han incrementado su número son las herramientas obligatorias del registro 2008.

Finalmente se presenta el análisis de comparación entre las Universidades para identificar el nivel de cambios que se presentaron entre los dos periodos de estudio considerando que, para el análisis de conglomerados (análisis Cluser) el valor de cero entre dos universidades significa que son idénticas con respecto a las materias por lo que las agrupadas se considera que comparten más materias entre sí, aunque no necesariamente las mismas que las no agrupadas.

Con respecto al análisis de  $X^2$  que aquí se presenta se puede afirmar que la estructura curricular de los planes de estudio cambia drásticamente entre el año 1992 y 2008

**Análisis de  $X^2$**

<b>Comparación entre las Universidades de las materias comunes entre 1992 y 2008</b>				
<b>Condición</b>	<b><math>X^2</math> observada</b>	<b><math>X^2</math> 0.05</b>	<b><math>X^2</math> 0.01</b>	
Básicas	67.7695819	30.14	36.19	**
Infraorganísmicas	524.356769	36.42	42.98	**
Organísmicas	7131.36347	25	30.58	**
Supraorganísmicas	192.895522	14.07	18.48	**
Aplicadas obligatorias	165.395683	25	30.58	**
Herramientas obligatorias	358.291206	42.56	49.59	**

\*\*= doblemente significativa.

#### *Esquema 10*

En un análisis para conocer la proporción de las materias agrupadas de acuerdo a la organización planteada para éste trabajo se obtienen los siguientes resultados.

<b>Clasificación</b>	<b>1992</b>	<b>2008</b>
Básicas	29.969419	23.3986928
Infraorganísmicas	26.146789	21.0457516
Organísmicas	20.4892966	9.54248366
Supraorganísmicas	6.11620795	15.620915
Aplicadas Obligatorias	6.42201835	8.16993464
Herramientas Obligatorias	10.8562691	22.2222222

#### *Esquema 11*

Con la información de este cuadro se puede afirmar que la composición de los planes de estudio ha cambiado reduciéndose la proporción de materias básicas, Infraorganísmicas y Organísmicas, sin embargo se incrementa la proporción de

materias Supraorganísmicas, Aplicadas Obligatorias y Herramientas Obligatorias, particularmente éste último rubro en donde se pretende al final de la carrera resolver problemas de formación integral del biólogo inclusive con temas orientados a los aspectos socioeconómicos, jurídicos, ambientales y docentes tema que en el siguiente capítulo se analizara en el amplio contexto del campo laboral del biólogo.

### **Una perspectiva para la licenciatura en biología en México**

El análisis tanto histórico de la carrera de biología como de la estructura y contenido de los planes de estudio, lleva a cuestionarnos sobre la importancia de esta ciencia en el desarrollo y sobrevivencia de la humanidad, es indiscutible que el avance que en los últimos años han tenido diversas áreas del conocimiento vinculadas a la ciencia de la biología como la genética, la biología molecular, la ecología, las neurociencias por mencionar algunas han posicionado a la ciencia de la vida al menos en el interés de la sociedad por la trascendencia de sus resultados en la salud, la alimentación, y en consideración de la perspectiva ambiental, la supervivencia. Sin embargo la biología no tiene en nuestro país el espacio ni el apoyo que requiere para su adecuado desarrollo en cuanto a la investigación y consecuentemente el fortalecimiento de la docencia en las instituciones de educación e incluso en la preferencia de los estudiantes por cursar una carrera de ciencias.

En la población escolar de licenciatura por áreas de estudio según régimen público 2004-2005 (ANUIES anuario estadístico 2004) se puede observar por área:

POBLACION ESCOLAR LICENCIATURA 2004-2005	
Area del Conocimiento	Alumnos
Ciencias Sociales y Administrativas	530.778
Ingeniería y Tecnología	512.218
Ciencias de la Salud	150.304
Ciencias Agropecuarias	42.494
Educación y Humanidades	76.545
Ciencias Naturales y Exactas	38.790

Con estas cifras la población de la carrera de biología es aproximadamente el 14% del área de Ciencias Naturales y Exactas. Situación que no es desconocida pero que a la luz de las necesidades sociales que existen de una ciencia como la biología no podemos ignorarla.

La biología no tiene en nuestro país el espacio que requiere en términos de la planeación nacional, por consecuencia tiene una presencia marginal en los centros de educación superior, así como en los ámbitos institucionales de investigación o de manejo de recursos. No se considera como una prioridad, a pesar de que en diferentes épocas se han desarrollado algunos conceptos y políticas que reflejan la intención de un entendimiento del recurso natural orientado a su explotación, aunque sin considerar todas las facetas de su administración o manejo integral.

Se ha considerado a la licenciatura en biología como formadora de investigadores sin embargo la cantidad que de ellos existen en nuestro país no manifiestan que la investigación sea parte de las prioridades nacionales, como se puede observar en el cuadro anexo en donde el incremento de investigadores en el lapso de tiempo semejante al analizado en este trabajo de tesis refleja un crecimiento muy lento de este importante sector en donde los biólogos tendrían un campo laboral para el que fueron formados.

Año	Total	Candidato	Investigador nacional			
			Total	Nivel I	Nivel II	Nivel III
1990	5 704	2 282	3 422	2 453	691	278
1991	6 165	2 502	3 663	2 636	718	309
1992	6 602	2 655	3 947	2 860	779	308
1993	6 233	2 274	3 959	2 810	797	352
1994	5 879	1 683	4 196	3 012	807	377
1995	5 868	1 559	4 309	3 077	839	393
1996	5 969	1 349	4 620	3 318	862	440
1997	6 278	1 297	4 981	3 546	952	483
1998	6 742	1 229	5 513	3 980	1 032	501

1999	7 252	1 318	5 934	4 191	1 159	584
2000	7 466	1 220	6 246	4 345	1 279	622
2001	8 018	1 128	6 890	4 682	1 556	652
2002	9 200	1 324	7 876	5 385	1 729	762
2003	10 189	1 631	8 558	5 784	1 898	876
2004	10 904	1 876	9 028	5 981	2 076	971
2005	12 096	2 109	9 987	6 558	2 306	1 123
2006 P	13 485	2 386	11 099	7 567	2 429	1 103
<p>NOTA: El sistema nacional de investigadores es comúnmente referenciado por las siglas SNI. Cifras preliminares.</p> <p>FUENTE: CONACYT. Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología. México. 2002, 2004, 2006, 2007.</p>						

El capital humano con el que cuenta una nación es fundamental para que ésta se incorpore al desarrollo mundial, el avance en la ciencia y la tecnología emerge de éste capital capacitado para desarrollar su creatividad en las Universidades o Instituciones de Educación Superior.

En consecuencia, ante esta perspectiva podemos confirmar el carácter de la biología como una profesión realmente joven, con múltiples problemas que atender e incluir como contenidos académicos o de investigación científica.

Hoy en día la biología es una ciencia creciente y con múltiples facetas que se presentan en forma novedosa y emergente a la luz de los avances tecnológicos y científicos, donde el flujo de información y los descubrimientos recientes nos llevan a buscar nuevos modelos de investigación, así como de esquemas curriculares que sean acordes con esta realidad cambiante, para estar en posibilidades de mantener el dinamismo científico y la vigencia de los planes de estudios.

Sería factible entonces, considerar que en el umbral del siglo XXI enfrentamos la posibilidad de nuevas alternativas que orientarán no sólo a la ciencia sino las formas

actuales de relacionarnos como sociedad y como seres humanos; el ritmo vertiginoso del mundo de los últimos 50 años nos lleva a estar en posibilidades de asimilar escasamente algún avance o nuevo descubrimiento científico que afecte nuestra vida cotidiana, cuando ya es necesario encontrar nuevas respuestas a nuevos cuestionamientos.

Por otra parte, los seres humanos como especie y al mismo tiempo como entes sociales hemos afectado a la naturaleza en forma drástica, sin recordar que somos dependientes de la misma y que por consiguiente el aporte constante de materia y energía que requerimos sólo puede extraerse del medio que nos rodea, ya que como menciona Capra (1996) “para recuperar nuestra humanidad en su totalidad, es necesario rescatar nuestra experiencia de unidad con todo el tejido de la vida”, concepción que es fundamental en la búsqueda de la integración del conocimiento para el manejo sustentable. La biología hoy día no se puede desvincular de los fenómenos sociales, tanto para su producción científica como para su enseñanza; cabe recordar que en la evolución de la humanidad se han presentado tres revoluciones que han incidido en diferentes aspectos del medio natural y en la población humana, producto de varias asociaciones en las que se hace manifiesto el pensamiento humano. La primera de ellas consistió en la dominación de los animales, plantas y demás elementos naturales, naciendo con ello la agricultura, la ganadería, y la posibilidad de aprovechamiento de las fuerzas naturales como ríos, caídas de agua, el viento y el fuego; lo anterior influyó para el desarrollo de instrumentos de trabajo que multiplicaban las potencialidades del hombre. Después de tal proceso también se conformaron las primeras sociedades sedentarias, la creación de instituciones y el desarrollo cultural; desde aquí es palpable que las formas de organización, las ideas, los niveles de bienestar y el desenvolvimiento de las sociedades dependieran de las relaciones hombre-naturaleza, aspecto fundamental en cuanto a su concepción y que contrasta con el presente, pues en las culturas antiguas no se buscó la dominación de la naturaleza, sino que se consideró al ser humano parte de ella. La segunda revolución parte de la innovación y perfeccionamiento de los instrumentos de trabajo y la invención de más de ellos; la fuerza mecánica toma auge y repercute sobre todo en el aceleramiento de los procesos transitando de la fuerza del agua a la generada por los motores de vapor, de combustión interna y los de reacción nuclear trascendiendo

incluso el espacio terrestre y llegando a la luna. Las formas de producción y la nueva potencia de las máquinas representan un efecto muy marcado sobre la explotación de los recursos naturales, esencialmente como materia prima, sentándose, además, el precedente del fenómeno de la urbanización. Es así que por una parte puede considerarse cómo necesario un adecuado enfoque sobre los recursos naturales, ya que no son infinitos.

Es evidente entonces que la conjunción de nuevas tecnologías y la búsqueda de nuevos esquemas del conocimiento biológico permitieron un avance significativo en este último, ya que han sido en parte el sustento de lo que es la tercera revolución.

A partir de la segunda mitad del siglo XX y a causa de profundas rupturas epistemológicas como lo muestra la obra de Kuhn La estructura de las revoluciones científicas, se registró un cambio cualitativo en la naturaleza, dirección y ritmo del progreso científico y tecnológico, que dio pauta a lo que se conoce como la tercera revolución científico-tecnológica de la humanidad, la cual se caracteriza por la capacidad de manipular las fuerzas fundamentales, atómicas y moleculares de la materia, las fuerzas intrínsecas de la misma. Es así que en esta última revolución el conocimiento científico y tecnológico y su fuente de origen, la comunidad de científicos y tecnólogos, pasan a ser un factor relevante y estratégico. Esto se puede observar en la gran diferencia que había entre científicos del primer mundo, por ejemplo en el año 2000 Estados Unidos tenía 74 investigadores por cada 10,000 habitantes en tanto México que contaba con 7 .Peña,J.A.(2004).

Como se ha mostrado, en los resultados obtenidos del análisis Cluster la amplitud del perfil y el amplio campo del quehacer del biólogo, llevaría a pretender formar un biólogo conocedor de todo y manejador de poco, o bien caer en la situación de plantear perfiles amplios y contenidos académicos curriculares limitados; sin embargo, ante esta coyuntura, cabría preguntarse si no fuese conveniente definir el campo de acción de la biología -para fines de la licenciatura- en profesionales de la misma con una formación general, o bien buscar salidas que ofrezcan la inserción del egresado a los diferentes campos profesionales.

Esta polémica, que no es precisamente reciente, se refleja en la información analizada y permite en consecuencia plantear las siguientes consideraciones. Por una parte la biología como profesión en nuestro país no surgió como respuesta a una demanda o necesidad social concreta, sino que su enfoque fue el estudio de los seres vivos para su conocimiento, aunque no necesariamente para su manejo. El plan de estudios se estructuró más en una condición sumatoria de las materias que podían conformar el contenido curricular que si se hubiera de estructurado totalmente desde sus orígenes con una intencionalidad explícita concreta. Cabe mencionar que este valioso esfuerzo inicial conformó el plan de estudios que posteriormente seguirá la enseñanza de la biología en las 41 escuelas y facultades de biología reportadas en la base de análisis del año 1992 existentes en nuestro país. Por consiguiente, el plan de estudios original de biología representa más una respuesta a la ubicación de un espacio del naturalismo en el ámbito universitario que a una carrera pensada para manejar los recursos. La licenciatura de biología como una carrera científica, tiene un necesario enfoque a la investigación; sin embargo no es el único espacio a considerar para estructurar el plan de estudios de esta ciencia, ya que refiriéndose a su dinamismo y remitido al avance científico y tecnológico de hoy en día, se podría pensar en un plan de estudios cambiante en buena medida cada 5 ó un máximo de 10 años. Por otra parte, el vínculo ciencia y sociedad es cada vez más estrecho y dependiente, particularmente si analizamos que el desarrollo de las comunidades humanas se ha incrementado ante la presencia de eventos que impulsan la tecnología, la industrialización, la revolución verde, etcétera.

El análisis de los contenidos de los planes de estudio de biología en el país, nos habla de su falta de actualización básicamente en la estructura curricular y su forma de vincularla al entorno social, hecho que implica por consecuencia responsabilidades profesionales a futuro. Cabe reconocer que éste es un proceso complicado e involucra varios actores, como los docentes y estudiantes, quienes a su vez cuentan con una referencia histórica que dificulta el llevar a cabo una integración del conocimiento para construir un plan de estudios en el marco de una reflexión filosófica que conduzca a los necesarios cambios de actitud hacia la biología como profesión.

Por todo ello, podemos estar conscientes de que el curriculum en biología requiere de una reestructuración actualizada y profunda como lo indica el estudio acerca de las 41 escuelas de biología del país, es real también que se requiere una nueva visión del perfil del biólogo a formar, el cual no estrictamente tendría que ser idéntico a las 77 versiones de plan de estudios que actualmente existen, pero si es necesario rescatar al menos la esencia del conocimiento esencial que un biólogo deba tener para que sea capaz en su desempeño profesional.

### **Análisis de contenidos académicos de los planes de estudio**

En función del análisis realizado en los contenidos académicos de planes de estudio, de las bases 1992 y 2008, se podría iniciar con una conclusión: "los planes de estudio requieren de una modificación que no sólo afecta el contenido académico sino que se contextualiza en el ámbito amplio del curriculum". Esta afirmación se fundamenta en varios elementos ya que por una parte no existe un balance entre el conjunto de asignaturas impartidas y el perfil del egresado a lograr pues si bien se maneja en el perfil la capacidad del pasante para abordar y resolver problemáticas nacionales, los contenidos de los programas son altamente teóricos y descriptivos.

En todos los esquemas curriculares se presentan aspectos académicos compartidos que abordan igualmente la evolución, la diversidad, la unidad biológica en un eje que responde a los niveles de organización biológica, pero carentes de una articulación vertical y horizontal en cuanto a estructura, aunado a una fragmentación del conocimiento.

A nivel nacional podría afirmarse que existe una amplia gama de asignaturas en los diferentes currícula, que llegan a ser en total como ya se refirió en un número de 243. Los índices de reprobación son altos particularmente en las materias agrupadas en la base de análisis del presente trabajo como "básicas", y en opinión de los alumnos esta reprobación en los primeros semestres, radica en que fundamentalmente los primeros contactos que tienen con la profesión son materias "ajenas" al conocimiento biológico que se imparten fuera del contexto y por consiguiente al alumno no le son significativos los conceptos que se manejan en estas asignaturas.

Es notorio observar en la agrupación de las materias “Infraorganísmicas” que éstas son numerosas y atomizan el conocimiento en fracciones especializadas del conocimiento mismo que se podría impartir como un proceso biológico o como un proceso contextualizado con los elementos académicos e históricos que lo generan.

Para el caso de las materias “Organísmicas”, la botánica y zoología ocupan el porcentaje más alto en presencia en relación al total de las asignaturas de los planes de estudios, el tiempo que los alumnos permanecen en las aulas los aplican al aprendizaje de la diversidad biológica que mucho privilegia al mundo macroscópico. En el caso de la enseñanza de estas materias, los alumnos las refieren como descriptivas y poco vinculadas a las problemáticas vinculadas a los recursos naturales. Es interesante observar cómo los contenidos académicos de los programas reflejan la enseñanza de un conocimiento concluido no dinámico, por consiguiente únicamente se transmite en forma parcializada y descontextualizada; en este caso, remitiéndonos a Lomelí, (1991), la biología como ciencia debiera ser considerada "como una actividad constructiva en el marco de una taxia que supone la superación de la controversia contenido-método en continua construcción y reajuste", lo que implica una búsqueda equilibrada de adquisición de conocimientos previos y nuevos para adquirir además del elemento intelectual las habilidades y destrezas necesarias que permitan considerar a la ciencia como un dinámico espacio más que un producto terminado de saberes cuya validez es indiscutible y es tomada como un punto de partida.

El maestro Alfonso L. Herrera en su libro Nociones de biología de 1904 menciona "La biología es una ciencia nueva, no porque sean nuevos los objetos en que se ocupa, sino por que los considera desde un nuevo punto de vista. Largo tiempo ha que los animales y las plantas se han observado, mas no como se hace en la actualidad. Acaso podría explicarse gráficamente la diferencia que existe entre los antiguos métodos y los modernos; diciendo que antes se estudiaban los seres orgánicos en reposo y hoy se les estudia en movimiento... El biólogo de nuestros días considera los mismos objetos como seres activos, como parte de un todo que siempre está modificándose y cambiando”.

El maestro Herrera como gran visionario de la biología, refiere que esta ciencia se encuentra en constante progreso de cambio en donde sólo se descompone el todo en sus partes para lograr una mayor comprensión, pero sin olvidar que es un todo en sí.

En este sentido y procurando presentar a una biología viva, las materias agrupadas como “Supraorganísmicas” presentan contenidos que en su mayoría tienden a integrar conocimientos de áreas específicas como sería análisis de sistemas o ecosistemas urbanos, sin embargo, hay otras asignaturas como ecología o evolución que integran el conocimiento global y que le dan sentido a una buena cantidad de información que el estudiante ha adquirido a lo largo de los semestres previos. Estas materias como se mostró tienen una presencia permanente en la mayoría de los planes de estudio, y cabe mencionar que los mismos académicos las consideran integradoras de conceptos y conocimientos biológicos, así como materias necesarias en la formación del biólogo; también se reconoce, que el estudiante carece de conocimientos precusores que le permitan cubrir exitosamente las asignaturas. Por otra parte, estas materias se transforman en filtros para la conclusión de la carrera por presentar altos índices de reprobación. Se desprendería de este análisis la necesidad de reubicar algunas de las materias que promueven la integración del conocimiento de la biología y a la materia de evolución, en el eje académico conductor del plan de estudios y no como materias una materia terminal que pierde el sentido de sus propios contenidos.

Las materias agrupadas como “Herramientas y Aplicadas Obligatorias” guardan la función de ofrecer elementos metodológicos y conceptuales que contribuyen a la formación integral del biólogo y lo preparan para su próximo desempeño profesional sin embargo son también un indicador del incremento en las áreas del conocimiento que se consideran necesarias en la formación del profesional de la biología, y que al no formar parte del plan de estudios se transforman en obligatorias pero se imparten nuevamente descontextualizadas de la estructura curricular dando como resultado un plan de estudios que tiene una estructura sólida en sus aspectos básicos pero que requiere de un replanteamiento para incorporar de manera específica los conocimientos que la demanda social del profesional de la biología requiere.

Cabe mencionar que si bien los alumnos tienen carencias conceptuales durante su proceso formativo profesional también estas carencias las tienen desde los niveles de educación básica y media superior, en donde se carece de ejes del conocimiento biológico que lleven al educando a formar un concepto integral del significado y trascendencia de los contenidos biológicos lo que sentaría un precedente importante en cuanto a la apreciación que el estudiante pueda tener de una ciencia como la biología. Además en estos niveles se hace un énfasis mayor en la enseñanza expositiva la que como se muestra en los resultados obtenidos en una investigación realizada por Tirado y López Trujillo (1994) para explorar los grados de apropiación de los conocimientos básicos de la biología adquiridos previamente en el nivel medio superior en estudiantes de licenciatura de esta carrera y donde a través de un cuestionario de 50 reactivos se demostró que los estudiantes aprenden poco, ya que la media de aciertos fue de 63.4 % .

En el proceso de enseñanza-aprendizaje la metodología utilizada para la transmisión o generación del conocimiento es sustancial en el desarrollo de un plan de estudios. De las instituciones analizadas, en la base de datos para el año 1992 el 100% utiliza las clases teórico o teórico-prácticas; un 18.7% considera problemas de investigación y todas efectúan trabajo de laboratorio y de campo. Esta circunstancia no implica que el llamado método tradicional en la enseñanza sea inadecuado ni inoperante, simplemente que es necesario reflexionar sobre las estrategias y técnicas didácticas que se requieren para impartir la docencia de una ciencia abstracta como la que nos ocupa. Este aspecto es medular pues no sólo se deben de buscar objetivos informativos sino también formativos, en donde el alumno desarrolle la capacidad de pensar y de resolver problemas tanto teóricos como prácticos desde la óptica del abordaje de la problemática que le ofrece el entorno, en este sentido es necesario que el método expositivo de los docentes sea reconsiderado.

**UN PLAN DE ESTUDIOS INTEGRAL PARA LA ENSEÑANZA  
EN LA LICENCIATURA DE BIOLOGÍA EN MÉXICO**

## **Capítulo V Un plan de estudios integral para la enseñanza en la licenciatura de biología en México**

### **Justificación para un plan de estudios integral**

En este trabajo de tesis se ha pretendido transitar en el proceso histórico que se entrelaza con el proceso académico para conformar el plan de estudios de la licenciatura en biología en nuestro país. Se han revisado así mismo los planes de estudio de las diferentes IES que los ofrecen, en el interés de contar con los elementos que permitan llegar a una propuesta fundamentada de un plan de estudios integral, es decir una estructura curricular conformada para la formación de un egresado mediante un perfil plenamente identificado y discutido en el claustro docente, en donde el futuro profesionista cuente con un acervo de conocimientos que le permita entender y manejar los procesos biológicos, y que a la vez esté orientado para el ejercicio profesional tanto el emergente como el definido por la realidad social del entorno en el que se desarrolla.

Los pasos para definir un plan de estudios parten del análisis de la oferta-demanda del campo del conocimiento que presenta el campo laboral, y consecuentemente de la interpretación de esta necesidad para referirla a la estructura curricular, cuidando el promover una tendencia que oriente el plan de estudios hacia una formación que le permita al estudiante desarrollar sus capacidades partiendo de la base de un conocimiento sólido, articulado entre las diferentes áreas de la carrera.

El perfil a formar constituye también un elemento fundamental para definir el rumbo y la estructura del mencionado plan de estudios, aunque en el caso del biólogo es tan amplio éste perfil, que en algunos casos comprende escenarios de difícil concreción o que no se consideran en la estructura curricular. Como se muestra en el *Esquema 12* en donde se analizan los perfiles de algunas de las 77

instituciones que imparten la licenciatura en biología en el País, en particular 32 de ellas ya que el resto no presentaba este apartado en sus planes de estudios

**Temáticas generales que se consideran en los perfiles de 32 planes de estudios**

Presentan perfil de egreso	22
Presentan objetivo y perfil de egreso	6
Presentan objetivo únicamente	4
Consideran investigación como un tema en su objetivo o perfil	20
Consideran aspectos relativos a la biodiversidad o procesos biológicos	todos
Consideran docencia	12
Considera manejo de computación	1
Considera que el egresado estará capacitado para ser administrador o empresario	4
Considera que el egresado podrá ser asesor	2
Considera que el egresado será conocedor de la evolución y su efecto en la biodiversidad	2
Considera que el egresado podrá realizar el manejo y diagnóstico del impacto ambiental	5

*Esquema 12*

En términos generales todos los perfiles u objetivos – como en algunos casos se definieron- plantean escenarios integradores en donde el Biólogo realiza

proyectos, planea, resuelve y tiene un efecto en la evaluación de los recursos, en su manejo, y en la investigación.

Sin embargo al revisar las materias y la respectiva estructura curricular no se identifican talleres o en otro caso algunas áreas integradoras del conocimiento, por lo que es poco probable el considerar que se alcanzarían en su totalidad los perfiles y objetivos plantados, sin embargo en todos los planes se comparten los escenarios académicos de la Biología básica -aunque parcializada- es decir se imparte por materias no por procesos, aún así aporta un conocimiento común a la formación del biólogo.

El conocimiento científico en general es la base para el desarrollo de nuevas tecnologías y de alternativas a las problemáticas de esta época, pero también implica necesariamente la redefinición de algunas orientaciones de la ciencia y su relación con la dimensión social, como lo referente a la relación entre ciencia básica-ciencia aplicada, -investigación, desarrollo y tecnología así como su vínculo con los perfiles profesionales, en este caso los del biólogo. Se hace apremiante entonces la pronta integración de las diferentes áreas del conocimiento, pues hoy día como lo menciona Guadarrama (1988), "Los avances en la agricultura ya no se dan a partir solamente de las parcelas de experimentación y del conocimiento de los ingenieros agrónomos con especialidad en genética, sino también de su interacción con otras investigaciones en biología molecular en donde se están desarrollando nuevas tecnologías aplicando la ingeniería genética". Es evidente que ante este nuevo panorama se requerirá una mayor calificación científico-tecnológica, para poder abordar las diferentes problemáticas que presenta el desarrollo de una ciencia como la biología por parte de los científicos y tecnólogos, con la integración de nuevos contenidos a las profesiones con carácter científico ya que se corre el riesgo de que además de quedar en el rezago académico, se tiene la posibilidad de repetir modelos que han demostrado ser inoperantes y poco pertinentes para la resolución de los retos que plantea la época que vivimos.

Sería deseable que la problemática social encontrara repercusión en el plan de estudios, si lo consideramos como una estructura dinámica y amplia que no sólo abarca el contenido, sino también los métodos de enseñanza y de aprendizaje, las metas y objetivos que se propone alcanzar, así como la manera en que su efectividad puede ser medida y desde luego el contexto en el que el aprendizaje se lleva a cabo, en este sentido es necesario el estudio socioeconómico previo al diseño de una estructura curricular que sea el espacio formativo de los profesionistas que se requieren.

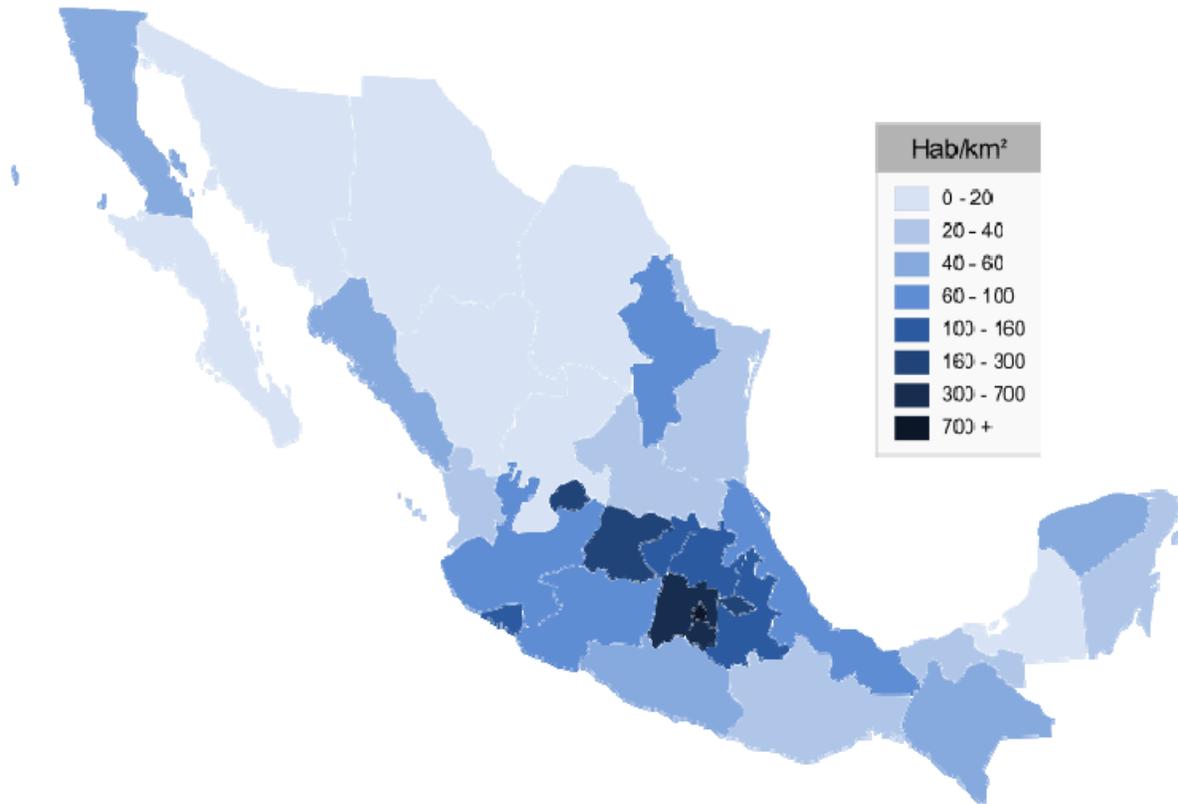
Los planes de estudio necesitan ser formulados a partir de ciertos marcos de referencia. En ellos el estudio de la profesión es importante y es necesario efectuarlo desde una perspectiva amplia (Díaz, Barriga 1991)

<b>POBLACIÓN NACIONAL TOTAL 1900-2009</b>	
<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN</b>
1900	13'607,272
1910	15'160,369
1921	14'334,780
1930	16'552,722
1940	19'653,552
1950	25'791,017

1960	34'923,129	<b>Población y Recursos Naturales</b>
1970	48'225,238	
1980	69'655,120	
1990	85'784,224	
2000	97 483 412	
2009	107,600,000	

Ante este escenario cabe mencionar que al pretender sociedades integradas a la naturaleza y por consiguiente un desarrollo sustentable, adquiere una dimensión relevante el aspecto poblacional, que en el caso de nuestro país es particularmente impactante. Con la finalidad de conocer esta situación nos remitimos para referencia al censo de Revillagigedo en 1790, (SPP 1977) que reporta 4'636,074 habitantes en nuestro país, registrándose posteriormente para el año 1900, la cantidad de 13'607,272 habitantes (un poco menos de la cantidad que hay actualmente en el Estado de México). Tenemos en contraste un fuerte crecimiento en el siglo XX en donde en un reporte para el 11 de julio del 2009 con motivo del día mundial de la población INEGI reporta ya 107.6 millones de mexicanos, contando además con ocho entidades que concentran la mitad de la población.

Esquema 13 INEGI, Octubre 2005 densidad de población



Esquema 13 INEGI, Octubre 2005 densidad de población

Es evidente que ante esta consideración serán grandes los requerimientos de recursos tanto alimenticios como de salud, vivienda, etc., a diferencia de lo que se hubiese requerido hace 50 años para no ir más lejos. El problema no sólo es el incremento poblacional, sino que la distribución de ésta es muy irregular, lo que se traduce en grandes necesidades urbanas, como es el traslado de satisfactores en general, así como servicios, entre ellos el recurso vital que es el agua. Por otra parte, inevitablemente se generan como consecuencia de las grandes concentraciones urbanas cantidades importantes de residuos sólidos, algunos de los cuales tienen tiempo de degradación muy prolongado.

La demanda de bienes y servicios, así como la generación de basura, es abundante en los lugares que presentan mayor concentración de habitantes, en

este sentido la población urbana tuvo un incremento del 1,050 % entre los años de 1900 al registro en el año 1980 en México (INEGI, 1990) acentuándose particularmente ésta concentración en los últimos años en las 12 áreas metropolitanas que existen en nuestro país como se muestra en la Fig. 41 en donde se observa el crecimiento de la con la zona conurbada del Estado de México con el Distrito Federal.

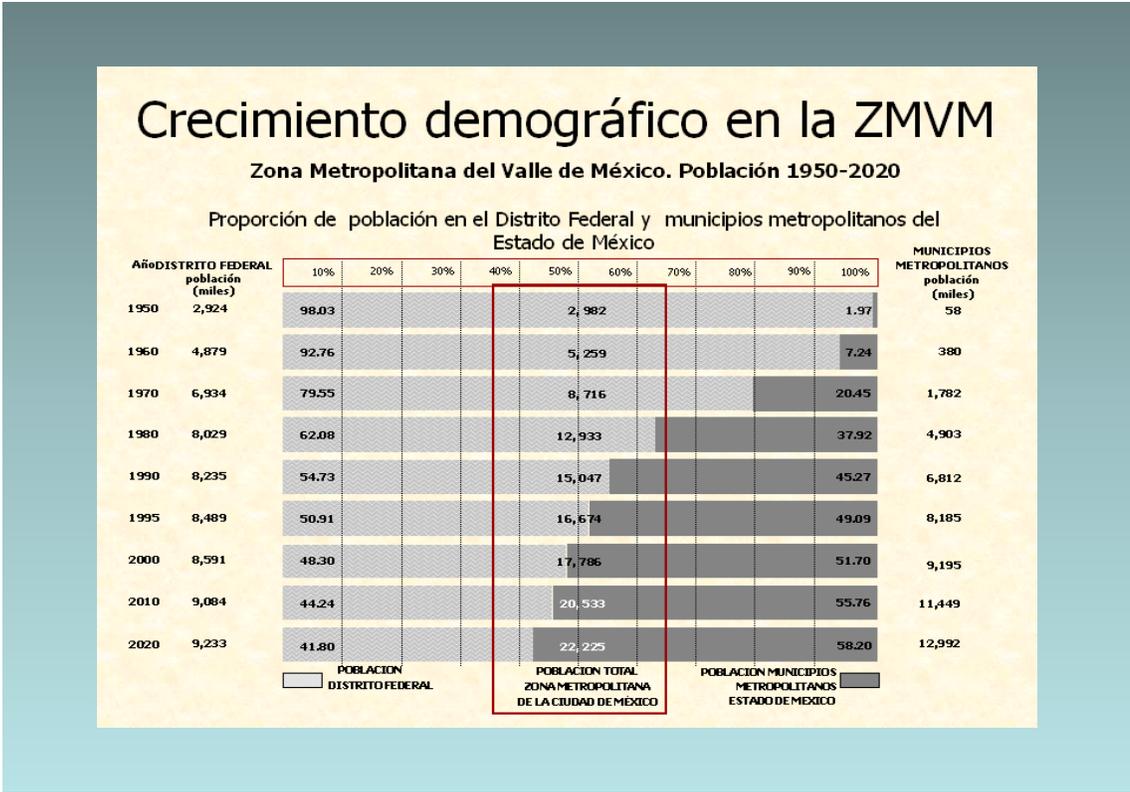
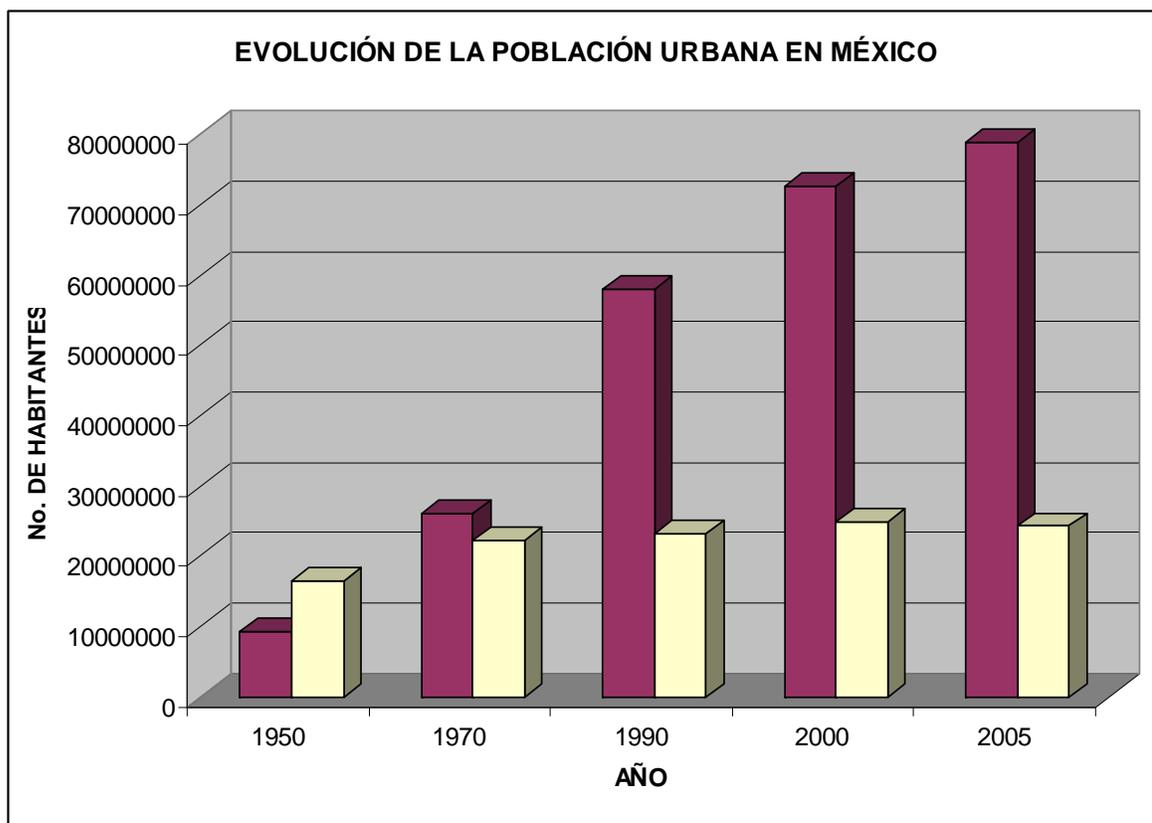


Fig. 41 Crecimiento demográfico en la ZMVM

Fuente censo 2000 INEGI 2000

La densidad de población aunada a las condiciones geográficas y climáticas de México define problemáticas diversas, por una parte nuestro país cuenta con un amplio mosaico de condiciones climáticas que circunscriben los ambientes, lo que impide que todos sean óptimos para ser poblados y en donde por consecuencia se desarrollan organismos con adaptaciones muy especiales; esta gran diversidad de entornos naturales limitan la posibilidad de habitarlos, pues el balance en los costos energéticos indica que se requieren inversiones muy

significativas para corresponder al conjunto de factores y a la infraestructura que se demande para establecer asentamientos humanos dignos. La situación que se identifica para el crecimiento urbano entre el estado de México y el D.F. es también un fenómeno nacional como se muestra en la *Fig. 42*



*Fig.42* Fuente: INEGI, 1950, 1960, 1990, 2000,2005

Ante este panorama cabría pensar en la relevancia que tiene la biología puesto que uno de los aspectos medulares de su estudio son los recursos naturales; sin embargo, aparentemente este rubro no se ha considerado en el esquema curricular de los planes de estudio vigentes y aunque existen en el curriculum desde las materias básicas hasta aquellas que consideran la biodiversidad, no se presentan de manera clara y precisa en cuanto a los objetivos, lo que genera un divorcio entre los fines de la carrera y las problemáticas del entorno social.

### **Recursos Naturales y Perfil del Biólogo**

Uno de los contenidos que se identifican se están incorporando en los planes de estudio del análisis que se realizó al corte 2008, son los relacionados con los aspectos sociales, administrativos y económicos de la biología, ya que resulta fundamental para la adecuada formación del biólogo, ya que hoy día es consecuente que al involucrarse el país en el proceso industrial, implica que la productividad de la economía en grandes periodos de tiempo no dependa de manera exclusiva del desarrollo tecnológico (que incluso en los años cuarenta estaba incipiente en diversos aspectos o simplemente no existía y se importaba del extranjero) ni de los aspectos económicos, sino “que el capital se construye

sobre la base de una estructura de un medio físico biológico propio que son los recursos naturales de diversos tipos” (Leff, 1976). Esto implicó también que el crecimiento ininterrumpido del desarrollo económico o los modelos de desarrollo utilizados, se “acompañaran de una inevitable manera de explotación cada vez mayor de los recursos naturales y su paulatino deterioro por la carencia de estrategias de protección” (Leff, 1976). Se pensaba entonces en la explotación de los recursos con fines de máxima producción, lo que implicó ritmos rápidos de extracción con la lógica y el objetivo de lograr la máxima ganancia en el menor tiempo posible, subestimando las repercusiones en el ecosistema y el conjunto de sistemas biológicos que están interactuando; es decir, ni siquiera se ha considerado el ritmo de recuperación del patrimonio natural y en la óptica de la no integración del manejo de los recursos, la explotación se ha hecho uniespecífica descartando el resto de especies que también son dañadas directa o indirectamente. En una tala de bosques, por ejemplo, se cortan las especies de interés maderable, el resto de plantas y organismos carecen de importancia como tal; otro caso de este enfoque, es el poco aprovechamiento que se obtiene a la fauna acompañante en la pesca de organismos.

La manifestación de tal ritmo de explotación de los recursos naturales se presenta en la pérdida de suelo en áreas forestales, alteración de ciclos hidrológicos, contaminación del aire, agua y suelo, y en la paulatina pérdida de ecosistemas o disminución de poblaciones de animales, plantas u otros organismos que se encuentran en peligro de extinción.

En estos últimos cincuenta años se intentaron cambios en esquemas tradicionales de cultivo, sustituyéndose en algunos casos la vegetación original por completo, lo que modificó las relaciones ecológicas primarias, alternándose ciclos de agua, nutrientes y ruptura de las tramas tróficas, lo que implica la existencia de un conjunto de factores en forma artificial para lograr un cierto equilibrio aunado al uso de grandes cantidades de herbicidas, fungicidas, insecticidas y fertilizantes para lograr elevar la productividad en plazos precisos. Se puede plantear que la

existencia del monocultivo se utilizó como respuesta a las altas demandas de satisfactores por una población cada vez más en aumento. El impacto ecológico se ha incrementado en nuestro país de una manera verdaderamente alarmante. Sólo mencionaré algunas cifras que muestran tales efectos. Durante los últimos años, han sido más evidentes los cambios drásticos en todo el territorio nacional alterándose irreversiblemente superficies que antaño conformaban macizos forestales, bosques, pastizales, valles y cuencas naturales; la urbanización, industrialización, actividades agrícolas y pecuarias han influido notablemente en el proceso, pues se requiere cada vez mayor cantidad de satisfactores provenientes de las zonas rurales; ello ha llevado a una merma considerable de ecosistemas como los bosques y selvas; en el siglo pasado casi un tercio de la superficie de México eran tierras forestales, en el presente se ha reducido a menos de una cuarta parte y el 12.7% del total de la superficie forestal de país sufre algún nivel de degradación Semarnat (2006-2007) En relación al suelo, la Semarnat reporta que del total de la superficie en México el 59% se ha desertificado por degradación. Así mismo el cambio de uso del suelo ha sido uno de las causas más importantes de pérdida de la biodiversidad. Sin embargo nuestro País cuenta según la FAO (2005) con 33.5 millones de hectáreas de bosques, 32.11 millones de hectáreas de selvas, 58.08 millones de hectáreas de zonas áridas y semiáridas, 2.58 millones de hectáreas de vegetación inducida y 12.38 millones de hectáreas de pastizales y ocupa el primer lugar del mundo en el manejo comunitario de bosques certificados como sustentables, tanto en zonas templadas como tropicales. Existe una superficie certificada de 792,275 hectáreas (acreditada por el Consejo de Manejo Forestal, FSC en inglés) y una producción, certificada también, de 1.23 millones de metros cúbicos de madera.

Un dato importante de acuerdo a (CONABIO, 2006) es que más del 80% de los ecosistemas forestales, en los que se concentra gran parte de la biodiversidad, es de propiedad ejidal y comunal. Consecuentemente los habitantes de estas zonas son, en consecuencia, los dueños de una importante riqueza biológica.

En el caso del agua, este es un recurso que cobra cada vez mayor importancia en función de la conciencia social que su carencia crea. Su distribución en el país no es homogénea y el aprovisionamiento a las zonas conurbadas se ha hecho muy costosa y difícil, afectando las zonas en donde el agua brota y se canaliza a las grandes urbes lo que se agudiza si consideramos que el 80% de los recursos hidrológicos está por abajo de la cota de 500 msnm (metros sobre el nivel del mar), cuando paradójicamente por arriba de tal nivel está asentada más del 70% de la población total y en donde la actividad industrial del país se efectúa en un 80% (SEDESOL, 1992)

La construcción de las ciudades ha sido también un factor de transformación de ecosistemas naturales, pues como sistemas artificiales son también altamente subsidiados ya que la demanda de satisfactores es de tal magnitud en volumen y calidad que tienen que producirse o extraerse de alguna parte del entorno natural, generándose a la vez grandes cantidades de desechos imposibles de degradarse a ritmos rápidos por lo que se presenta una acumulación paulatina de residuos sólidos y de contaminación ambiental (Carabias, 1988).

Los cambios del uso del suelo, la contaminación y la depredación de las especies, son de los principales aspectos que influyen en la biodiversidad poniendo en riesgo varias especies; se estima que de las especies de flora y fauna 139 se encuentran en peligro crítico de extinción, en peligro de extinción 183, vulnerables 188 y 510 están amenazadas. Las especies de fauna que tienen mayor riesgo son las aves, peces y mamíferos. (SEDESOL, op cit.)

Si consideramos, en relación a los aspectos biogeográficos de nuestro país, que la superficie territorial es 1'953,128 Km<sup>2</sup> de zona continental y 5,073 Km<sup>2</sup> de superficie insular; que existen 72.8% de ecosistemas naturales y un 27.2% de ecosistemas transformados; que se cuenta con 270,182 Km<sup>2</sup> de suelo agrícola; y los bosques, selvas, matorrales, etc., se ubican como ecosistemas transformados

y cubren el 40% del territorio nacional, es consecuente entonces que exista una gran biodiversidad que nos lleva a nivel mundial a ocupar el segundo lugar en diversidad de mamíferos, cuarto lugar en plantas vasculares con 25,000 especies primer lugar en reptiles, y también primer lugar en variedad de cactáceas y, se calcula, alrededor de 30,000 especies aún sin descubrir. No obstante, esta riqueza biológica existente además de las características ambientales más variadas del planeta que existen en México, preocupa la profunda transformación de los ecosistemas, llevando incluso a la extinción acelerada de varias especies.

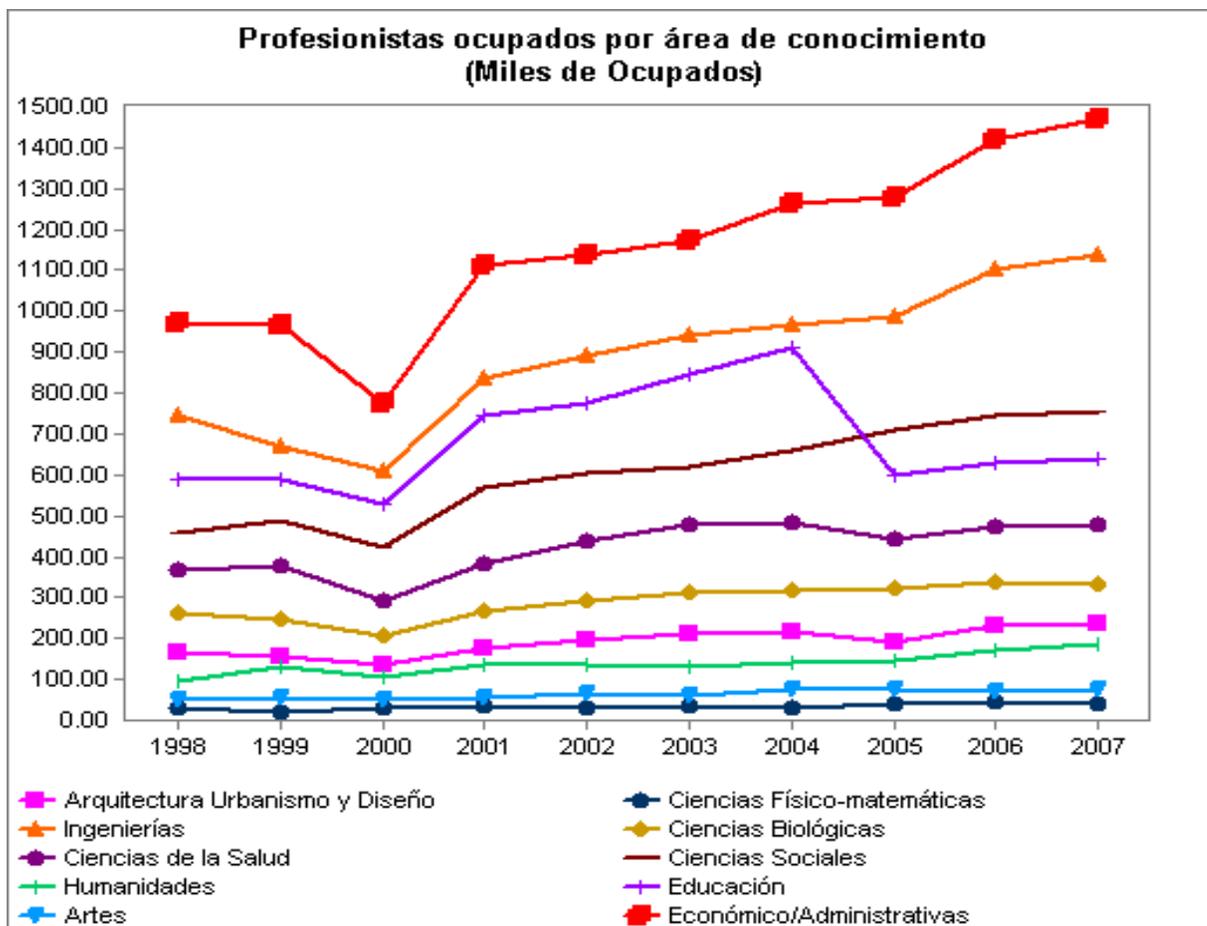
Sabemos que día a día se requerirán más y más satisfactores para la población mexicana, desde agua y alimentos, hasta los servicios propios de una sociedad urbana; ante este reto de gran magnitud las 77 escuelas de biología existentes hasta el año 2008 requerirán enfrentar la resolución de sus problemas regionales y formar profesionales de la biología con un perfil que los lleve no sólo al abordaje puntual de un tema en específico, sino también al planteamiento de soluciones en el marco socioeconómico de la región y del País.

### **Ocupación y Empleo del profesional de la biología**

Es necesario buscar una alternativa adecuada para la formación de los profesionales en biología, tanto en los contenidos de los planes de estudio como en la forma en la que se define el perfil del futuro egresado de la carrera de biología; sin embargo, el análisis de los resultados obtenidos para este rubro lleva a identificar un grupo de elementos que diagnostican en grandes conceptos la situación de la biología actual como ciencia y donde por consecuencia subyace en este concepto un perfil para el biólogo que se podría caracterizar por su amplitud de conocimientos, aunque se insista en elementos específicos propios esperados de un profesional de las ciencias biológicas que por lo general atienden a valores identificados para una situación más subjetiva que al manejo de conceptos o elementos teóricos provenientes de la biología.

La apreciación que socialmente se tenía del biólogo está orientada fundamentalmente a identificar un sujeto que estudia las plantas, los animales y el mar. Ante esta gran panorámica la contratación de los biólogos se realiza bajo rubros amplios como técnico, químico o bien profesional, entre otros. De acuerdo al censo de profesionistas, en el país en 1990 se tenían 24,162 profesionistas biólogos, de los cuales 19,650 pertenecen a la población económicamente activa, escasamente el 1.3 % respecto al total de profesionistas del país. De estos profesionales el 46.6 % se dedica como ocupación fundamental a ser trabajador de la educación en los diferentes niveles nacionales, el 13.8 % desempeña su trabajo acorde a su profesión, el 12.4 % son oficinistas, 8.1 % son funcionarios o directivos, 5.4 % desempeñan un cargo técnico. Se reporta

También una gran cantidad de biólogos inactivos 4,442, de los que 3,232 son mujeres por dedicarse a labores familiares. INEGI, 1993. En fechas recientes la ocupación de los profesionales de la biología no se precisa como en el año 1993. Sin embargo en cifras analizadas al segundo trimestre obtenidas de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo ( 2007) se puede concluir que el número total de profesionistas ocupados en el país es de 5.4 millones de personas, en donde los profesionistas con mayor empleo identificado son los que estudiaron Administración con 643 100, Contaduría y Finanzas se encuentran empleados 638 800, y Derecho 492 700 aunque cabe mencionar de acuerdo a la encuesta que no todos los profesionistas se ocupan en actividades afines a sus estudios, ya que sólo el 65% en promedio se encuentra en ésta situación. Entre las áreas con menor crecimiento se encuentran Humanidades, Artes, y Ciencias Físico Matemáticas. Las carreras con menos profesionistas ocupados son las relacionadas con las siguientes áreas, Ciencias del Mar, Forestal, Ingeniería Pesquera es de considerar que dentro de éstas áreas se encuentra la Licenciatura en biología.

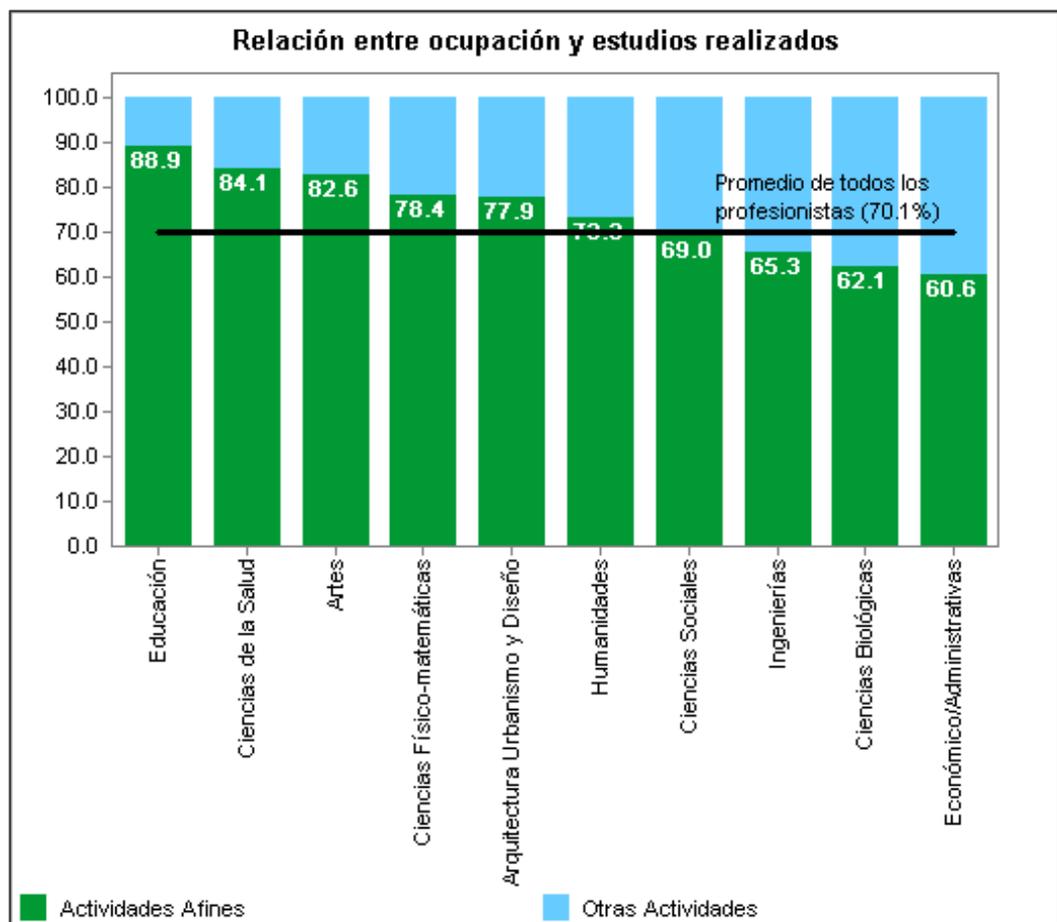


*Gráfica 6*

*Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2007*

En la *Gráfica 6* se muestra la tendencia hacia el año 2007 de la ocupación de profesionistas en el País en donde la línea que se refiere a Ciencias Biológicas se mantiene relativamente estable a partir del año 2002, lo que puede significar que el campo laboral del biólogo que egresa después del año en mención está

siendo ocupado por un profesional formado en un área afín como puede ser un Ingeniero Agrónomo o Forestal entre otros. Esta suposición se puede sustentar con la *Gráfica 7* en donde se muestra la relación que existe entre la ocupación y los estudios realizados y en donde en el área de Ciencias Biológicas el 62.1% de los profesionales tienen una actividad afín a su perfil aunque no precisa, llama la atención que los profesionales de las áreas económico administrativas tienen una actividad en promedio en menor relación a su formación profesional aunque en la *Gráfica 6* se muestra que su ocupación es mayor sin embargo, de acuerdo a estas cifras se podría interpretar que ésta ocupación no es necesariamente en el campo de trabajo profesional para el que se formó el profesional de la mencionada área de conocimiento.



Gráfica 7 Relación entre ocupación y estudios realizados.

Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo 2007

Cabe mencionar que las carreras que se agrupan en el área de Ciencias Biológicas corresponden a Biología y Biotecnología Ciencias del Mar, Ecología, Ingeniería Ambiental y Ciencias Atmosféricas Veterinaria y Zootecnia Agronomía Forestales Química Farmacéutica Biológica, Bioquímica.

Precisar el campo laboral del biólogo es complejo si consideramos que el perfil profesional es muy amplio en la búsqueda que para tal fin se realizó se identificó en el censo de Población 1990 *la Fig. 42* en donde se presentan los porcentajes de ocupación y las áreas en donde se realiza el quehacer cotidiano de quien se había formado como profesional de la biología

**OCUPACIONES REGISTRADAS PARA LOS BIÓLOGOS  
EN LA REPÚBLICA MEXICANA  
Censo de Población 1990**

	Ocupados	%
Profesionales	2, 665	13.8
Técnicos	1, 052	5.4
Trabajadores de la educación	9,015	46.6
Trabajadores del arte	207	1.1
Funcionarios o directivos	1,557	8.1
Trabajadores agropecuarios	295	1.5
Inspección y supervisión	276	1.4
Artisanos y obreros	287	1.5
Operador de maquina fija	60	0.3
Ayudante y similares	57	0.3
Operador de transporte	123	0.6
Oficinistas	2, 395	12.4
Comerciantes y dependientes	918	4.7

Trabajadores ambulantes	64	0.3
Trabajadores domésticos	2	0.0
Trabajadores en servicios públicos	151	0.8
Protección y vigilancia	80	0.4
No especificado	125	0.6

*Fig. 43*

En los planes de estudio analizados en este trabajo de tesis, se registra que en algunos de ellos se identifica el campo laboral del biólogo en la SEMARNAT en las áreas de ecología y protección, en la Comisión Nacional del Agua, en la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente como inspectores o visitantes, en programas de educación ambiental, en la Industria pesquera y química y en la prestación de servicios de asesoría en las áreas de biología gestión y derecho, se identifican también el ámbito laboral en proyectos de ecoturismo, en las comunidades en proyectos ecológicos como el basurero municipal y en los gobiernos municipales, estatales y federales en el área de ecología

En este apartado se han revisado los factores socioeconómicos que inciden en la pertinencia de la formación del profesional de la biología así como el recurso natural del que dispone el país, para su cuidado y manejo y la ocupación laboral que de alguna manera es el reflejo de la importancia que al área del conocimiento de la biología se le otorga en nuestro país. Uno de los retos que enfrentamos como comunidad es la tendencia demográfica que demanda bienes y servicios y cuyo comportamiento poblacional presiona el mercado laboral, en un extremo por su comportamiento (saturación de fuentes de empleo, mercado informal etc) y en el otro en la demanda de educación por parte de las nuevas generaciones que posteriormente formaran parte del la población económicamente activa.

El comportamiento de la oferta del mercado laboral en el caso del profesional de la biología se identifica con el término de “ofrecido” lo que significa que los empleadores pueden hacer una selección rigurosa ya que hay mucha demanda y

poca oferta, lo que se traduce en la disminución de profesionales que se desempeñan en la profesión para la que se formaron situación que se observa en la lámina No 2 para el área catalogada como de las “ciencias biológicas” en donde se ubica a la licenciatura en biología. Ante esta circunstancia los egresados del nivel superior compiten con quienes tienen un menor nivel de formación con el consecuente impacto en las retribuciones salariales.

Estamos entonces ante un dilema, por una parte es política nacional el impulsar la educación en todos los sectores manejándolo como un derecho y por otra las políticas nacionales no consideran el empleo para los egresados de áreas científicas, durante los 30 años que transcurrieron entre los años 70 que inició la expansión de la educación media y superior en particular en ésta última y el año 2000 se multiplicó en 10 veces la matrícula del nivel en referencia, pasando de 220 mil estudiantes a 2 millones ciento noventa y siete mil, para el año 2000 la cobertura llegó al 20% (SEP programa nacional de educación 2001-2006) cuando era del 1.3 % (ANUIES 1999)

En el caso de la Licenciatura en biología a nivel nacional el egreso del año 1991 considerando instituciones públicas y privadas fue de 1 581 y para el año 2000 fue de 1 624 es decir sólo incrementó en 43 alumnos situación que no sucede con otras carreras como Medicina o Psicología cuyo egreso para el año 2000 incrementa en más de 2000 estudiantes. De acuerdo a las cifras que reporta ANUIES (2003) las carreras de mayor dinamismo tienen un crecimiento del 10% como lo son Diseño Gráfico, Ecología, Enfermería, Letras, Administración, Mercadotecnia, Ingeniería en Computación y las carreras de menor crecimiento que registran un porcentaje inferior al 5% son quince entre ellas Arquitectura, Biología, Medicina, Odontología, Matemáticas, Ingeniería Civil. Cabe mencionar que las carreras con crecimiento negativo son ocho entre ellas Ciencias del Mar, Agronomía, Veterinaria, Forestales y Pesqueras entre otras.

Este panorama es un reflejo de las políticas nacionales que en el caso de los recursos naturales del país se aplican, ya que es de cuestionar como registran índices de crecimiento negativos las áreas del conocimiento dedicadas al uso y manejo de los recursos pesqueros en un país como el nuestro con grandes litorales. Aunque cabe también el cuestionamiento que las IES debieran hacerse sobre la pertinencia en la formación de sus egresados ya que en la *Fig. 43* podemos observar de acuerdo a los datos reportados por ANUIES ( 2003) con base en las muestras de población y vivienda 1990 y 2000 las ocupaciones del profesional de la biología agrupadas bajo tres criterios, El grupo 1 se refiere a las ocupaciones desarrolladas por profesionistas, el grupo 2 a las ocupaciones que realizan fundamentalmente operarios calificados, comerciantes y técnicos y el grupo 3 considera ocupaciones que pueden ser desarrolladas indistintamente por personas con y sin educación profesional en la mayor parte.

<b>Ocupaciones desarrolladas por Profesionistas Grupo 1</b>	
<b>1990</b>	
<b>Actividad del Biólogo</b>	<b>Porcentaje</b>
Profesionista	12.5
Educación	68.5
Funcionario	8.3
Administrativo	10.7

<b>Ocupaciones desarrolladas por Operarios Calificados Grupo 2</b>	
<b>1990</b>	
<b>Actividad del Biólogo</b>	<b>Porcentaje</b>
Técnicos	36.6
Educación	12.2
Deportes	7.3

Funcionario	2.4
Jefes y supervisores	2.4
Administrativos	26.8
Apoyo administrativo	26.8
Comerciantes	12.2

<b>Ocupaciones desarrolladas Con o sin Educación Profesional Grupo 3</b>	
<b>1990</b>	
<b>Actividad del Biólogo</b>	<b>Porcentaje</b>
Actividades primarias	15.8
Artesanos y fabriles	15.8
Reparación y mantenimiento	5.3
Conductores de maquina	5.3
Comerciantes	15.8
Vendedores	5.3
Servicios personales	26.3

*Fig 43 Ocupaciones desarrolladas 1990*

Estos datos nos indican que el biólogo identificado en el grupo de sus pares es decir profesionistas, su actividad fundamental en el registro de 1990 era la educación, en el grupo de los Operarios Calificados el biólogo se ocupa fundamentalmente de actividades técnicas y en el Grupo 3 que agrupa a las personas que se desempeñan con o sin educación profesional el biólogo empleado se ocupa fundamentalmente de servicios personales lo que significa asistencia, apoyo específico, servicio en general. Para el año 2000 se realiza el mismo análisis conservándolos criterios de agrupación y en este sentido se presentan las cifras a continuación en *Fig. 44*

<b>Ocupaciones desarrolladas por Profesionistas Grupo 1</b>
<b>2000</b>

<b>Actividad del Biólogo</b>	<b>Porcentaje</b>
Profesionista	17.2
Educación	67.7
Arte y deportes	0.6
Funcionario	9.2
Administrativo	5.4

<b>Ocupaciones desarrolladas por Operarios Calificados Grupo 2</b>	
<b>2000</b>	
<b>Actividad de Biólogo</b>	<b>Porcentaje</b>
Técnicos	21.2
Educación	6.2
Deportes	4.0
Funcionario	2.0
Jefes y supervisores	8.1
Administrativos	27.5
Apoyo administrativo	8.0
Comerciantes	22.8

<b>Ocupaciones desarrolladas Con o sin Educación Profesional Grupo 3</b>	
<b>2000</b>	
<b>Actividad del Biólogo</b>	<b>Porcentaje</b>
Actividades primarias	10.9
Artesanos y fabriles	12.3
Reparación y mantenimiento	2.9
Conductores de maquina	4.8
Apoyo administrativo	22.6
Comerciantes	15.0

Vendedores	4.2
Servicios personales	8.5
Servicio doméstico	1.7
Fuerza armada	6.8

*Fig. 44 Ocupaciones desarrolladas 2000*

Fuente ANUIES, Mercado laboral de profesionistas en México, Diagnóstico (1990-2000)

Para el año 2000 se registra en el grupo que considera a los profesionistas que la educación sigue siendo el rubro más importante de ocupación del biólogo aunque el número de profesionistas empleados en su actividad específica aumenta cinco puntos en relación al año de 1990 ya que se registra un 17.2% de ocupación, en relación al grupo de Operarios Calificados el biólogo se la ocupación de desplaza fundamentalmente a la ocupación administrativa y comercio disminuyendo en 15 puntos la participación en el rubro técnico, en el grupo 3 la función fundamental que eran servicios personales para el corte de 1990 ahora en el corte del 2000 se registra el desempeño en la administración hasta un 22.6% cuándo en el corte del año 1990 era cero, cabe mencionar que los servicios personales como área de desempeño disminuyen en 11 puntos.

Como podemos observar la ocupación del biólogo es muy disímbola aunque en su calidad de profesionista se ocupa fundamentalmente en la docencia, rubro que también se considera entre los operarios calificados, situación que no se rescata en el plan de estudios pues el egresado carece en su mayoría de elementos pedagógicos y didácticos para transmitir el conocimiento científico a los diferentes niveles educativos en los que se desempeña, por otra parte el biólogo incursiona con mayor énfasis también en los aspectos administrativos y comerciales, rubros que seguramente pueden estar relacionados con alguna actividad empresarial o de consultoría propia al margen de su participación en el comercio en sus diferentes expresiones.

Como referencia para contextualizar la problemática en análisis cabe mencionar que el empleo de profesionistas tiene una gran concentración cuantitativa, en donde sólo 10 de 49 carreras concentran cerca de las dos terceras partes de los ocupados en la actualidad como son Contaduría, Educación básica, y normal, Administración, Derecho, Ingeniería Industrial, Medicina, Ingeniería Civil, Arquitectura, Agronomía, Ingeniero Eléctrico.

Por otra parte se encuentran las carreras cuyos egresados significan menos del 1% del empleo profesional en el país siendo estas: Bioquímica, Ecología, Ciencias de los alimentos, Forestales, Biomédicas, Antropología y Arqueología, Teología, Geografía, Teatro y Cinematografía, Archivonomía. ANUIES (2003)

En consecuencia se podría considerar que la formación que el biólogo recibe en las aulas le permite incorporarse como profesionista en espacios relacionados con su preparación profesional, sin embargo requiere de una mayor capacitación para su mejor desempeño en el ámbito laboral que al menos es un espacio de ocupación importante que puede ser definitivo o temporal y que es la docencia, por otra parte la ocupación del biólogo en los grupos 2 y 3 seguramente reflejan la saturación del espacio laboral en el primer grupo y la búsqueda de un quehacer por parte del egresado que se traduce en una empresa privada o participación en el ámbito comercial.

Independientemente de cualquier apreciación que podamos tener sobre las cifras presentadas es innegable que surge la necesidad de replantear el plan de estudios para responder a la necesidad que los egresados tienen de enfrentar el campo laboral, el que hoy en día es más dinámico que nunca, con una gran competitividad y con la exigencia del desarrollo de competencias que no se podrán fomentar si la estructura curricular se encuentra desarticulada y se pretende incorporar los nuevos conocimientos en la parte terminal de la carrera lo que finalmente termina parchando una formación que en caso del biólogo tendría que ser integral y estructurada alrededor de un eje fundamental que es la evolución.

La motivación del estudiante por formarse profesionalmente en las áreas de ciencias no ha incrementado de manera sustantiva en los últimos años factor que es de considerar en función de la expectativa social que la biología despierta y por pertenecer ésta al área de las ciencias situación que puede generar reticencia en el estudiante. En la *Fig. 46* se muestra el incremento por la preferencia del área de las Ciencias Naturales y Exactas en un lapso de diez años, en donde la preferencia es muy baja en relación a las Ciencias Sociales Administrativas y de la Salud.

#### PRIMER INGRESO

ÁREA	1987	1996	PORCENTAJE
SOCIALES-ADMINISTRATIVAS	102, 478	147,921	44.39 %
CIENCIAS DE LA SALUD	22, 575	27,754	22.9 %
CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS	6, 288	6,861	9.1 %

*Fig.45 Comparación de la población estudiantil de primer ingreso en tres áreas a nivel nacional.*

Fuente: Anuario Estadístico 2004 ANUIES

Es evidente que no sólo se necesita incrementar el número de biólogos en función del diseño de un plan de estudios más actual e integral sino también cambiar la, visión y actitudes que la estructura social tiene hacia las problemáticas nacionales vinculadas al recurso natural.

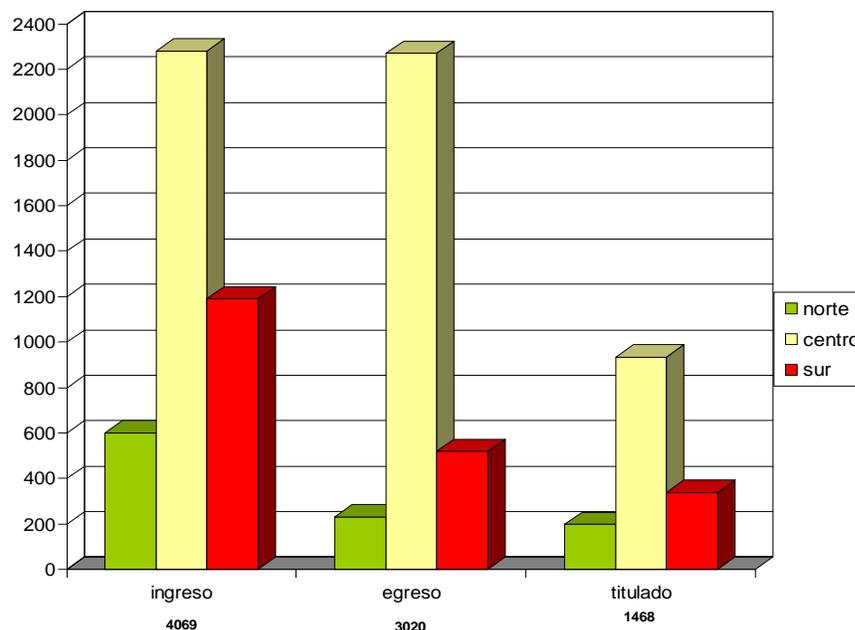
¿Qué sucede entonces en la formación de biólogos en las escuelas y facultades?, ¿los planes de estudio son acordes a las necesidades sociales que se están planteando?

## **Orientación del Curriculum de Biología**

Con los elementos planteados en este trabajo de tesis podríamos contar con el antecedente que nos permite estar de acuerdo en que transitamos por una época de cambios económicos, políticos y sociales en donde el aspecto educativo se redimensiona para percibirlo como un elemento esencial para enfrentar los retos futuros, por consiguiente es el momento de procurar cambios en los tradicionales esquemas curriculares integrando y agregando conocimientos, promoviendo el desarrollo de habilidades en los alumnos, replanteando estrategias de enseñanza y aprendizaje y modificando actividades para lograr no sólo una mayor productividad sino también eficiencia y calidad en los profesionistas, como se mencionó en la reunión "Perspectivas transdisciplinarias, la apertura hacia el siglo XXI", en París, Francia, en 1991, casi 10 años antes del advenimiento del siglo en que vivimos "Dentro de los límites de nuestros conocimientos científicos hoy en día confrontamos campos de conciencia difícilmente interpretados por la ciencia tal como se practica y enseña, ya que la imaginación humana tanto individual como colectiva necesita apoyarse en fenómenos históricos que conjuguen en una homeostasis fecundante, observación y experimentación. Cuando esta última falta así sea sólo parcialmente, el hombre de ciencia contemporáneo tiende a ignorar esos campos de conciencia que, desde hace mucho tiempo, han sido tomados en cuenta en otras culturas y a través de sus tradiciones".

En alusión a la licenciatura en biología cabe preguntarse cuál es la relevancia que ésta profesión tiene para una sociedad como la nuestra, cuando constatamos de acuerdo a las cifras presentadas la carencia de espacios laborales para el biólogo, aunque por otra parte existen referencias de la tendencia a futuro de ésta profesión a su incremento tanto en relación a la preferencia de los estudiantes por ésta ciencia, como la demanda del egresado en ámbitos muy particulares del desempeño laboral y que preferentemente se vinculen con el manejo del recurso natural para la producción, la salud, el turismo, por mencionar

algunos en donde se requiere del egresado de una formación que le permita ser competente para la resolución de problemas. Las estimaciones que para la licenciatura en biología se hacen refieren un repunte hacia el año 2015 contando con más de 1 400 egresados por año, para concluir el ciclo de vida hacia el año 2105. Martínez., Seco. (1996) situación que a la fecha ya está rebasada si observamos la *Gráfica 7* en donde el egreso nacional de quienes concluyen sus estudios de biología alcanza la cifra de 3020 alumnos ANUIES (2004)



Se observa el número de alumnos de ingreso, egreso y titulados de la carrera de biología en el año 2003 en la República Mexicana. Fuente Anuario Estadístico 2004; Población Escolar de Licenciatura por Entidad, Institución, Escuela y Carrera.

*Gráfica 8 Ingreso, egreso y titulados de la carrera de biología 2003*

## Conocimientos y habilidades del biólogo

En este escenario prospectivo no podemos dejar de mencionar la alusión que en el año de 1997 hace Brunner cuando se refiere a una circunstancia que no podemos soslayar y que alude al paso que la humanidad realiza hacia la sociedad

del conocimiento, “En efecto, vivimos una época en la cual el conocimiento aplicado a las esferas de la producción, de la distribución y de la gestión está revolucionando las condiciones de la economía, el comercio entre los países, las bases de la democracia política, la comunicación cultural a nivel mundial y las formas de vida y consumo de la gente. Más aún: la generación de conocimientos, su diseminación y utilización, han llegado a ser un factor clave para la competitividad de las naciones, mucho más importante, en cualquier caso, que los recursos naturales, el trabajo abundante o el capital financiero. El hecho es que estamos al comienzo de un desplazamiento desde sociedades cuyo negocio principal consistía en la producción y distribución de cosas hacia unas sociedades cuyo negocio central se organiza en torno a la producción y difusión de *bienes y servicios simbólicos*. Desde ahora las industrias más avanzadas de nuestro tiempo tienen que ver, casi todas, con elementos intangibles proporcionados por la inventiva humana y su aplicación, cuando no directamente con el procesamiento, almacenamiento y transmisión de datos, palabras e imágenes. Así ocurre, por ejemplo, con los productos de la industria farmacéutica; con las telecomunicaciones en general y con las industrias que producen equipos, instrumentos y dispositivos de procesamiento de información; con las aplicaciones tecnológicas en el terreno de la bioingeniería, y con las organizaciones que crean, envasan y distribuyen material para el cine y la televisión...”

Con este antecedente y en los primeros años de este siglo constatamos muchas de esas aseveraciones, y enfrentamos ya, la llamada revolución del conocimiento, nos transformamos en el Homo videns de Sartori (2005) y vivimos la era de la incertidumbre que Edgar Morín (1999) el padre del pensamiento complejo manifiesta ante este escenario nos cuestionamos que es entonces lo ¿que debe saber un biólogo? (conocimientos) y por otra parte ¿Qué debe hacer un biólogo? (actividades) preguntas que también se han realizado diversos interesados en este tema a nivel mundial, como es el caso que se manifiesta en el informe de la Comisión de Evaluación del Diseño del Título de Grado en Biología, coordinado por la Universidad de Barcelona en el que participaron todas las

Universidades Españolas que imparten la licenciatura, iniciando por el diagnóstico de la situación que guarda la carrera, y después de cuatro años de trabajo concluyen con la propuesta de modificaciones a los planes de estudio en análisis. Es interesante el conocer cuáles son las definiciones que se alcanzaron para ambas preguntas presentándose a continuación los resultados. ANECA Libro Blanco(2004)

## **¿QUÉ DEBE SABER UN BIÓLOGO?**

### ***(Conocimientos)***

Concepto y origen de la vida  
Tipos y niveles de organización  
Mecanismos de la herencia  
Mecanismos y modelos evolutivos  
Registro fósil  
Bases genéticas de la biodiversidad  
Diversidad animal  
Diversidad de plantas y hongos  
Diversidad de microorganismos y virus  
Sistemática y filogenia  
Biogeografía  
Estructura y función de Biomoléculas  
Replicación, transcripción, traducción y modificación del material genético  
Vías metabólicas  
Señalización celular  
Bioenergética  
Estructura y función de los virus  
Estructura y función de la célula procariota  
Estructura y función de la célula eucariota  
Estructura y función de los tejidos, órganos y sistemas animales y vegetales  
Anatomía y morfología animal y vegetal  
Biología del desarrollo

Regulación e integración de las funciones animales  
Regulación e integración de las funciones vegetales  
Regulación de la actividad microbiana  
Bases de la inmunidad  
Adaptaciones funcionales al medio  
Ciclos biológicos  
El medio físico: hídrico, atmosférico y terrestre  
Estructura y dinámica de poblaciones  
Interacciones entre especies  
Estructura y dinámica de comunidades  
Flujos de energía y ciclos biogeoquímicos en los ecosistemas  
Principios físicos y químicos de la Biología  
Matemáticas y estadística aplicadas a la Biología  
Informática aplicada a la Biología  
Bases de legislación  
Bases de economía y gestión  
Didáctica de la biología

## **QUÉ DEBE SABER HACER UN BIÓLOGO**

### ***(Actividades)***

Reconocer distintos niveles de organización en el sistema vivo  
Realizar análisis genético  
Llevar a cabo asesoramiento genético  
Identificar evidencias paleontológicas  
Identificar organismos  
Analizar y caracterizar muestras de origen humano  
Catalogar, evaluar y gestionar recursos naturales  
Realizar análisis filogenéticos  
Identificar y utilizar bioindicadores  
Realizar cartografías temáticas

Aislar, analizar e identificar Biomoléculas  
Evaluar actividades metabólicas  
Realizar diagnósticos biológicos  
Manipular el material genético  
Identificar y analizar material de origen biológico y sus anomalías  
Realizar el aislamiento y cultivo de microorganismos y virus  
Realizar cultivos celulares y de tejidos  
Obtener, manejar, conservar y observar especímenes  
Llevar a cabo estudios de producción y mejora animal y vegetal  
Desarrollar y aplicar productos y procesos de microorganismos  
Realizar pruebas funcionales, determinar parámetros vitales e interpretarlos  
Diseñar y aplicar procesos biotecnológicos  
Realizar bioensayos  
Analizar e interpretar el comportamiento de los seres vivos  
Diseñar modelos de procesos biológicos  
Describir, analizar evaluar y planificar el medio físico  
Diagnosticar y solucionar de problemas ambientales  
Muestrear, caracterizar y manejar poblaciones y comunidades  
Gestionar, conservar y restaurar poblaciones y ecosistemas  
Desarrollar y aplicar técnicas de biocontrol  
Interpretar y diseñar el paisaje  
Evaluar el impacto ambiental  
Obtener información, diseñar experimentos e interpretar los resultados  
Realizar servicios y procesos relacionados con la biología  
Dirigir, redactar y ejecutar proyectos en biología  
Implantar y desarrollar sistemas de gestión relacionados con la biología

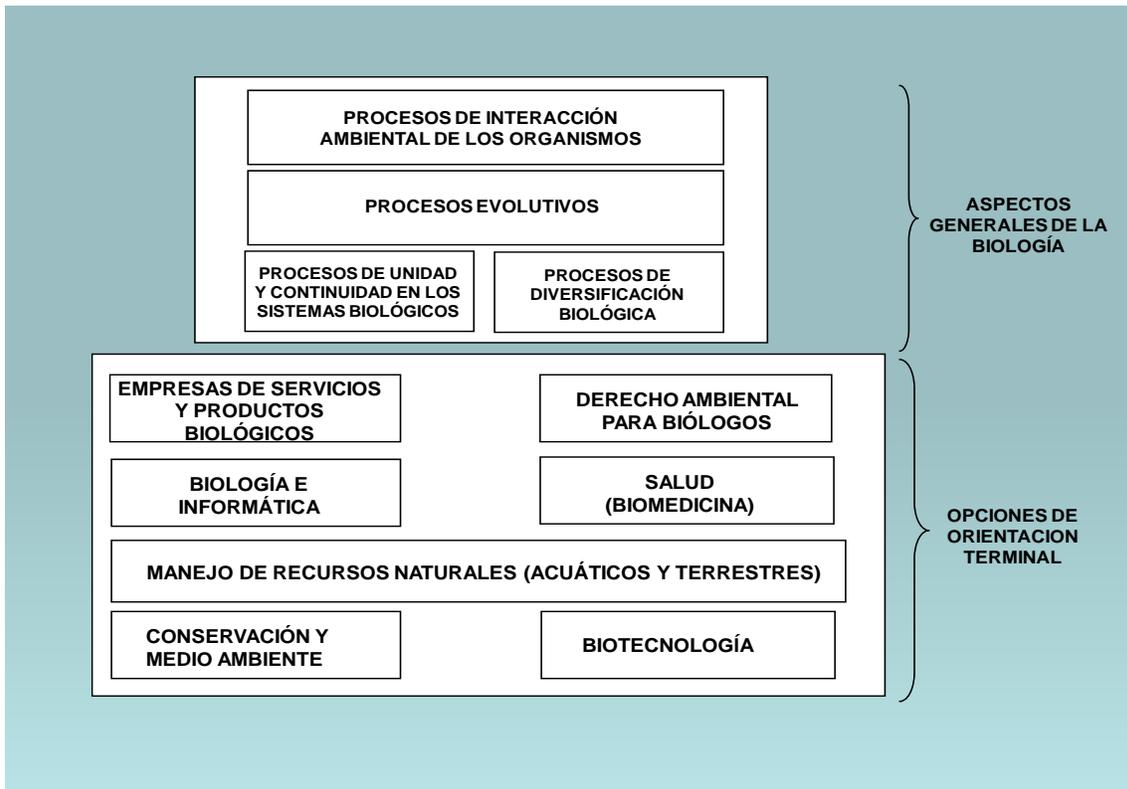
El escenario que se define sienta un buen precedente para la futura orientación del plan de estudios sin embargo es necesario pasar del listado de conocimientos y actividades identificadas al planteamiento directo en los contenidos de los planes de estudio de las diferentes Universidades participantes

situación compleja y que requiere de un trabajo estrecho con el claustro docente. En relación a éste trabajo de tesis y con el apoyo del CENEVAL se logro trabajar con varias Universidades de la República y con expertos biólogos participantes para acordar algunos escenarios de formación profesional de los futuros biólogos, destacando de los planes de estudio las áreas que sería conveniente promover en el Curriculum de la licenciatura y que coinciden con el análisis que para esta tesis se realizó en las bases de datos con corte a 1992 y 2008. Se destaca entonces como parte fundamental en el plan de estudios considerar los contenidos biológicos en cuatro procesos; el primero relativo a los procesos evolutivos en donde el estudiante esté capacitado para interpretar los patrones de variación genética y morfológica de las especies actuales y extintas como evidencia de un ancestro común, y conozca los patrones evolutivos y los mecanismos de evolución

El segundo que se refiere a los Procesos de Unidad y Continuidad en los sistemas biológicos; en donde el alumno conoce desde las funciones de la célula como unidad de vida su forma de comunicarse con el medio y la forma en que los organismos aseguran la continuidad y la consecuencia de ésta en los procesos evolutivos.

El tercero se refiere a los procesos de diversificación biológica; en donde se adquiere el conocimiento sobre la diversidad biológica, la manera de clasificarla y la relación filogenética entre los diferentes grupos de organismos.

El cuarto que se refiere a los procesos de interacción ambiental de los organismos; En este tema se aborda el funcionamiento de las poblaciones y ecosistemas para que el estudiante se encuentre en posibilidades de integrar el conocimiento adquirido en la carrera, y pueda orientarse hacia una salida opcional que pueda ofrecerle la Institución en donde curse sus estudios, las opciones de orientación terminal que se identifican en los diversos planes de estudio se integran de manera global en el siguiente esquema.



Lamina 1

Con la finalidad de identificar también que conocimientos en lo general fueron necesarios para los egresados de la carrera de biología al enfrentarse al campo profesional, se participó en el diseño y aplicación de un cuestionario de 36 reactivos a nivel nacional conjuntamente con CENEVAL. Las respuestas se analizaron de una muestra de 473 biólogos que se encuentran realizando actividades profesionales tanto en instituciones de Educación Superior como en centros de Investigación o empresas la mayoría ejerciendo la profesión otros -los menos- no la ejercen (43).

De los 36 reactivos aplicados se identifican 7 preguntas que son las que más puntaje obtuvieron en los diferentes cortes, y que refirieron los biólogos que contestaron el cuestionario como los conocimientos que para ellos tuvieron una gran importancia, para su desempeño profesional y que son particularmente interesantes ya que reflejan las carencias y necesidades que los egresados

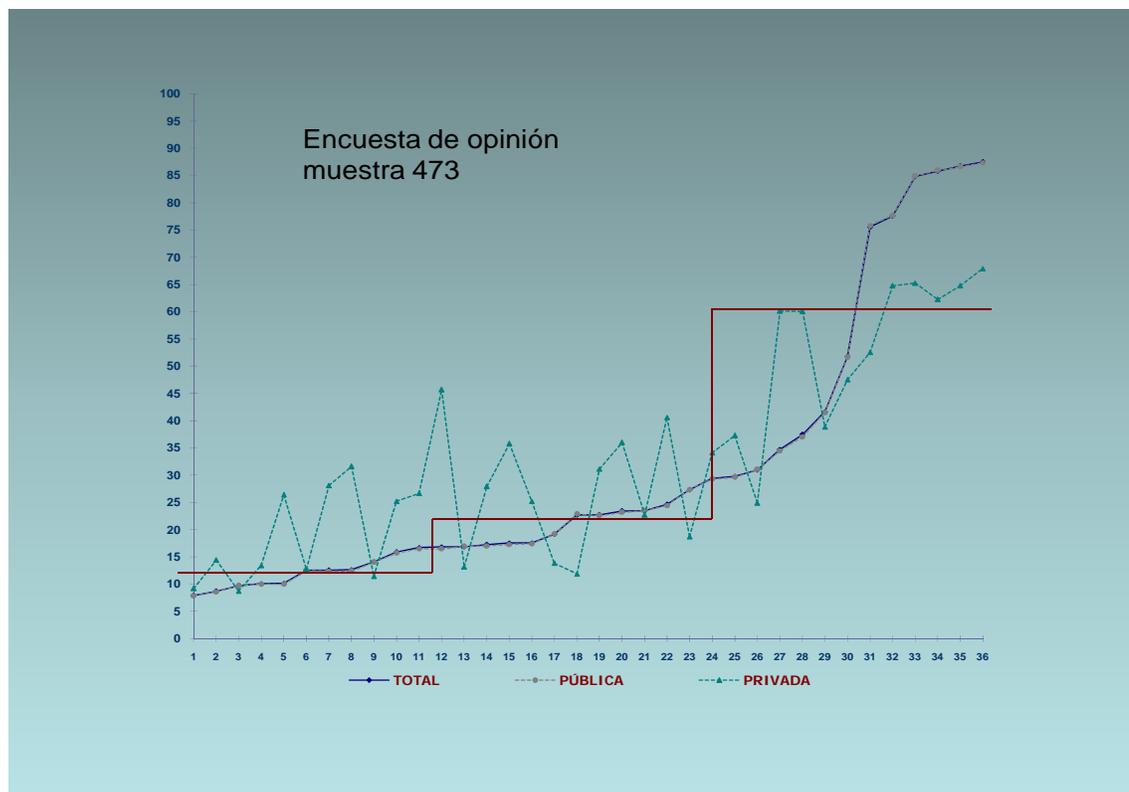
tuvieron al incorporarse al ámbito laboral. Las siete preguntas más relevantes se presentan en el siguiente recuadro

Preguntas con más puntaje de un cuestionario de 36 reactivos aplicado a egresados de la carrera de biología para conocer que tanto les fue necesario algún conocimiento académico para su desempeño profesional.
30.-Como analizar las interacciones bióticas y abióticas de los ecosistemas para obtener un diagnóstico
31.- Desarrollar un programa académico o de formación en biología
32.-Desarrollar un plan de enseñanza de acuerdo con los contenidos académicos y estrategias. didácticas
33.-Aplicar herramientas cualitativas y cuantitativas para el análisis de datos
34.-Identificar y establecer hipótesis de investigación a partir del planteamiento del problema
35.-Establecer conclusiones a partir de los resultados obtenidos en el análisis de datos
36.- Describir y aplicar la metodología necesaria para la resolución de un problema

## Lamina 2

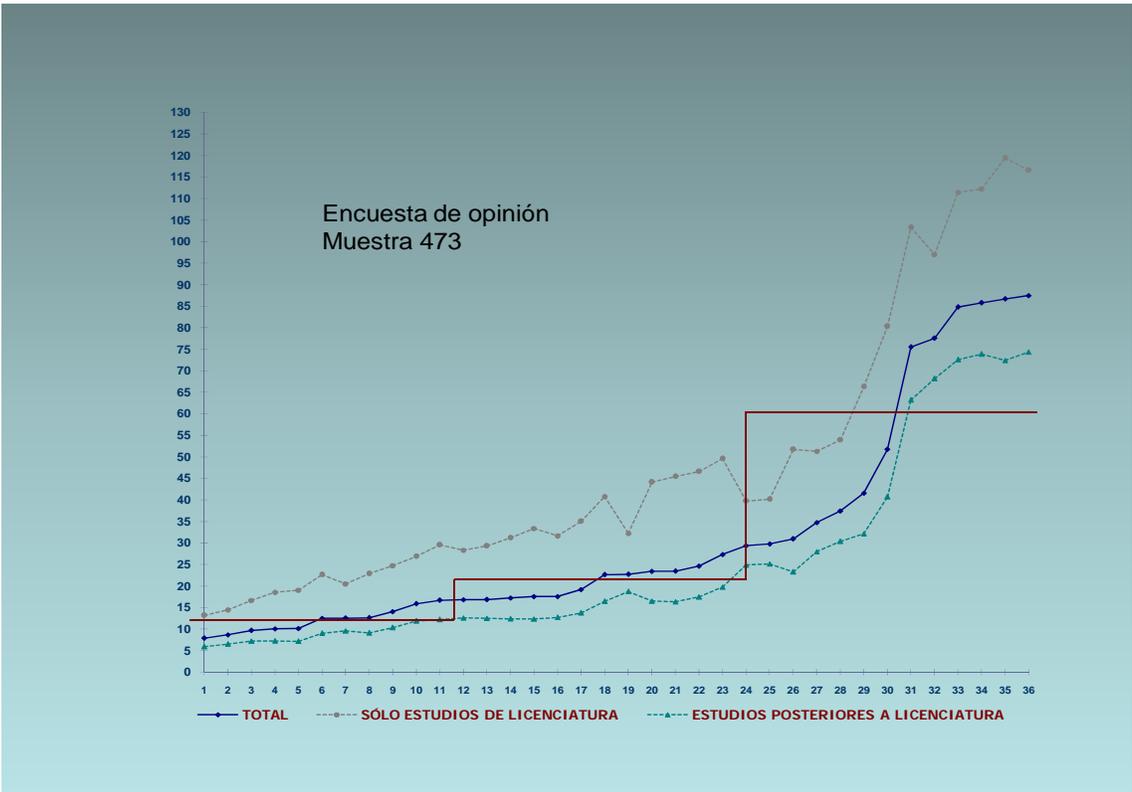
Como se puede observar dos de éstas respuestas tienen que ver con la parte relativa a la docencia, cuatro están muy relacionadas con los aspectos de la investigación y una de ellas tiene relación con los aspectos evolutivos, ambientales y de manejo de recursos naturales.

Es también interesante notar que las respuestas varían en matices en su relevancia dependiendo de algunos factores relacionados con los participantes como se puede observar en la *Gráfica 9*



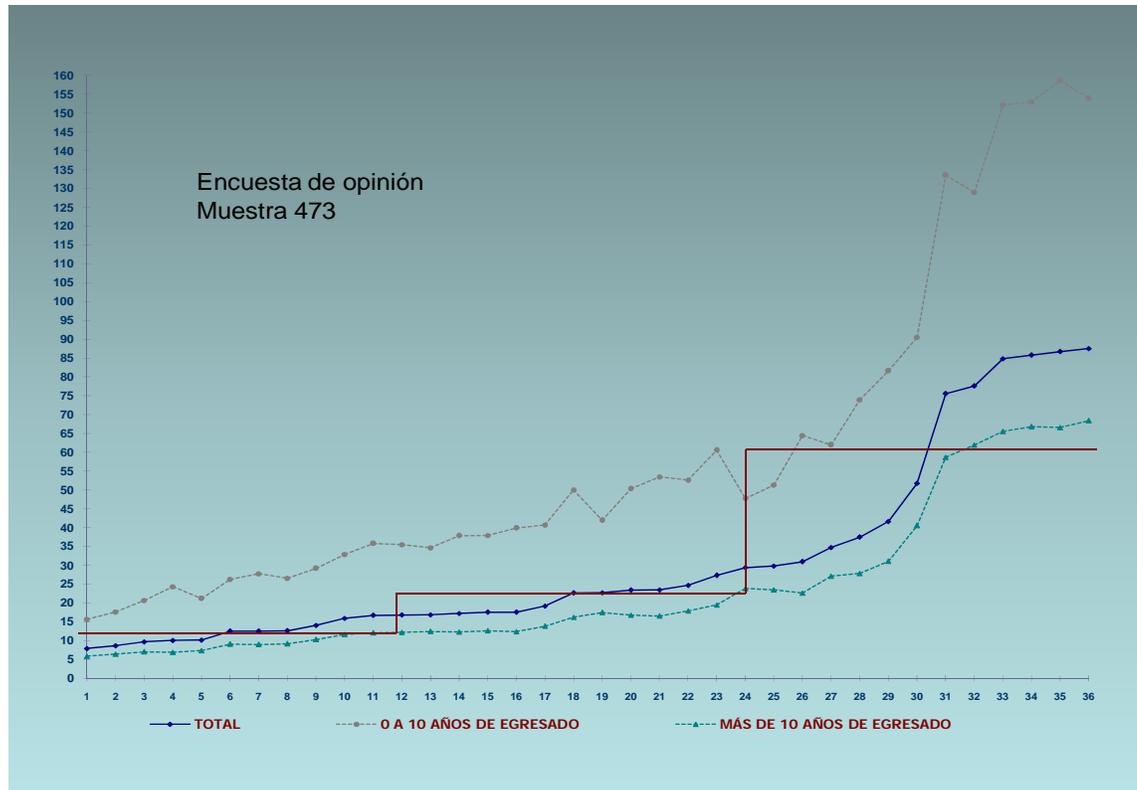
*Grafica 9* que muestra el origen de la institución en donde se formó el participante en el cuestionario

Los cortes ascendentes que se observan en la gráfica se relacionan con el nivel de relevancia que la respuesta tuvo en el cuerpo total de los 36 reactivos las 7 respuestas que nos ocupan se ubican en el corte correspondiente a la máxima relevancia. En esta gráfica en particular se observa a los egresados de Instituciones de Educación Superior Privadas y Públicas en donde se aprecia que fue más relevante para los egresados de las IES Públicas el haber contado con los conocimientos en referencia quizá por el espacio laboral que ocuparon.



Grafica 10 que muestra el nivel de estudios de los participantes en el cuestionario

En esta gráfica se observa que quienes cuentan con estudios posteriores a la licenciatura no les fue tan relevante el carecer de estos conocimientos en relación a quienes no cursaron ningún estudio de posgrado previo a su inicio laboral.



*Grafica 11* que muestra el tiempo de egreso de la carrera del participante en el cuestionario

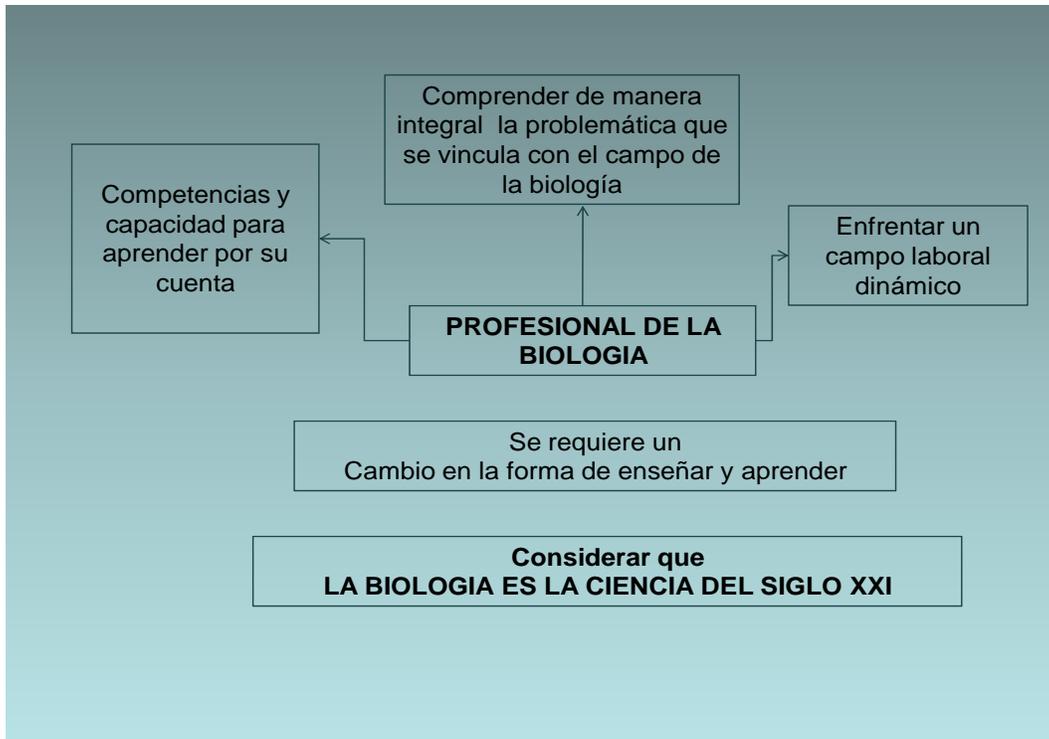
Finalmente quienes tienen más de 10 años de haber egresado aunque siguen considerando relevante la tarea no es tan elevada su importancia como para quienes tienen menos de 10 años de haber egresado, es decir que aún los conocimientos en análisis, siguen siendo independientemente del tiempo transcurrido en la conclusión de los estudios un elemento importante para el desempeño profesional.

Ante tal perspectiva, entonces, ¿cómo conviene formar a los biólogos? ¿Con orientaciones específicas que respondan a las necesidades regionales?, ¿cómo biólogos generales?, ¿cómo técnicos altamente especializados? o como ¿científicos conocedores fundamentalmente de áreas básicas?, o bien ¿conocedores de la naturaleza?. En principio para este trabajo la propuesta es

que la formación general e integral del biólogo debe mantenerse como un eje fundamental en los diferentes planes de estudio aunque si bien el profesional de la biología enfrenta diferentes retos no pueden estos resolverse cursando al final de la carrera, una materia o algunas que se vuelven obligatorias y que parecerían responder a las necesidades del ámbito laboral. En este sentido el profesional de la biología enfrenta los retos que le llevan a desempeñarse y estar dispuesto a ingresar a un campo de trabajo dinámico y cambiante, en donde tenga que trabajar necesariamente en equipo y con profesionistas de diversos ámbitos del conocimiento. Por otra parte el mundo profesional se orienta hacia el privilegio de las competencias, situación que aún no se comprende en toda su magnitud y que se pretende forme parte de la estructura curricular y de los mecanismos de certificación, sin embargo esta circunstancia lleva al egresado a estar en la disposición de actualizar su conocimiento permanentemente, es decir que el conocimiento en estas circunstancias tiene fecha de caducidad, el aprender para la vida será una de las premisas de los futuros egresados y de quienes se desempeñen en el ámbito laboral. También en la formación del biólogo se deberá privilegiar la enseñanza que le permita comprender de manera integral la problemática que se vincula con el campo de la biología.

Otro factor fundamental a considerar es la enseñanza de la biología ámbito que requiere también de una nueva forma de enseñar por parte del docente y al mismo tiempo una nueva forma de aprender por parte de los alumnos.

Este conjunto de reflexiones nos llevan a considerar que la biología como la ciencia del siglo XXI bien amerita que se reflexione sobre la mejor forma no solo de transmitir el conocimiento sino de lograr que el egresado realmente trascienda en su quehacer profesional. *Fig. 46*



*Fig. 46 Profesional de la Biología.*

El cuestionamiento recién planteado ha sido de una u otra forma presentado en los diferentes momentos en que se decide evaluar un plan de estudios en biología, aunque por lo general difícilmente se llega a definir el perfil del biólogo a formar, de manera compartida entre los diferentes planes de estudio a nivel Nacional, lo que no implica que de manera particular los diferentes planes de estudio cuenten con un perfil específico o en su caso objetivos. También se observa que no se cambia en forma relevante el plan en revisión pues en ocasiones los mismos intereses creados o bien el conocimiento que por años se ha transmitido resulta más "transitable" para el docente seguirlo impartiendo que enfrentar la problemática global del cambio; que siempre involucra diversos niveles de inestabilidad y resistencia al mismo.

Sin embargo, hoy nos encontramos ante una situación coyuntural en la enseñanza de la licenciatura en biología. Por una parte ¿qué enseñar? y por otra, ¿cómo enseñar?

Los problemas de la licenciatura en biología no son privativos de esta ciencia, muchos seguramente se comparten con otras profesiones y otros atañen a su particular forma en la que se requiere transmitir el conocimiento, por lo que en términos generales se identificarán los siguientes elementos a considerar:

La biología como ciencia a impartirse en la licenciatura, requiere de una visión integradora que incorpore bases académicas sólidas y opciones formativas que permitan lograr egresados versátiles y cuyo conocimiento sea pertinente en este contexto cabe considerar los siguientes enunciados que permitirán formular una propuesta curricular.

Como premisa fundamental, la biología a impartirse en el nivel de educación superior requiere de una visión integral que lleve a conceptualizarla como una ciencia que estudia la vida y por consiguiente es:

a) Autónoma con historia y filosofía propia; por consiguiente la docencia de la biología así como sus contenidos académicos tienen sus propios métodos que requieren apoyarse en la investigación educativa, por una parte, y en el reconocimiento de esta ciencia como articuladora e integradora de conceptos que derivan en técnicas y estrategias aplicadas; entre otros, al manejo de recursos.

b) Con un curriculum que se estructure considerando como paradigma eje la evolución, como contenido académico los procesos biológicos y considerar como parte del perfil del egresado que éste sea capaz de conocer y manejar el recurso natural y así mismo que tenga la capacidad para transmitir el conocimiento biológico.

c) Que requiere de una metodología didáctica específica

d) Que requiere para su adecuado desempeño fortalecer en el Curriculum las llamadas ciencias básicas, vinculándolas al contenido biológico tanto teórico como aplicado, es decir que sea referencia y parte aplicativa de los contenidos académicos en los programas del plan de estudios.

e) Que el esquema integral de la biología como profesión sea marcadamente interdisciplinario, multidisciplinario, transdisciplinario y humanista.

Es de considerarse, ante este planteamiento, la necesidad de repensar la formación del profesional de la biología ante la inquietud de un futuro difícil de caracterizar, particularmente en la relación ser humano-naturaleza en donde lamentablemente el efecto nocivo hacia el recurso natural se ha hecho patente en muchas organizaciones sociales, aunque se ha concretado en las últimas décadas.

Hoy en día vivimos de acuerdo a Morín (1999) en “lo inesperado, que nos sorprende porque nos hemos instalado con gran seguridad en nuestras teorías, en nuestras ideas y éstas no tienen alguna estructura para acoger lo nuevo, Lo nuevo brota sin cesar; nunca podemos predecir cómo se presentará, pero debemos contar con su llegada, es decir contar con lo inesperado”

La formación del biólogo no puede estar exenta de esta forma de pensamiento, el mismo avance científico y tecnológico nos remite al espacio “inesperado” que menciona Morín. En este sentido el proceso educativo ya en sí multifactorial, trasciende el mero binomio de enseñar y aprender para ahora considerar las actitudes, motivaciones, perspectivas y acciones de quienes están incluidos en este proceso. Por consiguiente se plantean en la currícula nuevos conceptos, tal es el caso de los aspectos ambientales no obstante que hace 22 años que en Estocolmo, en la conferencia de las Naciones Unidas sobre “El medio humano”, en el principio número 19 se planteaba como imprescindible una labor educativa en aspectos ambientales dirigida a la población de diferentes generaciones De Alba, (1993). Asimismo, se retoma a la ecología como un concepto de uso múltiple y sin embargo de escaso reflejo en los contenidos curriculares de los diversos planes de estudio de la licenciatura en biología y aun en otros niveles educativos.

La presencia de temáticas recientes como la biotecnología o la ingeniería genética, seguramente se incluirán o se incluyen como ya sucede en algunos planes de estudio en las 25 materias consideradas en la base de análisis de este trabajo como “aplicadas obligatorias” y en las 94 consideradas como “herramientas obligatorias” en el rubro de asignaturas curriculares y que tienden a orientar el perfil de egreso del biólogo a formar.

La inclusión de materias aisladas en el curriculum de biología ha sido, como ya se mencionó, parte de la historia de este plan de estudios a nivel nacional; sin embargo, no únicamente nos refleja la lentitud para actualizar nuestra estructura curricular versus el dinamismo de la ciencia y la tecnología, sino también la falta de formación educativa y la poca valorización social y económica del profesional de la biología.

**CONSIDERACIONES PARA LA ESTRUCTURA  
DE UN PLAN DE ESTUDIOS INTEGRAL**

## **Capítulo VI Consideraciones para la Estructura de un Plan de Estudios Integral**

Para estar en posibilidades de diseñar un plan de estudios es necesario definir el perfil profesional del sujeto a formar, situación por demás elemental pero de gran complejidad cuando lo que se pretende es formar un individuo que estudie la ciencia de la vida por consiguiente, cabe mencionar que posterior al estudio realizado para este trabajo de tesis se plantea:

El conocimiento y los avances en biología son de alto impacto en el desarrollo social y económico de las comunidades

La sociedad demanda cada vez mas resultados de beneficio comunitario que derivan de estudios en biología

Los biólogos ocupan cada vez más espacios laborales en áreas vinculadas al desarrollo social.

Los conocimientos que se requieren para estar en posibilidades de resolver un problema relacionado a la biología requieren ser multifactoriales, integrales y derivados de los diferentes niveles de organización biológica.

En consecuencia el perfil del Licenciado en biología no puede ser específico sino deberá ser formado como un biólogo general, que comprenda la vida en todas sus facetas, desde el estudio a nivel molecular hasta el análisis de los ecosistemas ya que la biología como tal deriva en una titulación científica con carácter profesional propio, y no se orienta a cubrir nichos profesionales muy concretos, sin embargo esta aseveración no resta validez a los planes de estudio que otorgan el título de biólogo con alguna modalidad como se muestra en los resultados parte de este trabajo, pero si se hace énfasis en que el perfil que se oriente hacia alguna competencia específica, debe estructurarse curricularmente desde los primeros semestres de la estructura del plan de estudios para lograr el fin que se propone, permitiendo así el alcance del nivel de competencia que en áreas muy particulares se le requiere al egresado.

## El objeto de estudio de la biología

La vida es la manifestación más compleja que se conoce en el planeta, su objeto de estudio está ligado a las diferentes formas de entender o de explicarnos este fenómeno dinámico y único que es la vida y la que tiene sus bases en la percepción que la humanidad tiene del cosmos, y de los paradigmas que de ésta percepción se derivan, situación que ha dominado la cultura desde tiempos ancestrales y particularmente en los últimos trescientos años. Como menciona Ferguson (1985) “un nuevo modo de pensar, un nuevo paradigma, revoluciona no sólo la ciencia, sino la cultura entera”.

“En el caso de la biología sus paradigmas originales surgen en diferentes países de Europa, y eso le conferirá, su estatuto de científicidad, lo cual no implica que su introducción en diferentes países y la formación de las comunidades científicas dedicadas a ellas ocurra de la misma manera y tampoco conduce a una determinada vía para su institucionalización”. Ledezma op. cit. Sin embargo si la biología obtuvo su estatuto de científicidad, también se orientaron los estudios a privilegiar el objeto de estudio que en este caso detentaba el paradigma vigente, como lo fue en su momento la teoría celular de Schleiden y Schwann (1838), la teoría de la homeostasis de Bernard (1878) y la teoría de la herencia de Mendel (1900) paradigmas fundamentales que inician el proceso de la constitución de la biología como ciencia en el siglo XIX.

En el caso de la transmisión del conocimiento de la biología implica la aproximación cercana al objeto de estudio, el que no estará desligado de esos paradigmas que se privilegien o de las tendencias que en un área del conocimiento sean los objetos a visualizar, y con frecuencia, este objeto de estudio viene cargado de preconcepciones o ideas que por cultura el estudiante privilegia, o que el mismo paradigma promueve siendo este un factor con el que hay que enfrentarse tanto en el salón de clase como en el desempeño profesional del futuro egresado, como menciona Kuhn (1971) “en el mundo científico, lo que antes de la revolución eran patos, después se convierten en conejos”. El mismo Kuhn op cit. se plantea la siguiente pregunta: ¿necesitamos realmente describir lo que separa a Galileo de Aristóteles o a Lavoisier de Priestley? “Vieron realmente esos hombres cosas diferentes al ‘mirar’ los mismos

tipos de objetos?” ¿Hay algún sentido legítimo el que podamos decir que realizaban sus investigaciones en mundos diferentes?. Esta reflexión obedece a la importancia de plantear la dificultad que tiene el definir interpretar y conocer el objeto de estudio de una ciencia como la biología, ya que se puede estar observando un mismo fenómeno pero interpretarlo de manera diferente, particularmente si la información que se tiene sobre ese objeto es parcial o desvinculada del resto de los fenómenos a los que está asociados.

En la biología los modelos con los que se cuenta para sistematizar el conocimiento son

1. Los conceptos de unidad, diversidad y continuidad
2. Los niveles de organización biológica
3. Los paradigmas de primer orden de la biología

Cada uno de estos modelos tiene varias ventajas así como desventajas, pero con su consideración es factible generar modelos holísticos que lleven a descripciones y explicaciones más completas de la naturaleza y hacia la sociedad que los interpreta, ya que el abordaje del objeto de estudio de la biología se ha hecho más extenso y dependiente de lo que otras disciplinas o ciencias aportan.

El biólogo transita por tres momentos al abordar un ser vivo o fenómeno vinculado con él;

La primera es la interacción directa con el fenómeno u objeto,

La segunda se presenta a través de la abstracción de ese fenómeno

La tercera se alcanza a través de la experimentación.

Con estos tres escenarios podemos afirmar que mucha de la abstracción queda en los modelos que se transmiten a las nuevas generaciones y solo se aprenden tal

cual son transmitidas sin pasar por la fase uno o de interacción directa con el fenómeno u objeto o por la fase tres o experimental.

### **La biología “ciencia de la vida”**

Los contenidos biológicos que son elegidos para un determinado plan de estudios tienen en común que abordan el fenómeno vida como un aspecto que los unifica, así que uno de los primeros problemas que se tiene es el de definir la vida, como fenómeno único en el planeta y cuyas características han sido objeto de análisis no solo por la ciencia sino también por la filosofía, teología entre otras. ¿Qué es la vida?, ¿Que la hace tan peculiar y a la vez tan compleja como objeto de estudio?

Al inicio del siglo XX Alfonso L. Herrera escribe en su libro nociones de biología en 1904:

“¿Qué es la vida? Nadie puede decirlo todavía. Se prevé una explicación enteramente fisicoquímica de los fenómenos vitales, pero si hemos de ser sinceros, es nuestra obligación advertir que mientras no se haga la síntesis de un ser, nada podrá asegurarse, ninguna certidumbre podrá dominar, en el mundo científico, que no se contenta con palabras, como biogénico, biógeno, cromatina ó plastina, y que en realidad no explican nada, absolutamente nada. Podría ser que nuestra teoría acerca del protoplasma inorgánico considerado como un aparato osmótico y electrolítico, resolviera la ardua cuestión, pero aún no ha recibido las confirmaciones necesarias de los investigadores competentes y sólo podremos presentarla como provisional”.

En esta obra, Herrera cita a Bernard quien enuncia algunas de las principales definiciones de vida con sus respectivos autores:

“La vida es la resistencia opuesta por la materia organizada a las causas que tienden sin cesar a destruirla” (Pelletan).

“La vida es una fuerza” resiste á las leyes que rigen la materia bruta. (Cuvier).

“La vida es una combustión” (Bernard).

“La vida es una podredumbre” (Mitscherlich)

“La vida es la muerte, la destrucción de los tejidos por la combustión” (Bernard).

“La vida es la combinación definida de cambios heterogéneos, la vez simultáneos y sucesivos” (Spencer).

“La vida es la organización en acción” (Béclard).

“La vida es la actividad especial de los seres organizados” (Dugés).

“Es un principio interior de acción” (Kant).

Bernard hace la crítica de todas estas definiciones y concluye por asegurar que “la vida no puede definirse y que sus características principales son la creación y la destrucción orgánicas”.

Herrera señala una definición de vida:

“La vida consiste en la actividad fisicoquímica de un protoplasma o emulsión especial constituida y tiene una condición fundamental: las corrientes osmóticas”.

A finales del siglo XX e inicios del XXI. Rudomin (2001) señala: “¿Es posible definir el concepto vida? Abarcando varios aspectos plantea: la definición fisiológica, la metabólica, la bioquímica, la genética y la termodinámica: Con este planteamiento se pueden identificar algunos de los aspectos fundamentales a los que ha llevado la especialización en biología y que por lo tanto llevan a la necesidad de aprendizaje no solo de una mayor riqueza de conceptos sino de las diferentes vertientes con las que son abordadas las temáticas en la biología.

Definir la vida significa abordar una dimensión compleja que para el caso de los biólogos puede no satisfacernos pues todas ellas adolecen de algunos aspectos que no explican fenómenos de la vida de acuerdo a lo estipulado por la misma definición; sin embargo esta primera aproximación nos lleva a plantear la integración de los aspectos esenciales para que los alumnos tengan la posibilidad de una integración mayor de las características que requerirán entender en su ejercicio profesional, y por otra parte el dimensionar la complejidad del objeto de estudio de la biología. Aunque para Mayr (2005)”. En realidad, el sustantivo *vida* es una simple cosificación del proceso de vivir. No existe como entidad independiente. El proceso de vivir se puede estudiar científicamente, cosa que no es posible con la abstracción *vida*. Se puede describir e incluso intentar establecer una distinción entre lo vivo y no vivo. Incluso se puede intentar explicar cómo el proceso de vivir es el producto de moléculas que en sí mismas no están vivas” .Para identificar los elementos que caracterizan el *proceso de vivir*.

Como menciona Mayr se requiere establecer niveles de abordaje o de organización de los procesos que caracterizan a un ser vivo más que los temas y conceptos que definen las funciones aisladas de ese organismo, Del Amo y Anaya(1987) al referirse a la posibilidad de examinar las propiedades especiales de un fenómeno, mencionan que esta circunstancia es aplicable a prácticamente “todos los niveles en que se manifiesta la vida o a las maneras en las cuales sea factible analizar algunos detalles del mismo fenómeno, y cuyo sustento contextualizador sean los conceptos de unidad, continuidad y diversidad de los seres vivos agregando quizá la interactividad entre todos ellos.

Por lo anteriormente expuesto, podríamos acordar que el objeto de estudio de la biología es la manifestación de la vida, es en sí como menciona Mayr el *Proceso de Vivir*.

En este sentido entonces ¿cuáles serían los conocimientos indispensables con los que debe contar un biólogo general para entender y en su caso opinar y resolver las problemáticas que en su vida profesional se le presenten como parte del proceso vital de los organismos?

Considerando que la vida es un fenómeno único dinámico y cambiante en todas sus manifestaciones, y que éstas se presentan en el Geosistema, podríamos identificar que todos los seres vivos comparten seis aspectos que les son inmanentes:

- 1.- Todos están formados por células
- 2.- Todos evolucionan
- 3.- Todos son capaces de transmitir información hereditaria
- 4.- Todos presentan homeostasis
- 5.- Todos tienen una morfología
- 6.- Todos dependen de su entorno para mantenerse vivos en una interacción permanente de intercambio.

En el sustrato de los aspectos inmanentes a todos los seres vivos están las leyes de la física y la química, lo que forma parte de los conocimientos básicos de los planes de estudio, pero el abordaje del mismo es necesario que sea bajo un enfoque sistémico considerando lo que menciona Morin (1993) “En la naturaleza se encuentran masas,

agregados de sistemas, flujos inorganizados, objetos organizados. Pero lo remarcable es el carácter polisistémico del universo organizado. Este es una sorprendente arquitectura de sistemas que se edifican los unos a los otros, los unos entre los otros, los unos contra los otros, implicándose e imbricándose unos a otros, con un gran juego de masas, plasmas, fluidos de microsistemas que circulan, flotan, envuelven las arquitecturas de los sistemas. Así, el ser humano forma parte de un sistema social, en el seno de un ecosistema natural, el cual está en el seno de un sistema solar, el cual está en el seno de un sistema galáctico; está compuesto por sistemas celulares, los cuales están compuestos por sistemas moleculares, los cuales están compuestos por sistemas atómicos. (...) así, *la vida es un sistema de sistemas de sistemas*, no solamente porque el organismo es un sistema de órganos que son sistemas de moléculas que son sistemas de átomos, sino también porque el ser vivo es un sistema individual que participa de un sistema de reproducción, tanto uno como otro participan en un eco-sistema, el cual participa en la biosfera...”

El biólogo necesita entonces conocer y manejar herramientas metodológicas y conceptuales que le serán de utilidad para comprender y explicar los fenómenos en estudio, entre otras podemos considerar los conocimientos derivados de las materias ya identificadas en el análisis de los planes de estudio de los cortes 1992 y 2008 en donde se registran temas relativos a los aspectos específicos del manejo del recurso como la acuicultura, o la entomología, hasta los aspectos relacionados con la economía, el derecho ambiental o la computación.

### **El objeto de estudio de la biología y conocimientos esenciales**

La conceptualización del objeto de estudio de la biología es básica para definir los criterios que permitan plantear enfoques relacionados no solo con la noción de vida, sino también con su caracterización y consecuentemente con la elaboración de modelos que expliquen su origen y evolución.

El objeto de estudio de la biología es de alta complejidad y de un gran dinamismo de tal manera que su abordaje trasciende los fenómenos determinísticos, el

biólogo requiere entonces del diseño de modelos que le permitan aproximaciones al objeto de estudio tanto para su comprensión como para su enseñanza.

En este sentido cabe entonces mencionar los conocimientos esenciales que se deben considerar para el diseño de un plan de estudios que considere la formación de un biólogo general, que incorpore los contenidos desde el punto de vista de procesos y que se oriente en una dimensión holística e integral del conocimiento de la biología.

Los conocimientos esenciales se sustentan en una plataforma de siete enunciados vinculados algunos de ellos por su conocimiento y manejo a los paradigmas de la biología:

Procesos Celulares  
Procesos Evolutivos  
Procesos Hereditarios  
Procesos Homeostáticos  
Procesos de Interacción y Sistemas Vivos  
Metodología Científica  
Formación Integral

Los temas que cada uno de estos enunciados maneja son:

## CONOCIMIENTOS ESENCIALES

### PROCESOS CELULARES

Concepto de vida  
Origen de la vida  
Caracterización de Célula  
Niveles de organización  
Herencia  
Biomoléculas y célula  
Componentes celulares estructura y función  
Replicación transcripción, traducción y modificación de material genético  
Metabolismo  
Comunicación celular  
Bioenergética  
Estructura y función de diferentes tipos de célula  
Biología del desarrollo  
Actividad microbiana  
Inmunidad  
Mutaciones

## CONOCIMIENTOS ESENCIALES

### PROCESOS EVOLUTIVOS

Mecanismo y modelos de evolución  
Paleobiología  
Biodiversidad como manifestación de la evolución  
*animalia, plantae, fungi, protista y monera o dominios*  
Sistemática y Taxonomía  
Biogeografía  
Adaptación biológica

## **CONOCIMIENTOS ESENCIALES**

### **PROCESOS HEREDITARIOS**

Genética y seres vivos  
Genética molecular  
Genética mendeliana  
Genética de poblaciones  
Ingeniería genética y biotecnología

## **CONOCIMIENTOS ESENCIALES**

### **HOMEOSTASIS**

Regulación e integración de las funciones en los sistemas vivos  
Estructura y función de los tejidos órganos y sistemas  
Anatomía y morfología animal y vegetal  
Ciclos biológicos (circadianos, circa mensuales y circa anuales)

### **PROCESOS DE INTERACCION Y SISTEMAS VIVOS**

Ciclos biogeoquímicos y flujos de energía en los ecosistemas  
Estructura y dinámica de población, comunidades y ecosistemas  
Medio abiótico y biótico  
Interacciones bióticas  
Ambientes dulceacuícolas salobres marinos y terrestres

## **CONOCIMIENTOS ESENCIALES**

### **METODOLOGIA CIENTIFICA**

**Epistemología y filosofía de la ciencia**

**Criterios de científicidad**

**Ciencia como plataforma para el abordaje de  
problemas biológicos**

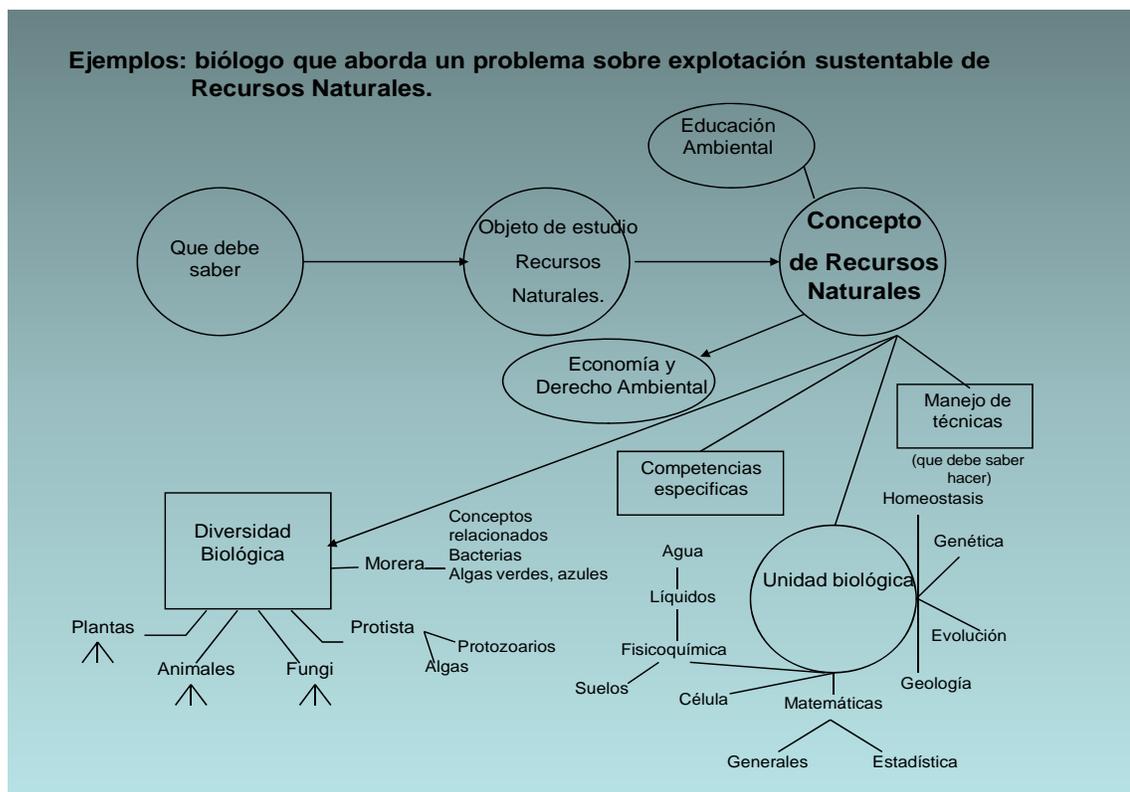
## **CONOCIMIENTOS ESENCIALES**

- **Formación integral:**

**Administración y diseño de proyectos**

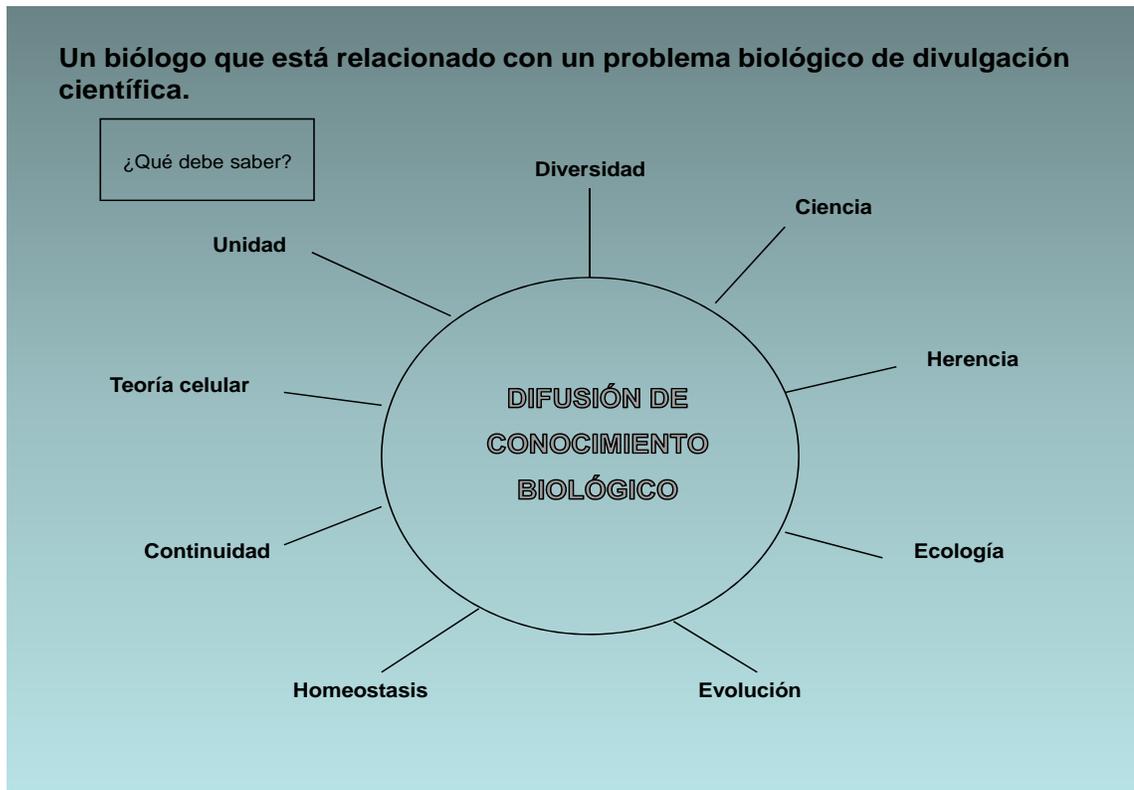
**Didáctica de la Biología**

Todos los conocimientos que en los diferentes procesos se manejan se encuentran interrelacionados, si como ya se mencionó la biología requiere interpretarse y conocerse a través de procesos integrales ya que el abordaje de las problemáticas vinculadas al ámbito de ésta ciencia no son aisladas ni independientes sino que están estrechamente relacionadas con diversas áreas del conocimiento, que parten desde los conocimientos básicos hasta los Supraorganísmicos como a modo de ejemplo se presenta en las laminas siguientes:



Lamina 3

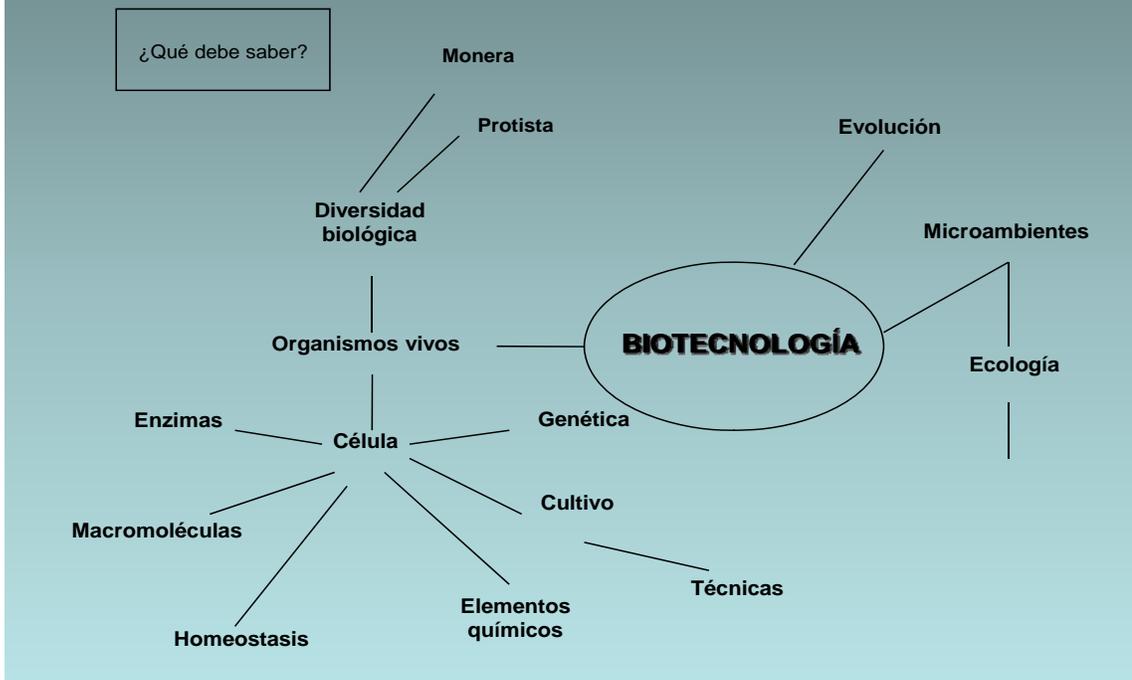
En este caso el biólogo identificará su objeto de estudio, como premisa fundamental, requiere del manejo de técnicas específicas para abordar la problemática sujeto de su trabajo en donde es fundamental el conocimiento de la unidad biológica desde los diferentes procesos que incorporan conocimientos indispensables ya mencionados, en este caso se destacan los aspectos económicos que para un biólogo del siglo XXI son necesarios así como el conocimiento del derecho ambiental



Lamina 4

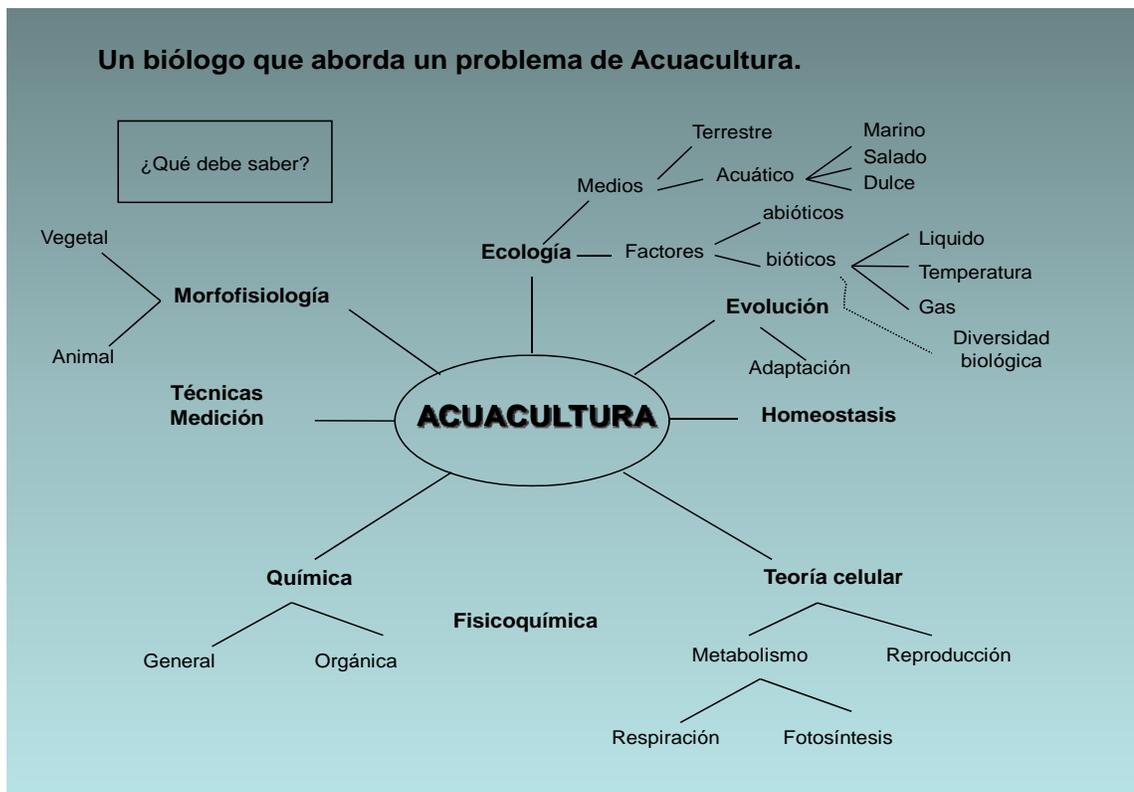
Una de las actividades que los biólogos realizamos con mayor frecuencia es el abordaje del conocimiento biológico para su transmisión ya sea a un grupo de estudiantes o para la difusión en medios impresos, en este sentido la falta de una visión integral de esta ciencia lleva a confusiones y a que el objeto de estudio de la biología ya de por si abstracto y complejo no encuentre la mejor forma de traslado al conocimiento y comprensión de quien será el receptor de la mencionada información.

**Ejemplo: Un biólogo que aborda un problema de Biotecnología.**



Lamina 5

El abordaje de problemáticas relacionadas con la biotecnología es una demanda frecuente en últimas fechas en el profesional de la biología, como se percibe en las materias obligatorias de reciente creación que en el análisis de los planes de estudio 2008 se detectó considerando ésta temática que a su vez requiere de los conocimientos que se obtienen del abordaje de la diversidad biológica en lo particular los aspectos vinculados con la célula y evolución entre otras.



Lamina 6

El manejo del recurso natural demanda un conocimiento amplio e integral de los conceptos que a modo de procesos se imparten en la carrera de biología como se puede observar el abordaje de áreas como la acuicultura, requiere de la confluencia de temas diversos que inciden en las decisiones que lleven al profesional de la biología a la definición de estrategias o actividades a realizar en ésta área del conocimiento.



Lamina 7

Finalmente como parte de estos ejemplos se presenta en ésta lámina los conocimientos que de manera interrelacionada requiere un profesional de la biología al abordar una temática de alta demanda como hoy en día es la contaminación ambiental, en este caso el manejo integral de múltiples conceptos son fundamentales para incidir en este campo propio del quehacer del biólogo.

### Estructura del plan de estudios integral

En este sentido la estructura del plan de estudios que se propone sería el resultado de la búsqueda de una expresión curricular que condense las diversas propuestas académicas que forman el soporte básico de la formación de un biólogo y que a la vez permita la flexibilidad del plan de estudios para su actualización y debida capacitación del profesional de la biología. En consecuencia se manejan tres aspectos básicos en esta propuesta: la carga conceptual o teórica; el manejo de la metodología científica, y el conjunto de actitudes de estudiantes y docentes para mantener revitalizado este plan de estudios en su docencia cotidiana y en su necesaria evaluación y actualización (Fig. 47).

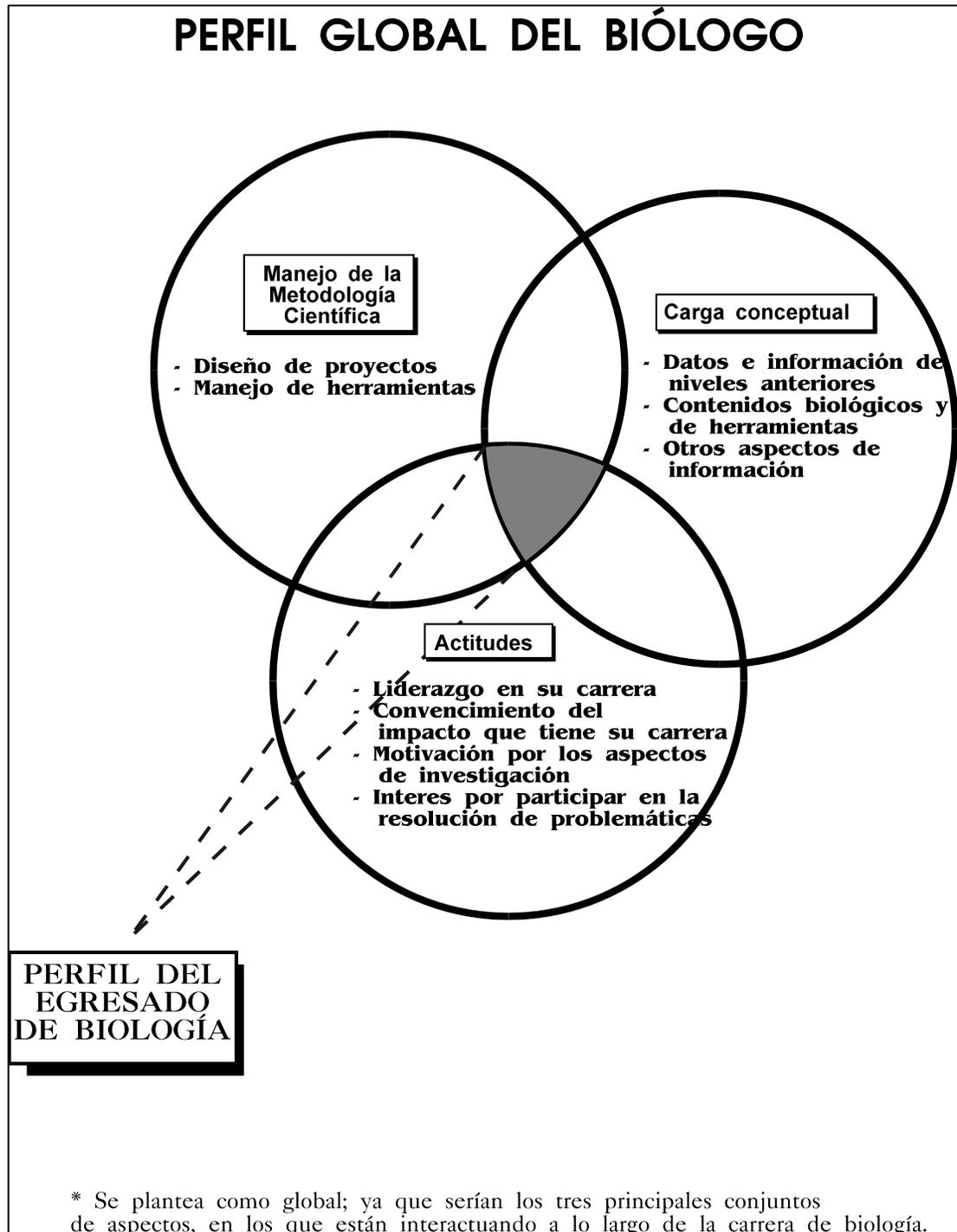


Fig. 47 Perfil global del biólogo

Siendo los procesos la forma idónea de integrar la enseñanza de la biología y de articular una etapa de conocimiento biológico con otra, tienen a la vez su necesaria, expresión tanto formativa como de manejo en la metodología científica, que hacen

necesaria su enseñanza a través de trabajos experimentales que el estudiante puede realizar bajo la supervisión y guía de su docente o tutor, articulando la carga conceptual o teórica previa, con los trabajos a realizar en beneficio del manejo y conocimiento de la metodología científica a la que dedicará una parte importante del tiempo considerado en la estructura del plan de estudios. El manejo de la metodología científica tiene una expresión casi de tiempo completo en las ahora llamadas opciones terminales, en donde el estudiante se adhiere a un centro de investigación o de manejo de recursos en el cual bajo la supervisión de un investigador realiza el último año de su fase formativa previa a egresar de la licenciatura. Es en esta etapa final cuando se puede regionalizar la enseñanza y particularmente la aplicación de los conocimientos previos básicos que durante tres años cursó el aspirante a biólogo y se capacita para incidir en las diversas áreas consideradas tradicionalmente para su desempeño, situación que se sugiere en los casos en donde se procura la formación del biólogo orientada a un área específica del conocimiento y que no será la formación del biólogo general.

La reflexión sobre el quehacer biológico y el análisis y construcción curricular alrededor de los paradigmas eje, permite contar con sustento filosófico; además se buscará la integración del conocimiento, ya sea que el estudiante se encuentre en la fase de adquisición de éste o participando en la generación del mismo.

Un problema biológico puede ser abordado considerando su ubicación en un esquema de biodiversidad, complejidad y nivel de organización que tendrán emparejadas características propias para abordar técnicas y metodologías para su estudio.

Esto implicaría un cambio en la formación de los futuros biólogos pues se reforzarían las asignaturas que fortalecieran las estructuras básicas tales como: filosofía e historia de la biología; y enseñanza de la biología; independientemente de las materias consideradas como básicas y que abordan conocimientos necesarios para entender mejor diversos fenómenos biológicos.

Las actividades de los docentes y alumnos se requieren replantear buscando una nueva forma de enseñar para el docente y una nueva forma de aprender para el alumno

ya que la tendencia actual del proceso enseñanza aprendizaje está orientada a que el docente se centre más en el aprendizaje del alumno que en la enseñanza que el mismo maestro pueda impartir lo que históricamente ha llevado a la impartición de la cátedra sin la retroalimentación del aprendizaje del alumno, en el nuevo modelo el profesor será un guía, en el aprendizaje de su estudiante y el alumno podrá sentirse motivado, ante un esquema en donde desde sus primeras fases comenzara a participar en la generación de conocimientos. El perfil de biólogo deberá incluir habilidades y destrezas actitud crítica y reflexiva capacidad de integración, análisis y síntesis amplio manejo de la metodología científica y en un contexto nacional capaz de abordar y solucionar problemas emergentes hoy día, con sólidas herramientas de teoría de sistemas, modelos, estadística y diseño, y con una actitud e interés sobre los problemas biológicos que aquejan a nuestro país.

En la parte final de éste capítulo quisiera hacer énfasis en la importancia que tienen algunos aspectos que tradicionalmente no consideramos en los planes de estudio y que son fundamentales para la formación amplia e integral del biólogo, uno se refiere al abordaje de la Historia y filosofía de la biología ya que en este siglo los retos que se plantean para el profesional de la biología son complejos y de múltiple referencia. Nos ha tocado vivir un momento histórico sin precedente, por un lado con grandes desafíos pero también por otro con grandes oportunidades. La población mundial y por tanto la de nuestro país continúa creciendo y con ello también se vislumbran más necesidades de satisfactores, lo que impactará a los recursos naturales y la biodiversidad.

En siglo XXI se globaliza la economía, se presenta como nunca una acelerada revolución tecnológica y científica y aumenta la competencia por los mercados; existe una interdependencia económica mundial que es más evidente en relación a los recursos naturales que utilizamos.

Es entonces necesario el planteamiento de un cambio en nuestra percepción del mundo, que sea congruente con los principios de la ciencia y no antagónico, porque el considerar abordar el estudio de los sistemas biológicos netamente científicos como

algo fijo, no es ya acorde con la ciencia en donde sabemos que no hay modelos de explicación absolutos.

Es muy necesaria una reflexión profunda de la biología teniendo como base sustancial su misma historia, no como un conjunto de hechos cronológicos, sino como un conjunto de paradigmas que se han ido presentando a través del tiempo en sustitución de aquellos que ya no satisfacen con sus explicaciones los fenómenos naturales y que son precedente para la nueva forma de entender y enseñar la biología lo que a su vez generara nuevos paradigmas.

Es por ello que se hace necesario estrechar el vínculo entre la biología como ciencia y su propia filosofía pues resultaría no solo paradójico el distanciamiento entre ambos sino descontextualizante; en un plan por procesos como bien dice Pérez Tamayo (1988), es impresionante que los muchos textos sobre filosofía de la ciencia están escritos por "Filósofos profesionales con escasa o ninguna experiencia científica o bien por físicos, astrónomos o matemáticos aficionados a la filosofía, los biólogos; ...(con horrorosas pero escasas excepciones) brillan por su ausencia".

La filosofía de la biología lleva a dar razón de los porqués y para qué del quehacer biológico, lo que permite tener una visión integradora, contextualizada de los estudios biológicos. Con ello se intenta superar el esquema que se oriente a generar o aprender el conocimiento por el conocimiento en sí mismo.

De ahí que sea sustancial generar otros esquemas de análisis y reflexión de la biología y su vínculo como ciencia con el entorno social.

La segunda reflexión es en relación al Método Científico en donde a diferencia de otras ciencias, la biología que tiene por objeto de estudio el fenómeno viviente manifiesto en una amplia diversidad de formas y niveles de organización, tiene que abordarse de diferente manera. Esta complejidad de la biología lleva también a una necesaria diversidad en la manera en como se genera el conocimiento biológico, pues éste se descubre a través de un proceso de investigación científica.

El resultado de la labor científico-biológica es la construcción de modelos de los fenómenos naturales para dar respuesta o solución a diversas problemáticas que se presentan en el entorno. Sin embargo, se hace evidente que el modelo de método científico no puede ser único y generalizable a todos los niveles de organización biológica; mientras que es factible experimentar (de acuerdo a la definición de experimento) con células u otra especie de organismos, no se puede hacer lo mismo con un ecosistema o con una comunidad biológica. Lo anterior lleva a la necesidad de un planteamiento más amplio relacionado con este aspecto: el de la existencia de un método, base sustancial de la investigación en biología y cuya versatilidad permite vislumbrar alternativas metodológicas *ad hoc* para cada nivel de organización.

Como puede observarse el plan puede estructurarse con base en una jerarquía organizacional, lo que favorece sustancialmente el manejo del mencionado método desde los primeros semestres, ya que se reforman las bases teóricas por semestre para el diseño de modelos de investigación, a la vez que se enfrenta al biólogo en formación con las problemáticas propias de cada nivel de organización y su ubicación en la biodiversidad.

Cabe hacer una mención en relación a las prácticas escolares que no deben de confundirse con el proceso del método científico, pues estos son en realidad modelos conocidos que refuerzan el aprendizaje de técnicas o de fenómenos biológicos

El Tercer punto de ésta reflexión se refiere a la pobre inclusión en los planes de estudio de la asignatura de evolución, en donde se imparte normalmente en los últimos semestres de la carrera, con un contenido más informativo que integrado a la visión holística de la ciencia de la biología, la materia en análisis representa un 2.9% en la estructura curricular de los planes de estudio del corte en análisis para el 2008 cuándo el área que se identificó como Supraorganísmicas que es donde se ubica esta asignatura alcanza el 15.62% de presencia en las diversas Universidades analizadas. Si realmente se quiere diseñar un plan de estudios que considere la formación integral del estudiante y el abordaje de la ciencia de la vida en su amplia expresión el eje conductor del mencionado plan debe ser la Evolución.

# **ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA**

## Capítulo VII Algunas consideraciones para la enseñanza de la biología

Como parte final de este trabajo de tesis he considerado pertinente hacer una breve reflexión sobre “cómo enseñar la biología”. Si bien la problemática de la enseñanza y particularmente del escaso aprendizaje del estudiante no es privativo de esta ciencia si considero que precisamente lo complejo y amplio del conocimiento biológico conduce a la búsqueda de una metodología que “acerque” el mundo microscópico al universo de nuestra referencia cotidiana, que permita encontrar relevante el aprender nombres, procesos y circunstancias de organismos que se conocen a través de un impreso o en el mejor de los casos en un audiovisual o en un museo y que finalmente se logre que lo aprendido pase a formar parte de la estructura cognoscitiva del estudiante conservándose más allá de la temporalidad del ciclo escolar o de la presentación de un examen.

Lamentablemente la apropiación que del conocimiento biológico hace el estudiante de biología a nivel licenciatura es deficiente y poco integrado hecho que se constata en los resultados de una investigación que sobre esta problemática fue realizada por Tirado y López (1994). En este trabajo ya referido se identificó que los estudiantes universitarios alcanzaron una calificación promedio en conocimientos previos de biología de 6.3 y citamos conocimientos que el aspirante a la licenciatura en biología tiene como parte del aprendizaje obtenido en el nivel medio superior . El alumno en general carece de nociones de tiempo lo que le permitiría conformar una idea del proceso evolutivo; asimismo es interesante observar cómo el estudiante responde preguntas aisladas, por ejemplo reconoce que estudia la botánica, o bien que los organismos autótrofos son fotosintéticos, pero escasamente puede explicar el proceso de la fotosíntesis o bien relacionar las respuestas con este fenómeno que vinculan entre si a un mismo tema, lo que representa por consiguiente una dificultad mayor para el estudiante, esta situación revela cómo a veces se obtienen conocimientos aislados sin comprender realmente el tema en su concepto integrador.

Ante esta circunstancia, que reitero no es privativa de la biología Tirado, Canales, (1992) plantean que es menester buscar una alternativa didáctica que estructure colateralmente al contenido académico con la forma de impartir la docencia.

Es por consiguiente de gran relevancia, al evaluar un plan de estudios, el priorizar los contenidos de programas que remonten la excesiva información y que logren generar esquemas integrales de conocimientos biológicos contextualizados y que pueda ser parte del sustrato académico básico de un curriculum cabe mencionar que para el caso de la biología este eje lo representa el fenómeno biológico integrador por excelencia que se reitera es la evolución.

Si bien este tema de la evolución se ha sugerido por varios autores, como eje conductor del conocimiento biológico e inclusive hay libros describiendo las diversas etapas del proceso evolutivo y abordando el estudio de los seres vivos de menor a mayor complejidad, siempre se incide en la descripción exhaustiva o desarticulada de los procesos biológicos privilegiando en mucho a materias aisladas como la anatomía o la fisiología de los seres vivos al margen de explicar por qué evolucionaron los sistemas biológicos y cómo afecta este proceso al recurso en general; sin embargo, es de reconocer que la evolución como eje articulador es vigente en toda su amplitud, siendo necesario rescatar este enfoque sin fraccionar el conocimiento que de esta orientación se derive.

Por otro lado, lograr el aprendizaje de los conocimientos biológicos requiere remontar el aprendizaje repetitivo en donde los contenidos se presentan estáticos lo cual es altamente desmotivante e improcedente para aprender la biología, ya que esta ciencia finalmente significa un conocimiento dinámico. Aprender biología no es un hecho que concluye con la identificación de un organismo o con la obtención de un resultado en una práctica o proyecto; aprender biología es iniciarse en el camino que lleva a entender un proceso que no se agotará nunca ya que conforme avanza la ciencia y la tecnología; se actualiza el conocimiento. La enseñanza de la biología, entonces, no se puede ceñir a contenidos didácticos o estructuras pedagógicas que seguramente son auxiliares en el salón de clase pero que no resuelven el fundamental reto de la enseñanza de esta ciencia. También es de mencionar que varios investigadores han trabajado este tema de la docencia en biología, López de la Rosa, González Jorge, Florente J. etc. inclusive se han abordado para lograr este fin varias teorías; una de ellas es la que sostiene que la enseñanza de la biología es exitosa a través de la experimentación y por consiguiente se procura el método experimental

como el elemento por excelencia que garantiza el aprendizaje, porque además de que se requiere observar se aprende haciendo. Sin embargo, este quehacer en ocasiones no es suficientemente creativo sino repetitivo y “se ha demostrado que los observadores que transforman la actividad observada en códigos verbales y estos a imágenes aprenden y retienen la información mucho mejor que los que simplemente se limitan a observar” (Rosenthal y Zemmerman 1978 ). Aunque no siempre se logra la representación en “códigos o imágenes” y se pretende aprender biología únicamente por observación, lo que no necesariamente funciona si el conocimiento adquirido no se vincula o pasa a formar parte de una trama o red más amplia de códigos y de experiencias previas. Asimismo el aprendizaje por observación depende en mucho de factores propios del individuo, como la memoria que a la vez se articula con la motivación. Si consideramos que aprender biología no es memorizar sino conocer y entender procesos claves y que el aprendizaje del proceso debe ser el centro de atención en la enseñanza de la biología, entonces el modelo teórico-pedagógico para la docencia de esta ciencia debe orientarse particularmente a lograr la construcción del entendimiento de los procesos biológicos que llevarán al estudiante a conocer y comprender los diversos paradigmas que conforman la biología. En el análisis del proceso de la adquisición del conocimiento se han realizado múltiples trabajos y definido diversas estrategias, para el caso de la biología se considera que las teorías pedagógicas que más se acercan a la enseñanza de un objeto de estudio dinámico y multirreferencial como el que maneja la biología son las que consideran al estudiante como sujeto activo, promotor de su propio conocimiento y en este aspecto es el constructivismo y el aprendizaje significativo lo que favorece el conocimiento.

Si bien como menciona Díaz, Barriga (2004) refiriéndose al constructivismo “ algunos autores se centran en el estudio del funcionamiento y contenido de la mente de los individuos es el constructivismo con un enfoque hacia el aprendizaje escolar y la intervención educativa que por su ámbito de análisis se acerca más a la búsqueda de alternativas novedosas que permitan promover diversos tipos y modalidades de aprendizaje escolar, con particular énfasis en los componentes intelectuales, habilidades, y estilos de aprendizaje de los alumnos”. En este sentido Mario Carretero (1993) clarifica en mucho la aseveración anterior ya que el menciona “Básicamente puede decirse que es la idea que mantiene que el individuo tanto en los aspectos

cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos no es un mero producto del ambiente, ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. En consecuencia, según la posición constructivista, el conocimiento no es una copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano. ¿Con que instrumentos realiza una persona dicha construcción? Fundamentalmente con los esquemas que ya posee, es decir con los que ya construyó en su relación con el medio que le rodea.”

En este proceso el docente desempeña un relevante papel, ya que se considera como el responsable de engarzar los procesos de construcción del alumno con el saber colectivo culturalmente organizado Coll (1990). El engarzar significa “articular” entre el saber y aprehender. “Por consiguiente el “docente articulador” requiere ser antes que nada un amplio conocedor del contenido a enseñarse y estar capacitado en los escenarios psicológicos y pedagógicos que subyacen en el proceso del conocimiento.” López, Moreno. (2008). Esta circunstancia implica que el docente de la licenciatura de biología requiere cambiar su tradicional forma de impartir su cátedra.

En este sentido se considera a la didáctica como una ciencia que promueve la didáctica específica es decir aquella que desarrolla el maestro en el salón de clase bajo su propio diseño y en la comprensión precisa de la complejidad del objeto de estudio que forma parte de la enseñanza de su propia asignatura. La didáctica se enfoca hoy en día a una nueva forma de ver y entender el profesionalismo docente en el escenario de un aprendizaje significativo y permanente, en áreas específicas del conocimiento que es parte de lo que nos preocupa en el proceso de enseñanza aprendizaje de la biología.

En este antecedente consideramos que la profesionalización docente es un proceso que requiere ya su puesta en marcha, y que no tiene que ver solamente con la aplicación de técnicas didácticas en clase sino con un cambio profundo en algo más trascendente por parte del maestro y que se refiere a la forma en la que concibe la educación, ya que esta será el reflejo de la manera en la que lleve su práctica docente.

La manera que tiene el maestro de entender e impartir su docencia son temas que no siempre se consideran en los planes de estudio de formación profesional, como ya se mencionó y que se reitera por la importancia que amerita su consideración al hecho de que una mayoría de egresados de las carreras en general buscan como primera opción laboral la docencia, y muchos la realizan como una actividad permanente, careciendo de las técnicas didácticas necesarias.

Independientemente de la profesión cuando un estudiante está en proceso de formación no se busca desarrollar en él las aptitudes como la reflexión, la crítica y la

autocrítica de su propio quehacer por lo que éste tiene escaso o nulo cuestionamiento lo que lleva a constituir obstáculos epistemológicos y luego obstáculos pedagógicos. Mejía y Viniegra. (2003).

“De esta manera trascender de la figura de un docente tradicional por mencionar un estilo, a un docente articulador entre el conocimiento y el aprendizaje requiere la ruptura y reconstrucción de muchas de las preconcepciones que como maestros tenemos. Ya que la práctica docente está cargada de teoría que de manera consciente o no forman los principios incuestionables del maestro y que se transforman en la medida que no se analizan, en obstáculos para mejorar la actividad en el salón de clases”. López, Moreno (2008)

Es necesario que el maestro centre el objetivo de su docencia en el aprendizaje del estudiante, que conozca las diferentes teorías sobre el conocimiento y las nuevas tendencias pedagógicas, sin perder de vista que la enseñanza de la biología conlleva una dificultad adicional al manejar conocimiento abstracto que requiere de un lenguaje específico así como un conocimiento biológico que requiere responder a la experiencia o preconcepciones previas del estudiante, para que de esta forma le “haga” sentido y logre el aprendizaje. Un escenario deseable sería que el docente fuera el propio promotor e investigador de las estrategias didácticas específicas que fueran susceptibles de aplicarse al contenido de su materia en el salón de clase, en la consideración de los aspectos psicopedagógicos del estudiante.

### **Procesos biológicos como eje formativo**

El entendimiento y la enseñanza de los procesos biológicos permite el diseño de estrategias didácticas en donde se apliquen técnicas diferenciadas para el abordaje de la diversidad de contenidos biológicos, lo que significa incursionar en un ámbito que es resultante de la interacción de lo macro y lo microscópico; pretendiendo explicar los fenómenos vitales a través del funcionamiento, conducta o interacción de los seres vivos, articulando los aspectos básicos del conocimiento biológico con los aspectos integradores. Esta tarea a la vez que compleja resulta fascinante y sería una forma pertinente para lograr que el estudiante de biología integre un conocimiento que

posteriormente le permita ser expresión en el manejo o impacto que logre sobre el manejo y conocimiento del recurso natural.

Es necesario entonces reconsiderar el papel privilegiado que en la enseñanza de los procesos biológicos tienen las ciencias básicas vinculadas a la biología, ya que si bien la física, la química y la matemática son tradicionalmente vistas como un conocimiento básico para la formación de un biólogo, hoy en día retoman una particular relevancia a la luz del avance del conocimiento como mencionan Marshall S. y Bierkman E.: “que se duplica hoy cada diez años, para quienes tienen como su fundamental quehacer ampliar el conocimiento científico o transmitir la experiencia del laboratorio, campo o cualquier espacio experimental”.

El conocimiento científico forma parte sustancial de los procesos productivos y se desmitifica insertándose en nuestro cotidiano discurso formando parte de la razón de nuestra confortable forma de vida. Podríamos pensar que si bien la biología adquiere día con día una presencia relevante y prioritaria en nuestra cotidianía, también es cierto que el ingreso de estudiantes a esta área es cada vez menor, por lo que entre otras acciones “urge privilegiar apoyos a la adecuada enseñanza e investigación de esta ciencia” Podría entonces afirmar que la enseñanza de la biología en México requiere de una urgente revisión que permita incluir por una parte los aspectos curriculares, y por otra los aspectos contextuales del futuro desempeño del profesional de la biología. En este contexto una problemática importante que enfrentamos al modificar el plan de estudios, es que difícilmente logramos aterrizar la planeación educativa con la posibilidad del manejo integral del recurso o los avances de la ciencia y tecnología, así como el vínculo de ésta con el futuro poblacional y social de nuestro país. Por lo general nos remitimos a estructurar un plan que no afecte muchos intereses y que cambiando nombres mantenga contenidos más o menos vigentes; de este modo los planes resultantes son descontextualizados y por lo tanto poco funcionales. Otra visión de esta problemática es que olvidamos cómo enseñar el contenido que manejamos y terminamos por desarticularlo entre sí, remitiendo la mayoría de la vivencia educativa a las clases repetitivas o al mal llamado “método científico”, como ya se mencionó en páginas anteriores.

El currículum tiene, entre otras características, que “Se encuentra ante la exigencia conceptual social institucional e histórica de analizar perspectivas que le permitan desarrollarse de manera cualitativa tal como lo exige la sociedad global en este momento ante los cambios acelerados y trascendentales que estamos viviendo en este fin de siglo y ante los retos que esta planteando el siglo XXI”. (De Alba, 1993).

El currículum en biología hoy en día se inserta en forma material en esta descripción, ya que no podemos dejar de considerarlo como una estructura holística en relación al contexto nacional, y que articula la realidad del campo del trabajo del futuro biólogo con aspectos de planeación social y educativa. El currículum hoy requiere del vínculo con el trabajo práctico y operativo de la biología, su diseño necesita del apoyo de los expertos de la enseñanza pero con la total responsabilidad del proceso de estructuración y operatividad del plan por parte de los profesionales de la biología asimismo, rescatando lo que ha sido reiteradamente señalado por diversos teóricos de la cognición (Piaget, 70, Ausubel, 1986, Coll, 92) “la estructura del conocimiento del educando como el de los contenidos del aprendizaje”. Estos dos aspectos se han reiterado en páginas previas, por lo que simplemente insistiría en el conocimiento preciso del manejo conceptual del estudiante de la licenciatura en biología, en relación a los años previos en los que cursó la materia relativa a las ciencias naturales, para procurar cursos propedéuticos que traten de homogeneizar el conocimiento de los educandos, lo cual facilitará la motivación y el buen logro de los objetivos de los futuros cursos.

El abordaje de los procesos biológicos retoma entonces un particular significado a la luz de este urgente cambio curricular, que trasciende el diseño del programa para que el docente lleve a la práctica real la operación del mismo y no se vuelva a incidir en las clases memorísticas y repetitivas. El abundar en la metodología didáctica que permita vincular en forma exitosa las ciencias básicas a los fenómenos biológicos es una condición básica para el buen logro de este nuevo plan de estudios. Los contenidos de aprendizaje y la estructura del conocimiento previo del estudiante, serán motivo de análisis profundo para lograr un aprendizaje realmente significativo en el estudiante de biología.

## **Ejes estructurales del plan de estudio**

En este trabajo se ha manejado reiteradamente la necesidad de contar con estructuras sólidas que orienten la construcción del plan de estudios, lo que permitirá no sólo su coherencia sino también la flexibilidad del plan y la superación docente en consecuencia.

A estas estructuras se les llamará ejes y se plantean como pilares a lo largo de todo el plan de estudios. Estos ejes articularán el conocimiento no sólo en el desarrollo del curriculum sino con los mismos contenidos programáticos, en donde será condición el abordaje de cada uno de estos ejes en sus diferentes expresiones. Los ejes pretenden abordar tres grandes esferas del quehacer y consecuencia del conocimiento y manejo de la biología; por este motivo se les concibe bajo el rubro de historia.

Se proponen entonces tres ejes; uno que aborde el área conceptual y que se remita a los ejes paradigmáticos de la biología, siendo este el articulador fundamental. La evolución, el segundo eje que permitirá entretener a lo largo de la parte conceptual lo referente al uso del recurso en general. Se rescataría de este modo la historia de la humanidad vinculando el uso de recurso para el crecimiento de la misma hasta nuestros días, pasando por las grandes revoluciones científicas hasta la contaminación ambiental y la biotecnología de hoy en día.

Finalmente, el tercer eje abordaría la historia de la biología con los grandes momentos que se identifican en la historia de la ciencia a través de los descubrimientos que marcan etapas importantes en el desarrollo de la humanidad, en el uso del recurso y en la orientación de la vida en el planeta, este eje sería el de historia de la biología. La estructura educativa global del plan de estudios no sería una estructura tradicional ni modular, pues en estricto apego no responde a ninguna de las dos puesto que los ejes mencionados sólo se podrían abordar a través del estudio de los procesos biológicos ya que las ciencias naturales son en realidad una dinámica e infinita combinación y secuencia de eventos químicos-biológicos micro y macroscópicos que no se pueden estudiar aisladamente y mucho menos entender, al menos en forma general. Al plan por procesos como así le llamaría no le considero como el ejercicio de los pasos de la investigación o aplicación del método científico, sino como al proceso biológico de

trayecto evolutivo que abarca desde el desarrollo embrionario a la dinámica de los ecosistemas, que abarca el conocimiento de la vida en las aguas continentales o en las montañas o en el mar, por mencionar algunos ejemplos. El estudio del proceso biológico reafirma el espíritu científico de los estudiantes y de los maestros, procura el estudio del proceso en sí, estableciendo uniones conceptuales con áreas aparentemente distantes y propicia también el fortalecimiento de la trama que soporta cualquier aprendizaje. Desarrollar en este antecedente una metodología para conocer y manejar un proceso biológico, tendría una orientación acorde a la situación de la biología hoy día, ya que permitiría enseñar la dinámica ciencia de la biología, en forma integral e integradora por lo que el plan de estudios que tenga estas características estructurales sería un plan por procesos biológicos.

Contando con un plan estructurado en el amplio contexto de la evolución y con los ejes conductores de la historia en general haciendo énfasis en los procesos biológicos se requiere entonces; también de una filosofía de enseñanza ya que sería poco exitoso para los logros del plan de estudios contar con una nueva filosofía curricular sin una nueva forma de enseñar la Biología.

Esta nueva forma o esquema psicopedagógico de enseñanza no se remite únicamente a técnicas didácticas sino que atiende a los procesos de aprendizaje y a la necesaria generación del conocimiento que comprende una ciencia como la biología y cuyo precursor es el manejo del proceso biológico. En este sentido se propone el esquema de aprendizaje significativo de Ausubel con algunos matices que a continuación se discuten.

Si bien uno de los elementos fundamentales del aprendizaje significativo es como menciona Coll C. “Poner de relieve el proceso de construcción de significados como elemento central del proceso de enseñanza/ aprendizaje” el término “Construcción de significados” retoma una particular relevancia cuando hablamos de los significados en biología, ya que tradicionalmente la biología se aprende básicamente a través de un proceso memorístico carente de un significado para el estudiante y por lo mismo este contenido memorizado carece de una inmediata aplicación o efecto en el momento en que el biólogo requiere entregar sus conocimientos para resolver una problemática específica relacionada con el universo de la biología. No es la intención

que se entienda con esta afirmación que los aprendizajes memorísticos en biología no han sido pertinentes o que resulten intrascendentes, sino que esta forma de aprendizaje es aplicable para el registro de datos en la estructura cognitiva del estudiante sin embargo estructurar conceptos requiere de una dinámica pedagógica que considere estrategias didácticas acorde a la temática por impartirse.

Por otra parte el insistente “manejo” del método científico en proyectos o actividades en donde el alumno piensa que está haciendo investigación en prácticas repetitivas no aporta tampoco elementos que contribuyan a que el aprendizaje sea significativo.

Es necesario entonces al abordaje serio y formal de las vías que nos lleven a la mejor forma en la que los estudiantes puedan hacer suyo el conocimiento que se deriva de una ciencia tan dinámica como la biología y que a la vez sean capaces de integrarlo intelectualmente para reflejar este conocimiento en la participación o resolución de problemas que necesitan esta comprensión global del fenómeno. Cabe mencionar que esta reflexión alrededor de la enseñanza de la ciencia de la biología debe realizarse básicamente por quienes son responsables de la docencia en el proceso enseñanza-aprendizaje, es decir los maestros biólogos ya que la unión de los aspectos metodológicos de la academia con la construcción del conocimiento están estrictamente vinculados al construir el conocimiento en biología.

Retomando entonces la teoría de Ausubel en el sentido del “aprendizaje significativo” y considerando que “Este aprendizaje ocurre cuando la nueva información se enlaza con los conceptos pertinentes que existen ya en la estructura cognoscitiva del que aprende” (Novak, 1978). Se requeriría entonces estructurar adecuadamente estos conocimientos previos que enlacen después con un conocimiento más complejo o bien múltiple, en cuanto a sus vínculos con otras áreas o con sus efectos, ya que es quizá en esta etapa de formación de “conocimientos precursores” en donde radican las causas fundamentales de la falta de motivación, interés y aprendizaje de los alumnos, esta afirmación se ejemplifica si quienes impartimos biología recordamos lo complicado que resulta para el estudiante aprender el fenómeno de la meiosis no obstante que el estudiante de licenciatura ya conoció o al menos tuvo antecedentes de este conocimiento en dos ocasiones, durante la secundaria y otras tantas en bachillerato,

quizá el conocimiento precursor fue mal impartido porque o bien se pretendió un aprendizaje memorístico lo cual es realmente poco exitoso para el conocimiento de un fenómeno de esta naturaleza o bien se careció del proceso que permitiera al estudiante comprender realmente que significan para este ejemplo los nombres de telofase, anafase, profase huso acromático, etc. términos que no son comunes en nuestro lenguaje cotidiano y que requieren a la vez de una explicación como el fenómeno biológico que representa . La memorización de estos términos y por consiguiente la escasa significancia de los mismos lleva a un deficiente aprendizaje y a un endeble conocimiento “precursor”.

Es así que a la enseñanza la ciencia de la biología se suma un problema más al ya complejo proceso de enseñanza-aprendizaje y este se refiere al mismo lenguaje biológico; la múltiple terminología, el significado profundo que tiene el termino en relación con el proceso en estudio, aunado al hecho de que estos términos son poco o escasamente del dominio público y representan un problema que necesita su consideración por parte del docente al momento de estructurar el curso respectivo.

Lograr un aprendizaje significativo en la enseñanza de la biología es por consiguiente el esquema psicopedagógico que realmente podría ofrecer mejores resultados al trabajo en el aula y que se podría con este esquema apoyar la lógica de estructuración del plan de estudios. El aprendizaje significativo en biología requiere entonces de:

- a) Conocimientos “precursores” sólidos y bien integrados al esquema cognoscitivo del estudiante.
- b) Conciencia plena del docente de que el estudiante incursiona en un ámbito novedoso no exclusivamente por el contenido académico sino por la terminología para nombrarlo.
- c) Una estructura académica del plan de estudios organizada por procesos biológicos que se articulen entre sí y que sustenten el conocimiento en forma horizontal y vertical procurando una integración permanente.
- d) Áreas de creatividad y aplicación del conocimiento a través de problemas biológicos que el estudiante resuelva procurando insertarlo durante su proceso de formación profesional al ámbito real de trabajo a través de estancias terminales en centros, institutos, laboratorios, empresas, etc. en donde el futuro

biólogo aplique e integre los conocimientos adquiridos ya que como menciona Novak “La resolución de problemas no es sino una clase especial de aprendizaje significativo”.

Finalmente en todo proceso de enseñanza-aprendizaje un aspecto fundamental es la motivación siendo también un elemento que lo promueven y lo logran en buena medida los docentes, al conformar la unidad profesor-alumno como ejecutores recíprocos de acciones en las que el primero esté convencido de la generación y transmisión de conocimientos con base en una estructura curricular dinámica, promoverá diferentes formas de entender y desempeñar el ejercicio de la docencia, esta circunstancia será un buen estímulo para el estudiante de ciencias quien podrá encontrar en la planeación didáctica que el maestro realice de su curso un elemento de motivación por aprender, retener y aplicar el conocimiento biológico.

## CONCLUSIONES

1.- La necesidad de reestructurar la forma de transmitir el conocimiento de los contenidos de la biología, pasa por una profunda reflexión, tanto acerca de la situación actual de las formas de enseñanza, como de las tradiciones que han determinado los estilos de pensamiento, trabajo y acción de quienes han desarrollado y desarrollan la biología en México.

Por ello y partiendo además de la idea de que la biología en México debe contemplar todos los aspectos que le son propios como ciencia, pero de manera particular el referente al manejo de nuestros recursos naturales, considero que el estudio de la historia del conocimiento de la naturaleza y de los antecedentes e inicios de la biología en México como ciencia y profesión nos brinda una base conceptual necesaria y útil para reflexionar acerca, sus limitaciones, logros, y omisiones para que con base en ello podamos contextualizar tanto el análisis situacional de lo que ha sido la carrera de biólogo, como los requerimientos que actualmente le demanda el quehacer profesional en el país.

2.- Tal como se ha demostrado en otras investigaciones, la historia de la institucionalización de la biología en México, nos orienta aporta los elementos necesarios para identificar las determinantes de la condición actual de la biología y su enseñanza. Con este antecedente en el presente trabajo de tesis, la historia de la biología en México se abordó de manera general con la finalidad de contar con la referencia a la institucionalización de la biología en México y por consecuencia conocer la situación de la licenciatura de biología en el País en el siglo XX, encontrando los patrones comunes de su enseñanza y la manera como responde, en lo general, a una tradición que –con marcadas excepciones- obedece a una predominancia de materias descriptivas, abordadas con un enfoque enciclopédico que se ha convertido en un obstáculo para el desempeño de los estudiantes.

3.- El análisis de los contenidos de los planes de estudio del corte 1992 y del corte 2008 permiten identificar la tendencia que la enseñanza de la biología presenta a inicios de este siglo XXI, en donde prevalecen las tendencias enciclopédicas y las técnicas memorísticas, al margen de una gran cantidad de datos y conceptos que en términos

generales las 77 ofertas educativas de la licenciatura en biología consideran en su estructura curricular.

Es necesario que en las IES que imparten ésta profesión de biólogo establezcan una estrategia para el análisis y actualización de los planes de estudio tanto en los aspectos tanto curriculares como pedagógicos que permitan mejorar tanto la docencia como la formación integral del profesional de la biología.

3.- El análisis realizado en el nivel histórico, y en los planes de estudio de las ofertas educativas de la licenciatura en biología, permite contar con una imagen de la situación que cursa ésta profesión en México, para proponer el diseño de un plan de estudios integral, que aborde el mundo biológico desde el enfoque de procesos, y promueva en el estudiante una formación más cercana a la exigencia actual que el mundo laboral demanda en función del dinámico mundo el que vivimos, y en la búsqueda de una solución a los innumerables problemas nacionales que requieren de la participación del profesional de la biología.

4.- La parte sustantiva que se refiere al proceso de profesionalización del responsable de la enseñanza de la biología, surge como una necesidad ante la urgente comprensión y manejo integral de los contenidos propios de ésta ciencia, hecho que trasciende los indicadores académicos para incidir en los aspectos pedagógicos, psicológicos y epistemológicos que subyacen en el proceso enseñanza aprendizaje por consiguiente la modificación de un plan de estudios alcanzará de mejor manera sus objetivos si cuenta con un personal docente capacitado de forma integral en la docencia de su materia.

Quizá la biología en cuanto a su enseñanza se refiere requiere de un nuevo paradigma, como lo menciona Capra en *The Tuning Point* (1982) “una nueva visión de la realidad; un cambio fundamental en nuestros pensamientos percepciones y valores. El principio de éste cambio – de una concepción de la realidad mecanicista a una holística- es ya visible en todos los campos, y de hecho promete dominar la presente década.

# **A N E X O S**

**Perfil de ingreso y egreso registrado por Escuelas y Facultades que imparten la Licenciatura de biología en el país al periodo de cortejara su análisis del año\_1992**

**Anexo 1**

## **UNIVERSIDAD AUTONOMA DE AGUASCALIENTES**

Título que otorga: BIOLOGO

### **PERFIL DE NUEVO INGRESO**

El estudiante deberá tener interés por la investigación, ser sistemático y analítico.

### **PERFIL DEL EGRESADO**

El biólogo egresado de la U.A.A. estará capacitado para conocer los fundamentos físicos, químicos y biológicos en los que se basa la organización estructural y funcional de los seres vivos. Podrá describir la diversidad de los ecosistemas naturales, así como la morfología, la fisiología, hábitat, modos de vida, taxonomía e interrelaciones de los seres vivos.

Tendrá la capacidad de analizar e interpretar el impacto ambiental generado por las actividades en su medio; podrá establecer planes para la administración, conservación y control de los recursos naturales regionales y nacionales, así mismo podrá señalar las medidas adecuadas para el control de la contaminación.

También podrá difundir la Biología como ciencia en relación a la realidad social, política y económica del país. Así mismo será capaz de integrar la información necesaria para el planteamiento, evaluación y posible solución de algún problema biológico.

## **UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CAMPECHE**

Título que otorga: BIOLOGO

### **PERFIL DE NUEVO INGRESO**

Características deseables del estudiante: Capacidad analítica, técnica y psicomotora. Buena memoria para el manejo de símbolos y nombres. Gusto especial por la Biología y Química.

### **PERFIL PROFESIONAL**

Los egresados serán:

- Profesionistas con capacidad para diseñar, construir y operar granjas de producción acuícola.
- Profesionistas capacitados en la integración de proyectos acuícolas con carácter productivo y rentable, tanto para el sector oficial como el privado.
- Profesionistas orientados hacia la generación de la información aplicable y los sistemas de producción acuícola, para aprovechar los recursos nativos y los de producción.

- Profesionistas que coadyuven al logro de la autosuficiencia de productos básicos de origen acuícola.
- Estará capacitado para el diseño, construcción y operación de las artes de pesca y encierros específicos para la acuicultura.
- Profesionistas con capacidad y eficiencia para evaluar y administrar los recursos pesqueros de las pesquerías altamente desarrolladas, en desarrollo, potenciales y en peligro
- Profesionistas orientados hacia la investigación de los recursos pesqueros y de la tecnología pesquera para promover el desarrollo del sector pesquero.
- Profesionales con capacidad para operar las unidades de pesca (artes de pesca ), manejo y conservación de capturas a bordo de las embarcaciones.
- Capacitar en la operación e interpretación de equipos electrónicos marinos para la localización de los recursos pesqueros.

## **INSTITUTO DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**

Título que otorga: BIÓLOGO

### PERFIL DE NUEVO INGRESO

Se requiere que el alumno posea las siguientes características:

- Disponibilidad y gusto por el campo
- Constancia en el estudio y capacidad de observación
- Capacidad para sistematizar lo observado
- Capacidad de pensamiento lógico
- Conocimiento correcto de la información bibliográfica
- Inquietud por explicar los fenómenos y procesos naturales
- Capacidad para el análisis de la información. Cap. de abstracción
- Capacidad de síntesis y amplitud de criterio

### PERFIL PROFESIONAL

El biólogo estará capacitado para proponer planes y estrategias de desarrollo que busquen elevar la producción agrícola y acuícola; Así como establecer usos nuevos y más amplios de especies animales y vegetales conocidas. Punto importante es la posibilidad que tiene el biólogo dada su formación, de interaccionar con otros profesionistas en grupos multi o interdisciplinarios abocados a la solución de problemas de salud y de agotamiento de recursos naturales, o interesados en rescatar

conocimientos empíricos acumulados por grupos étnicos o marginales en comunidades rurales.

### **UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

Título que otorga: BIOLOGO

#### PERFIL DE NUEVO INGRESO

- Muy buena capacidad de análisis y síntesis
- Inquietud y curiosidad por la investigación de fenómenos en los seres vivos
- Meticulosidad, concentración, orden y constancia
- Vista formal para el manejo de colores, formas y pequeños detalles
- Memoria visual y destreza manual para movimientos de precisión
- Buena salud y capacidad de adaptación
- Facilidad de comunicación

#### PERFIL PROFESIONAL

Formar profesionistas capaces de crear, transmitir, difundir y aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos de las Ciencias Biológicas, mediante la investigación, enseñanza y aprovechamiento racional de los recursos bióticos y la protección del ambiente, encaminados al desarrollo ecológicamente planeado y a la solución de problemas regionales y nacionales, dentro de un marco socio-económico y político.

### **UNIVERSIDAD JUAREZ AUTONOMA DE TABASCO**

Título que otorga: BIOLOGO

#### PERFIL DE NUEVO INGRESO

- El estudiante ha de poseer vocación científica
- Curiosidad por el medio biológico que le rodea
- Gusto por la lectura e inclinación por los temas biológicos
- Ha de tener paciencia y dedicación en el desempeño de sus tareas
- Amplio criterio , espíritu de colaboración y gusto por el trabajo en equipo
- Debe manifestar interés en conocer y comprender el contexto social en que se desenvuelve
- Gozar de buena salud y disponibilidad en el trabajo de campo

#### PERFIL PROFESIONAL

El egresado será un profesional con conocimientos sólidos de los conceptos generales de las ciencias básicas y especialmente de la biología y poseerá conocimientos metodológicos que le permitan desarrollar investigación científica para generar y extender conocimientos de la biota, su ecología y procesos biológicos. Estará capacitado para realizar estudios e investigación en hidrobiología, ecología, sistemas terrestres o deterioro ambiental de acuerdo con la orientación terminal por la que opta. Con ello abordará problemas biológicos de carácter regional, entre ellos, el escaso conocimiento de la biota y su dinámica en los ecosistemas acuáticos y terrestres, naturales y transformados; el deterioro ambiental causado por la tala inmoderada, la erosión, los procesos de salinización y la contaminación. Podrá contribuir al conocimiento básico de la biología de las plantas y animales, enfocando sus esfuerzos hacia aquellas que tengan importancia socioeconómica. Participará en equipos interdisciplinarios para buscar la solución a diversos problemas biológicos relacionados con su entorno social. Podrá comunicar y difundir el conocimiento generado y/o adquirido, participando en los medios de difusión y en la docencia.

## **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Título que otorga: BIOLOGO

### **PERFIL DE NUEVO INGRESO**

Características deseables en el estudiante: El estudiante de la carrera de biología debe ser una persona que aprenda a desarrollar la capacidad de observación y análisis de manera crítica y objetiva. Debe aprender a manejar de manera fluida e método experimental para obtener resultados cada vez más satisfactorios que pueden ser comparados con trabajos realizados en otros lugares.

### **PERFIL PROFESIONAL**

En la carrera de biología de la Facultad de Ciencias se pretende que el estudiante tenga una visión global sobre el mundo vivo y su vinculación indisoluble con el medio que lo rodea. Que conozca las leyes que gobiernan dicho mundo y de esta manera contribuya a su mejor preservación y al uso y aprovechamiento más racional de él. Pretendiendo, además, que el estudiante adquiera una capacidad analítica y crítica que lo lleve a cuestionarse el uso irracional de nuestros recursos naturales y que lo orienten hacia el beneficio de la colectividad a través de sus aportaciones en el campo de la nutrición y salud pública. Que conozca y desarrolle la tecnología mas moderna ligada a

este campo, con el fin de formar cuadros que sepan enfrentarse al desarrollo independiente del país.

### **UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR**

Título que otorga: BIOLOGO MARINO

#### **PERFIL DE NUEVO INGRESO**

Aptitudes para ingreso: Gran capacidad de observación y propiedades inquisitivas, así como predisposición a situaciones ocasionalmente difíciles.

#### **PERFIL PROFESIONAL**

El profesionista que egresa de esta carrera podrá desarrollar las siguientes actividades: Investigar funciones morfofisiológicas, bioquímicas, genéticas y ecológicas de los organismos marinos. Identificar y clasificar taxonómicamente a los organismos animales y vegetales marinos. Realizar investigación para la aplicación de los conocimientos en la conservación y manejo de la flora y fauna marina. Colaborar con otros especialistas en el estudio y análisis de la exportación y manejo de recursos marinos, así como el estudio de determinación y control de contaminación marina. Realizar docencia en ciencias biológicas y disciplinas relacionadas con éstas.

### **UNIVERSIDAD SIMON BOLIVAR**

Título que otorga: BIOLOGO

#### **PERFIL DE NUEVO INGRESO**

Aptitudes que requiere el estudiante:

- Gran capacidad de observación analítica.
- Espíritu abierto a la experimentación.
- Capacidad de razonamiento inductivo y deductivo.
- Curiosidad científica innata.
- Capacidad para integrar conceptos teóricos para las leyes de la naturaleza. -

Habilidad manual desarrollada. Memoria visual.

- Gran capacidad de imaginación.
- Saber manejar el método científico en todos los niveles.
- Saber aplicar los conocimientos teóricos a la práctica.

ELECCION DE CARRERAS. Rogelio Oliver. 1982

Aptitudes: Capacidad de observación y análisis, capacidad de razonamiento abstracto, capacidad de síntesis, intuición e imaginación, independencia de juicio, confianza en sí mismo, sentido de aventura intelectual, capacidad para renunciar a dogmas, capacidad para diferenciar colores y formas ( estética ), vista normal, buena memoria visual y para recordar nombres, habilidad manual ( movimientos finos ).

GUIA DE CARRERAS. Centro de estudios científicos y tecnológicos I.P.N. 1981

Características deseables: Inclinación por el estudio de los fenómenos naturales.

Interés hacia la investigación y experimentación. Organización y disciplina en su trabajo.

Capacidad de observación y análisis.

### **INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**

Título que otorga: BIOLOGO

PERFIL DE NUEVO INGRESO

Guía de carreras I.P.N. 1963

Cualidades:

- Buena salud, fuerza y resistencia física, agudeza visual
- Capacidad de observación, de pensamiento abstracto y reflexión.
- Facilidad de expresión oral y escrita. Sentido de colaboración.

PERFIL PROFESIONAL

El objetivo es formar profesionistas con una firme base científica para incorporarse en niveles de:

1.- Administración de los recursos materiales principalmente en los aspectos de:

- a ) Elaboración de inventario.
- b ) Aprovechamiento, conservación e incremento.
- c ) Evaluación
- d ) Valoración, proposición y vigilancia de políticas y normas de prácticas de manejo

2.- Administración de ecosistemas, principalmente en los aspectos de:

- a) Elaboración de inventarios.
- b) Evaluación.
- c) Uso óptimo, mejoramiento y conservación.
- d) Valoración, proposición y vigilancia de políticas y normas de manejo.

3.- Investigación sobre los recursos naturales y ecosistemas en los siguientes aspectos:

- a) Evaluación.
- b) Conservación e incremento.
- c) Uso y manejo óptimo e integral.
- d) Desarrollo y establecimiento de modelos biológicos encaminados a crear los fundamentos que permitan llevar a cabo la evaluación del aspecto ambiental.
- e) Participación en el desarrollo de tecnologías nacionales que resuelvan las necesidades del país.

4.- Evaluación del impacto que produce sobre el ambiente, la transformación y uso de energéticos y otras actividades humanas, como urbanismo, desarrollo industrial, vialidades, uso de otros recursos, etc. por medio de:

- a) Establecimiento de los límites y niveles críticos de tolerancia.
- b) Revisión y establecimiento de normas que permitan lograr y mantener la sanidad ambiental.
- c) Vigilancia y exigencia del cumplimiento de las normas establecidas.

5. Colaboración en el combate e erradicación de agentes causales de plagas y enfermedades y sus vectores, reservorios y huéspedes intermediarios, en las tareas siguientes:

- a) Identificación del problema sanitario.
- b) Reconocimiento de los ciclos biológicos de los organismos involucrados.
- c) Proposición de los métodos de combate.
- d) Evaluación de la eficiencia de los métodos propuestos.

6.- Planeación, proposición y evaluación de la formación de recursos humanos en las áreas de recursos naturales y el ambiente, todo ello de acorde con los problemas nacionales, por medio de:

- a) Participación en la educación de todos los niveles, sobre todo en el medio superior.
- b) Capacitación a los responsables y trabajadores que intervienen en el manejo de los recursos naturales y el ambiente.
- c) Evaluación de los planes y programas de estudio urgente.

d) Promoción y proposición de políticas educativas.

7.- Participación en la asesoría y supervisión de actividades de los usuarios, colaboradores y profesionales de las áreas del ambiente y recursos naturales, de la forma siguiente:

a) Intervención en congresos, simposio, conferencias, etc.

b) Diseño y elaboración de catálogos, folletos y otros materiales gráficos que sirvan para divulgar y promover las actividades en dicha área.

c) Colaboración en programas de educación a la comunidad acerca de la importancia de conocer sus derechos y obligaciones para defender el manejo de los recursos naturales y conservación del ambiente.

**INSTITUCIONES QUE IMPARTEN LA CARRERA  
DE BIOLOGÍA EN SUS VARIAS MODALIDADES A NIVEL NACIONAL**

**ANEXO 2.**

<b>ESTADO</b>	<b>INSTITUCIÓN</b>	<b>DIRECCIÓN</b>
1. AGUASCALIENTES	Universidad Autónoma de Aguascalientes Área de Ciencias Básicas	Av. Universidad # 940. Ciudad Universitaria. C. P. 20100. Aguascalientes, Ags. Tel. Conm.: 01 449 910 74 00 Tel: 01449 910 74 37 y 38
2. BAJA CALIFORNIA	Universidad Autónoma de Baja California Campus Ensenada. Facultad de Ciencias	Carr. Tijuana - Ensenada Km. 103. Col. Lomas del Sauzal. C.P. 22760 Ensenada, B.C. Tel.: 01 646 175 07 48, 01 646 174 40 01 al 03
3. BAJA CALIFORNIA SUR	Universidad Autónoma de Baja California Sur	Carr. al Sur Km. 5.5 Ciudad Universitaria. Col. El Calandria. C.P. 23080 La Paz, B.C.S. Tel.: 01 612 123 88 00 Fax: 128 07 77
4. CAMPECHE	Universidad Autónoma de Campeche Facultad de Ciencias Químico Biológicas	Av. Agustín Melgar s/n entre Calle 20 y Juan de la Barrera. Col. Buenavista. C.P. 24030, Campeche, Campeche. Tel. Con.: 01 981 8119800 Tel: 01 981 813 22 28
5. CHIAPAS	Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas Sede Unidad Tuxtla Gutiérrez Dependencia de Educación Superior Biología	1a. Sur Poniente No. 1460. Centro, Tuxtla Gutiérrez Chiapas 29000. Tel. 01 961 602 5029 01 961 617 04 00 01 961 125 62 93 y 33
6. CHIHUAHUA	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez Instituto de Ciencias Biomédicas	Av. Estocolmo s/n, Zona PRONAF C.P. 32310. Cd. Juárez, Chih. Tel. y Fax. 01 656 688 1890 01 656 6882100 al 09
7. COLIMA	Universidad de Colima Campus Tecomán. Fac. de ciencias Biológicas y agropecuarias	Autopista Colima-Manzanillo. Crucero de Tecomán. C.P.28100 Tecomán, Col. Tel-Fax. 01 313 322 9405 Ext. 52500 Tel. Dir. 01 313 322 94 09. Tel. 01 314 331 12 01

8. DISTRITO FEDERAL	Instituto Politécnico Nacional Escuela Nacional de Ciencias Biológicas	Prol. Carpio y Prol. Plan de Ayala S/N. Col. Santo Tomás. C.P. 11340 Miguel Hidalgo, D.F. Tel.: 57 29 60 00 Ext. 46268 y 46269, 55 57 29 62 69, 57 29 62 70 y 57 2963 00 FAX: 53 96 35 03
9. DISTRITO FEDERAL	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa	Av San Rafael Atlixco No.186, Col. Vicentina C.P. 09340 Del. Iztapalapa México D.F. Tel (01) 58044600 Tel 01 55 58 14 48 82 y 83
10. DISTRITO FEDERAL	Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa	Av San Rafael Atlixco No.186, Col. Vicentina C.P. 09340 Del. Iztapalapa México D.F. Tel (01) 58044600 Tel 01 55 58 14 48 82 y 83
11. DISTRITO FEDERAL	Universidad Autónoma Metropolitana Campus Unidad Xochimilco División de Ciencias Biológicas	Calz. del Hueso 1100, Col. Villa Quietud. Deleg. Coyoacán; México, D.F. C.P. 04960 Tels. 5483-7361 y 5483-7363 Tel 01 55 54 83 70 00
12. DISTRITO FEDERAL	Universidad Nacional Autónoma de México Campus Ciudad Universitaria Facultad de Ciencias	Circuito Investigación Científica. Ciudad Universitaria, Coyoacan, Ciudad de México, D.F. C.P. 04510 Tel. 01 55 5622 4308 01 55 56 22 15 24 01 55 5622 15 25 01 55 56 22 48 68 y 78
13. DISTRITO FEDERAL	Universidad Nacional Autónoma de México Campus Facultad de Estudios Superiores Zaragoza	Av. Guelatao No. 66 Col. Ejército de Oriente, Iztapalapa, C.P. 09230 México D.F. Tel. 01 55 57 73 63 11, 56 23 06 86 , 56 23 05 58
14. DISTRITO FEDERAL	Universidad Simón Bolívar	Av. Río Mixcoac #48 Col. Insurgentes Mixcoac, Tel. 56299700, 10 55 56 29 97 00, 01 800 836 2872, 55 73 06 00 Fax: 56299744

15. DISTRITO FEDERAL	Universidad Autónoma Metropolitana División de Ciencias Biológicas y la Salud Unidad Iztapalapa.	Av. San Rafael Atlixco no. 186. Col. Vicentina. C.P. 09340 Iztapalapa, D.F.
16. DURANGO	Instituto Tecnológico Agropecuario No 1 de Durango	Carr. Durango-México, Km. 22 A.P. 393 C.P. 34000 Ejido Villa Montemorelos, Durango, Dgo Tel: 01 618 817 47 87
17. DURANGO	Universidad Juárez del Estado de Durango Unidad Gómez Palacio Escuela Superior de Biología	Constitución 404. Col. Centro. Durango, Durango. Tel 01 871 723 09 59 01 618 8114275
18. DURANGO	Universidad Westhill	Constitución 404. Col. Centro. Durango, Durango. Tel. 01 871 723 09 59, 01 618 8114275
19. ESTADO DE MÉXICO	Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucan	Barrio El Río S/N. La Magdalena Chichicarpa. Huixquilucan C.P. 52773 Tels.: 01 55 8288 1130, 01 55 8288. 1907 y 01 55 8288 1908
20. ESTADO DE MÉXICO	Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Ciencias Campus Unidad Toluca	Av. Río Papaloapan Sta. Cruz Atzacapotzaltongo C.P. 50030. Toluca, México. Fax: 01 722 272 11 77 y 01 722 272 12 16 Tel. 01 722 272 11 77 y 01 722 272 12 16 01 722 226 23 00
21. ESTADO DE MÉXICO	Universidad Nacional Autónoma de México Campus Facultad de Estudios Superiores Iztacala	Av. de los Barrios No. 1 Col. Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla, Estado de México. C.P. 54090 Tel 01 55 56 23 11 64, 53 90 76 11
22. GUANAJUATO	Instituto Tecnológico Superior de Irapuato	Carretera Irapuato - Silao Km. 12.5, C.P. 36821 Irapuato, Guanajuato, México. Tel: 01 462 60 67 900, 01 462 606 79 00 ext. 101

23. GUERRERO	Instituto Tecnológico Agropecuario de Ciudad Altamirano Guerrero	Av. Pungarabato Poniente Oriente No. 22. Morelos. Ciudad Altamirano C.P. 40660 Tel. 01 767 672.1213, 01 767 672 12 13 Fax: 01 767 672.0607
24. GUERRERO	Universidad Autónoma de Guerrero Unidad Académica de Ciencias Químico Biológicas	Av. Lázaro Cárdenas s/n. Ciudad Universitaria Chilpancingo, Guerrero C.P. 39087. Tel/Fax: 01 747 47 25503 Tel 01 747 472 04 96, 01 747 472 55 03 y 01 747 472 60 29, 472 84 27
25. GUERRERO	Centro Escolar Gral. Hermenegildo Galeana	Av. Independencia Num. 144 Independencia y Reforma, Tépam de Galeana Guerrero. C.P. 40911 Tel. 01 742 4250295, 01 742 425 02 95 Fax: 01 742 4250295
26. GUERRERO	Instituto Tecnológico de Ciudad Altamirano	Av. Pungarabato Poniente S/N. Col. Morelos. C.P. 40660 Cd. Altamirano, Gro. Tel.: 01 767 672 12 13, 01 767672 36 42 Fax: 672 06 07
27. GUERRERO	Centro Universitario Hipócrates	Av. Andrés de Urdaneta No. 360. Fracc. Hornos. C.P. 39350 Acapulco, Gro. Tel.: 01 744 485 03 11 y 01 744 485 79 91 Fax: 485 33 67
28. HIDALGO	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Instituto de ciencias básicas e Ingeniería	Ciudad Universitaria Carretera Pachuca – Tulancingo Km. 4.5 C.P. 42184. Col. Carboneras Mineral de la Reforma Hidalgo. Tel. 017717172000 Ext. 6501 Fax ext. 6502
29. HIDALGO	Instituto Tecnológico Agropecuario No. 6 de Huejutla de Reyes	Km. 5.5 Carretera Huejutla – Chalahuiyapa. Huejutla C.P. 43000 Tel.: 01 789 896 06 48 01 789 896.0648
30. JALISCO	Universidad Autónoma de Guadalajara Coordinación de Ciencia y Tecnología	Av. Patria 1201, Lomas del Valle, 3a. Sección, C.P. 45129, Zapopan, Jalisco. A.P. 1-440, Guadalajara, Jalisco. Ctro. de Inf. (0133) 36.488.INF (463), Conm. (0133) 36.488. UAG (824) • 01.800.36.83.600 Tel 01 33 36 48 84 63 01800368 36 00

31. JALISCO	Universidad de Guadalajara Centro Universitario de Ciencias Biológicas Agropecuarias	Km. 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales, Predio las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco Tel. 01 33 3777-1150 (30 Líneas). 01 33 37 77 11 50 , 36 82 02 48 y 37 77 11 53 Fax 01 (33)3777-1159
32. JALISCO	Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa	Av. Universidad 203 Delegación Ixtapa Puerto Vallarta, Jalisco México. C.P.48280 Tel. 01 322 226 22 01 01 322 281 05 20
33. MICHOACÁN	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología	Ciudad Universitaria. Edificio "TR", 3er. Piso. C.P. 58030 Morelia, Mich. Tel 01 443 316 72 56 y 326 02 91
34. MORELOS	Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Facultad de Ciencias Biológicas	Av. Universidad 1001. Col. Chamilpa. Cuernavaca, Morelos. C. P. 62209 Tel.: 01 777 3297000, 01 777 329 7047
35. MORELOS	Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Facultad de Ciencias Campus Chamilpa.	Av. Universidad No. 1001. Col. Chamilpa. C.P. 62210 Cuernavaca, Mor. Tel.: 01 777 329 70 00 y 01 777329 70 85 Fax: 313 34 95
36. MORELOS	Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Facultad de Ciencias Biológicas. Campus Chamilpa.	Av. Universidad No. 1001. Col. Chamilpa. C.P. 62210 Cuernavaca, Mor. Tel.: 01 777 329 70 00 y 01 777329 70 85 Fax: 313 34 95
37. NAYARIT	Universidad Autónoma de Nayarit Unidad Xalisco Facultad de Agricultura	Carr. Tepic - Puerto Vallarta Km. 9. C.P. 63780 Xalisco, Nay. Tel.: 01 311 211 01 28
38. NAYARIT	Instituto Tecnológico de Bahía de Banderas	Crucero Punta de Mita s/n. Col. la Cruz de Huanacastle. C.P. 63732 Bahía de Banderas, Nay. Tel.: 01 329 295 51 51 Fax: 01 329 295 51 52

39. NUEVO LEÓN	Universidad Autónoma de Nuevo León. Ciudad Universitaria Facultad de Ciencias Biológicas	Ciudad Universitaria - San Nicolás de los Garza, N.L. Av. Universidad s/n C.P. 66451 Tel 01 81 83 29 40 00, 01 81 83 52 39 06
40. OAXACA	Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan	Av. Tecnológico No. 21. Tuxtepec C.P. 68300 Tel. 01 287 875 4015, 01 287 875 3926
41. OAXACA	Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca Escuela de Ciencias	Av. Universidad s/n, Ex-Hacienda 5 Señores. Ciudad Universitaria. C.P. 68020 Oaxaca, Oax. Tel 01 951 511 06 88, 511 20 28 y 511 05 66
42. OAXACA	Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca	Ex-Hacienda. de Nazareno, Xoxocotlan, Oaxaca Tel.: 01 951 51-70788, 01 951 51-70444, 01 951 517 0788 y 01 951 517 0444
43. OAXACA	Universidad del Mar Campus Puerto Escondido	Carretera Oaxaca-Via Sol de Vega Km. 1.5, Puerto Escondido, Oaxaca Tel.: 01 954 588 33 65
44. OAXACA	Instituto Tecnológico Agropecuario No. 3 de Tuxtepec	Km. 7.5 de la carretera Tuxtepec-Agua Fría, San Bartolo, Tuxtepec, Oax Tel.: 01 288 8148, 01 287 875 25 64
45. OAXACA	Universidad del Mar. Campus Puerto Ángel	Ciudad Universitaria. Puerto Ángel. C.P. 70902 San Pedro Pochutla, Oax. Tel.: 01 958 584 30 49 y 01 958 584 30 78 Fax: 584 30 57
46. OAXACA	Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Escuela de Ciencias	Av. Universidad S/N, Ex-Hacienda 5 Señores. Ciudad Universitaria. C.P. 68020 Oaxaca, Oax.
47. PUEBLA	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla Escuela de Biología Sede Unidad Puebla	Av. San Claudio S/N. Col. San Manuel. C.P. 72000 H. Puebla de Zaragoza, Pue. Tel.: 01 222 229 55 00 ext 5080, 5083, 5084
48. PUEBLA	Fundación Universidad de las Américas Puebla Escuela de Ingeniería y Ciencias	Sta. Catarina Mártir. Cholula, Puebla. C.P. 72820. Tel. 01 222 229 20 00, 01 222 2298 20 00 Lada sin costo: 01 800 22 77 400
49. PUEBLA	Instituto Tecnológico Superior	Carretera Acuaco-

	de Zacapoaxtla	Zacapoaxtla Km.8, Col. Totoltepec. C.P. 73680, Zacapoaxtla, Pueb. Tels.: 01 233 31 7 20 00, 01 233 31 7 50 00, 01 233 317 10 00, 01 233 317 20 01 y 01 233 317 20 02, 01 233 317 10 00
50. QUERÉTARO	Universidad Autónoma de Querétaro Sede Campus Querétaro Facultad de Ciencias Naturales	Centro Universitario S/N. Col. Cerro de las Campanas. C.P. 76010 Querétaro, Qro. Tel.: 01 422 192 12 00
51. QUINTANA ROO	Instituto Tecnológico de Chetumal.	Insurgentes No. 330 David Gustavo Gutiérrez, Chetumal, Quintana Roo 77013 Tel. 01 983 832 8420, 01 983 832 23 30
52. SINALOA	Universidad Autónoma de Sinaloa Campus Culiacán	Ángel Flores y Riva Palacio S/N. Ciudad Universitaria. C.P. 80000 Culiacán, Sin. Tel.: 01 667 712 54 41, 01 667 713 70 63 y 01 667 716 07 33
53. SINALOA	Instituto Tecnológico de los Mochis	Blvd. Juan de Dios Batiz y 20 de Noviembre. Los Mochis, Sin. C.P. 81250 Tel.: 01668 812 58 58, 01 668, 812-59-59, Fax 815-03-26
54. SINALOA	Universidad de Occidente. Unidad Universitaria Guasave Ciencias Naturales y Exactas	Av. Universidad s/n. Col. Universitaria C.P. 81000 Guasave, Sin. Tel 01 687 872 98 09 y 872 98 07
55. SINALOA	Universidad de Occidente Unidad Los Mochis	Carr. Internacional y Blvd. Macario Gaxiola S/N. Municipio Ahome. C.P. 80223 Los Mochis, Sin. Tel.: 01 668 816 10 00
56. SINALOA	Colegio de Estudios Superiores del Sur, A.C.	Av. Hidalgo S/N. C.P. 82400 Escuinapa, Sin. Tel.: 01 695 953 24 79
57. SINALOA	Universidad Autónoma de Sinaloa. Campus Mazatlán. Facultad de Ciencias del Mar.	Benito Juárez No. 1004. Ciudad Universitaria. C.P. 82000 Mazatlán, Sin. Tel.: 01 669 981 21 00

58. SINALOA	Universidad Autónoma de Sinaloa. Campus Mazatlán. Facultad de Ciencias del Mar.	Benito Juárez No. 1004. Ciudad Universitaria. C.P. 82000 Mazatlán, Sin. Tel.: 01 669 981 21 00
59. SONORA	Universidad de Sonora Unidad Regional Centro Unidad División de Ciencias Biológicas y de la Salud	Rosales y Blvd. Encinas S/N. Col. Centro. C.P. 83000 Hermosillo, Son. Tel.: 01 662 259 21 01 y 259 21 36
60. SONORA	Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui	Carr. San Ignacio - Río Muerto Km. 25 Block 611 Valle del Yaqui. C.P. 85260 Bacúm, Son. Tel.: 01 643 435 71 00 Fax: 01 643 435 71 01
61. SONORA	Universidad de la Sierra	Carr. Moctezuma - Cumpas Km. 2.5. C.P. 84561 Moctezuma, Son. Tel.: 01 634 342 96 00
62. SONORA	Universidad de la Sierra	Carr. Moctezuma - Cumpas Km. 2.5. C.P. 84561 Moctezuma, Son. Tel.: 01 634 342 96 00
63. SONORA	Universidad de la Sierra	Carr. Moctezuma - Cumpas Km. 2.5. C.P. 84561 Moctezuma, Son. Tel.: 01 634 342 96 00
64. TABASCO	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura, Villahermosa, Tabasco. Tel.: 01 993 312 79 69, 01 993 312 74 37, 01993 358 15 00
65. TAMAULIPAS	Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria Sede Unidad Sierra División Académica de Ciencias Biológicas	Boulevard Emilio Portes Gil #1301 Pte. A.P. 175 C.P. 87010. Cd. Victoria, Tamaulipas. Tel.: 018343130661 al 64 Fax: 018343133646
66. TAMAULIPAS	Instituto Tecnológico de Altamira	Carr. Tampico - Mante Km. 24.5 C.P. 89600 Altamira, Tamps. Tel.: 01 833 264 05 45 y 01 833 264 12 94

67. TAMAULIPAS	Universidad de Noreste	Prolongación Avenida Hidalgo 6315, Col. Nuevo Aeropuerto, C.P.89337 Tampico, Tam. Tel.: 01 833 2 30 38 30 Lada sin costo: 01 800 719 30 54
68. TLAXCALA	Universidad Autónoma de Tlaxcala Unidad Ixtacuitla Facultad Académica de Agrobiología	Carr. Tlaxcala - San Martín Km. 10.5 A.P-No. 12. C.P. 90210 Ixtacuixtla, Tlax. Tel.: 01 248 481 53 43
69. VERACRUZ	Universidad Veracruzana Región Poza Rica Tuxpan Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias	Carretera Tuxpan a Tampico Km. 7.5. Tuxpan, Veracruz. Tel.: 01 800 717 12 51, 01 800 717 12 52, 01 783 834 43 50
70. VERACRUZ	Instituto Tecnológico del Mar	Km.12 carretera Veracruz – Córdoba Boca del Río C.P. 94290 Tels.: 01 229 986.0189, 01 229 986.2818 Fax: 01 229 986.1894
71. VERACRUZ	Universidad Veracruzana Región Xalapa. Facultad de Biología	Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán s/n. Col. Lomas del Estadio. C.P. 91090 Xalapa, Ver. Tel 01 228 842 17 50
72. VERACRUZ	Universidad Veracruzana Región Orizaba-Córdoba. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias	Camino Peñuela – Amatlán. Amatlán de los Reyes, Ver. Tel.: 01 275 716 61 29 Fax: 716 64 10
73. VERACRUZ	Instituto Tecnológico de Boca del Río	Carr. Veracruz - Córdoba Km. 12 C.P. 94290 Boca del Río, Ver. Tel.: 01 229 986 18 94 y 01 229 986 01 89 Fax: 986 01 89
74. YUCATÁN	Instituto Tecnológico de Conkal	Carr. Antigua Mérida - Motul Km. 16.3. Col. Itzimna. C.P. 97345 Conkal, Yuc. Tel.: 01 999 912 41 30, 31 y 35 Fax: Ext. 113

75. YUCATÁN	Instituto Tecnológico de Tizimín	Carr. Colonia - Yucatán Km. 3.5. Final Aeropuerto Cupul. C.P. 97700 Tizimín, Yuc. Tel.: 01 986 863 42 79 Fax: 01 986 863 50 54
76. YUCATÁN	Universidad Autónoma de Yucatán Campus de C. Biológicas y Agropecuarias Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	Calle 60 No. 491-A x 57, Edificio Central Col. Centro. C.P. 97000. Mérida, Yuc. Tel.: 01 999 924 80 00, 01 999 94 23 200 y 01 999 924 81 18 Fax: 01 999 924 20 31
77. YUCATÁN	Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	Calle 60 No. 491-A x 57, Edificio Central Col. Centro. C.P. 97000 Mérida, Yuc. Tel.: 01 999 924 80 00, 01 999 94 23 200 y 01 999 924 81 18 Fax: 01 999 924 20 31

## Bibliografía.

1. Ancona, I. y Martín del Campo, R. (1953) *Malacología precortesiana. Memorias del primer congreso científico México*, 7(2), 9-24.
2. ANECA. (2004) Libro Blanco Título de Grado en Biología. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Barcelona España.
3. Anguiano, A. (1979) *Tlamatini Netzahualcoyotl*. Impresora Marmo, México.
4. ANUIES (1997). Anuario Estadístico de Licenciatura de 1987 y 1996. México.
5. ANUIES (1999). La Educación Superior en el siglo XXI. Líneas Estratégicas de Desarrollo. México
6. ANUIES (2003). Mercado Laboral de Profesionistas en México, diagnóstico (1990-2000). Primera parte. Biblioteca de la Educación Superior. México
7. ANUIES (2007) *Catálogo de carreras de licenciatura en Universidades e Institutos Tecnológicos*. Ed. ANUIES, México.
8. ANUIES (2004) Anuario Estadístico Población Escolar de Licenciatura y Técnico Superior en Universidades e Institutos Tecnológicos. Ed. ANUIES, México.
9. Arredondo, V. (1989) Técnicas instruccionales aplicables a la educación superior. Ed. Trillas. México.
10. Barahona, A. Suarez, E. y Martínez, S. (2004). Filosofía e Historia de la Biología. Ed. U.N.A.M, México.
11. Beltrán, E. (1943) *Setenta y cinco años de ciencias naturales en México*. Ed *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 14 (3 y 4), México.
12. Beltrán, E. (1982). *Contribución de México a la biología: pasado, presente y futuro*. Consejo Nacional para la enseñanza de la biología. México: CECSA.

13. Beltrán, E. (1977). Medio siglo de recuerdos de un Biólogo Mexicano. Sociedad Mexicana de Historia Natural. México
14. Brunner, J. J. (1997) Ciudadanía y participación. Revista Avances de Actualidad. No 28 Chile.
15. Callen, E. O. (1973) *Dietary patterns in México between 6500 a.C. and 1580 a. C.* En: Smith C.E. (Editor) *Man and his foods studies in the ethnobotany of nutrition.* contemporary, primitive and prehistoric non european diets. University of Alhabama, U.S.A.
16. Capra, F. (1996) *The Web of Life. A new Scientific Understanding of Living Systems.* Ed. First Anchor Books. New York, USA.
17. Capra, F. (1982) *The Turning Point. Science. Society and the rising cultura.* Bantam books. New York
18. Carabias, L. J. (1988) *Deterioro ambiental en México.* Ciencias No. 13:13-19, México.
19. Carretero, M. (1993) *Constructivismo y Educación.* Ed. Aique. Buenos Aires.
20. Casillas, L. y Vargas. L.A. (1984) *La alimentación entre los mexicas.* Historia general de la medicina. Ed. F. Martínez Cortéz. Academia Nacional de Medicina y UNAM. México.
21. Castillo *et al.* (1986) *Presencia de la comida prehispánica.* Ed. Fomento cultural BANAMEX, México.
22. Cifuentes, J. L. (1981) *La biología en la enseñanza media superior.* U.N.A.M, México.
23. Cifuentes, J. L. (1990) *Vida académica del doctor Enrique Beltrán.* Tomo I, CONACYT, México.

24. Cifuentes, J. L. (1990) *Semblanza del doctor Enrique Beltrán en el hombre y su ambiente*. Ensayo sobre el Valle de México. F.C.E, México.
25. Cifuentes, J. L. y Torres P. (1982) *La biología en México*. Un inventario de necesidades de recursos humanos. Dirección de Investigación Científica y Superación Académica. S.E.P, México.
26. Clavijero, F. J. (1958) *Historia antigua de México 4 volúmenes*. México: Porrúa.
27. Coll, C. (1990) Aprendizaje escalar y construcción del conocimiento. Cap. 9. p 189-206, Ed. Paidós, Madrid, España.
28. Contreras, M. y Tamayo, J. (1985) *México en el siglo XX (1900-1913)*. *Antología de lecturas universitarias* Tomo I, México.
29. Cortés, H. (1960) *Cartas de relación de la conquista de México*. ED. Porrúa, México
30. Díaz B. A. (1997) La profesión su condición social e Institucional. La profesión y la elaboración de planes de estudio. Puntos de articulación y problemas de diseño Colección problemas educativos de México. Centro de Estudios sobre la Universidad UNAM. México
31. Díaz B. F. (2004) *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. Mc.Graw Hill. México
32. De Alba, A. *et al.* (1993) *El libro de texto y la cuestión ambiental*. C.E.S.U, U.N.A.M, México.
33. Delors J. (1999) *La educación encierra un tesoro*. UNESCO. Santillana Ediciones, México
34. Del Amo, R. S. y Anaya, L. (1987) *Niveles de organización del mundo vivo*. Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología. Ed. CECSA. México.
35. De Gortari. (1980) *La ciencia en la Historia de México*. Ed. Grijalbo, México.

36. De Gortari. (1973) *Ciencia y Conciencia en México (1767-1883)*. S.E.P. No 71, México.
37. Díaz del Castillo. B. (1984) *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*. Ediciones Historia, Madrid, España.
38. Duverger, C. (1983) *La flor letal. Economía del sacrificio azteca*. F.C.E, México.
39. Ferguson, M. (1985) *La conspiración de Acuario. Transformaciones personales y sociales en este fin de siglo*. Ed. Kairós. Barcelona España.
40. Furlán, A. (1996) *Currículum e Institución*. IMCED Morelia Mirevallado México.
41. Gándara, G. (1936) *Historia de las ciencias biológicas en el México nacional y prenatal. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat*, 35, 23-40, México.
42. García, Izcalbalceta. J. (1941) *Nueva colección de documentos para la historia de México*. Códice Franciscano, México.
43. García-Acosta, (1990) *Los Señores del Maíz. Tecnología Alimentaria en Mesoamérica*. CONACULTA, Ed. Pangea, México.
44. García, V. L. (1984) *Del proyecto nacional para una universidad en México (1867-1910)*. U.N.A.M, México.
45. Grinder, R. (2000) *Adolescencia* .Ed. Limusa, México.
46. Guadarrama, S. R. (1988) *La tercera revolución científica tecnológica de la humanidad. Estudios Políticos*, 7(1), 4-12 México
47. Harner, M. J. (1977) *The ecological basis for aztec sacrifice*. Vol. IV, *American Ethnologist*.
48. Hernández, F. (1959) *Historia natural de la Nueva España*. Obras completas vols. II y III, U.N.A.M, México.

49. Harner, M. J. (1977) The ecological basis for aztec sacrifice. Vol. IV, American Ethnologist.
50. Herrera, A. L. (1924) *Biología y Plasmogenia*. Editorial Herrero hermanos., México.
51. Hoffman. A. Cifuentes. J.L. Llorente. J. (1993) *Historia del Departamento de Biología de la Facultad de Ciencias de la UNAM*. Coordinación de servicios editoriales. Facultad de Ciencias U.N.A.M, México.
52. INEGI, (1990) *Los profesionistas en México. XI Censo general de población y vivienda*. México.
53. INEGI, (1990) *XI Censo de Población y vivienda*. México.
54. INEGI, (1993) *Los profesionistas en México*. México.
55. INEGI, (1994) *Estadísticas del medio ambiente*. México.
56. INEGI. (2000) XII Censo General de Población y Vivienda. México
57. Iturriaga de la Fuente, J. (1989) *Anecdotario de viajeros extranjeros en México s. XVI al XX*. Tomo II. Instituto Nacional de Bellas Artes. México: Fondo de Cultura Económica, México.
58. Kuhn. T.S. (1971) *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de Cultura Económica, México.
59. Lazcano, A. A. (1992) *Quinientos años de biología*. La Jornada. Martes 21 de abril de 1992. México.
60. Lazcano-A. A. (1991) “¿Hacia dónde va la biología?”. *La Jornada semanal*, nueva época, No.109, 14 de julio de 1991.

61. Ledesma-Mateos, I. (1993) *Biología; Ciencia o naturalismo?*. Rev. Ciencia y Desarrollo, (110), 70-77
62. Ledesma-Mateos, I. (Coord) (1987) *Proyecto de creación de la Escuela de Biología de la Universidad Autónoma de Puebla (UAP)*. H. Consejo Universitario de la U.A.P, Puebla, México.
63. Ledesma, M. (1998) El conflicto entre Alfonso L. Herrera e Isaac Ochoterena y la Institucionalización de la Biología en México. Tesis de Doctorado en Ciencias. Facultad de Ciencias. UNAM. México
64. Ledesma-Mateos, I. y A. Barahona, (1999) "Alfonso L. Herrera e Isaac Ochoterena: La institucionalización de la biología en México". *Historia Mexicana*, 48(3), 635-674, México.
65. Leff, E. (1976) *Hacia una estrategia tecnológica en el marco del ecodesarrollo*. *Biología*, vol. 6 (1-4), México.
66. León, P. M. (1971) *Visión de los vencidos*. Relaciones indígenas de la conquista. 5a. edición. Biblioteca del estudiante universitario, U.N.A.M, México.
67. Litvak. K. J. (1975) *En torno al problema de la definición de Mesoamérica*. Anales de Antropología, vol.XII, U.N.A.M, México.
68. Lomeli, R. M. G. (1991) *Acerca de la enseñanza de la Biología*. Rev. de la Ed. Sup., XX No. 1(77), 53-69, CCH-UNAM, México.
69. López, T. A. (1974) *Contribución al conocimiento de la ecología del ex-lago de Texcoco*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, U.N.A.M, México.
70. López, T. A. (1993) "Breve historia de la biología en México" *Publicaciones biológicas, Facultad de Ciencias Biológicas, U.A.N.L*, México. Núm. 1, Suplemento 1 p.50-66.
71. López, T. A. y Moreno, C. R. (2008) *Estilos de aprendizaje y didáctica de la biología*. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM. México

72. Lorenzo, J. L. (1967) "*La etapa lítica en México*". Departamento de Prehistoria. Instituto Nacional de Antropología e Historia, México.
73. Maldonado, K, M. (1941) *Los jardines botánicos de los antiguos mexicanos*. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.*, 2: 79, México.
74. Mahner, M. Bunge, M. (2000) *Fundamentos de Biofilosofía*. Ed. Siglo XXI, México.
75. Martín del Campo, R. (1943) *El más antiguo parque zoológico de América. El primer museo de historia natural en México*. *Anales del Instituto de Biología* 14(2): 635-643 U.N.A.M, México.
76. Martín del Campo, R. (1986). *Dentalium en joyería*. Memorias de la segunda reunión nacional de malacología. Facultad de Ciencias, U.N.A.M, México.
77. Martínez, M. Seco, R. Wriedt, K. (1996) *Futuros de la Universidad UNAM 2025*. Porrúa Ed.Coordinación de Humanidades UNAM. México.
78. Mayr, E. (2005). *Así es la Biología*. Ed. Debate, Madrid, España.
79. Mejía, E. Viniegra, L (2003) *Atando teoría y práctica en la labor docente*. Ed. Paidós. Barcelona.
80. Miller, R. (1988) *Por la ciencia y la gloria nacional. La expedición científica española a América (1862-1866)*. Ed Serbal, España.
81. Moreno de los Arcos, R.(1989) *Linneo en México*. Las controversias sobre el sistema binario sexual (1788-1798). Instituto de investigaciones históricas. Serie historia de la ciencia y la tecnología 3. U.N.A.M, México.
82. Morin, E. (1999) *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*.Ediciones UNESCO. México.
83. Morin, E. (1993) *El Método. I. La naturaleza de la naturaleza*. Cátedra. Madrid.

84. Nalda, E. (1984) *Visión general de México antiguo*. Historia general de la medicina en México T. I. México antiguo. Academia de medicina. Facultad de Medicina, U.N.A.M.
85. Novak, J. (1978) *El proceso de aprendizaje y efectos en los métodos de enseñanza. Perfiles Educativos*, métodos de enseñanza. *Perfiles educativos*. 1, 10:31. CISE, U.N.A.M. México.
86. Osipow, S.H. (1972) *Implications for career education research and theory on career development*. Columbus Center for Vocational and Technical Education. Ohio State University, U.S.A.
87. Ortiz de Montellano, B. (1979) *El Canibalismo azteca ¿una necesidad ecológica? Anales de antropología*. 16. U.N.A.M, México.
88. Ortiz de Montellano, B. (1984) *El conocimiento de la naturaleza entre los mexicas*. Taxonomía. Historia general de la medicina en México. UNAM. México
89. Parra, Porfirio. (1900) *La ciencia en México, México su evolución social*. J. Ballesteros, Primer tomo. Segundo Volúmen. México
90. Peña J. A. (2004) *Un vistazo a la ciencia en México*. Ciencia Ergo Sum julio-octubre vol. II número 002 U.A.E.M, Toluca, México.
91. Plan nacional de desarrollo 2007-2012 Presidencia de la República [www.presidencia.gob.mx](http://www.presidencia.gob.mx)
92. Pozo, J. I. y Crespo, M. A. (2004) *Aprender y enseñar ciencia*. Ed. Morata. Madrid, España
93. Presidencia de la República (1992) *Agenda de México*. Dir. Gral. de Comunicación Social. 13ª edición.
94. Reed, H.S. (1942) *A short history of the plant sciences*. Ronald Press. New York. USA.

95. Robles, M. (1977) *Educación y sociedad en la historia de México*. Ed. Siglo XXI, México.
96. Rosenthal, T.L. y Zimmerman, B.J. (1978) *Social Learning and Cognition*. New York Academic Press.USA
97. Rudomín, P. y Blazquez G. N. (Compiladores) (2001) *Ciencias de la vida*. Siglo XXI. México
98. Sahagún, B. de (1989) *Historia general de las cosas de la Nueva España*. Ed. Porrúa, México.
99. SEMARNAT, (2007) *Informe de la Situación del Medio Ambiente (2006-2007) en México*
100. SPP. (1977) *Primer censo de población de la Nueva España 1790 "un censo condenado" Censo de Revillagigedo*. Dirección General de Estadística. Secretaría de Programación y Presupuesto México.
101. SEDESOL. (1992) *Informe nacional del ambiente (1989-1991) para la conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo*, México.
102. SEDEPESCA (1991) *Evolución de la pesca en México*. México: SEDEPESCA.
103. SEP. (1926) *La Educación pública en México a través de los mensajes presidenciales desde la consumación de la independencia hasta nuestros días*. México.
104. SEP. ANUIES. (1982) *Política en la educación superior*. México.
105. SEP. (1990) *Programa para la modernización educativa 1989-1994*. México.
106. SEP.(2003) *Programa Nacional de Educación 2001-2006*. México
107. Serrano y Castillo. (1984) *Los primeros pobladores. Salud y enfermedad en la etapa lítica*. U.N.A.M, México.

108. Smocovitis V. B. (1992) *Unifying Biology: The Evolutionary Synthesis and Evolutionary Biology*. Journal of the history of biology. 25 U.S.A.
109. StatSoft, Inc. (2001) *STATISTICA* (data analysis software system), version 6. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
110. Tamayo, P. R. (1989) *Cómo acercarse a la ciencia*. CONACULTA. Ed. Limusa. México.
111. Tanck de Estrada, D. (1989) *El jardín botánico y la introducción de la química moderna*. Mem. I. Cong. Mex. hist. cienc. tecnol. Tomo I. Soc. Mex. Hist. Cienc. Tecnol, México.
112. Tirado S. y Canales S. C. (1992) *Evaluación de la educación básica con posgraduados*. *Ciencia y Desarrollo*, (104): 39-53, México.
113. Tirado, S. y López, T. A. (1994) *Problemas de la enseñanza de la biología en México*. *Perfiles Educativos*, (66), 51-57.
114. Torquemada, Fray Juan de. (1943) *Monarquía Indiana*. Chávez Hayshe, México.
115. Trabulse, E. (1983) *Historia de la ciencia en México. Siglo XVI*. CONACyT y F.C.E, México.
116. Turok, M. (1988) *El caracol púrpura, una tradición milenaria*. Dirección General de Culturas Populares. S.E.P, México.
117. UNAM, (1991) *Guía de La Universidad*, Secretaría Administrativa México.
118. UNESCO. (1974) *La enseñanza de las ciencias del mar a nivel universitario*. UNESCO, México.

119. UNESCO. (1981) *La enseñanza de las ciencias de la pesca en la universidad*. UNESCO, México.
120. Vázquez, J. *et al.* (1981) *Ensayos sobre historia de la educación en México*. El Colegio de México.