

# **Conocimientos Fundamentales para la Enseñanza Media Superior**

Una propuesta de  
la UNAM para su  
bachillerato



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Secretaría General**

**Secretaría de Desarrollo Institucional**

**Consejo Académico del Bachillerato**

**Escuela Nacional Preparatoria**

**Colegio de Ciencias y Humanidades**

---

# **Conocimientos fundamentales de biología**

**Dr. Luis Felipe Jiménez García**

*(coordinador)*

**Dr. Arturo Argueta Villamar**

**Mtro. Eduardo Adolfo Delgadillo Cárdenas**

**Dr. Ricardo Noguera Solano**

**Dr. Juan S. Núñez Farfán**

**Mtra. Irene Quiroz Amenta**

**Dra. Rosaura Ruiz Gutiérrez**

**Mtra. María del Refugio Saldaña García**

**Mtra. María Josefina Segura Gortares**



---

## Presentación

La Rectoría de la Universidad Nacional Autónoma de México, a través de la Secretaría de Desarrollo Institucional, elaboró una serie de lineamientos para la articulación académica de los tres niveles de estudio que ofrece la Universidad. Como parte importante de este proyecto, se puso en marcha el Programa Conocimientos Fundamentales para la Educación Media Superior, que forma parte del Programa de Fortalecimiento del Bachillerato.

El programa está dirigido a establecer los conocimientos y habilidades que debe tener todo alumno egresado de cualquiera de los dos sistemas de bachillerato de la UNAM.

En este documento se incluye la descripción del estado actual de la biología y de su importancia para los alumnos del bachillerato, se proponen los conocimientos fundamentales de la disciplina, las habilidades y los objetivos de aprendizaje, así como los propósitos y la propuesta de enfoque para su enseñanza y un análisis del método de trabajo utilizado por el grupo.

---

## Estado actual de la disciplina

### La naturaleza del conocimiento de la biología

Debido a la complejidad y a las múltiples facetas que muestran los organismos, desde el siglo pasado ha sido una preocupación constante la reestructuración de las disciplinas que se ocupan del estudio de los seres vivos. Esto se manifiesta en los intentos que han hecho algunas instancias internacionales para organizar el conocimiento biológico en categorías que manifiesten los avances que se tienen en esta rama del saber.

Así, por ejemplo, el Comité de Ciencias de la Vida de la Academia Nacional de Estados Unidos, que es la instancia que desde 1947 se ha preocupado por darle una estructura coherente a la biología, reconoce actualmente doce categorías, entre las que se encuentran tres campos que pertenecen a la ciencia aplicada: 1) biología molecular y bioquímica; 2) genética; 3) biología celular; 4) fisiología; 5) biología del desarrollo; 6) morfología; 7) evolución y sistemática; 8) ecología; 9) biología del comportamiento; 10) nutrición; 11) mecanismos de las enfermedades, y 12) farmacología.

Sin embargo, los intentos de estructuración no pueden ser definitivos debido a que constantemente se encuentran nuevos elementos que unifican las diferentes categorías propuestas; por ejemplo, la biología del desarrollo, la genética y la evolución ahora se entrelazan en una nueva categoría denominada *evo-devo*, que resulta del descubrimiento de los genes Hox.

A este nuevo panorama se debe agregar el interés siempre creciente que se tiene sobre la interacción entre biología, matemática, física, teorías de la información y filosofía.

### Los grandes temas y enfoques

Si bien se insiste constantemente en la complejidad de la vida, lo cierto es que se sustenta en tres grandes temas: la teoría celular, la teoría de la evolución y la teoría del gen. Sin embargo, los tres se encuentran actualmente tan entrelazados que no es posible explicar ningún fenómeno biológico mediante un enfoque único. Un fenómeno fisiológico como la visión de los vertebrados involucra aspectos de biología molecular y biología celular, bioquímica y evolución, que, a su vez, no pueden prescindir de la genética.

La lectura de un libro de biología moderna como *From DNA to Diversity*, que tiene el subtítulo *Molecular Genetics and the Evolution of Animal Design*, de Sean B. Carroll, Jennifer K. Grenier y

Scout D. Weatherbee, sería suficiente para hacernos comprender que los enfoques unidireccionales en biología son ya imposibles.

## Avances, problemas y trascendencia social

Debido a la intrincada red que forman las distintas disciplinas biológicas no hay rezago en ninguna de ellas. Las clásicas ramas de la biología que contemplaban la botánica y la zoología como ejes fundamentales de esta ciencia no han desaparecido sino que han quedado incluidas en los estudios de biodiversidad, de filogenia, de ecología y de conservación; ejemplo de ello lo tenemos en el gran desarrollo que ha tenido la botánica, especialmente en lo que concierne a los estudios de desarrollo sustentable.

El avance vertiginoso que han tenido las disciplinas biológicas ha hecho más evidente que nunca una gran cantidad de aspectos cuya solución, paradójicamente, se aleja cada vez más. Tomemos como ejemplo el proyecto Genoma Humano, cuya importancia ha sido publicitada por todos los medios de comunicación.

La secuenciación del genoma humano dio lugar rápidamente al concepto de proteoma y de metaboloma, lo cual significa que la simple secuenciación e incluso la determinación de nuestros genes no es lo importante, sino la determinación de las proteínas que se codifican y la forma en que éstas interactúan.

Los problemas cuya solución es fundamental para la estabilidad de la biosfera, por otra parte, son muy variados. Se enuncia a continuación una lista de algunos de los más importantes:

- cura y prevención de los diferentes tipos de cáncer;
- la creación de vacunas para enfermedades virales como el VIH y otras que han hecho su aparición como resultado de la convivencia forzosa que se da entre la fauna silvestre y los seres humanos, resultado de la alteración de los ecosistemas;
- terapia génica;
- trasplante de órganos;
- clonación;
- uso de células troncales;
- manipulación de embriones con fines terapéuticos;
- neurofisiología del aprendizaje;
- procesos de envejecimiento;
- mantenimiento de la biodiversidad;
- control de plagas, y
- mantenimiento de los ecosistemas.

La trascendencia social de la biología, como la de toda ciencia, debe contemplarse desde diversas vertientes, pues todas las actividades relacionadas con ella están involucradas íntimamente en la sociedad. Toda acción relacionada con el bienestar humano está vinculada, directa o indirectamente, al desarrollo de una disciplina biológica: la microbiología, la genética, la fisiología, la bioquímica, etc. Asimismo, la ingente necesidad de los humanos de proveerse de mayores fuentes de alimentación y de sitios en donde establecerse, está indiscutiblemente afectando el equilibrio de los ecosistemas y la permanencia del hombre en nuestro planeta.

Por lo tanto, si se quiere dar una solución adecuada a los múltiples problemas que enfrenta la sociedad en medicina, agricultura, salud pública, ingeniería e industria, es necesaria una formación sólida en los temas biológicos básicos que permita a los profesionales de diferentes campos interactuar para garantizar el éxito en la solución de los diversos problemas que necesitan de atención inmediata.

Por otra parte, los avances en genética y en medicina reproductiva han propiciado el surgimiento de controversias que tienen que ver con temas como el aborto inducido, la fecundación *in vitro*, el congelamiento de embriones y su uso con fines terapéuticos, el diagnóstico genético prenatal y la posibilidad de interrumpir un embarazo ante la presencia de un embrión "defectuoso" o la utilización de madres subrogadas. Todos estos aspectos derivados de los avances de la biología deben promover en los ciudadanos una discusión seria, centrada en la ética, para impedir la anarquía derivada del uso inadecuado de la ciencia.

---

## Importancia de la disciplina en el bachillerato

### Articulación de los contenidos con otras disciplinas

En la actualidad y durante una parte del siglo XX, la biología ha sido una ciencia que mantiene relaciones estrechas con disciplinas como la química —que dio origen a la bioquímica—, la física —que dio origen a la biofísica y a la biología molecular—, la matemática —de la cual han surgido la genética de poblaciones y la bioinformática—, la geofísica y la astronomía, cuando hablamos del origen de nuestro planeta y de la exobiología, y con ciencias sociales como la geografía, la historia y las etnociencias.

En los programas de estudio del bachillerato universitario, estas interacciones aparecen como parte de las relaciones verticales y horizontales con asignaturas incluidas a lo largo de los tres grados del currículo, en ocasiones en forma explícita y muchas más de manera implícita.

Además de la articulación de la biología con otras disciplinas, es importante pensar en cómo se organiza su enseñanza en los diferentes niveles educativos.

En la educación secundaria se pretende enseñar ciencias con un enfoque integrador, en el que los conocimientos se manejen en contextos lo menos fragmentados posible, debido a que los alumnos en esa etapa de su vida están transitando del pensamiento concreto al abstracto; los contenidos disciplinarios se desarrollan relacionándolos directamente con su ámbito personal y social.

La enseñanza de la biología en el bachillerato está dirigida a jóvenes entre los 16 y 18 años que ya han tenido un primer acercamiento a esta disciplina. En este contexto se pretende que los alumnos, además de incorporar los elementos necesarios para que accedan con éxito a estudios superiores, adquieran mejores explicaciones acerca de los fenómenos naturales; es decir, que desarrollen una cultura biológica básica. Asimismo, se procura incidir en los tres ámbitos de la formación: conceptos, procedimientos y actitudes, para que como ciudadanos no sólo adquieran conocimientos relativos a esta disciplina sino que en su manera de proceder y actuar demuestren una actitud responsable y de respeto hacia los seres vivos y el ambiente.

Por su parte, el estudio de la biología en la educación superior está orientado a formar profesionales en esta disciplina dedicados a la docencia o a la investigación para la resolución de problemas concretos. Las cualidades y procesos biológicos se estudian con una profundidad mayor que en los niveles precedentes, además de ampliar y relacionar de manera más directa el conocimiento biológico con otros campos como la filosofía, las matemáticas, la física, la química y las ciencias aplicadas.

De acuerdo con lo anterior, es evidente que la enseñanza de la biología en el bachillerato tiene objetivos muy concretos que la diferencian claramente de los otros niveles educativos.

## Recomendaciones para la enseñanza de la biología

La biología que se imparte en el bachillerato tiene como finalidad contribuir, junto con el resto de las asignaturas del plan de estudios, a que el alumno adquiera una cultura básica de carácter humanístico y científico.

Se pretende que por medio de la integración de conceptos, habilidades y actitudes, el alumno sea capaz de resolver problemas cotidianos relacionados con aspectos biológicos, de tal manera que genere mejores explicaciones acerca de los fenómenos naturales.

El enfoque con el que se propone el estudio de la biología en el bachillerato es integrador, con lo cual se busca evitar la especialización y la fragmentación del conocimiento. La visión integrada de la biología se logrará al considerar como ejes la estructuración de los contenidos, las grandes generalizaciones o teorías unificadoras de la biología, por un lado, y, por otro, el estudio de las propiedades emergentes y procesos biológicos en los diferentes niveles de organización.

De manera semejante, los enfoques disciplinarios propuestos en los programas de biología de ambos subsistemas del bachillerato universitario plantean la enseñanza de una biología integral al reconocer que los seres vivos son sistemas complejos cuyos componentes están relacionados de modo tal que el objeto se comporta como una unidad y no como un mero conjunto de elementos. Esto propiciará enseñar a los alumnos a visualizar el mundo vivo de manera sistémica por medio del conocimiento de que los seres vivos son sistemas dentro de un orden jerárquico, e implica también, necesariamente, hacer evidente que hay elementos de las explicaciones que se comparten o que son válidos en los distintos niveles de la jerarquía biológica y que ningún nivel es más importante que otro. Asimismo, el conocimiento de que los sistemas vivos son biosistemas con propiedades emergentes entre las cuales figuran los patrones genéticos, taxonómicos y ecológicos, además de numerosas propiedades derivadas de los principios que los unifican, permitirá adquirir una visión integrada de los mismos (Programas de biología, CCH, 2003).

Sin embargo, ante los retos que representa la crisis ambiental global que experimenta el planeta, acompañada de la creciente demanda de alimentos para la humanidad y el surgimiento de enfermedades nuevas, actualmente la biología y otras ciencias aplicadas como las ciencias ambientales, la genómica y la biomedicina, tienen un papel clave para el desarrollo de las sociedades modernas; debido a ello es muy importante que la enseñanza de esta disciplina en el bachillerato no se mantenga al margen de sus avances más trascendentales, ya que éstos repercuten de una u otra manera a los ciudadanos. De acuerdo con lo anterior, se propone, además de abordar las teorías y procesos que unifican a la biología, incluir también temáticas de actualidad que por su relevancia deben formar parte del bagaje cultural de nuestros alumnos.

Por otro lado, desde el punto de vista metodológico, es conveniente no estudiar los contenidos temáticos de manera aislada y descontextualizada, sino abordarlos mediante situaciones o problemas cotidianos cercanos a la realidad de los alumnos, de modo que relacionen lo aprendido con situaciones del mundo real, con el entorno y con la sociedad. Por medio del desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje debe propiciarse que el alumno tenga un papel activo durante el cual se favorezca la construcción de conocimiento.

Por último, debido a que la biología es una ciencia diversificada que tiene diferentes objetos de estudio y, por lo tanto, diferentes enfoques metodológicos, para abordarlos es conveniente que en su enseñanza se contemple llevar a cabo experiencias de aprendizaje que incluyan la aplicación de algunos de los métodos utilizados en el campo de la biología, como el experimental y el descriptivo, entre otros, lo cual favorecerá que los alumnos obtengan una visión más completa de esta disciplina.

A continuación se proponen estrategias metodológicas que favorecen el proceso de enseñanza y aprendizaje para los seis temas centrales que se proponen más adelante, en el punto que presenta los conocimientos fundamentales de la disciplina.

### ***La biología como ciencia***

Este tipo de temas requiere para su desarrollo en el aula la utilización de estrategias didácticas que incluyan la búsqueda y presentación de información documental en formatos verbales y escritos, el análisis de la misma y el planteamiento de discusiones grupales dirigidas a encontrar consensos y definiciones generales; todas estas actividades están encaminadas a ejercitar y, en su caso, a desarrollar habilidades de pensamiento relacionadas con capacidades de razonamiento y argumentación, y otras de carácter práctico relacionadas con la capacidad de elaborar documentos a partir de la investigación documental y organizar su presentación.

### ***Biología celular, molecular y bioquímica***

Este tema resulta particularmente importante en el estudio actual de la biología, pues sin duda los aportes científicos en este rubro han definido la visión actual de los mismos y abierto un enorme campo de investigación y aplicación de estos conocimientos. La cantidad de saberes generados, así como su grado de complejidad, obligan a una dosificación de los mismos que nos lleve a un tratamiento gradual de sus contenidos y aprendizajes.

El tratamiento de este tipo de temas en el aula, por su naturaleza y necesaria dosificación, debe considerar para su desarrollo la inclusión de actividades didácticas, de índole muy diversa, que incluyen la exposición verbal por parte del profesor, la utilización de modelos que magnifiquen las estructuras celulares y moleculares en estudio y permitan entender su funcionamiento, la obser-

vacación de muestras bajo el microscopio —previa instrucción sobre el manejo del instrumento y el apoyo para el aprendizaje de la interpretación de lo observado—, la utilización de diagramas que apoyen el estudio de rutas metabólicas y el funcionamiento de los sistemas de comunicación, por mencionar algunas; estas actividades darán al alumno la posibilidad de desarrollar habilidades de pensamiento y de tipo práctico mediante el manejo de materiales y equipos.

### **Genética**

Del mismo modo que el caso anterior, tenemos en éste un tema central que en las últimas décadas ha tenido un avance extraordinario y ha generado una enorme cantidad de información, según lo cual, nuevamente, se hace necesaria la dosificación y tratamiento gradual de los contenidos.

El tratamiento de este tipo de temas en el aula, por su naturaleza y necesaria dosificación, debe considerar para su desarrollo la inclusión de diversos tipos de actividades didácticas que incluyen la exposición verbal por parte del profesor, la búsqueda y análisis de información documental, la utilización de modelos que magnifiquen las estructuras moleculares en estudio y permitan entender su funcionamiento, actividades que involucren la exploración y uso de herramientas informáticas, como las bases de datos de genes y proteínas, y la realización de ejercicios prácticos en el laboratorio que ejemplifiquen en forma sencilla algunas fases del trabajo en genética y genómica, por mencionar algunas.

### **Evolución**

Este tema debe incluirse como un contenido fundamental en los programas de biología y, más aún, debido a su trascendencia en el estudio de los seres vivos, debe ser el eje conductor en ellos, dado que cualquier tema relacionado con la vida necesariamente encuentra su sustento en la idea de evolución biológica.

El tratamiento de este tema en el aula depende entonces del enfoque y profundidad que se quiera establecer como parte de los objetivos de aprendizaje, pues podrían considerarse para su desarrollo distintos tipos de actividades didácticas que incluyen la exposición verbal por parte del profesor, la búsqueda y análisis de información documental, los ejercicios prácticos de simulación de cambios en poblaciones, prácticas de campo que permitan evaluar la variación natural en las poblaciones, y actividades que involucren la exploración y el uso de herramientas informáticas, como las bases de datos de genes.

### *Ecología*

El tratamiento de este tema en el aula comprende desde un manejo conceptual adecuado al nivel de estudios hasta la posibilidad de tener una visión global del tema y su trascendencia en el mundo actual; requiere para su desarrollo el uso de distintos tipos de actividades didácticas, incluidos la exposición verbal por parte del profesor, la búsqueda y análisis de información documental, los ejercicios prácticos que simulen relaciones organismos-factores ambientales, las prácticas de campo que acerquen al alumno al tipo de estudios que se realizan en la disciplina, sus métodos y su complejidad, entre otras, para que promuevan en los alumnos la adquisición de conocimientos y habilidades prácticas relacionadas con el manejo de materiales, equipo y datos.

### *Biología y sociedad*

El tipo de estrategias de enseñanza que se requieren para el desarrollo de este tema considera básicamente la actividades de búsqueda y análisis de información de índole diversa, incluyendo reportes de investigación, artículos periodísticos y fragmentos de las legislaciones relacionadas con los diversos temas y, como complemento, actividades relacionadas con el desarrollo de habilidades de comunicación y argumentación.

## **La biología en la formación académica, cívica y profesional del alumno**

Al ser la biología una parte esencial del conocimiento humano y sus avances actuales muy importantes para el desarrollo de la sociedad, esta disciplina debe permitir a un ciudadano utilizar este bagaje para continuar su formación profesional o bien incorporarlo como parte de su vida cotidiana para manejarse en forma adecuada en la sociedad actual, en la que la discusión de varios temas biológicos ya no está restringida al ámbito de las instituciones educativas únicamente, sino que incluso forma parte de los debates en la sociedad; por ejemplo, las leyes relacionadas con aspectos biológicos que afectan nuestra vida diaria.

Si bien el bachillerato no tiene como fin formar especialistas en ningún campo del saber, en el curso básico de biología es importante caracterizar la disciplina por medio de la identificación de sus objetos y métodos de estudio, diferenciándola claramente de otras ciencias y, en el último ciclo, profundizar en el estudio de las características de los seres vivos y de ciertos procesos biológicos, lo cual, además de contribuir a la adquisición de una cultura básica por parte de los alumnos, los prepara para adentrarse en el estudio de campos relacionados con la biología cuando incursionen en la licenciatura.

Tomando en consideración lo anterior, debe hacerse hincapié en la importancia de la disciplina como base para cursar estudios superiores y formar a los estudiantes como ciudadanos

responsables. Esto es posible gracias a que en la formulación de los contenidos se han tomado en cuenta no sólo los avances de la ciencia sino su vinculación con otras disciplinas y su relación con aspectos políticos, sociales, económicos y éticos. El logro de esos objetivos se hace mediante el planteamiento de problemas actuales para cuya resolución los alumnos desarrollan sus capacidades cognoscitivas.

---

# Conocimientos fundamentales de la disciplina

## Temas centrales

Se considera que los temas centrales de biología en el nivel bachillerato son los que se presentan a continuación:

1. La biología como ciencia.
  - El objeto de estudio de la biología.
  - Concepciones sobre la ciencia.
  - La biología y sus grandes generalizaciones.
  
2. Biología celular, molecular y bioquímica.
  - Biología molecular de la célula.
    - ◆ Organización celular.
      - Composición química de las células (moléculas y biomoléculas).
      - Tipos celulares: procarionte y eucarionte.
    - ◆ La célula y su relación con el ambiente: membrana celular y organelos.
    - ◆ Flujo de información genética en la célula.
      - Núcleo.
      - Ribosoma y retículo endoplásmico rugoso.
      - Aparato de Golgi.
      - Lisosomas: endocitosis y exocitosis.
    - ◆ Bioenergética: mitocondria y cloroplastos.
    - ◆ Movimiento celular: citoesqueleto.
    - ◆ Reproducción: mitosis y meiosis.
  - Multicelularidad.
  - Reproducción de los individuos.
  
3. Genética.
  - Biología molecular del gen.
  - ¿Qué es la herencia?
  - Mendel y el gen como entidad discreta.
  - Avery y la naturaleza química del gen.

- Watson y Crick y la configuración molecular del gen.
- El dogma central de la biología molecular.
- Los genes en los cromosomas.
- Las mutaciones.
- Biología genómica.
- La biotecnología, los transgénicos y la clonación.
- Los genomas y la medicina genómica.

#### 4. Evolución

- El cambio de las especies a través del tiempo. ¿Qué es la evolución biológica?
  - ◆ Evidencias de la evolución.
  - ◆ Analogía y homología.
  - ◆ Morfología.
  - ◆ Desarrollo embrionario.
  - ◆ Evolución molecular.
  - ◆ Radiación adaptativa (biogeografía).
  - ◆ Evolución en islas.
  - ◆ Convergencia evolutiva (sistemática).
  - ◆ Registro fósil.
  - ◆ Evolución en nuestros días.
  - ◆ El evolucionismo.
  - ◆ Charles R. Darwin.
  - ◆ El origen de las especies.
  - ◆ Síntesis moderna.
  - ◆ Variación en la naturaleza.
  - ◆ Mutación y recombinación.
  - ◆ Expresión de la variación: fenotípica (discreta y continua), genética y geográfica.
  - ◆ Macroevolución.
  - ◆ Tendencias evolutivas.
  - ◆ Velocidad de evolución, extinción.
  - ◆ Procesos evolutivos.
  - ◆ Selección natural. Modos de selección: direccional, estabilizadora o disruptiva.
  - ◆ Selección sexual.
  - ◆ Endogamia.
  - ◆ Migración.
  - ◆ Deriva génica y efecto del fundador.
  - ◆ Especiación: alopátrica, simpátrica y parapátrica.
  - ◆ Adaptación.
  - ◆ Coevolución: difusa y específica.

## 5. Ecología.

- Biodiversidad y medio ambiente.
  - ◆ ¿Qué es ecología?: definición e historia.
- El ambiente.
  - ◆ Caracterizando el ambiente de los organismos.
  - ◆ Cambios temporales y espaciales.
  - ◆ Nicho ecológico y nicho vacío.
- Poblaciones.
  - ◆ Definición.
  - ◆ Distribución espacial: homogénea y heterogénea.
  - ◆ Crecimiento poblacional: limitado e ilimitado.
- Comunidades.
  - ◆ Estructura, propiedades emergentes: diversidad de especies, estructura de las redes alimentarias, la biomasa de la comunidad y su productividad.
  - ◆ Diversidad.
  - ◆ Patrones ambientales, ejemplos.
  - ◆ Organización.
  - ◆ Niveles tróficos: cadenas y redes tróficas.
  - ◆ Interacciones entre especies: competencia, relación predador-presa, parásito-huésped, mutualismo, comensalismo y amensalismo.
  - ◆ Especies clave, ejemplos.
- Ecosistemas.
  - ◆ Flujo de energía.
  - ◆ Productividad primaria y secundaria, ejemplos.
  - ◆ Ciclos biogeoquímicos: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre.
  - ◆ Ecosistemas de México.
  - ◆ Ecología urbana.

## 6. Biología y sociedad.

- Relaciones entre sociedad y naturaleza.
- ¿El conocimiento biológico es necesario para la sociedad?
- Ambiente y desarrollo sustentable.
- Problemática ambiental global y en México.
- Legislación mexicana y la biología.
- Competencias de las instituciones de gobierno relacionadas con la biología.
- Biología, tecnología y sociedad.

## Habilidades

El estudio de la biología contribuye al desarrollo de habilidades implicadas en:

- la búsqueda de información relacionada con el campo de la biología;
- el registro, análisis, interpretación y presentación de datos derivados de actividades prácticas;
- la organización y análisis de información documental para usarla en la resolución de problemas;
- el manejo de equipo básico de laboratorio, como el microscopio y, en general, el desempeño en el trabajo de laboratorio y de campo;
- la interpretación de imágenes sobre temas biológicos diversos, y
- el análisis e interpretación de información relacionada con leyes ambientales y genéticas, entre otras.

Así, el desarrollo de las habilidades permitirá a los alumnos comprender la estructura y funcionamiento de los seres vivos para valorar la vida y desarrollar una actitud responsable ante la naturaleza, así como reconocer la relación de la biología con otras ciencias y el impacto que tiene en la sociedad.

## Formulación de aprendizajes

### *La biología como ciencia*

Se pretende lograr que el alumno caracterice la biología como una disciplina científica con base en la revisión y análisis de las concepciones actuales de ciencia y de la forma en la que se construye el conocimiento científico. A partir de este primer acercamiento se pretende establecer el objeto de estudio de la biología y los métodos que utiliza para ese estudio, así como sus necesarias relaciones con otras ciencias y con la tecnología.

### *Biología celular, molecular y bioquímica*

Se pretende lograr que el alumno haga una revisión global de los conocimientos actuales sobre la biología molecular de la célula al poner de manifiesto a la célula como la unidad anatómica, fisiológica y de origen de todos los seres vivos, no obstante su extraordinaria diversidad; para ello se hace hincapié en la organización jerárquica de la vida, cuyas unidades o sistemas poseen propiedades emergentes y en que el nivel celular es el primero que posee la característica

que denominamos vida, y en señalar que la diferenciación de las células en dos grandes tipos —eucariotas y procariotas— marca uno de los grandes hitos en la evolución de los organismos. Aunado a este primer punto de unidad de los seres vivos, su estructura celular, es necesario establecer otros más a considerar como objetivos de aprendizaje, como es el caso del metabolismo, la reproducción y la comunicación.

### **Genética**

Se pretende que el alumno se acerque al conocimiento de la biología molecular del gen, lo que implica conocer la naturaleza química y molecular de éste y el dogma central de la biología molecular como paradigma de la misma, así como la estructura del DNA de las células eucariotas y las diferencias entre las mutaciones somáticas y mutaciones germinales y los dos tipos generales de mutaciones —las mutaciones a nivel de gen y las reorganizaciones cromosómicas— para finalmente entender las tecnologías básicas de manipulación del DNA que parten del conocimiento sobre los procesos de transcripción y de traducción y que son la base para comprender temas como la biotecnología, los transgénicos, la clonación y la medicina genómica; no puede ni debe dejarse de lado el desarrollo histórico, los hechos y personajes que hicieron posible el estado actual del conocimiento en la genética y la conformación de nuevas disciplinas. Este enfoque histórico podría, de hecho, utilizarse como un ejemplo congruente de la naturaleza histórica y social de la construcción de la ciencia.

### **Evolución**

Se pretende situar en la mente de los alumnos a este proceso como característico de la vida y el principal responsable de la diversidad biológica y, a la teoría que lo sustenta y explica, como uno de los paradigmas de la biología.

Se trata de un tema que se integra desde la revisión de una serie de hechos y de personajes que llevaron al cambio en la concepción del mundo vivo, que derivan en el siglo XIX en la construcción de la teoría evolutiva, la cual, con base en evidencias y datos, establece un mecanismo básico por el que evolucionan la especies: la selección natural; en nuestros días se sigue reconociendo como una fuerza evolutiva esencial, pero, a la luz de los nuevos conocimientos generados por disciplinas como la ecología y la genética, ya no se considera única y este esquema de fuerzas evolutivas se ha venido a complementar con procesos como la mutación, el flujo génico y la deriva génica.

### *Ecología*

Se pretende que el alumno, con base en el estudio y el conocimiento de las relaciones de los organismos con el ambiente, se reconozca como parte del ecosistema y desarrolle actitudes favorables hacia la conservación de la naturaleza y la resolución de los problemas ambientales. Se trata de un conjunto de conocimientos vasto y complejo que hoy se constituye en una disciplina científica con un objeto de estudio y métodos específicos, cuyo estudio debe partir de la revisión y análisis de diversos conceptos que actualmente se manejan en el estudio de las relaciones organismos-ambiente y de cómo es que estos conceptos se han ido construyendo, a la vez que la propia relación entre el hombre y su ambiente también ha cambiado, de modo que el alumno reconozca a la ecología en su dimensión científica, con una vocación de interdisciplina, y no como parte del discurso político que manejan los medios de difusión.

### *Biología y sociedad*

Se pretende que el alumno, a partir de la pregunta “¿el conocimiento biológico es necesario para la sociedad?”, señale la necesidad de establecer la importancia del conocimiento biológico en la resolución de problemas como salud, alimentación, manejo de recursos naturales y relativos al ambiente.

En el tratamiento de este tema se busca hacer énfasis en el análisis del papel que desempeñan los conocimientos biológicos en la resolución de problemas de trascendencia en nuestro país, de tal forma que, con base en este conocimiento pero sobre todo en el reconocimiento de su importancia, los estudiantes adquieran una conciencia de la estrecha vinculación entre la biología, la calidad de vida y el desarrollo de la sociedad.

---

## Consideraciones finales

### Procedimientos y etapas del trabajo realizado

Durante la primera fase de este programa, que inició en 2005, se definieron los conocimientos fundamentales de cada disciplina participante, los cuales sirvieron para desarrollar los contenidos. En la primera etapa para definir los conocimientos fundamentales, el grupo de trabajo de biología estuvo integrado por un coordinador y por académicos del bachillerato, licenciatura y posgrado, todos provenientes del CCH, la ENP, la Facultad de Ciencias y el Instituto de Ecología. Posteriormente se analizaron otros programas de biología pertenecientes a distintas modalidades de bachilleratos nacionales e internacionales, como los planes actuales de los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECYT) del IPN, las notas relacionadas con las Olimpiadas de Biología y la información directa proporcionada por profesores de los diferentes niveles educativos.

Una parte importante del trabajo realizado por la comisión fue la revisión de los diferentes libros de texto que circulan en nuestro medio; el objeto de esta indagación fue constatar hasta qué punto los temas tratados y el enfoque estaban de acuerdo con los programas de bachillerato y con lo que los académicos de la licenciatura consideran adecuado. De igual manera se hizo la consulta a través de páginas de internet sobre educación media.

La siguiente etapa del trabajo fue la elaboración individual de un temario general para la obra y su discusión ante la comisión. Se trataba de ver cuál era la visión que de la biología tenía cada uno de los académicos participantes y analizar si había puntos de contacto entre las diferentes tendencias. La presentación ante el grupo se hizo acompañada de mapas conceptuales que mostraron la estructura de cada una de las unidades y la relación que cada uno de los conceptos guardaba entre sí.

Finalmente, de las discusiones surgió un primer índice para el cual, como se dijo antes, se tomó como base el *Núcleo de Conocimientos Fundamentales*, asegurando que estuvieran los conceptos que por consenso habían surgido del trabajo conjunto de profesores del CCH y de la ENP.

Asimismo, se consideró que los conocimientos fundamentales fueran pertinentes en el marco de la enseñanza media superior, que fueran actuales, que fomentaran la interdisciplina y buscaran la transversalidad de los temas. Además, la elección de los temas se basó en diversos aspectos: cuáles se presentaban en todos los planes de estudio, cuáles correspondían a la biología moderna, cuáles son temas clásicos, cuáles son parte de la información cotidiana presentada por diarios y revistas de difusión.

En 2007, al iniciar la segunda etapa, se revisó la correspondencia de los conocimientos fundamentales de cada disciplina y de los desempeños presentes en los *Núcleos de Conocimiento y Formación Básicos* definidos por el Consejo Académico del Bachillerato (CAB), así como los contenidos de los programas del Bachillerato a Distancia (B@UNAM), con el fin de establecer la pertinencia de estos conocimientos fundamentales y realizar un documento de trabajo para las disciplinas participantes en esta primera etapa. Este documento será presentado y discutido con diversas instancias de la comunidad universitaria para que, una vez recogidas las observaciones y sugerencias, se edite el documento final para el primer semestre de 2008.

### **Esfuerzos para el establecimiento de los conocimientos fundamentales**

En la década de los años noventa del siglo XX se realizó un movimiento de reforma del ciclo del bachillerato en el ámbito internacional en el que se buscaba identificar y definir en forma explícita los aprendizajes concretos a los que debe orientarse la educación en ese nivel. Podemos mencionar los esfuerzos realizados para la determinación de los Contenidos Básicos Comunes de la Educación Polimodal en Argentina, los Estándares Educativos Nacionales en los Estados Unidos, las Reformas Curriculares en Canadá y Perú, las Enseñanzas Mínimas del Bachillerato en España y los Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media en Chile.

En México, la UNAM se integró a este esfuerzo en 2001, cuando el Consejo Académico del Bachillerato generó el documento *Núcleo de Conocimientos y Formación Básicos* que debe proporcionar el bachillerato de esta institución.

---

## Conclusiones

Esta propuesta presenta los conocimientos fundamentales de biología que se considera que todo estudiante debe adquirir en sus estudios de bachillerato. Estos conocimientos tienen relación con aspectos actuales de nuestra sociedad, tales como los organismos transgénicos, las células troncales, la clonación, el desarrollo sostenible, la contaminación, la biodiversidad, el genoma, la reproducción asistida, el análisis molecular, la educación ambiental y el cambio climático, entre otros. Así, los grandes temas de la biología que se proponen incluyen tanto los temas clásicos como aspectos actuales de esta ciencia y su relación con la sociedad, que ayudan a comprender las implicaciones legales, médicas o sociales que deriva del conocimiento de la biología.

Cabe señalar que se trata de participar en la formación de estudiantes aportando conocimientos disciplinarios con una visión evolucionista que muestra la interrelación que existe entre los temas centrales y propicia el acercamiento con otras disciplinas, lo cual fomenta el desarrollo de la capacidad de análisis crítico y una serie de habilidades para mantenerse al día en los avances de la disciplina; también considera la relación entre los diferentes niveles educativos, por lo que, además de aportar una cultura general de la disciplina, permite aportar elementos para proseguir estudios de licenciatura y posgrado.

---

## Bibliografía

- Acevedo, J. A., A. Vázquez, y M. A. Manassero, *El movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la enseñanza de la ciencias*, [en línea]: sala de lecturas CTS+I de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), 2001. <http://www.oei.es/salactsi/acevedo13.htm>
- Acevedo, P., y J. A. Acevedo, *Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos, ejemplos*, [en línea]: sala de lecturas CTS+I de la OEI, 2002. <http://www.oei.es/salactsi/acevedo19.htm>
- Alberts, B., A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, y P. Walter, *Molecular Biology of the Cell*, Garland, Nueva York, 2002 (4ª ed.).
- Audesirk, Teresa, et al., *La vida en la Tierra*, Prentice Hall, México, 2003 (6ª ed.).
- Ayala, F. J., *La teoría de la evolución: de Darwin a los últimos avances de la genética*, Temas de Hoy, Madrid, 1994.
- Azuela, A., J. Carabias, E. Provencio, y G. Quadri (comps.), *Desarrollo sustentable. Hacia una política ambiental*, UNAM, México, 1993.
- Coleman, William, *La biología en el siglo XIX*, Fondo de Cultura Económica, México, 1983, 306 pp.
- Colin, Tudge, *La variedad de la vida*, Crítica, Barcelona, 2000.
- Consejo Académico del Bachillerato, *Núcleo de conocimientos y formación básicos que debe proporcionar el bachillerato de la UNAM*, UNAM/CAB, México, 2001.
- , *Núcleo de conocimientos y formación básicos que debe proporcionar el bachillerato de la UNAM. Desempeños esenciales*, UNAM/CAB, México, 2006. [en línea] <http://www.cab.unam.mx/interiores/NCFB/Biol.htm>
- Darwin, Charles, *El origen de las especies*, Porrúa, México, 1994.
- Dawkins, R., *The Ancestor's Tale. A pilgrimage to the dawn of evolution*, Houghton Mifflin, Nueva York, 2004.
- De Robertis H., Hib. Ponzio, *Biología celular y molecular*, El Ateneo, Argentina, 2003.
- Dobzhansky, T., et al., *Evolución*, Omega, España, 1983, 558 pp.
- , F. Ayala, G. L. Stebbins, y J. Valentine, *Evolución*, Omega, Barcelona, 1983.
- Dorit, R., "Darwin on Display", en *Am. Sci.*, 94, 2006, pp. 178-180.
- Eldredge, N., "La macroevolución", en *Mundo Científico*, 2(16), pp. 793-802.
- , *La macroevolución*, en P. García et al. (comps.), *Paleobiología: lecturas seleccionadas*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 1999.

- Futuyma, D. J., *Evolution*, Sinauer Associates, Massachusetts, 2005.
- Galván-Huerta, S. C., y L. Bojórquez-Castro, *Biología*, Santillana, México, 2002.
- González, E., "Decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el desarrollo sustentable", en M. García Ruiz y R. Calixto Flores (coords.), *Educación ambiental para un futuro sustentable*, UPN, México, 2006.
- González, V., et al., "The Partitioned Rhizobium Etli Genome: Genetic and Metabolic Redundancy in Seven Interacting Replicons", en *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 103, EUA, 2006, pp. 3834-3839.
- Gould, S. J., *La evolución de la vida en la Tierra. Investigación y ciencia*, núm. 219, 1994, pp. 55-61.
- Gould, S. J. (ed.), *El libro de la vida*, Crítica, Barcelona, 1993.
- Gradstein, F. M., et al., "A New Geological Time Scale, with Special Reference to Precambrian and Neogene", en *Episodes*, 27 (2), 2004.
- Halffter, G., *Biología: unidad, diversidad y continuidad de los seres vivos*, Continental, México, 1999.
- Hallam, "Causas de extinción relacionadas a la Tierra", en P. García, S. Quiroz, M. Montellano, L. Chávez, F. Sour, y S. Cevallos, *Paleobiología. Lecturas seleccionadas*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 1999, pp. 171-176.
- Instituto Nacional Indigenista, *Estado del desarrollo económico y social de los pueblos indígenas de México. Segundo informe*, Instituto Nacional Indigenista, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, México, 2002, 384 pp.
- Jablonsky, D., S. J. Gould, y D. M. Raup, *La naturaleza del registro fósil: una perspectiva biológica*, en P. García, S. Quiroz, M. Montellano, L. Chávez, F. Sour, y S. Cevallos, *Paleobiología. Lecturas seleccionadas*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 1999.
- Jiménez, L. F., R. Ruiz, A. Argueta, J. Núñez, I. Quiroz, E. Delgadillo, J. Chacón, R. Saldaña, y C. Hernández, *Conocimientos fundamentales de biología*, UNAM/Pearson Educación, México, 2006.
- Jiménez, L. F., y H. Merchant, *Biología celular y molecular*, Prentice Hall, México, 2003.
- Kuhn, Thomas, *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México, 2001, 319 pp.
- Lakatos, I., *La metodología de los programas de investigación*, Alianza Universidad, Madrid, 1978.
- Lamarck, J., *La filosofía zoológica, 1809*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, .
- Lewin, B., *Genes VIII*. Pearson/Prentice Hall, Nueva Jersey, 2008.
- Laudan L., *El progreso y sus problemas*, Encuentro, Madrid, 1986.
- , *Science and Values*, University of California Press, Berkeley, 1984.
- Limoges, Camile, *La selección natural*, Siglo XXI, México, 1976.
- Lodish, H., A. Berk, P. Matsudaira, C. A. Kaiser, M. Krieger, M. P. Scott, S. L. Zipursky, y J. Darnell. *Molecular Cell Biology*, W. H. Freeman, Nueva York, 2004 (5ª ed.).
- Mayr, E., "La evolución", en *Investigación y Ciencia*, núm. 26, 1978, p. 7.
- , *Una larga controversia: Darwin y el darwinismo*, Crítica, Barcelona, 1992.
- , *Así es la biología*, Debate, Madrid, 1998.
- , *The Growth of Biological Thought*, Harvard University Press, Cambridge, 1993.

- Medina, E., *Conocimiento y sociología de la ciencia*, Siglo XXI, España, 1989.
- Merinelli, J., *Planta*, Altea, México, 2006.
- Moreno, P., "El desarrollo sustentable en el debate de la modernidad-posmodernidad", en M. García Ruiz y R. Calixto Flores (coords.), *Educación ambiental para un futuro sustentable*, UPN, México, 2006.
- Odum, E. P., y F. O. Sarmiento, *Ecología. El puente entre ciencia y sociedad*, McGraw-Hill Interamericana, México, 1998.
- Olivé, L., *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y de la tecnología*, Paidós/UNAM (Problemas científicos y filosóficos, 6), México, 2000.
- Ondarza, R. N., *Biología Moderna*, Trillas, México, 2002 (10ª ed.).
- Palazón-Mayoral, A.M., *Biología*, Oxford University Press, México, 2003.
- Pollard, T., y W. C. Earnshaw, *Cell Biology*, Saunders, Nueva York, 2002.
- Popper, K., *Conocimiento objetivo*, Tecnos, Madrid, 1974.
- , *Conjeturas y Refutaciones*, Paidós, Madrid, 1983.
- Quiroz, S., M. Montellano, L. Chávez, F. Sour, y S. Cevallos, *Paleobiología. Lecturas seleccionadas*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 1999, pp. 171-176.
- Ridley, M., *Genoma*, Taurus, España, 2001.
- Rojas Rabiela, T., *Las siembras de ayer. La agricultura indígena del siglo XVI*, SEP/CIESAS, México, 1988.
- Rostand, J., *Introducción a la historia de la biología*, Planeta Agostini, Argentina, 1994.
- Ruiz, R., *Introducción a la Epistemología*, Fondo de Cultura Económica, México, 1998.
- Ruiz, R., y F. Ayala, *El método en la ciencia. Epistemología y evolución*, Conacyt, México, 1988.
- , *Darwinismo: una definición*, Fondo de Cultura Económica, México, 1999.
- , *De Darwin al DNA y el origen de la humanidad: la evolución y sus polémicas*. Fondo de Cultura Económica (Ediciones Científicas Universitarias), México, 2002.
- Sánchez, G., *La educación ambiental y la educación indígena en México*, SEP, México, 1989.
- Sauvé, L., "La educación ambiental entre la modernidad y la posmodernidad", en M. García Ruiz y R. Calixto Flores (coords.), *Educación ambiental para un futuro sustentable*, UPN, México, 2006.
- Schopf, J. W., *Cradle of Life. The Discovery of Heart's Earliest Fossils*, Princeton University Press, Nueva Jersey, 1999.
- Senkowski, R. "Una educación para el desarrollo sustentable", en M. García Ruiz y R. Calixto Flores (coords.), *Educación ambiental para un futuro sustentable*, UPN, México, 2006.
- Smith, R., y T. Smith, *Ecología*, Pearson Addison Wesley, Madrid, 2001 (4ª. ed.).
- Stanley, S. M., *Macroevolución y registro fósil*, en P. García et al. (comps.), *Paleobiología: lecturas seleccionadas*, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 1999.
- Starr C., y R. Taggart, *Biología. La unidad y diversidad de la vida*, Apolo, México, 2004 (10ª ed.).
- Strickberger, M. W., *Evolution*, Jones and Bartlet Publishers, Massachusetts, 2000 (3ª ed.).
- Templado, J., *Historia de la teorías evolucionistas*, Alhambra Mexicana, México, 1974.

- Tyler Millar, G., *Living in the Environment. International Edition*, Wadsworth International Group, California, 1982.
- Thein Durning, A., *Guardians of the Land: Indigenous Peoples and the Health of the Earth*, Worldwatch Institute, 1992 (Worldwatch Paper, 112).
- Thuillier, P., *De Arquímedes a Einstein*, Alianza Editorial, México, 1990.
- Vázquez-Conde, R., *Biología Experimental 2. Bachillerato*, Publicaciones Cultural, México 2001.
- Ward, B., y R. Dubos, *Una sola Tierra*, Fondo de Cultura Económica, México, 1972.
- Watson, J. D., *Darwin: The Indelible Stamp. The Evolution of an Idea*, London, Running Press, 2005.
- Welch, C. A., D. I. Arnon, H. M. Cochran, F. C. Erik, J. Fishleder, W. V. Mayer, S. M. Pius, J. R. Shaver, y F. W. Smith, *Ciencias biológicas de las moléculas al hombre*, Continental, México, 1999.
- Zamudio G. y A. Argueta, "Las polémicas sobre las taxonomías en México", Memorias del primer congreso mexicano de historia de la ciencia y la tecnología, México, 1989.
- Zolla, C., y E. Zolla, *Los pueblos indígenas de México. 100 preguntas*, UNAM, México, 2004.
- Zunino, M., y A. Zullini, *Biogeografía: la dimensión espacial de la evolución*, Fondo de Cultura Económica México, 2003.

#### Otras referencias

FAO. *Cultivos marginados*, 1992.

#### Direcciones electrónicas

*Ciencias de la tierra y del medio ambiente*. Libro electrónico.

<http://www.esi.unav.es/asignaturas/ecologia/Hipertexto/04Ecosis/100Ecosis.html>

<http://www.monografias.com/trabajos6/ecoya/ecoya.shtml>

<http://www.illustrators.net/duranceau/images/dyingearth.jpg>

[http://icarito.tercera.cl/enc\\_virtual/c\\_nat/ecosistema/eco.html](http://icarito.tercera.cl/enc_virtual/c_nat/ecosistema/eco.html)

<http://www.jmarcano.com/nociones/ciudad/urbs.html>