



Gobierno del Estado de
VERACRUZ
2024 - 2030

SEV
SECRETARÍA
DE EDUCACIÓN
DE VERACRUZ

SEMSyS
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN
MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR



Dirección General de Telebachillerato

Temas selectos de biología I

Juan Carlos Vázquez Cid

GOBIERNO DEL ESTADO DE VERACRUZ

Norma Rocío Nahle García
Gobernadora del Estado de Veracruz

Claudia Tello Espinosa
Secretaria de Educación de Veracruz

David Agustín Jiménez Rojas
Subsecretario de Educación Media Superior y Superior

Dirección General de Telebachillerato

Director General
Irving Ilhuicamina Mendoza Ruiz

Subdirectora Técnica
Piedad Alcira Hernández Pérez

Jefe del Departamento Técnico Pedagógico
Noel Abraham Velázquez Viveros

Jefa de la Oficina de Planeación Educativa
Ana Flora Angulo Morales

Equipo editorial

Coordinación editorial
Mauro Morales Arellano

Asesoría académica
Irma González Quirasco

Asesoría pedagógica
Arahí Domínguez Martínez

Corrección y estilo
Ariadna Janet Ochoa Iserte

Diseño editorial
Greisy del Carmen Ramos de la Cruz

Formación
Juan Luis Uscanga Salazar

Fotografía de la portada
Adobe Firefly

Selección de imágenes
Juan Carlos Vázquez Cid

Temas selectos de biología I

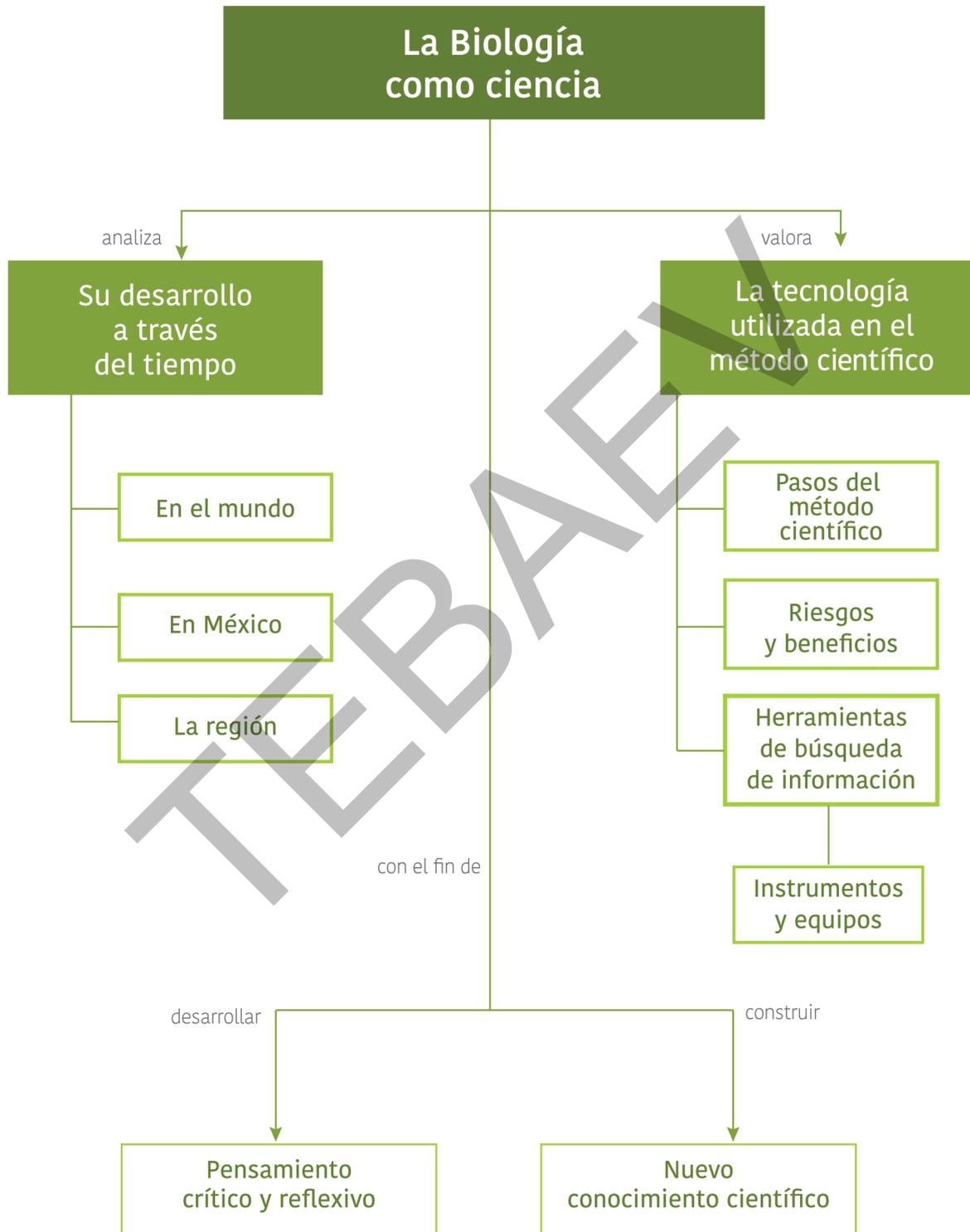
Primera edición: 2025
ISBN 978-607-725-536-9

D. R. © 2025. Secretaría de Educación de Veracruz
Km 4.5 Carretera federal Xalapa-Veracruz
Col. SAHOP, C.P. 91090, Xalapa, Veracruz
Telebachillerato de Veracruz

Impreso en México

Módulo **1**

La Biología como ciencia



Introducción

En este primer módulo, retomarás el objeto de estudio de la biología, su desarrollo histórico en el mundo y en nuestro país. De igual manera, establecerás una relación cronológica entre los avances científicos y tecnológicos que han consolidado a la biología como una ciencia experimental. Será importante que recuperes conocimientos previos sobre las teorías más relevantes, como la evolución de Charles Darwin en el siglo XIX, o el descubrimiento de la estructura del ADN por Watson y Crick en el siglo XX; ya que, estas aportaciones son consideradas un parteaguas en la investigación científica de la biología.

Posteriormente, continuarás con el estudio del método científico y sus pasos, desde un enfoque práctico y sus aplicaciones en la biología. Es importante que, durante el proceso de aprendizaje, reflexiones sobre los riesgos y beneficios de la tecnología en el desarrollo del conocimiento biológico y propongamos soluciones a problemáticas locales, utilizando el método científico. Recuerda, que todo inicia con el buen planteamiento de una pregunta de investigación para obtener las respuestas adecuadas, asimismo puedes recurrir a fuentes de información de divulgación científica, a través de internet.

Exploro mis saberes

I. Lee con atención y responde lo siguiente.

1. *¿Cómo describirías el concepto de ciencia?*

2. *Define con tus propias palabras el concepto de biología.*

3. *Describe algún avance o descubrimiento científico o tecnológico que reconozcas pudo contribuir al desarrollo de la biología.*

4. *¿Cuál es la importancia del método científico en un proceso de investigación biológico?*

5. *Menciona al menos un riesgo y un beneficio del uso de la tecnología para la humanidad.*

II. Comparte con el grupo tus respuestas con el apoyo de tu profesor.

Trabaja en tu producto esperado

I. Intégrate en equipo con la ayuda de tu profesor, de acuerdo a la cantidad de alumnos.

1. Organicen un programa de radio donde se presenten los avances de la biología como ciencia. Para ello, realicen lo siguiente:

- a) Seleccionen alguna de las aplicaciones de la biología en la vida humana (por ejemplo, en: contaminantes químicos, crecimiento industrial y demográfico, alimentación, efectos en la salud humana, legislación y riesgos ambientales, entre otros). Cada equipo abordará una temática diferente, la cual deberá ser contextualizada a un problema específico local, identificando las ramas de estudio de la biología relacionadas con él, para esto será importante que recuerdes los conocimientos adquiridos en el curso de Biología I; en el bloque I de la guía de estudios, encontrarás información valiosa sobre este conocimiento.
- b) Realicen una búsqueda de artículos de divulgación científica sobre la temática seleccionada. Se recomienda el uso de las Tics para el aprendizaje, considerando los siguientes recursos en línea:
 - Academia.edu.
 - Colegio de Biología-UNAM.
 - Dialnet.
 - Google académico.
 - JURN.
 - Organización Mundial para la Salud.
 - Portal de Datos Abiertos UNAM. Colecciones universitarias.
 - Redalyc.org.
- c) Lleven a cabo una entrevista a algunos expertos que intervengan en diferentes áreas de la biología para dar solución a la problemática planteada.
- d) Elaboren el guion de un programa de radio, tomando en cuenta los puntos anteriores.
- e) Presenten su programa de radio, mediante una dramatización, donde cada integrante del equipo represente cada uno de los roles. Es importante incorporar comerciales, música y otras características propias de este tipo de programas.

2. Elabora de manera individual, un ensayo donde apliques un pensamiento crítico y reflexivo sobre la temática y problemática planteada.

II. A lo largo del bloque, se te irán indicando las acciones a seguir para su cumplimiento.

III. Recuerda consultar la rúbrica de la sección “autoevalúate”, para revisar los indicadores que debes desarrollar en tu producto esperado.

Desarrollo de la biología a través del tiempo

Cada disciplina considera ciertas particularidades tales como su objeto de estudio, niveles de análisis y áreas de investigación prioritarias; la **biología** es la ciencia que se encarga del estudio de los seres vivos, su origen, evolución y sus interacciones con el entorno. Considera diferentes escalas de análisis que van desde la vida microscópica, recordando a la célula como unidad estructural y funcional de todo ser vivo; hasta un nivel macro, donde analiza el globo terráqueo en el cual habitan los seres vivos (fig. 1.1). La biología como la ciencia que conocemos actualmente tiene sus antecedentes más remotos en el siglo XV y XVI en la época del Renacimiento, en cuyo periodo histórico todo estudio biológico tenía como base los hechos empíricos y la observación de la naturaleza. Entre los máximos aportes al desarrollo de la biología como ciencia se pueden mencionar la invención del microscopio en el siglo XVII y la observación de la primera célula vegetal en el corcho de una botella; posteriormente, la publicación de la teoría del origen de las especies de Charles Darwin y la teoría de la herencia por Gregor Mendel en el siglo XIX, así como el descubrimiento del modelo de ADN por James Watson y Francis Crick a mediados del siglo XX. Todos estos aportes sin lugar a dudas dieron origen a la diversificación de la biología, apareciendo nuevas ramas de investigación.



Figura 1.1 La biología en diferentes entornos de la investigación científica.



Figura 1.2 Aristóteles, realizó los primeros estudios sobre botánica y zoología en la Edad Antigua.



Figura 1.3 Galeno, contribuyó al conocimiento del cuerpo humano en la Edad Antigua.

Evolución de la biología en el mundo, México y tu región

En la Edad Antigua (500 años a.C.) no existía como tal el concepto de biología, sin embargo, hubo personajes importantes que destacaron por sus aportaciones sobre la comprensión de los fenómenos naturales bajo un pensamiento lógico. El más importante, fue **Aristóteles** (fig. 1.2) quien proponía que todo lo que existía, materia viva e inerte, estaba constituida por agua, aire, tierra y fuego; logró clasificar a más de 500 especies de animales. Por otro lado, son importantes las aportaciones de **Galeno de Pérgamo** (fig. 1.3) destacado médico que logró hacer una descripción a detalle de la anatomía humana, mostrando la diferenciación entre venas y arterias; señaló el funcionamiento del riñón y la vejiga y propuso que el cerebro era el órgano responsable del control de la voz.

Años posteriores, durante la Edad Media (siglo V al XV), los avances en el campo de la biología fueron casi nulos, siendo los máximos aportes de esta época las traducciones de los manuscritos de Aristóteles.

Durante el período de la Edad Moderna, imperaron diferentes teorías, descubrimientos y avances, lo que contribuyó al reconocimiento de la biología como una ciencia de relevancia mundial. Así, en 1665 **Robert Hooke** observó la primera célula en un microscopio construido por él mismo (fig. 1.4); Hooke notó que un corcho y otros tejidos vegetales estaban formados por diminutas cavidades poliédricas como los espacios de un panal de abejas (fig. 1.5), a dichas cavidades les llamó *cellula*, del latín que significa celda o hueco. Posteriormente, **Anton van Leeuwenhoek** en 1670 observaría por primera vez protozoarios, bacterias hasta espermatozoides en el microscopio.



Figura 1.4 Robert Hooke y el microscopio creado por él.

Durante los años posteriores, los avances biológicos se centraron en la sistematización de los organismos vivos; fue así como en 1736 **Carlos Linneo** propone una taxonomía básica y en 1750 introduce la nomenclatura binominal para todas las especies (fig.1.6). A la par de Linneo, se reconocen las apor-

taciones de **Alexander von Humboldt** sobre la taxonomía de vegetales y de la biogeografía, es decir la distribución de las especies en el planeta. Mientras que, en el campo de la taxonomía animal, **Georges Cuvier** en 1817 fue el primero en clasificar a los animales desde el punto de vista de su anatomía y morfología, los integró en lo que él llamó “cuatro planes de organización”: vertebrados, moluscos, articulados y radiados.

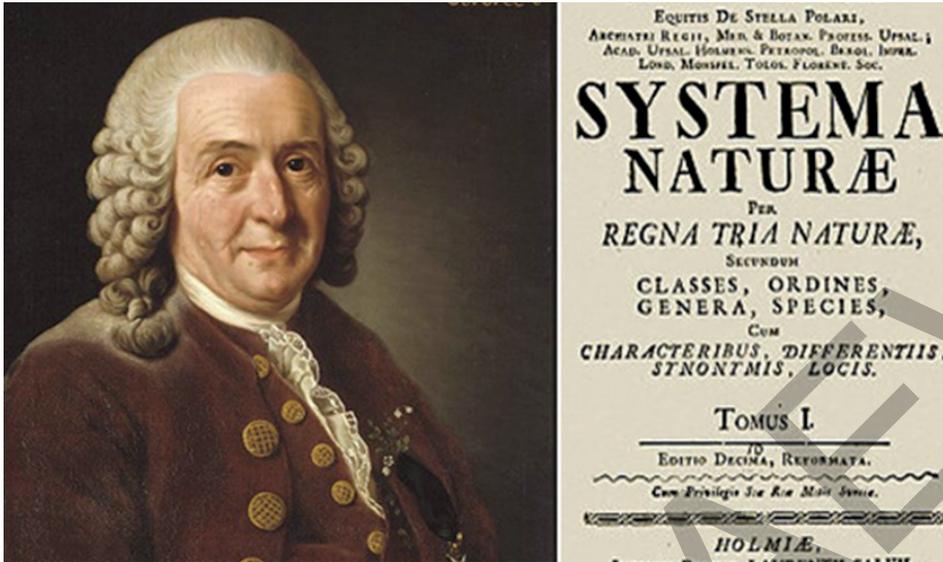


Figura 1.6 Carlos Linneo precursor de la taxonomía de los seres vivos.

En el transcurso del siglo XIX, con la vasta evidencia en biogeografía, taxonomía, sistemática y paleontología de los seres vivos, surge el término *biología* propuesto por **Jean-Baptiste Lamarck** en 1802, sustentando la necesidad de una filosofía de la ciencia propia que englobase todo el conocimiento científico sobre la naturaleza. Siendo también el primero en proponer una teoría de la evolución a la que llamó “de los caracteres adquiridos” o “Lamarckismo” (fig. 1.7).

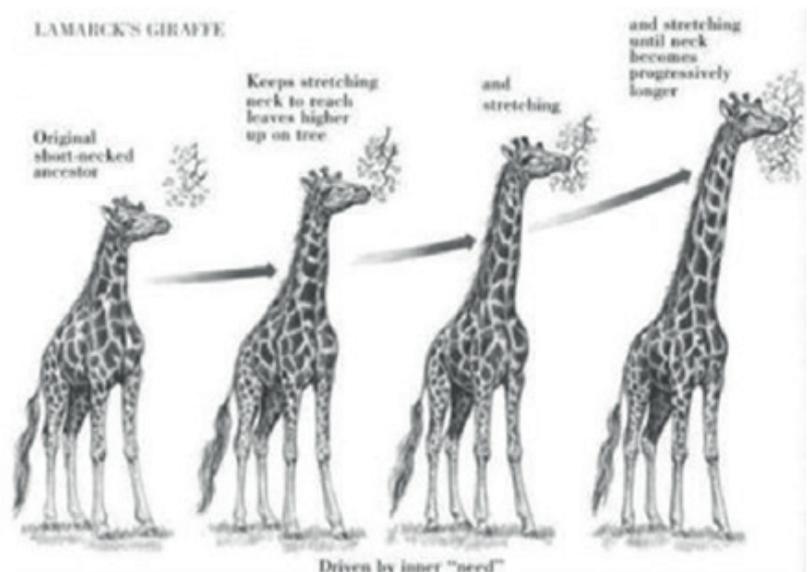
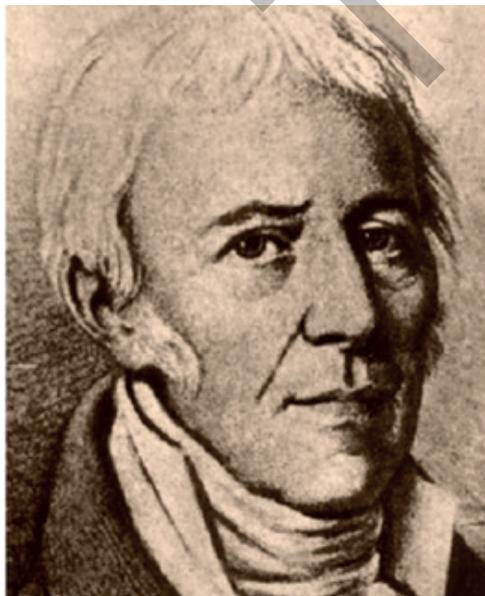


Figura 1.7 Lamarck y un boceto de su teoría “de los caracteres adquiridos”



Figura 1.5 Ilustración de las primeras células observadas por Hooke en tejido vegetal.

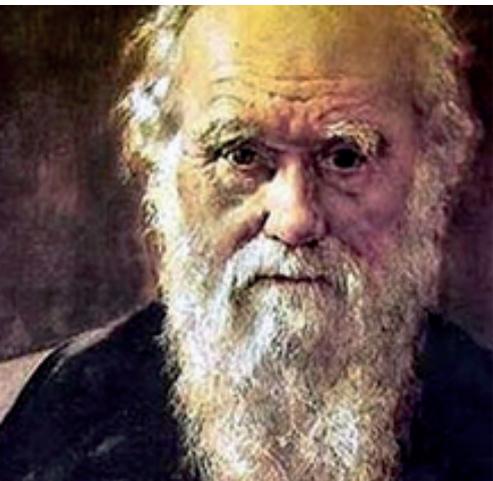


Figura 1.8 Retrato de Charles Darwin. Autor de la teoría de la evolución de las especies por medio de la selección natural.

Años más tarde, esta teoría formaría parte de las bases para la teoría de evolución por selección natural de **Charles Darwin** (fig.1.8) dentro del libro “*El origen de las especies*” publicado en 1859; que junto con **Alfred Wallace** llegaron a las mismas conclusiones sobre la evolución de las especies, señalando que esto se debe a una adaptación al ambiente, donde ocurren variaciones hereditarias que brindan mayor posibilidad de sobrevivir a unas especies que a otras.

En ese mismo siglo, mientras avanzaban las teorías de la evolución y casi en los mismos años, se gestaban los cimientos de otra rama de la biología: la biología celular. Ya en 1831 **Robert Brown** había descubierto el núcleo celular, sin embargo, con el mejoramiento del microscopio, **Matthias Schleiden** en 1838 y **Theodor Schwann** en 1839 señalaron que las células eran los componentes básicos de todos los tejidos vivos. Posteriormente **Rudolf Virchow** en 1855, propuso que las células nuevas se formaban solo por la división de células previamente existentes, con lo que estos tres científicos establecerían así la teoría celular (fig. 1.9).



Figura 1.9 De izquierda a derecha: Matthias Schleiden, Theodor Schwann y Rudolf Virchow fundadores de la teoría celular.



Figura 1.10 Retrato de Gregor Mendel.

Unos años después, en 1866 **Gregor Mendel** (fig. 1.10), propone su teoría sobre los caracteres adquiridos, donde muestra la identificación de los genes como las bases de la herencia biológica; su investigación se basó en la reproducción sexual de plantas de chícharos dando como resultado dos leyes: de la segregación y de la herencia independiente de caracteres, que hacen referencia a la transmisión de los genes dominantes y recesivos.

Hacia finales del siglo XIX, en 1879, **Walther Flemming** descubrió los cromosomas y el proceso de división celular: la mitosis (fig. 1.11). Mientras que en 1890 **August Weismann** relaciona el concepto de meiosis con la reproducción y la herencia de las especies.

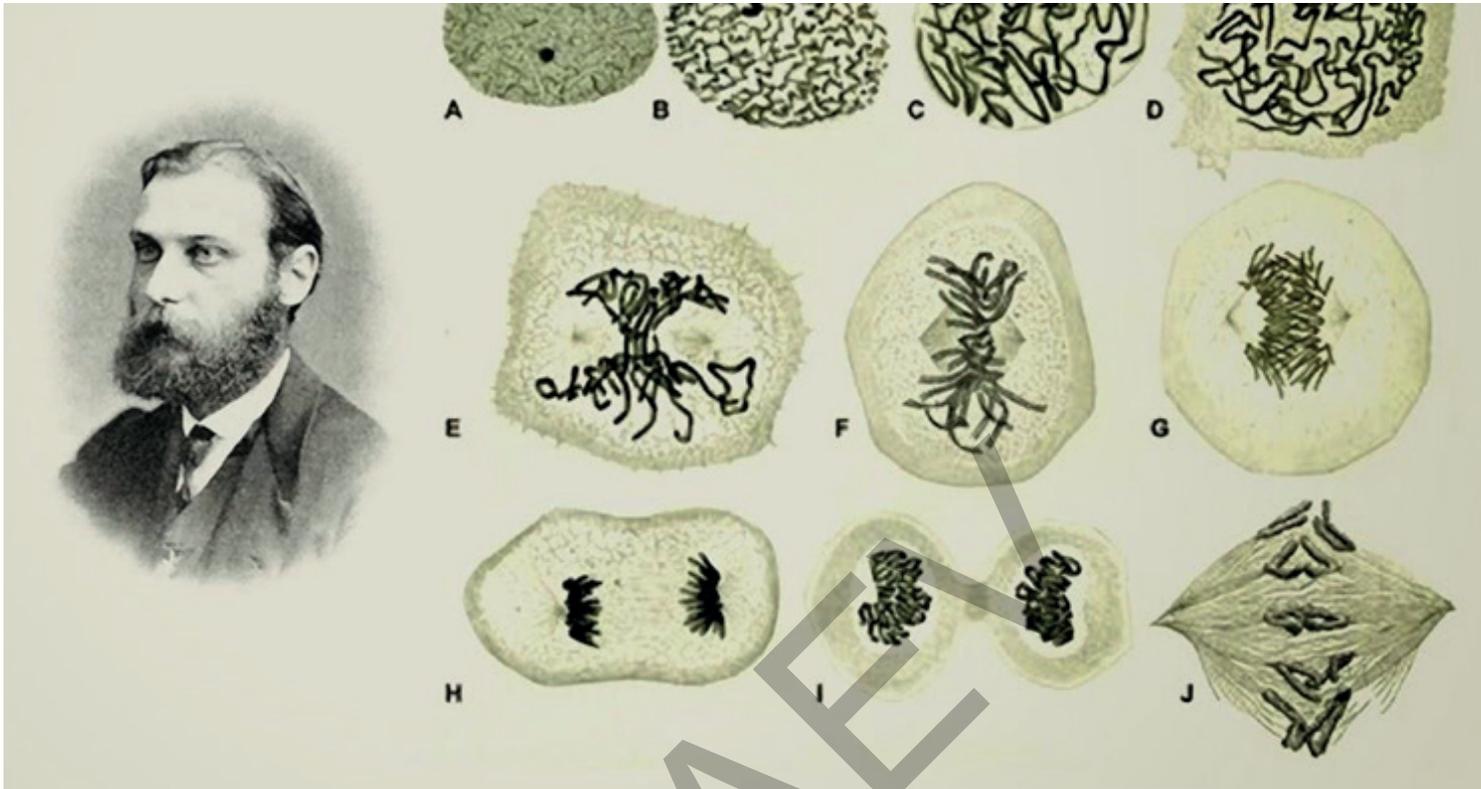


Figura 1.11 Walther Flemming y las ilustraciones hechas sobre el proceso de mitosis.

El avance científico en las distintas ramas de la biología fue notable durante el siglo XX. Siendo así, que surgieron nuevos postulados para el desarrollo de la biología molecular y fortalecer las bases de la genética como ciencia.

Walter Sutton y **Theodor Boveri** (fig. 1.12) entre 1902 y 1903 postularon la teoría cromosómica de la herencia que posteriormente fue confirmada por el trabajo de **Thomas Hunt Morgan** y **Calvin Bridges**, gracias a estudios realizados sobre la genética de la mosca de la fruta.



Figura 1.12 Walter Sutton y Theodor Boveri quienes escribieron la teoría de la herencia cromosómica.

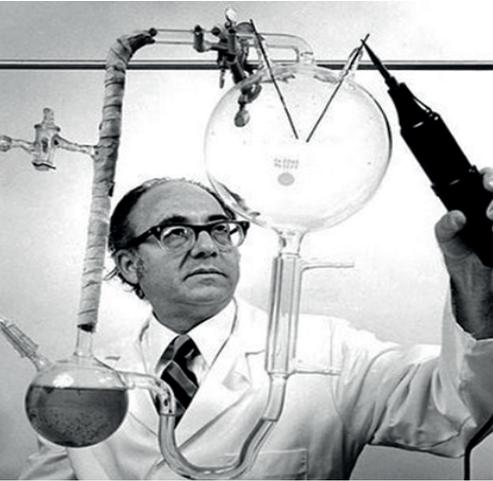


Figura 1.13 Alexander Oparin en su laboratorio.

Por otro lado, en la misma época, también se obtuvieron avances y aportaciones en el campo de la bioquímica y medicina; en 1924 el bioquímico **Alexander Oparin** propuso su teoría sobre el origen de la vida, llamada “el caldo primitivo” (fig.1.13). En el laboratorio intentó recrear las condiciones de la tierra primitiva, sugiriendo que a partir de moléculas inorgánicas se formarían moléculas orgánicas más complejas hasta formar las primeras células.

Mientras que en 1928 **Alexander Fleming** descubrió la penicilina, el antibiótico más usado en el mundo, obtenida a partir del hongo *Penicillium notatum* (fig. 1.14).



Figura 1.14 Alexander Fleming trabajando con muestras del hongo *Penicillium notatum*

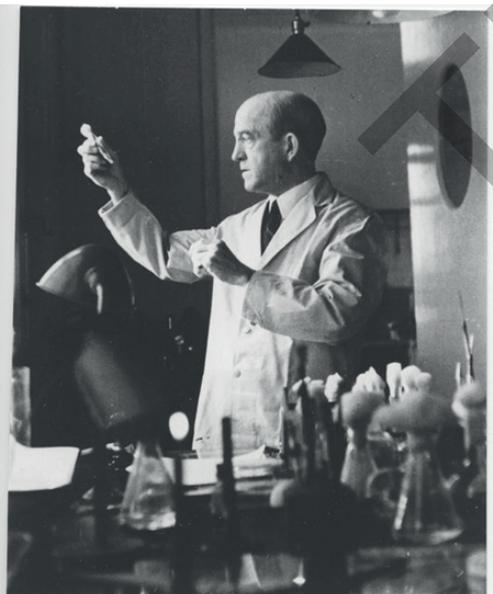


Figura 1.15 Oswald Avery descubrió el ADN en 1944.

Para mediados del siglo XX, **Oswald Avery** descubre el ADN como material hereditario en 1944, a partir del estudio de bacterias de neumococo (fig. 1.15) y **Oliver Smithies** desarrolla en 1950 la técnica de la gel-electroforesis, utilizada para la separación de fragmentos de ADN de otras moléculas, a partir de su carga eléctrica, masa y tamaño; asimismo, hace los primeros estudios en manipulación de material genético para introducirlo en las células de otro organismo. Se le considera el pionero de la ingeniería genética.

Unos años después, se logró el aporte más importante en el campo de la biología, el descubrimiento de la estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN) por **Rosalind Franklin** en 1952 y la construcción del modelo de doble hélice por **James Watson** y **Francis Crick** en 1953 (fig.1.16). El diseño del modelo del ADN consistió en acomodar los componentes de la molécula: los fosfatos, azúcares (desoxirribosa) y las cuatro bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina, y guanina); así, propusieron que el modelo tiene una estructura semejante a una doble escalera de caracol, o doble hélice.

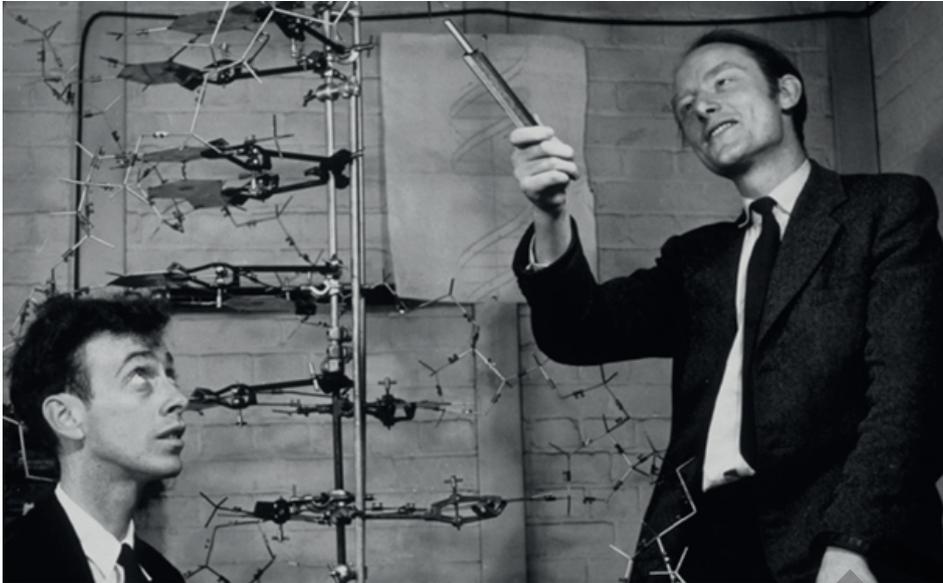


Figura 1.16 Watson y Crick junto al modelo que señala la estructura helicoidal de ADN.



Rosalind Franklin (1920-1958) investigadora inglesa que en 1951 obtuvo una fotografía de difracción de rayos X que reveló, de manera inconfundible, la estructura helicoidal de la molécula del ADN. Esa imagen, conocida hoy como la famosa fotografía 51, fue un respaldo experimental crucial para que el investigador estadounidense James Watson y el británico Francis Crick establecieran en 1953, la célebre hipótesis de la "doble hélice" que es característica de la estructura molecular del ADN. Rosalind murió en Londres a los 37 años, en 1958.

Fuente: <https://astrojem.com/mujeres/rosalindfranklin.htm>

Códice Badiano.

Es considerado como el texto más antiguo de medicina escrito en América, este libro es de gran importancia, ya que muestra la labor de los indígenas en asuntos médicos, todo basado en la observación y uso de elementos naturales. El manuscrito explica métodos de curación médica basados en el uso de la herbolaria indígena conocida hasta la primera mitad del siglo XVI. El documento contiene representaciones pictóricas de las plantas acompañadas de su nombre en latín y la forma en que tenían que ser utilizadas.

En el caso de México, hablar de la biología es referirse en primera instancia a la íntima relación que existía entre los pueblos prehispánicos y la naturaleza; posteriormente a los aportes que dicho conocimiento transmitió al mundo.

El documento más antiguo y considerado como el primero de su tipo donde se representan plantas de México y del propio continente fue el **Códice Badiano**, escrito por **Martín de la Cruz** en 1552 y transcrito al latín por **Juan Badiano**. Su relevancia en el campo de la biología recae en las descripciones botánicas que muestra dicho documento, considerado como la fuente más antigua dentro del campo de la etnobotánica y taxonomía vegetal que hasta la actualidad es de gran utilidad para especialistas botánicos de nuestro país.

Durante la época de la Nueva España se reconoce la labor de **Francisco Hernández de Toledo**, quien realizó la primera expedición botánica enviada por el Rey Felipe II; a partir del conocimiento de los indígenas sobre su entorno, obtuvo 17 volúmenes manuscritos al respecto.

Fueron muchos los protagonistas que sentaron las bases de la biología en México, entre ellos **José Antonio de Alzate y Ramírez** (1738-1799), quien de acuerdo a muchos historiadores se le podría considerar como fundador de la biología en nuestro país. Durante el mismo siglo, otra personalidad importante fue **Francisco Javier Clavijero** (1731-1787), como se muestra en la figura 1.17, conocido como historiador, con conocimiento en botánica y zoología, escribió su obra máxima "*Historia Antigua de México*", que guarda el conocimiento botánico y zoológico de la época colonial.



Figura 1.17 Retrato de Francisco Javier Clavijero.

Protozoología.

Rama de la zoología que se dedica al estudio de los protozoos, es decir, animales microscópicos, cuyo cuerpo está formado por una sola célula o por colonias de células iguales entre sí.

Así, al llegar al siglo XIX, conocido como el siglo de las luces, el desarrollo de la biología en México se centró en el campo de la botánica con **Vicente Cervantes** y **Miguel Bustamante y Septián**, dando paso a estudios sobre zoología, geografía y medicina. Por otro lado, cabe resaltar los aportes de **Alfredo Dugés** considerado como el mejor zoólogo de su época.

El proceso de introducción de los paradigmas de la biología ocurre con **Alfonso Luis Herrera** (1868-1942), se ilustra en la figura 1.18, quien logra modificar la visión de esta ciencia, dejando atrás el naturalismo, la descripción y la taxonomía que en años anteriores preponderaban. Es así como constituye la primera cátedra de Biología en el país y escribe el primer texto para la misma: "*Nociones de Biología*".

Otra personalidad importante en el desarrollo de la biología en México fue **Enrique Beltrán Castillo** (1903-1994), se muestra en la figura 1.19, primer egresado de la carrera de biología en la Universidad Autónoma de México; fundador de la **protozoología**, realizó trabajos importantes sobre la conservación de los recursos naturales y taxonomía de plantas.



Figura 1.18 Retrato de Alfonso L. Herrera, desarrollador de la biología en México.



Figura 1.19 Enrique Beltrán Castillo.



Figura 1.20 Maximino Martínez, uno de los botánicos mexicanos más reconocidos a nivel mundial.



Figura 1.21 Arturo Gómez Pompa.

Maximino Martínez (1888-1964), se muestra en la figura 1.20, uno de los botánicos más prominentes del país, cofundó la Sociedad Botánica de México, y su libro "*Plantas medicinales de México*" es una obra considerada muy importante en nuestro país por la vasta información que contiene sobre herbolaria mexicana.

Arturo Gómez-Pompa (fig.1.21) biólogo mexicano, catedrático e investigador de la Universidad Veracruzana, pionero en proponer acciones a favor del desarrollo sustentable. Sus aportes al campo de la biología se basan en el estudio de árboles tropicales para el uso humano. En la década de los 60 creó una base de datos para el proyecto de la Flora de Veracruz y que, hasta la fecha sigue reuniendo toda la información generada durante décadas de investigación.

Aplico lo aprendido

I. Intégrate en equipo de cinco personas y con ayuda de tu profesor realicen lo siguiente:

1. Dialoguen y seleccionen uno de los tres niveles de desarrollo de la biología como ciencia: mundial, nacional o estatal.

2. Elaboren un organizador gráfico donde incorporen todos los avances o aportaciones que contribuyeron a la evolución de la biología, dentro del nivel seleccionado. Si es necesario auxíliense de las Tics para buscar información y presentar su trabajo.

¡A trabajar en tu producto esperado!

Es momento de realizar las actividades marcadas en los incisos 1. a, 1. b y 1. c del apartado I del producto esperado.

Aplico lo aprendido

I. Lee el siguiente artículo.

La biología en México

En la época prehispánica los habitantes de las diferentes culturas conocían y utilizaban a las ciencias como las matemáticas, la astronomía y la biología. Esta última les permitió tener principalmente conocimientos sobre las plantas; durante el México prehispánico se establecieron jardines botánicos, los cuales estaban hechos con base en diseños ecológicos, estéticos y con cierta filosofía. En estos jardines se cultivaban tanto plantas ornamentales como medicinales. Asimismo, se tenía interés por la zoología, teniendo como ejemplo la existencia de un parque zoológico en México–Tenochtitlan, el cual albergaba numerosas especies de aves, mamíferos y reptiles endémicos del territorio mexicano.

Durante la Conquista y con la llegada de los españoles a México, éstos se enfrentaron a una cultura opuesta, en donde la cosmovisión de los indígenas era eco céntrica, es decir, la religión, el ambiente y el hombre eran inseparables, ya que esto los llevaba a identificarse con la naturaleza de la que formaban parte, a la que conocían, amaban, respetaban y temían. Ante la imposibilidad de entender esto, los españoles optaron por destruir toda prueba y todo aquello que recordara el pasado a los indígenas. Fue hasta 1547 que Fray Bernardino de Sahagún, junto con la asesoría de médicos indígenas, publica información etnobotánica de 226 plantas, en donde se mostraban datos sobre los usos medicinales y la parte útil de una planta, la forma de uso y cómo debía ser administrada.

Durante este tiempo llegaron a México importantes científicos extranjeros, quienes participaron temporalmente en el desarrollo de la biología. Tal como Alexander von Humboldt (1769–1859) quien destacó por sus aportaciones sobre la flora y fauna mexicanas.

Fuente: <https://saberesyciencias.com.mx/2013/12/28/la-biologia-en-mexico/>

II. Responde de manera individual y con base en la lectura del artículo, las siguientes preguntas en tu libreta.

1. ¿Consideras que en la época prehispánica existió algún desarrollo científico relacionado con la biología? ¿Por qué?
2. Entre todos los sucesos históricos mencionados. ¿Cuál consideras el más importante para el desarrollo de la biología como ciencia?
3. El texto señala que los pueblos prehispánicos tenían una relación eco céntrica con la naturaleza. ¿Cuál es tu opinión sobre la relación de los seres humanos con el ambiente en la actualidad?

Innovaciones en el estudio de la biología

Como se comentó anteriormente, a partir del descubrimiento de la estructura de la molécula de ADN por Watson y Crick en 1953, surge una revolución científica en el ámbito de la genética con enfoque molecular.

Posterior al descubrimiento de la estructura del ADN, **Francis Crick** en 1958 propuso la Hipótesis de la Secuencia, señalando que existía una relación entre la ordenación lineal de nucleótidos en el ADN y la ordenación lineal de aminoácidos en las proteínas. Con esto en 1961, junto a **Sydney Brenner** (fig.1.22) expusieron las características del código genético, que señala cómo las secuencias de ADN y de ARN se “decodifican” en los aminoácidos de una proteína, es decir que existen veinte aminoácidos esenciales formados por un triplete de nucleótidos, también llamados codones (fig. 1.23). La asignación de un aminoácido a cada triplete o el desciframiento de la clave genética se llevó a cabo por los científicos **Marshall Nirenberg**, **Severo Ochoa** y **Har**



Figura 1.22 Sydney Brenner codescubridor del código genético.

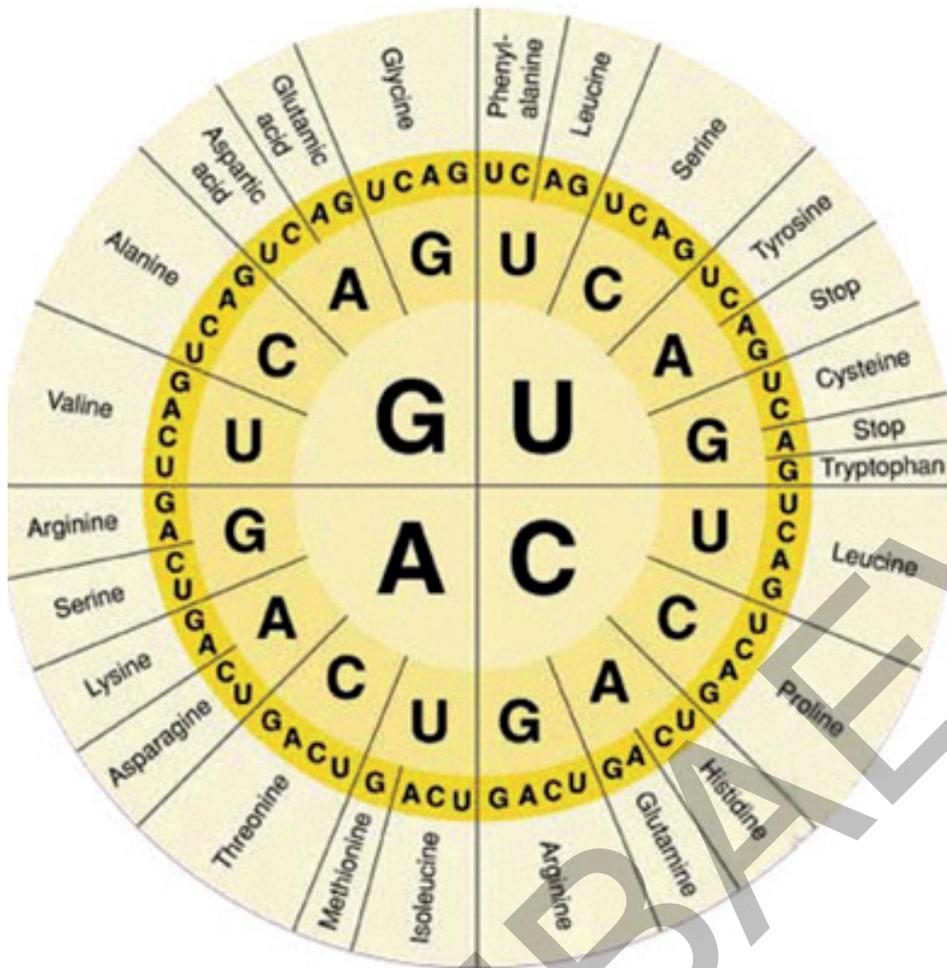


Figura 1.23 Aminoácidos esenciales que forman el código genético.

Gobind Khorana. Este trabajo sentaría las bases para desarrollar estudios sobre la herencia humana y las mutaciones genéticas de las especies.

Aunado a estos trabajos, en 1956, **Arthur Kornberg** (fig. 1.24) descubre la enzima ADN polimerasa, la cual interviene en el proceso de replicación de ADN, cuya función es ir uniendo hebras de ADN complementarias idénticas al fragmento de ADN original. Dicha enzima hasta la fecha se utiliza en la técnica de reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por su nombre en inglés) para obtener un gran número de copias de un fragmento de ADN particular, amplificándolo para propósitos de investigación. Dicha técnica fue desarrollada en 1986 por **Kary Mullis**.

Durante la década de 1970, el desarrollo de la biotecnología cobra suma importancia, con el descubrimiento de las enzimas de restricción también llamadas endonucleasas; fueron aisladas de bacterias tal como *Escherichia coli* por los científicos **Werner Arber**, **Hamilton Smith** y **Daniel Nathans**; su función es reconocer secuencias específicas de nucleótidos y cortar al ADN. Esto dio paso al desarrollo de la técnica de ADN recombinante por parte de **Stanley Cohen** y **Herbert Boyer** (fig. 1.25), la cual consiste en obtener



Figura 1.24 Arthur Kornberg descubridor de la ADN polimerasa.

Proteómica.

Estudio de la estructura y la función de las proteínas, incluso de la manera en que trabajan e interactúan en el interior de las células. También se llama proteínómica.

Farmacogenómica.

Se refiere a la diferencia de los genomas de diferentes personas, que dan lugar a diferencias en la respuesta a fármacos. En otras palabras, la manera en que responden los individuos a un medicamento en particular.

Nutrigenómica.

También denominada genómica nutricional, y es la parte de la ciencia que estudia la interacción de los alimentos con el genoma. Es decir, estudia de qué manera los nutrientes y otros componentes de los alimentos interactúan o incluso modulan el material genético.

copias de fragmentos de ADN de un organismo para introducirlas en otro individuo y así obtener características mejoradas; esto a su vez, dio paso al surgimiento de organismos genéticamente modificados (OGM).



Figura 1.25 Herbert Boyer (izquierda) y Stanley Cohen (derecha) creadores de la técnica del ADN recombinante.

Así mismo, en esta misma década se descubrió otra enzima que cumplía con funciones similares a las de ADN polimerasa, esta fue llamada transcriptasa inversa, logrando sintetizar fragmentos de ADN utilizando como molde ARN monocatenario. Este hallazgo fue hecho por **Howard Temin, David Baltimore** y **Renato Dulbecco** (fig. 1.26).



Figura 1.26 De izquierda a derecha: Renato Dulbecco, David Baltimore y Howard Temin.

Todos estos estudios fueron el parteaguas para el inicio de la biología molecular y el surgimiento de otras disciplinas como la **proteómica**, **farmacogenómica** y **nutrigenómica**, así como las innovaciones tecnológicas en el campo de la biología.

Entre ellos destaca: la secuenciación del material genético (fig. 1.27), que tuvo sus comienzos en 1977, cuando se publicaron los primeros métodos de secuenciación del ADN desarrollados por **Frederick Sanger** (fig. 1.28); esto ha permitido identificar las causas de enfermedades y poder brindar un tratamiento médico a los pacientes según su composición genética.

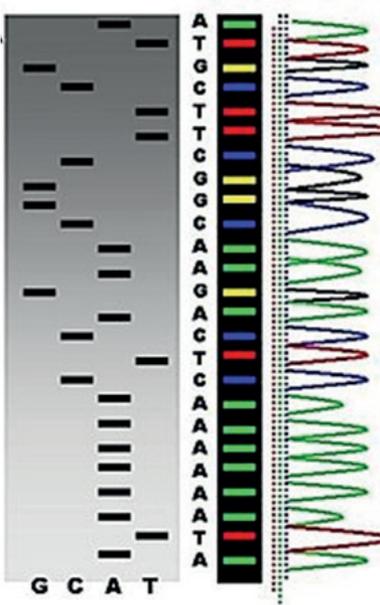


Figura 1.27 Un ejemplo de los resultados de la secuenciación automática de ADN con terminación de cadena.

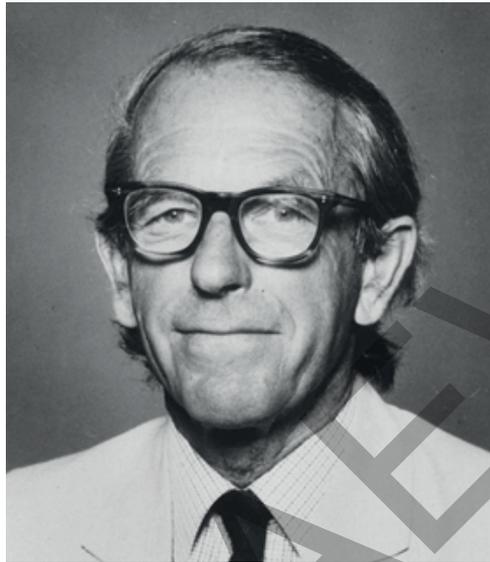


Figura 1.28 Dr. Frederick Sanger, desarrollador de los primeros métodos de secuenciación del ADN.

Por otro lado, un suceso que causó revuelo mundial, fue la clonación de la oveja Dolly por el embriólogo **Ian Wilmut** (fig. 1.29), considerada como el primer mamífero adulto clonado a través de un proceso llamado transferencia nuclear de células somáticas en 1996.



Figura 1.29 La oveja Dolly y su creador, el científico Ian Wilmut.



Figura 1.30 Primera persona en utilizar una mano robótica controlada por señales neurológicas.

Posteriormente, a partir del año 2000, se desarrollaron varios intentos de crear miembros robóticos corporales manejados por el cerebro, siendo que, en el 2009, el neurobiólogo **Andrew Schwartz**, creó la primera mano robótica guiada por señales neurológicas que eran recibidas por medio de los nervios del brazo, tal como se puede observar en la figura 1.30.

Otro suceso histórico de relevancia para la biología en el mundo fue la secuenciación del genoma humano, dentro del proyecto con el mismo nombre. En el año 2001 se logró identificar y secuenciar el 90% de los tres mil millones de pares de bases del genoma. Dando como resultado el reconocimiento del número de genes en la especie humana, los cuales varían entre 50 mil hasta 140 mil. El proyecto logró culminar la investigación en el año 2003, como se muestra en la siguiente figura.

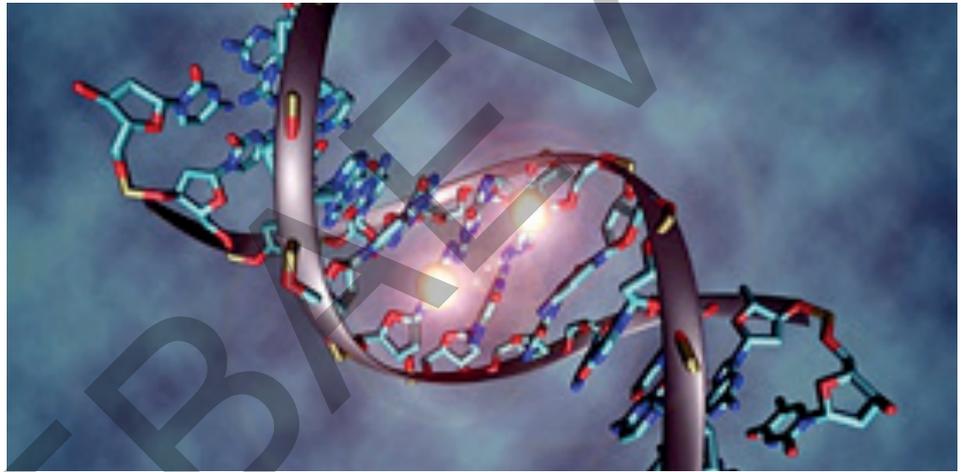


Figura 1.31 El proyecto genoma humano tuvo como finalidad secuenciar todos los pares de bases nitrogenadas que constituyen el ADN a la especie.

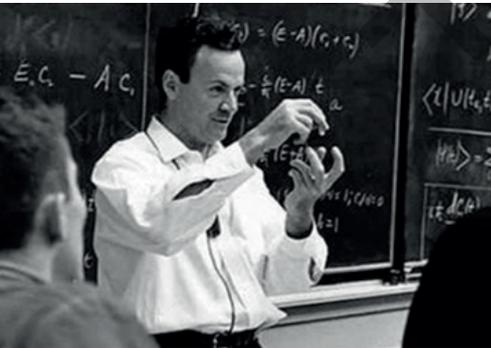


Figura 1.32 Richard Feynman principal promotor y fundador de la nanotecnología.

Aunado a lo anterior, se ha podido incursionar en el campo de la salud, desarrollando terapias génicas, que consisten en la introducción de genes específicos en el paciente con la finalidad de tratar alguna enfermedad o prevenirla.

En la actualidad, la biología molecular se asocia con la medicina para explicar posibles enfermedades que se encuentran en alteraciones estructurales de las moléculas que forman parte de las células de un ser humano. Así es como surgen: la **nanociencia**, que se encarga del estudio de procesos y estructuras que se desarrollan en una escala microscópica entre 1 y 100 nanómetros; y la **nanotecnología**, que se basa en el desarrollo de materiales, herramientas y técnicas para la manipulación de dichas estructuras diminutas e intervenir en el mejoramiento de procesos que ocurran a esa escala. **Richard Feynman** (fig. 1.32) es considerado el precursor de esta rama científica en 1959 y las repercusiones han sido favorables en el diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades, descubrimiento de nuevos fármacos, reparación tisular, pruebas genéticas, robots quirúrgicos, terapia génica hasta el manejo asistencial contra el cáncer (fig. 1.33).

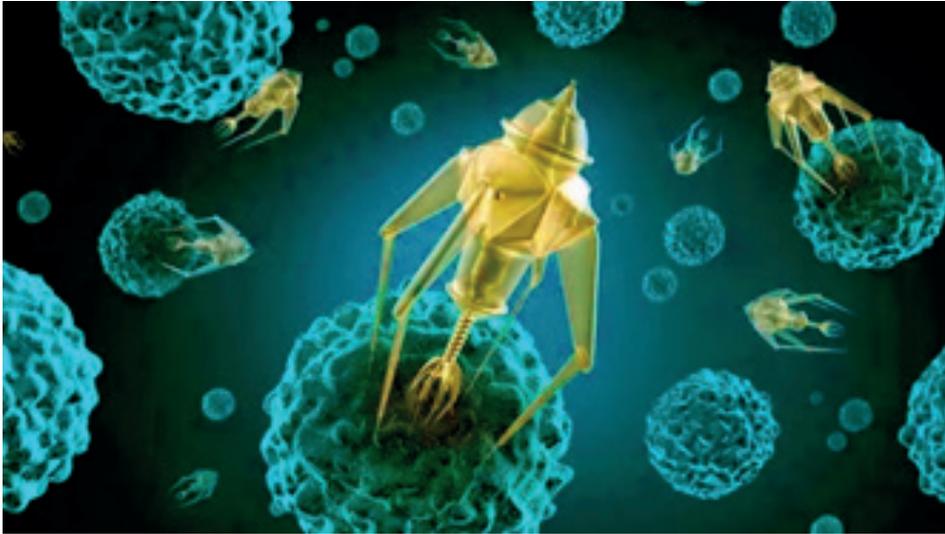


Figura 1.33 La nanotecnología ha desarrollado herramientas de tamaño molecular que han beneficiado la salud humana.

El desarrollo del conocimiento científico sugiere el uso de tecnologías más amigables con el ambiente, a favor de la sustentabilidad. Estas ideas de cambio han promovido el surgimiento de la **biomimética**, una ciencia que toma como modelo a la naturaleza, imitando sus diseños y procesos para mejorar la calidad de vida. Fue propuesta en 1998 por **Janine Benyus** (fig. 1.34). Las aportaciones de la biomimética se utilizan para crear bioestructuras basadas en las características morfológicas y fisiológicas de otros seres vivos, las que se aplican en el área de la salud, aeronáutica, construcción y la industria textil (fig. 1.35).



Figura 1.34 Janine Benyus, fundadora de la biomimética.



Figura 1.35 Un ejemplo de la biomimética es un traje de baño con características similares a la piel de un tiburón desarrollado por la marca Speedo.

Aplico lo aprendido

I. Intégrate en equipo de tres personas, para reflexionar y discutir sobre las innovaciones en la biología a nivel mundial y en México; posteriormente completen el siguiente cuadro comparativo sobre algunos de los avances actuales de las ciencias biológicas, como los revisados en el subtema.

Año de desarrollo	Personajes importantes	Aportaciones

II. Lleva a clase una noticia reciente de periódico, internet o de alguna revista de divulgación científica relacionada con algún avance en la biología.

III. Identifica a partir de la noticia, los aspectos señalados en el cuadro de análisis y vincula con ella los puntos que se te van indicando.

Título de la noticia:	
Autor (es):	
Lugar y año de realización de la investigación:	
Ideas más relevantes de la noticia:	
Relación de la noticia con la ciencia y la biología:	
Conclusión personal sobre la noticia:	

Centros de investigación en el país y su contribución al desarrollo de la biología

En el campo de las ciencias experimentales, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) cuenta con 30 instituciones de investigación científica, relacionados de alguna forma con las ciencias biológicas; entre ellos, el principal es el **Instituto de Biología**, de gran importancia por el estudio de la biodiversidad de México, donde se realiza investigación taxonómica clásica, así como investigación de frontera que incorporan enfoques y técnicas modernas para la caracterización y comprensión de la biodiversidad en sus diferentes niveles de organización, desde las moléculas y organismos, hasta el de comunidad y ecosistema¹.

¹ Página oficial del Instituto de Biología de la Universidad Autónoma de México. <http://www.ibiologia.unam.mx/lanabio.html>



Figura 1.36 Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN).



Figura 1.37 Edificio principal del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) ubicado en la Ciudad de México.



Figura 1.38 Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (Cinvestav) del IPN.

De igual forma, la **Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (IPN)**, de las más antiguas en nuestro país (fig. 1.36), su campo de acción inicial fue el de la salud, con avances en bacteriología y enfermedades como la tifo y la brucelosis. Actualmente, es una institución que forma recursos humanos en el ámbito científico: biología, bioquímica, bacteriología, farmacología y desarrolla investigaciones en el campo biomédico.

El desarrollo y creación de nuevas tecnologías en la sociedad moderna se debe al esfuerzo de las investigaciones científicas, por ello, la inversión en este rubro es clave para el progreso de los países. En México, el **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** (fig. 1.37) es el organismo público que tiene por objetivo promover el desarrollo científico y tecnológico, así como la innovación, a fin de impulsar la modernización tecnológica del país².

En la región central y noreste del país se ubica el **Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (Cinvestav)** del IPN (fig. 1.38), en el cual se desarrollan investigaciones científicas y tecnológicas en los campos de la biología celular, biología molecular, neurociencias, biotecnología y ciencias exactas principalmente. Siempre con un compromiso social en México, al formar investigadores de alto nivel que contribuyan en la solución de problemas relevantes, para la sociedad en su conjunto. Destaca la participación de sus científicos y estudiantes de posgrado en el Gran Colisionador de Hadrones, del cual se ha obtenido la radiografía a color con fines médicos; por otro lado, ha contribuido al desarrollo de biosensores con nanotecnología para la identificación de virus y células cancerígenas.

En el norte del país existen dos instituciones muy importantes, tal es el caso del **Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR)**, dependiente del Instituto Politécnico Nacional y con sede en La Paz, Baja California Sur; es una institución del Gobierno Federal, creada con el fin de desarrollar actividades académicas y de investigación en el campo de las Ciencias Marinas. Su ubicación entre el Mar de Cortés y la costa occidental de la Península de Baja California, le da una importancia adicional desde el punto de vista científico, por la gran diversidad biológica, que permite la existencia de pesquerías y los vastos fenómenos oceanográficos que enriquecen los mares que rodean dicha península³.

Así mismo, se encuentra el **Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste (CIBNOR)**, donde se realiza investigación científica, de innovación tecnológica y formación de recursos humanos, en el manejo sustentable de los recursos naturales. Está ubicado en el estado de Baja California Sur; también cuenta con sedes en Sonora y Nayarit⁴.

² Página oficial del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt>

³ Página descriptiva del Centro interdisciplinario de ciencias marinas <https://www.educaedu.com.mx/centros/cicimar-centro-interdisciplinario-de-ciencias-marinas-del-instituto-politecnico-nacional-unil347>

⁴ Página oficial del Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste <https://www.cibnor.gob.mx/acercadelcibnor/mision-vision-y-objetivos>

En el sureste mexicano se encuentra **El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)** (fig. 1.39), este es un centro público de investigación científica, que busca contribuir al desarrollo sustentable de la frontera sur de México, Centroamérica y el Caribe a través de la generación de conocimientos, la formación de recursos humanos y la vinculación desde las ciencias sociales y naturales. Tiene presencia institucional en los estados fronterizos del sur de México: Chiapas, Tabasco, Campeche y Quintana Roo⁵.

Específicamente en el estado de Veracruz existen diferentes institutos de investigaciones biológicas, siendo el principal el **Instituto de Ecología (INECOL)** (fig. 1.40), el cual se encarga de desarrollar investigación acerca del uso de los recursos naturales, la conservación y la biodiversidad de México. Con esto, pretende apoyar con bases sólidas el establecimiento de políticas y mecanismos adecuados para continuar e impulsar el desarrollo del país, evitando al máximo posible la afectación del medio ambiente y la riqueza biológica de los ecosistemas, que condicionan la calidad de vida y el bienestar de la población⁶.

Cabe resaltar el papel de la Universidad Veracruzana como promotora del desarrollo científico y tecnológico en el Estado; siendo así que cuenta con el **Centro de Investigaciones Biológicas (CIB)** con la finalidad de realizar estudios de comportamiento y estudios florísticos y faunísticos en la región de los Tuxtlas y en la Sierra de Santa Martha en Veracruz. Actualmente cuenta con 7 áreas de investigación con 17 líneas de investigación⁷.



Figura 1.39 El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR).

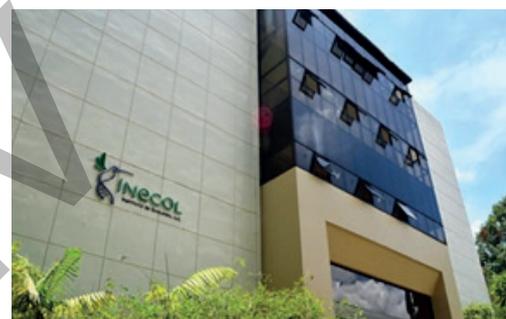


Figura 1.40 El INECOL, es un ícono de las investigaciones biológicas en el Estado de Veracruz, se ubica en la ciudad de Xalapa y se caracteriza por su sentido de responsabilidad social y divulgación de la ciencia.

5 Página oficial de El Colegio de la Frontera Sur <https://www.ecosur.mx/>

6 Página oficial del Instituto de Ecología <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-1/quienes-somos>

7 Página oficial del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana <https://www.uv.mx/iib/general/3583/>

Aplico lo aprendido

I. Investiga con ayuda de tu profesor y/o pregunta a familiares y amigos si cerca de tu comunidad existe alguna institución, o campo experimental que se dedique a realizar investigaciones sobre cuestiones biológicas. En caso de ser así:

1. Realiza, de manera grupal, una visita guiada a dicho lugar para conocer los trabajos que se desarrollan.
2. O bien, inviten a su escuela a algún colaborador de ese lugar para que comparta con ustedes algunas experiencias sobre investigaciones biológicas.

II. Elabora de manera individual, una infografía sobre los aportes y conocimientos adquiridos a partir de la visita o la charla realizada.

Tecnología utilizada en el método científico para el estudio de la biología



Figura 1.41 El desarrollo de la tecnología y su relación con la biología.

La tecnología hace referencia a las diferentes formas de actuar, crear o modificar el entorno para manipular los fenómenos naturales y a su vez permite poner estos fenómenos a nuestro servicio para mejorar nuestra calidad de vida. Ahora bien, el desarrollo de la tecnología surge gracias a un sin fin de investigaciones científicas, por lo que ciencia y tecnología están íntimamente relacionadas; en el caso específico de la biología, ha sabido integrar los avances tecnológicos para dar paso a nuevas ramas del conocimiento, como la biotecnología, la cual incorpora un área amplia del conocimiento que surge de la ciencia básica (biología molecular, microbiología, biología celular, genética), de la ciencia aplicada (técnicas inmunológicas y bioquímicas, técnicas basadas en la física y la electrónica), y de otras tecnologías (fermentaciones, separaciones, purificaciones, informática, robótica y control de procesos). Por lo que se trata de una red compleja de conocimientos donde la ciencia y la tecnología se entrelazan y complementan, como se muestra en la figura 1.41.

Pasos del método científico aplicado al desarrollo de la biología

La ciencia se basa en el método científico como estrategia de investigación, mientras que la tecnología puede ser parte de ese método, el cual se constituye por una serie de pasos ordenados, iniciando con una pregunta de investigación a la que se le buscan varias posibles respuestas y estas se ponen a prueba a través de la experimentación (fig. 1.42).

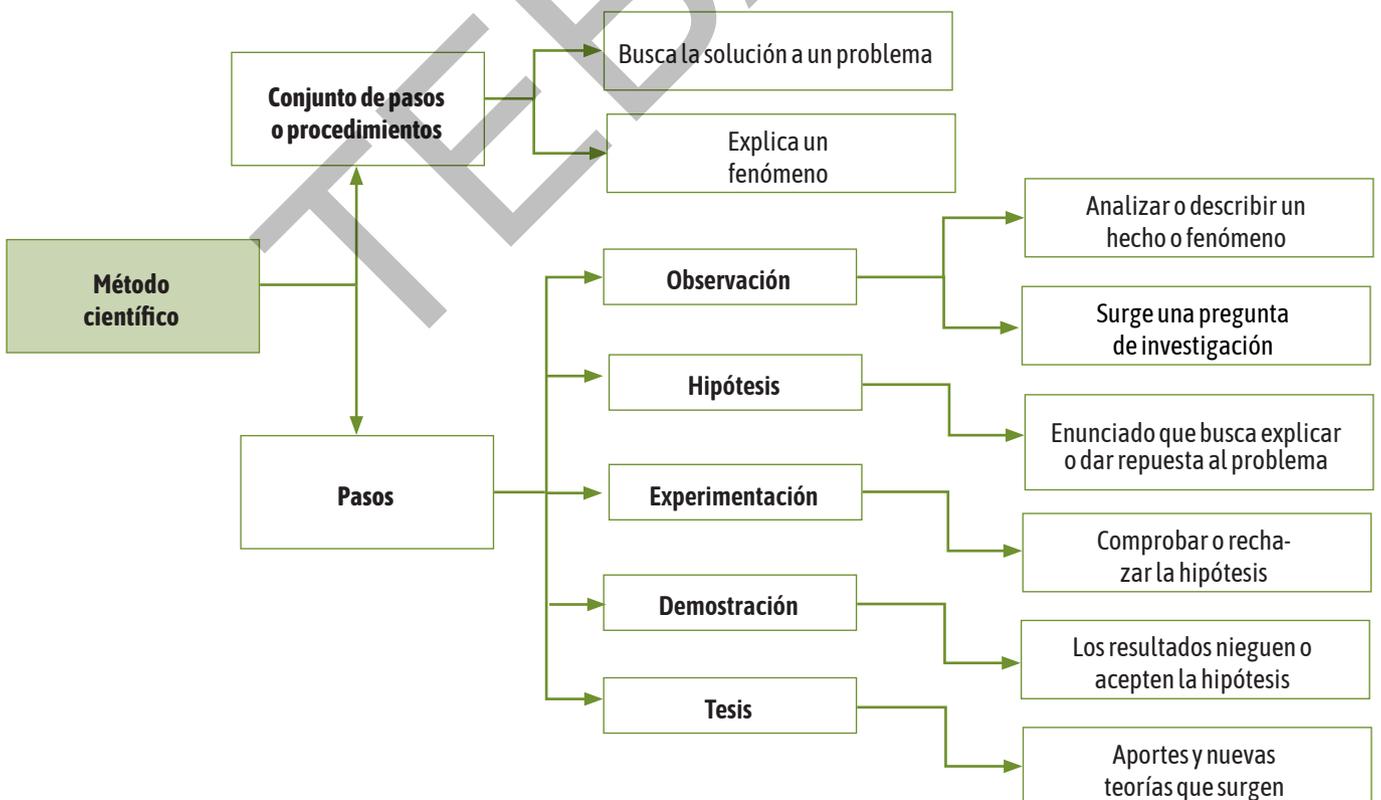


Figura 1.42 Las características del método científico.

La biología, forma parte de las ciencias experimentales, que se caracterizan porque ponen a prueba variables o causales que pueden afectar o dar respuesta a un fenómeno o problema, con la finalidad de descubrir relaciones de causalidad, hechos y procesos hasta el momento desconocidos. En este sentido, cada paso del método científico se puede aplicar en el proceso de investigación biológica.

Para su mayor comprensión analicemos un caso en el campo de la biología molecular:

Introducción

El Parkinson se considera la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente después del Alzheimer, se caracteriza por la progresiva pérdida de neuronas productoras del neurotransmisor dopamina, cuyas manifestaciones típicas son: temblores, rigidez muscular, lentitud en los movimientos y problemas de equilibrio y coordinación, tal como aparece en la figura 1.43.

Esta investigación surge ante la necesidad de desarrollar un tratamiento para evitar, retrasar o detener la evolución progresiva de este padecimiento y que hasta la fecha no existe.

Problema

En investigaciones recientes, se demostró que las formas sintéticas de la proteína α -sinucleína son tóxicas para las neuronas, tanto en cultivos celulares (in vitro) como en ratones (in vivo) y que puede propagarse de una célula a otra. Sin embargo, se desconoce si la proteína **patológica** humana, presente en pacientes con Parkinson, puede ser la responsable de iniciar y difundir dicho proceso neurodegenerativo y si es relevante para la enfermedad.

Pasos del método científico

Observación

Investigaciones previas al proyecto sugieren que la pérdida de **neuronas dopaminérgicas** y la presencia en ellas de agregados patológicos intracelulares de la proteína α -sinucleína, misma que puede extenderse progresivamente a regiones cerebrales interconectadas (por un mecanismo de comunicación celular) dan como consecuencia la muerte neuronal, que se traduce en las típicas manifestaciones motoras de la enfermedad de Parkinson.

Hipótesis

La proteína α -sinucleína extraída de pacientes fallecidos con Parkinson, tiene una **capacidad patogénica** para iniciar y desencadenar en ratones y primates, el mecanismo neurodegenerativo del padecimiento.



Figura 1.43 La enfermedad de Parkinson suele comenzar por el temblor en las manos del paciente.

Patológica.

Que denota enfermedad o que la implica.

Neuronas dopaminérgicas. Son las células nerviosas del cerebro que producen dopamina. Participan de importantes procesos biológicos como el movimiento, la motivación y la función intelectual. La degeneración de estas neuronas produce una patología denominada enfermedad de Parkinson.

Capacidad patogénica. También llamada patogenicidad, es la capacidad de causar enfermedad mediante la superación de las defensas del huésped.

Acúmulos intracelulares. Se refiere a sustancias acumuladas por las células de forma anormal. Estas sustancias pueden causar daños a las células, o no provocar ningún tipo de problema. Suelen acumularse en el citoplasma, aunque también las podemos encontrar en el núcleo o en los organelos.

Experimentación

Para comprobar la hipótesis, durante el estudio, los investigadores extrajeron la proteína α -sinucleína, a partir de cerebros de pacientes fallecidos con Parkinson, para luego inyectarla en cerebros tanto de roedores por cuatro meses, como de primates por nueve meses.

Demostración

Transcurridos cuatro meses después de la inyección, los resultados señalaron que los ratones y monos comenzaron a presentar degeneración de las neuronas dopaminérgicas y **acúmulos intracelulares** de la proteína α -sinucleína patológica, como ocurre en la enfermedad de Parkinson. Meses más tarde, los animales presentaron acúmulos de esta proteína en áreas cerebrales distantes, de manera muy similar a la observada en pacientes que llevan años con el padecimiento.

Tesis

Se descubrió que la proteína α -sinucleína desencadena la enfermedad de Parkinson. Los investigadores señalan que el siguiente paso es investigar la forma para detener la progresión y la extensión de la enfermedad, mediante el bloqueo de la transmisión celular de la α -sinucleína, así como regulando los niveles de expresión y deteniendo la conversión patológica de esta proteína.

El éxito de una investigación biológica recae en el correcto seguimiento de los pasos del método científico, un buen conocimiento de los antecedentes del fenómeno abordado, y las conclusiones, pueden dar origen a nuevas interrogantes o meramente dar respuesta al planteamiento inicial o hasta refutar la hipótesis sugerida.

Aplico lo aprendido

Como te has dado cuenta la biología es una ciencia con un campo amplio de acción, con contribuciones en varios contextos: salud, medio ambiente, económico y social.

I. Intégrate en equipo con base en la cantidad de alumnos que haya en el grupo, discutan las problemáticas del lugar donde viven y sus posibles soluciones gracias a la aplicación de la biología en conjunto con otras ciencias. Mediante común acuerdo, elijan una para compartir con el grupo.

II. Diseñen un proceso de investigación donde apliquen los pasos del método científico, con base en la problemática seleccionada en tu localidad.

III. Realicen una exposición mediante un organizador gráfico donde muestren el procedimiento científico diseñado.

Actividad para portafolio de evidencias

Instrumentos y equipos

Dentro del proceso de investigación se utilizan distintos instrumentos o equipo especializado, esto depende del campo de acción dentro de la biología; por ejemplo, si realizas una investigación taxonómica sobre botánica o zoología siempre será útil el uso de herramientas auxiliares para la observación de los organismos bajo estudio, tales como algún tipo de *microscopio*, por ejemplo: óptico (fig. 1.49), de contraste de fases (fig. 1.50), electrónico de barrido (fig. 1.51) y estereoscopios (fig. 1.52).

¡A trabajar en tu producto esperado!

Es momento de realizar la actividad marcada en el inciso 1.d del apartado I del producto esperado.



Figura 1.49 Microscopio óptico.



Figura 1.50 Microscopio de contraste de fases.

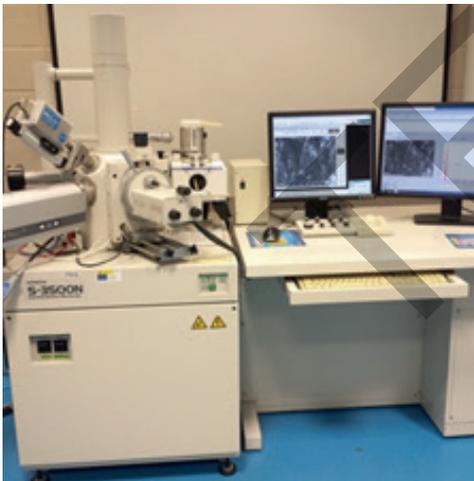


Figura 1.51 Microscopio electrónico de barrido.



Figura 1.52 Estereoscopio.

Entre los instrumentos especializados que podemos encontrar en un laboratorio, podemos mencionar las *balanzas*, que permiten determinar el peso de sustancias u objetos con una precisión mínima de al menos 0.1 gramos. Estas pueden ser mecánicas o electrónicas, granatarias o eléctrica analíticas (fig. 1.53).



Balanza granataria



Balanza eléctrica analítica

Figura 1.53 La balanza granataria tiene una precisión mínima de 0.1 gr (izquierda), mientras que la balanza analítica (derecha) tiene una precisión mínima de 0.001 gr

También se encuentra la *centrífuga* de laboratorio (fig.1.54), una máquina que logra la separación o sedimentación de dos componentes mediante el empleo de una gran fuerza y velocidad de giro.

Otro aparato muy usado en laboratorio es la *autoclave* (fig. 1.55), recipiente metálico de paredes gruesas con cierre hermético, que sirve para esterilizar material médico o de laboratorio sometiéndolos a vapor de agua saturado a alta presión a 121°C, alrededor de 15 o 20 minutos, dependiendo del tamaño de la carga y el contenido.



Figura 1.54 Centrífuga de alta velocidad, usada en muestras de sangre o plasma.



Figura 1.55 Autoclave.

De igual forma, el medidor de pH (fig. 1.56) es un instrumento utilizado para medir la acidez o la alcalinidad de una sustancia, la escala va de 0 a 14.

Otro aspecto importante, es el uso de un espacio idóneo para desarrollar la fase de experimentación, este por lo regular es un laboratorio equipado con materiales de *sostén* (fig.1.57) que sirven para sujetar o dar soporte a otros objetos, tales como: gradillas, pinzas, soporte universal, tela de asbesto, trípode, bornes y anillos de hierro. De *recipientes* (fig.1.58) como: matraces, tubos de ensayo, pisetas, frascos, entre otros; mientras que los *volumétricos* (fig.1.59) son: probetas, pipetas, buretas y matraces volumétricos; y de uso específico (fig.1.60) son: vasos de precipitados, embudos, espátulas, tubos refrigerantes, vidrios de reloj, morteros, termómetros, mechero de bunsen, etcétera.



Figura 1.56 Medidor de pH.

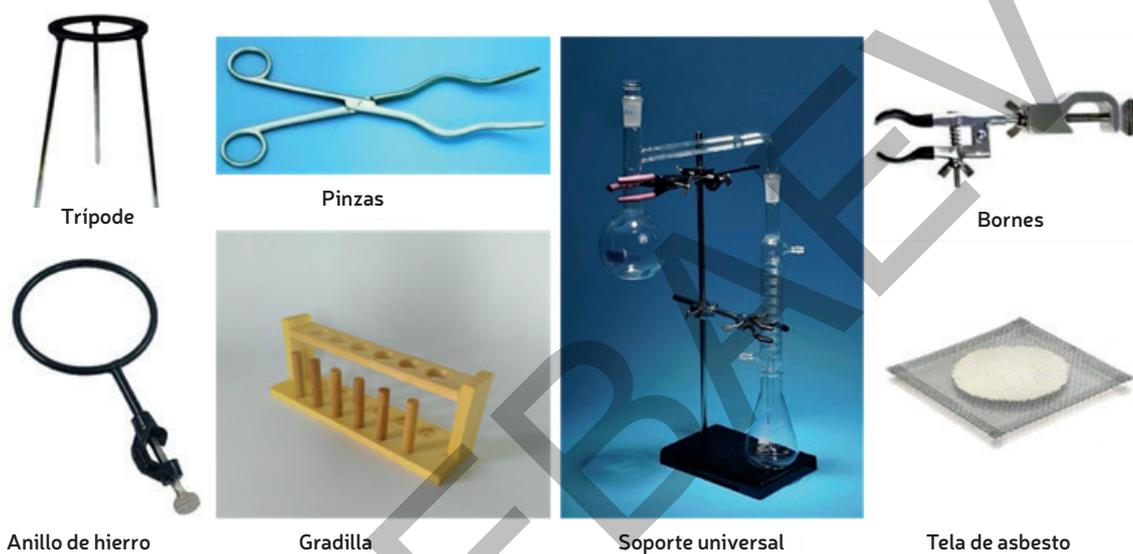


Figura 1.57 Ejemplo de algunos materiales de sostén.



Figura 1.58 Pisetas, frascos, tubos de ensayo, matraz volumétrico y matraz de Erlenmeyer.



Bureta



Probetas graduadas



Pipetas

Figura 1.59 Bureta, probetas graduadas y pipetas.



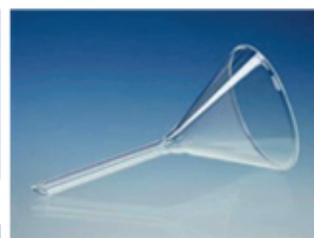
Mechero de bunsen



Tubos refrigerantes



Vidrio de reloj



Embudo



Espátula-cucharilla



Vaso de precipitado



Mortero



Termómetro

Figura 1.60 Mechero de bunsen, tubos refrigerantes, vidrio de reloj, embudo, espátula-cucharilla, vaso de precipitado, mortero y termómetro.

También se usan reactivos y sustancias químicas que permiten hacer análisis específicos y brindan un ambiente con condiciones controladas para evitar agentes externos o factores que puedan contaminar las muestras o poner en riesgo la investigación. Por último, es importante contar con una computadora (fig. 1.61) con acceso a internet, a bases de datos y fuentes bibliográficas de consulta para realizar una búsqueda completa de los antecedentes de la investigación y plasmar nuestros resultados.



Figura 1.61 El uso de la computadora en la búsqueda de información científica.

Aplico lo aprendido

I. Realiza, de manera individual, un mapa mental sobre los tipos de materiales utilizados en la fase experimental de laboratorio.

II. Responde las siguientes preguntas al respecto:

1. ¿Qué beneficios promueve el uso de instrumentos, materiales y equipos en un proceso de investigación científica?
2. ¿Cuáles son los riesgos de un mal manejo de los instrumentos en la fase experimental de una investigación biológica?
3. ¿Cuáles son las consecuencias de la ausencia de instrumentos y equipo en un proyecto de investigación?
4. ¿Crees que siempre se han utilizado los mismos instrumentos a lo largo del desarrollo de la biología como ciencia?
¿Por qué?



Figura 1.62 Los OGM surgieron con la finalidad de erradicar el hambre en el mundo.



Figura 1.63 Las variedades naturales de maíz en riesgo de desaparecer por la manipulación genética.

Riesgos y beneficios de la tecnología en el desarrollo de la biología

Actualmente la biología ha cobrado mayor relevancia debido a su campo de acción. Las investigaciones biológicas se enfocan al uso y desarrollo de tecnologías que traen consigo beneficios para la sociedad y para el ambiente en diferentes aspectos tales como:

- El cuidado del medio ambiente o reparación del daño ambiental ocasionado a los ecosistemas por el calentamiento global, el efecto invernadero hasta el derretimiento de los polos.
- La resolución de problemas de salud a nivel mundial como el cáncer, el VIH o nuevas enfermedades que surgen sin conocer formas de contenerlas.
- La creación de vacunas o antídotos para enfermedades hasta ahora incurables.
- La solución de problemas sobre el cultivo de organismos genéticamente modificados (OGM) que puedan acabar con el hambre en el planeta (fig. 1.62).

Sin embargo, también existe la posibilidad de que conlleven algunos riesgos, por ejemplo:

- La manipulación genética de especies puede afectar las variedades vegetales naturales y esto provoque la extinción de aquellas de importancia doméstica.
- Existe la posibilidad de polinización cruzada, por medio de la cual el polen de los cultivos de OGM se difunda a cultivos naturales en campos cercanos, por lo que pueden dispersarse ciertas características como resistencia a los herbicidas. Esto podría dar lugar, por ejemplo, al desarrollo de maleza más agresiva o de variedades silvestres con mayor resistencia a las enfermedades.
- La transferencia de genes de plantas transgénicas a silvestres cultivadas contiguamente, puede provocar una alteración genética. Un ejemplo de esto, es el cultivo de maíz transgénico en México que puede llegar a afectar a las dos variedades silvestres, el teocintle y el tripsacum (fig. 1.63).
- En lo que respecta a la salud humana, estudios experimentales con animales sugieren un daño celular por el consumo de OGM, desarrollando enfermedades como el cáncer.
- Asimismo, en el campo de la nanotecnología, es preocupante la generación y acumulación de nanobasura que no es posible degradar o reciclar.
- Además, el uso de la nanotecnología se podría utilizar para crear armas químicas y biológicas.

¡A trabajar en tu producto esperado!

Afina con tus compañeros los detalles de su guion y dramatización; soliciten apoyo a su profesor si tienen alguna duda.

Puedes comenzar a elaborar el ensayo solicitado en la sección 2 del apartado I, pues deberás entregarlo el día que presentes tu dramatización.

Búsqueda de artículos de divulgación científica

A lo largo de todo el proceso de la investigación, los científicos recurren a otras fuentes de información que les puedan aportar datos acerca de lo que están investigando (fig. 1.64). Buscan saber qué se conoce sobre el tema que están estudiando. De ahí la importancia de realizar una amplia búsqueda de información en fuentes confiables, tales como libros, revistas

especializadas o páginas de internet respaldadas por alguna institución académica o gubernamental.

Ahora bien, el surgimiento de nuevas teorías, leyes o conclusiones sobre un fenómeno estudiado, deben ser publicados en revistas científicas para que otros investigadores puedan conocer los aportes sobre un tema específico; sin embargo, en muchas ocasiones esta información queda fuera del alcance de la ciudadanía, por lo que los artículos de divulgación cumplen una función vital, la de transmitir esta información, los avances científicos y los nuevos descubrimientos en el mundo de las ciencias experimentales al público en general a través de un lenguaje sencillo, claro y comprensible para la sociedad.

Actualmente, podemos encontrar revistas de divulgación en formato impreso o en las páginas de internet (fig. 1.65). El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) cuenta con un índice de revistas mexicanas de divulgación científica y tecnológica, dentro de las cuales destacan aquellas respaldadas por universidades como la UNAM.

Algunos ejemplos de revistas en materia de las ciencias biológicas son: la revista **Ciencia** de la Academia Mexicana de Ciencias; **Ciencia y Desarrollo** de la UNAM; **Ecofronteras** del Colegio de la Frontera Sur y la revista **Hypatia** del gobierno del estado de Morelos.



Figura 1.65 Ejemplos de revistas científicas y de divulgación en el mundo.

Según datos del Informe Global de Resumen Digital 2020, en 2019 más de 4 500 millones de personas utilizaban internet. Aunado al uso de dispositivos digitales, el internet se ha convertido en una herramienta que permite obtener información de manera inmediata, de cualquier parte del mundo y sobre cualquier tema de interés. A la vez que facilita la comunicación



Figura 1.64 Dentro de una investigación siempre es importante realizar una búsqueda de antecedentes sobre el tema de estudio.

Podcasts.

Son grabaciones de audio o vídeo originales o de un programa de radio o televisión ya emitido, de una clase, una actuación o cualquier otro evento. Es una herramienta del periodismo científico, ya que este constantemente se enfrenta a la dificultad de conectar con públicos no especializados y para ello recurre al uso de diversas plataformas digitales generando narrativas de comunicación.

e interacción entre personas que comparten los mismos intereses o campos de investigación, con esto se logra convenir en ideas, transmitir avances y descubrimientos científicos de forma eficaz. Por otro lado, el internet también es una herramienta de divulgación del conocimiento y la ciencia, ya que permite el acceso a materiales de enseñanza, aprendizaje o investigación que van desde cursos online a materiales audiovisuales como **podcasts**, libros electrónicos, bases de datos, programas de radio, tesis doctorales, revistas científicas, guías de estudio y fondos históricos digitalizados. Por lo tanto, es importante que cuando realices una revisión bibliográfica consultes fuentes confiables y verídicas que proporcionen información veraz sobre el tema de tu interés.

Aplico lo aprendido

- I. Intégrate en equipo con ayuda de tu profesor.
- II. Recreen y organicen mesas de discusión sobre las herramientas de búsqueda de información científica.
- III. Consideren la siguiente pregunta como eje de la discusión. ¿Qué nos ofrece el internet en la búsqueda de información?
- IV. Utilicen el siguiente cuadro para hacer más fácil el análisis del tema.

¿Qué nos ofrece el internet en la búsqueda de información?

Alcances

-
-
-
-
-

Limitaciones

-
-
-
-
-

V. Realicen (los mismos equipos) con base en la información obtenida, una grabación (podcast) de 3 a 5 minutos donde aborden sus ideas principales y conclusiones sobre el tema. Para lo cual, lleven a cabo lo siguiente:

1. Consigan el celular de uno de los integrantes del equipo o algún familiar.
2. Ubiquen un lugar libre de ruidos del ambiente para mejorar la calidad de la grabación, también pueden usar unos audífonos de celular que tienen micrófono incluido para mejorar el sonido.
3. Seleccionen el tipo de audiencia a la que será dirigido su podcast: *niños, jóvenes, personas mayores, público en general, etcétera.*
4. Creen un guion pensando en su público destino y usando las ideas principales y conclusiones del tema revisado; diseñen la participación de los integrantes del equipo para intervenir en la grabación.
5. Hagan un par de ensayos antes de grabar el podcast oficial.
6. A grabar.
7. Recuerden que, para esta actividad el podcast solo se quedará en la etapa de grabación. Si alguien tiene la oportunidad de subir la grabación al internet puede hacerlo para que sus compañeros lo descarguen y difundan entre sus conocidos.

Actividad para portafolio de evidencias

¡A trabajar en tu producto esperado!

Es momento de presentar la dramatización del programa de radio, así como de entregar tu producto del apartado II.



Aplico lo aprendido

I. Realiza, de manera individual, lo que se te pide a continuación:

1. Elabora una línea del tiempo donde ubiques cronológicamente los avances científicos y tecnológicos que han contribuido a la evolución de la biología en México, considerando los centros de investigación que han participado en dicho proceso.

- a) Utiliza imágenes, hojas de colores y plumones para darle mejor presentación a tu producto.
- b) Busca más información al respecto en fuentes bibliográficas externas, si lo consideras conveniente.
- c) Socializa tu producto con el resto de tus compañeros.

2. Retoma la problemática considerada en el producto esperado y redacta un informe donde incorpores lo siguiente:

- a) Describe los pasos del método científico que seguirías para resolverlo.
- b) Señala los instrumentos o herramientas tecnológicas que utilizarías para abordarlo.
- c) Explica los riesgos y beneficios del uso de dichos instrumentos y herramientas tecnológicas.
- d) Propón soluciones para la problemática planteada con base en el proceso descrito.