

Liliana Elisabet Mosso, Sergio Tedesco

SEGUNDA EDICIÓN

BIOLOGÍA II



2° año Secundaria

Muestra distribuida por la editorial

ÍNDICE

Capítulo 1. La ciencia: una actividad del hombre	9
Ciencia e historia	10
Diferencia entre conocimiento vulgar y científico	12
El método científico experimental	15
Clasificación de las ciencias	18
La comunicación en la ciencia	19
La comunicación entre científicos: la interdisciplina	19
La comunicación social de los conocimientos científicos: divulgación científica	21
El progreso científico: “se puede pero... ¿se debe?”	22
 Capítulo 2. Evolución: diversidad y cambios en los seres vivos	24
Un enigma filosófico: ¿podría existir una naturaleza diferente a la que conocemos?	24
Ciencia y religión: conflictos y desencuentros para explicar el origen de los seres vivos	25
Fijismo, mutabilidad y creacionismo	25
Nomenclatura binomial	27
Otros estudiosos de los fósiles...	30
Un mismo origen para todas las formas de vida: teoría del ancestro común	33
¡Atención! No todo lo semejante asegura un parentesco. Lo importante es “lo de adentro”...	35
Nos estamos yendo por las ramas...	35
¿Qué son las formas intermedias?	36
Y hablando de ramas...	37
Cladogramas	39
Del transformismo al evolucionismo: las ideas de Lamarck	40
¿Qué son las adaptaciones?	42
La “revolución” de la evolución	43
Una aventura que cambió la ciencia: “La vuelta al mundo en cinco años”	43
¿Quién fue Charles Darwin?	43
Un viaje fructífero: “El comienzo de mi verdadera vida”	44
La pista de las Galápagos: un experimento natural	46
Con “los pies sobre la tierra”: ordenando las piezas del rompecabezas	48
¿Cuáles fueron las ideas que plasmó en su libro?	48
Selección natural	51
Evolución: sobreproducción frente a selección	53
La revolución de la evolución: una historia que sigue	54
 Capítulo 3. El origen de la vida	59
15.000 millones de años atrás...	59
¿Y por la Tierra cómo andamos?	61

Muy lejos del “paraíso terrenal”...	62
La Tierra viva	62
La teoría de Oparin: ¿una vuelta a las antiguas ideas sobre la generación espontánea de la vida?	63
La teoría de Oparin puesta a prueba	66
La vida del primer ser vivo: ¿qué hay para comer?	68
Un poco de aire puro: la llegada del oxígeno	70
La fotosíntesis	70
Si hubiera habido oxígeno... ..	71
Si hubiera habido ozono... ..	71

Capítulo 4. Las primeras formas de vida 72

Todos los atributos de la vida reducidos a su mínima expresión: las células procariotas	73
Grandes, complicadas y exitosas: el “boom” de las eucariotas	77
Y todo por un núcleo... ..	79
Un viaje extranuclear	80
Organelas membranosas: verdaderos laberintos intracelulares	80
La membrana plasmática: pasaje selectivo de sustancias	82
Las organelas de membranas dobles y su relación con la nutrición	84
Todo es cuestión de tamaños: el uso del microscopio	87
La célula como objeto de estudio	90
La teoría celular y el ancestro común	91
Otro importante salto evolutivo: la pluricelularidad	91
Independientes pero dependientes, ¿en qué quedamos?	91
Cómo “crear” un organismo pluricelular	93
Los extremos opuestos: de la muerte celular programada a la multiplicación descontrolada	96

Capítulo 5. Reproducción 101

Reproducirse para evitar la extinción	101
Reproducción asexual y sexual: dos alternativas y miles de variantes	102
Algunos tipos de reproducción asexual	103
Reproducción sexual: ¿ventaja o complicación?.....	106
Solo unos pocos privilegiados pueden elegir	109
¿Cómo encuentran pareja las gametas?	109
Para toda función necesitamos órganos	111
Estructuras reproductoras de animales	111
Después de la fecundación: la etapa de desarrollo	112
Cuando el macho se hace cargo	115
Reflexión	116
Ellas eligen, ellos cortejan	116
Estrategias de los machos de distintas especies para atraer a las hembras	117
Y nosotros... ¿qué?	120
Reproducción responsable	122
Somos distintos.....	124

No tan distintos	126
¿Qué hacer cuando te “dejaron plantado”?	126
Los granos de polen: verdaderas obras de arte	127
La flor y su “merchandising” para la conquista del polinizador	129
Las plantas también protegen a su descendencia	133
Una breve y jugosa historia	133
Un justo precio	134
Algunos ejemplos y una breve conclusión	135
Estrategias reproductivas	137
Los K y los r. Dos estrategias para un mismo fin: sobrevivir	137
Lentas pero inseguras	137
Capítulo 6. Genética	142
Desde un lejano monasterio	144
Es tiempo de organizar y analizar los resultados	145
Las cosas por su nombre	148
Otras características para estudiar	150
Un encuentro con Darwin	151
Las apariencias engañan	153
Caracteres heredables y no heredables	155
Una mirada sobre nosotros mismos	156
Mendel II. El regreso del monje	158
Un poco de historia	160
¿Cómo se forman las gametas?: el proceso de meiosis	162
Los genes van a terapia	163
¿Cómo llegó el ser humano a dominar estas técnicas? El origen de la biotecnología	163
La biotecnología moderna: nuevas herramientas y nuevos horizontes	164
La manipulación genética	165
Los transgénicos	165
Un mapa de nosotros mismos	167
Bibliografía	174



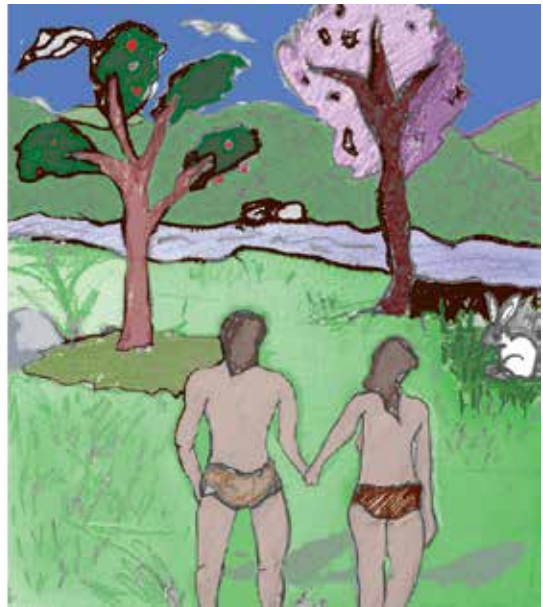
Conseguí este
título en formato
digital.



Muestra distribuida por la editorial

CAPÍTULO 1

La ciencia: una actividad del hombre



¿Alguna vez jugaste al juego de “las siete diferencias”? Es un juego de observación muy sencillo, ¿verdad?

Como en un gran juego de las diferencias, pero desarrollado en escenarios naturales, los primeros hombres y mujeres comenzaron a notar, a partir de la observación, los cambios que sucedían a su alrededor: temporadas de calor coincidían con la aparición, en árboles frondosos, de frutos exquisitos; y las temporadas de frío eran acompañadas por la sequedad de la tierra y la falta de alimentos. Muchos otros fenómenos ocurrían alrededor de ellos: algunos eran cíclicos, como las estaciones del año o determinados hábitos de los animales; y otros, esporádicos, como los terremotos, las tormentas o los vendavales... Y de todos, prácticamente, dependía su supervivencia.

Las dificultades que aparecían cotidianamente generaron necesidades de lo más variadas: no solo las más básicas, como las de alimento o de abrigo, sino también la de curar enfermedades, por ejemplo, y muchas más. Estas necesidades estimularon la curiosidad que, unida a la observación, constituyó uno de los primeros recursos de los que se valieron los seres humanos. ¿Por qué? ¿Cuándo? ¿Cómo? Estos primeros interrogantes son los que convierten un problema en desafío. El momento de hacerse esas preguntas es el primer paso para llegar a una solución.

Vocabulario



● Razón

Es la facultad que nos permite identificar conceptos, cuestionarlos, hallar coherencia o contradicción entre ellos y deducir otros.

● Premisa

Es una expresión lingüística que afirma o niega algo, y puede ser verdadera o falsa.

● Experimentación

Es el método científico de investigación que se basa en la reproducción –generalmente en laboratorio– de un fenómeno determinado, que permite su posterior estudio.

● Conclusión

Es una proposición final, a la que se llega después de haber considerado las evidencias.

● Teoría heliocéntrica

Es la que señala que la Tierra y los planetas giran alrededor del Sol.

La curiosidad y la capacidad de cuestionar los fenómenos del mundo que nos rodea constituyen, dijimos, comportamientos propios de la naturaleza humana. Desde su aparición sobre la Tierra, el hombre aprendió a observar y a comprender ciertos procesos naturales...

¿Alguna vez te preguntaste, por ejemplo, cómo comenzaron a fabricarse los primeros medicamentos? ¿O cómo se determinó cuáles eran los pasos que debían seguirse para momificar un cadáver?

Las antiguas civilizaciones china, egipcia y mesopotámica utilizaron plantas y animales para diversas aplicaciones además de las estrictamente vinculadas con la alimentación. Así fue cómo nacieron las primeras medicinas, por ejemplo, y cómo comenzaron a implementarse prácticas funerarias de momificación y a fabricarse vestimentas con aquellos materiales.

Hasta ese momento los conocimientos simplemente se construían sobre la base de la acumulación de experiencias cotidianas. Como solo tenían un fin práctico, estos saberes no fueron ordenados ni sistematizados.

Recién en el siglo V a. C., el filósofo Platón y su discípulo Aristóteles comenzaron a plantearse de qué manera el hombre logra adquirir conocimiento. Aristóteles afirmó que, para poder acceder a él, se debía aplicar la **razón**, un atributo que diferencia a la especie humana del resto de los animales. Señaló también que un razonamiento era un conjunto de ideas relacionadas entre sí o **premisas** a partir de las cuales era factible elaborar una idea final o **conclusión**. El razonamiento aristotélico marcó el inicio de lo que hoy llamamos “ciencia”.

CIENCIA E HISTORIA

La etimología de la palabra ciencia nos remite al vocablo latino *scire*, que significa “saber”. Para profundizar este concepto podemos definir a la ciencia como “una actividad cultural humana que tiene como objetivo la constitución y fundamentación de un cuerpo sistemático del saber”.

Probablemente, se pregunten qué tiene que ver la cultura con todo esto. La cultura es el modo total de vida de un pueblo, no solo son parte de la cultura las películas, la música, la pintura, los textos o el teatro que se producen en una sociedad determinada, sino también todo aquello que hace al modo de vida y a las creencias de las personas que la comparten. Volvamos al caso de la momificación. ¿A quién se le habría ocurrido momificar un cadáver si esta práctica no hubiera estado relacionada con determinadas creencias que los integrantes de algunas sociedades consideraban válidas, como la egipcia o la inca? Este es el punto en el que la ciencia y la cultura se encuentran íntimamente relacionadas: cuando una se pone al servicio de la otra.

Durante la Edad Moderna, distintos pensadores se replantearon la concepción del mundo que se había tenido hasta entonces: un mundo cerrado y ordenado, regulado por las cuestiones de la fe, y por un pensamiento religioso que ubicaba a Dios en el centro de todas las cosas. Un hecho muy importante marcó profundamente las formas de pensar de la época: la **teoría heliocéntrica**, desarrollada por el astrónomo Copérnico. ¿Qué demostró Copérnico? Algo impensado para la época, nada más y nada menos: que la Tierra orbitaba alrededor del Sol, y no al revés, como se había creído hasta entonces, según la teoría ptolemaica (postulada por Ptolomeo). Un mundo que no era el centro del universo sino parte de él, que comenzó a mostrar cuántos misterios guardaba y, fundamentalmente, un mundo al que algunos científicos comenzaron a abordar desde la razón. La teoría copernicana fue un hallazgo que “sacudió” a la sociedad de aquel momento.

Galileo Galilei marcó otro hito importante en la historia de la ciencia cuando señaló por primera vez, en el siglo XVII, la importancia de la experimentación como forma de demostración. Galileo, además, realizó mediciones utilizando instrumentos tales como el telescopio, y estableció, para realizarlas, procedimientos que incluían la observación meticulosa y el registro de resultados como factores de suma importancia si se deseaba llegar a una conclusión válida.

La razón se convirtió entonces, como decíamos, en el hilo conductor que rigió esta nueva forma de trabajo científico cuya característica principal era la actitud de permanente cuestionamiento hacia los misterios de la naturaleza. Algunos historiadores opinan que recién con Galileo comenzó a hacerse verdadera ciencia.



El sistema solar

Para saber más



Galileo Galilei murmuró el *Eppur si muove* o *E pur si muove*, que se traduce como “Y sin embargo, se mueve”, tras abjurar de la visión heliocéntrica del mundo ante el tribunal de la Santa Inquisición. Desde un punto de vista simbólico, sintetiza la tozudez de la evidencia científica frente a la censura de la fe.

Galileo fue acusado de sostener las ideas de Copérnico y enviado a la cárcel en 1616. Finalmente, tuvo que abjurar, es decir, renunciar solemnemente a ellas.

Su postura crítica hacia la religión quedó demostrada a través de dichos como este: “La Biblia podrá enseñarnos cómo llegar al cielo, pero no nos dice qué hay en él”.

DIFERENCIA ENTRE CONOCIMIENTO VULGAR Y CIENTÍFICO

El conocimiento vulgar es el que se adquiere por el azar, no es verificable, sino que está sujeto a nuestra mera experiencia y a nuestro modo de sentir. Suele ser inexacto, y no cuenta con definiciones precisas, a veces se apoya en creencias o respuestas que no pueden ser verificadas.

El **conocimiento científico**, en cambio, es el que se adquiere mediante el razonamiento y la verificación permanente. Es **verificable**, porque las hipótesis son avaladas por pruebas que pueden ser constatadas. Tiene carácter de ley y es **explicativo**, es decir que explica los acontecimientos singulares en un marco de pautas generales llamadas leyes. Es **acumulativo**, por lo que puede servir de base para nuevos experimentos. Es, además, un conocimiento en el cual las ideas están interconectadas entre sí lógicamente.

La biología como ciencia tuvo su momento de esplendor a partir de la instauración del método experimental. Investigadores como Marcello Malpighi (1660) y su antecesor William Harvey en 1668 (ambos descubrieron el funcionamiento del corazón y la circulación sanguínea); y también el científico que describió por primera vez los microorganismos a través del microscopio, Antoni Van Leeuwenhoek, fueron los iniciadores de esta modalidad de trabajo.

¿Sabías que...?



Antoni van Leeuwenhoek superó a todos sus colegas investigadores que utilizaban microscopios en sus observaciones. Leeuwenhoek utilizaba lentes muy pequeñas, pero las pulía y les daba una forma tan perfecta que logró con ellas aumentos de hasta 200 veces. En su larga vida, pulió un total de 419 lentes.

En 1676, mientras estudiaba el agua encharcada, descubrió que en ella habitaban organismos vivos tan pequeños que no podían percibirse a simple vista. Los llamó **animálculos**, y son los mismos a los que nosotros ahora denominamos **microorganismos**. Con él se inició un vasto campo de la biología: la microbiología.

También en el siglo XVII se mencionó por primera vez la palabra biología, y se la definió como la ciencia que estudia a los seres vivos, entre ellos, por supuesto, el hombre. Su autor, el naturalista Jean Baptiste Lamarck, fue el que propuso la primera teoría sobre la evolución (desarrollaremos este tema en el capítulo 2).

En el siglo XIX, se destacan Charles Darwin, autor de la teoría hasta hoy más aceptada sobre la evolución, y Gregor Mendel, quien experimentó sobre la forma en la que se transmiten los caracteres hereditarios.

Por otro lado, entre 1840 y 1855, tres científicos, Matthias Schleiden, Theodor Schwann, y Rudolf Virchow, postularon la teoría celular, en la que se considera a la célula como unidad constitutiva de todo ser vivo, tema que trataremos en el capítulo 3.

La ciencia contemporánea se caracteriza por cuestionar hipótesis y postulados que se presentan como verdades absolutas, a los que se accede por la razón; y propone un proceso de trabajo científico más dinámico, una verdadera “construcción” de saberes. Este proceso implica que cualquier conocimiento puede ser cuestionado, invalidado y reemplazado por otro posterior que demuestre de manera más completa o más fehaciente un hecho considerado científico. Asimismo, todo conocimiento puede ser utilizado como pilar para sustentar nuevos hallazgos. Un ejemplo claro de esto fue el ya mencionado descubrimiento por parte del monje Gregor Mendel de las leyes de la herencia, que sentaron las bases de la genética.

Sus resultados fueron informados en 1866. En 1903 fue identificado el material hereditario del núcleo celular y recién en 1953 Watson y Crick describieron la estructura molecular del ADN. En la actualidad, la ingeniería genética señala distintas maneras de manipular ese ADN. La suma de estos conocimientos brindó nuevos horizontes al campo de la genética (desarrollamos todos estos temas en el capítulo 6).

Durante el siglo XX, no solo la genética realizó importantes hallazgos sino que se logró por primera vez identificar muchos microorganismos patógenos. Sir Alexander Fleming descubrió en 1928 el primer antibiótico, la penicilina, con la que se combatieron eficazmente muchas de las enfermedades que los microorganismos producían. La lucha contra los microbios había comenzado con Pasteur y su “teoría de los gérmenes de la enfermedad” enunciada en 1862, y con Edward Jenner, el creador de la primera vacuna en 1796.

La ciencia actual no habla de cómo “es” la naturaleza sino que saca conclusiones a partir de las observaciones que los científicos hacen de ella. Es por ello que tiene un carácter crítico: está sometida a permanente revisión y refutación, ya que bajo este nuevo enfoque se parte de la premisa de que no hay, respecto de la naturaleza, verdades únicas ni incuestionables.



Rudolf Virchow



Microscopio de Virchow



Sir Alexander Fleming

Para saber más



Llegará una época en la que una investigación diligente y prolongada sacará a la luz cosas que hoy están ocultas: la vida de una sola persona, aunque estuviera toda ella dedicada al cielo, sería insuficiente para investigar una materia tan vasta (...) por lo tanto este conocimiento solo se podrá desarrollar a lo largo de sucesivas edades. Llegará una época en la que nuestros descendientes se asombrarán de que ignoráramos cosas que para ellos son tan claras (...) Muchos son los descubrimientos reservados para las épocas futuras, cuando se haya borrado el recuerdo de nosotros. Nuestro universo sería una cosa muy limitada si no ofreciera a cada época algo que investigar (...) La naturaleza no revela sus misterios de una vez y para siempre.

Fuente: Séneca, *Cuestiones naturales*, Libro 7, siglo I, como se citó en Sagan, C. *Cosmos*.

Lectura

**Ciencia y pseudociencia**

Acabamos de ver que no cualquier conocimiento puede constituirse como un conocimiento científico, sino solo aquellos que son demostrables a través de la aplicación rigurosa del método científico. Entre la ciencia y el saber cotidiano no formal existen disciplinas que han sido denominadas pseudociencias. Comparemos, por ejemplo, la astronomía (una ciencia) y la astrología (una pseudociencia). La primera se basa en el estudio del universo, de la naturaleza y de la localización y el comportamiento de los cuerpos celestes. Puede ser considerada la ciencia más antigua.

La astrología también se remonta a épocas muy remotas de las culturas caldea y babilónica. Ambas disciplinas tienen algo en común: sus postulados se basan en el estudio de los planetas y las estrellas. Los astrólogos confeccionan las cartas astrales, en las que ubican en un mapa celeste la posición exacta de todos los planetas en un día y una hora determinada. Hasta aquí, todo esto se basa en la aplicación de conocimientos científicos, pero... ¿por qué no podemos decir que un astrólogo es un científico? Porque realiza una interpretación sobre la supuesta influencia de los astros sobre las personas e inclusive realiza predicciones sobre su futuro basándose en la posición que estos ocupaban el día y hora de su nacimiento (determinado en su carta astral). Esta interpretación no tiene rigor científico, puesto que no puede ser verificada. Esta es la razón por la cual se considera que la astrología es una pseudociencia.

Actividad

Un caso similar ocurre con la alquimia. Averigüen en qué consiste esta milenaria pseudociencia y qué ciencia surgió a partir del trabajo de los alquimistas. Indaguen sobre la ovniología, su objeto de estudio y por qué se la considera una pseudociencia.

EL MÉTODO CIENTÍFICO EXPERIMENTAL

La **comprobación experimental** consiste en reproducir cierto fenómeno natural en condiciones controladas, ya sea en el laboratorio o en el lugar mismo donde se produce en la naturaleza, para poder verificar y estudiar dicho fenómeno y extraer conclusiones sobre él.

Consiste en una serie de pasos ordenados (es decir, **sistematizados**):

- 1. Observación:** consiste en fijar la atención sobre un determinado elemento o fenómeno de la naturaleza y convertirlo en objeto de estudio. Para ello, la observación debe ser metódica, rigurosa, precisa y orientada; es decir que, mientras se observa, se debe realizar en forma paralela un relevamiento de datos y conocimientos previos sobre ese hecho para encaminar la nueva experimentación adecuadamente e identificar y enunciar claramente el problema que se debe resolver. La observación puede ser directa o puede facilitarse por medio de diversos instrumentos.
- 2. Hipótesis:** es una explicación provisoria sobre los hechos observados, o una respuesta posible al problema planteado. La traducción etimológica la define como “lo que se supone de algo”. Lógicamente, una hipótesis se sustenta en la observación y en los datos y conocimientos que previamente se recogieron y analizaron, que constituyen el marco teórico de la experiencia. Tiene un carácter predictivo, por lo que si esta demuestra ser válida, permite anticipar el resultado cada vez que se presente ese mismo problema. Por ejemplo:
 - Si la dieta es pobre en hierro, aparecerá una anemia.
 - Si una planta tiene hojas con zonas sin clorofila (como las de la hiedra), crecerá lentamente.
 - Si les damos a las gallinas un suplemento de calcio con el alimento, estas pondrán más huevos.
- 3. Experimentación:** es el conjunto de procesos empleados para poner a prueba y verificar la hipótesis. Un experimento implica reproducir el fenómeno observado en condiciones similares e introducir variables para verificar cómo este se modifica ante los cambios introducidos. Siempre se compara con respecto al testigo, en el cual no se introduce ninguna variación. Muchas veces se requiere de la construcción de dispositivos especiales sobre los que se lleva a cabo la experiencia. Se trata de modelos que recrean el fenómeno que se investiga.

Por ejemplo: en el capítulo 3, van a observar de qué manera, con un dispositivo, dos científicos, Harold Urey y Stanley Miller, intentaron reproducir las condiciones de la Tierra primitiva para experimentar cómo en ella habría surgido la vida.



Colisionador de partículas

Para comprender cómo se comportan las variables con respecto a un testigo, explicaremos un ejemplo sencillo de la vida cotidiana:

El dueño de una pizzería siempre amasó sus pizzas con harina común, agua, sal y levadura fresca. Un día descubre que la levadura también se vende en polvo, deshidratada. Decide entonces probar cuál le resulta mejor. Amasa una tanda de pizzas con la nueva levadura y la cocina (el lote o grupo experimental). Luego, necesariamente debe compararlas con las pizzas tradicionales (el lote testigo, sin variaciones), para determinar sin lugar a dudas cuáles salen mejor: con levadura fresca o con levadura en polvo. Precisamente, esta es la variable que introdujo entre los dos conjuntos de pizzas. A continuación, debe determinar qué parámetros medirá para resolver cuál es la “mejor pizza”: ¿la que leve más?, ¿la que tenga textura más suave al paladar?, ¿la que leve más rápido que la levadura fresca?

Ahora bien: imaginemos que en el momento de probar la nueva levadura, el pizzero decide hacer otra innovación: en lugar de usar agua, utiliza leche. ¿Podrá determinar con certeza si las pizzas nuevas salieron mejor o peor que las que siempre amasa, debido al tipo de levadura empleada? Desde ya que no. Si las pizzas con la nueva levadura salieron mejores (por ejemplo, más altas y esponjosas que las otras), él no podrá saber con certeza si esto se debió al tipo de levadura o al hecho de haber usado leche en la preparación.

La conclusión es que no se puede introducir más que una variable por vez para observar cómo esta se comporta con respecto al testigo.

A partir de esta explicación, podemos definir tres tipos de variables:

- La **variable independiente** o manipulada: es el único factor que el investigador modifica y tiene relación directa con lo que se pretende demostrar en la hipótesis. En nuestro ejemplo, sería el tipo de levadura.
- Las **variables constantes**: son todas aquellas que deben permanecer sin cambios durante la experimentación ya que, de lo contrario, podrían interferir en el resultado. En nuestro caso, el líquido con el que se amasa (leche o agua), la temperatura del lugar y el tiempo durante el cual se deja la masa levando, el tipo de harina (más o menos refinada), etcétera.
- La **variable dependiente** o de respuesta: es la que se mide para obtener el resultado. Es dependiente de la variable independiente. Dicho de otro modo: si pensamos a la variable independiente como la “causa”, la dependiente sería la “consecuencia”. Para el pizzero, puede ser, por ejemplo, la altura alcanzada por las pizzas.

Actividad



¿Se animan a reproducir esta experiencia en la escuela? Pidan ayuda a sus docentes y pongan manos a la obra. No se olviden de registrar cuidadosamente los resultados. Piensen también cuál habrá sido la hipótesis que el pizzero pretendió demostrar.

Y por último... ¡pueden armar un *pizza party* con toda la clase!

Vocabulario



— Ética

Investigación filosófica de la conducta desde el punto de vista de los juicios de valor, es decir, de lo bueno, lo malo; lo correcto o incorrecto; lo valioso o reprobable.

Es sumamente importante que los resultados de la experimentación sean creíbles. En este sentido, se debe privilegiar la objetividad con la que debe ser abordado el trabajo científico. Por muy tentador que sea para un científico torcer o alterar los resultados para que estos se ajusten a su hipótesis, esto sería una grave falta de **ética** profesional.



Laboratorio. Foto: Franklin Carrero

- 4. Conclusión:** es un análisis que resulta de la comparación de la hipótesis con los resultados obtenidos. Estos permiten validar o refutar la hipótesis. Si del análisis se desprende que esta es falsa, se deberá replantear la experimentación a partir de una nueva hipótesis. En el caso de que los resultados la den por válida, y que la misma hipótesis sea corroborada en repetidas experimentaciones, se puede hacer una generalización, que luego se transformará en ley. Del mismo modo, varias leyes pueden integrarse o relacionarse entre sí, y conformar una teoría.

Actividades



- 1** Analicen alguna publicidad televisiva (puede ser de jabón en polvo, de desodorante de ambientes o detergente en gel) en la que se muestre una situación experimental y planteen cuál es la hipótesis que pretende demostrar. Expliquen cómo ponerla a prueba y determinen cada tipo de variable.
- 2** Diseñen una experiencia que incluya las variables para poner a prueba las hipótesis planteadas en el texto (punto 2 Hipótesis).
- 3** Resultados: a lo largo de la experimentación deben registrar los valores que va tomando la variable dependiente. Es sumamente importante determinar con precisión qué se medirá y de qué manera. En el caso de que se usen grupos o lotes sobre los que se experimenta, deben realizarse muchas mediciones sobre cada integrante y, a partir de estos datos, calcular los valores promedio. La formación de grupos para experimentar hace que la experimentación sea más rigurosa y representativa de la realidad. Los resultados se expresan mediante tablas y gráficos de barras o curvas, y también circulares o de torta.

Busquen en diarios y revistas gráficos de este tipo y expliquen con sus palabras lo que cada uno expresa, según el caso.

Lectura

**Cerebro de músico**

Científicos de la Universidad de Tubinga, Alemania, notaron que los músicos profesionales no ejecutan su música de la misma manera que aquellos que son aficionados, y sospecharon que el cerebro tiene influencia sobre esto. Propusieron que, durante la ejecución, se activaba una zona diferente del cerebro en cada uno.

Fueron convocados dos grupos de 10 músicos: uno formado por profesionales y el otro por aficionados. Todos eran violinistas y se les pidió que tocaran la misma pieza de Mozart. Cada uno tenía conectados en su cabeza electrodos que les permitían a los científicos visualizar en una pantalla la zona del cerebro en la que se registraba actividad.

En los músicos profesionales, la zona más activa era la que controlaba el oído; mientras que, en los otros, la zona que más trabajaba era la que controlaba el movimiento de los dedos. Al observar esto, los científicos dedujeron que se debía a que los músicos profesionales, a través de la práctica, lograron ejecutar de manera automática el violín, por lo que podían concentrar su atención en la melodía. Para los aficionados, todavía representaba una dificultad el movimiento de los dedos para ejecutar el instrumento, por lo que esta tarea requería una gran atención.

Actividad

Luego de leer el texto, transcriban cada paso del método científico. Deduzcan las variables que se debieron considerar.

CLASIFICACIÓN DE LAS CIENCIAS

No todas las ciencias utilizan la experimentación como forma de demostrar una hipótesis. Según su objeto de estudio y su método, se las puede clasificar en **ciencias formales** y **ciencias fácticas**.

Mientras que las primeras construyen conceptos mediante la utilización de símbolos (números, por ejemplo), razonamientos y teorías, las fácticas emplean conceptos a partir de objetos o procesos de la realidad concreta, y se proponen conocer el mundo a través de sus **leyes causales**. Para esto, se basan en la elaboración de hipótesis y la experimentación. El método de las ciencias formales, en cambio, es deductivo y abstracto, no se basa en hechos reales.

Para saber más

La biología estudia la composición química y los fenómenos físicos, la organización y evolución de la materia viva, su origen y las relaciones que se establecen entre los seres vivos y el ambiente que los rodea.

Las disciplinas formales son la matemática y la lógica. Las ciencias fácticas se clasifican a su vez en ciencias naturales y ciencias sociales. Estas últimas necesitan de las formales pero esta relación no es inversa: las ciencias formales son independientes de las fácticas.

Una de las ciencias naturales es la biología, cuyo campo de conocimiento es muy amplio y requiere de la física y la química para ser comprendida.

LA COMUNICACIÓN EN LA CIENCIA

La comunicación entre científicos: la interdisciplina

El progreso científico en la actualidad adquirió un ritmo vertiginoso. El caudal de conocimientos ha ido en constante aumento, por lo cual las ciencias se fueron dividiendo en especialidades y ya es imposible que un solo científico pueda dominar todos los campos de su disciplina. El campo de la biología, por ejemplo, se subdividió en diversas especialidades: existen biólogos moleculares, biólogos celulares, genetistas, ecólogos, biólogos acuáticos, entre otras.

En este camino de construcción de la ciencia, caracterizado por la fuerte especialización, cobra fundamental importancia el vínculo entre científicos que hoy en día pueden mantener un fluido intercambio gracias a las nuevas vías de comunicación, que se suman a las que desde siempre fueron usadas por los investigadores.

Los congresos, simposios, jornadas y seminarios son encuentros en los cuales los hombres y las mujeres de la ciencia se reúnen para intercambiar conocimientos.

Las revistas científicas, muchas de ellas actualmente informatizadas, permiten el acceso a trabajos de investigación en los que los autores consignan todos sus datos para que los interesados puedan contactarlos fácilmente. La vía más frecuente y rápida de comunicación entre los investigadores es el correo electrónico.

Por otro lado, los institutos de investigación y las universidades tienen sus propias páginas web y a través de ellas es posible localizar a los científicos y conocer sus temas de investigación.

Páginas web de algunos centros de investigación nacionales y de otros países

http://exactas.uba.ar	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.
www.fcnym.unlp.edu.ar	Facultad de Ciencias Naturales y Medicina de la Universidad Nacional de La Plata.
www.mdp.edu.ar/exactas	Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata.
www.unlu.edu.ar	Universidad Nacional de Luján.
www.conicet.gov.ar	Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica. Principal organismo impulsor de la ciencia a nivel nacional. Fue creado por Bernardo Houssay, Premio Nobel argentino.
www.ingebi-conicet.gov.ar	Instituto de Ingeniería Genética y Biología Molecular dependiente del Conicet.
www.leloir.org.ar	Fundación Instituto Leloir. Allí trabajó Luis F. Leloir, Premio Nobel argentino.
www.pasteur.fr	Instituto Pasteur de Francia.
www.cdc.gov	Centro para el control de enfermedades y prevención, Atlanta, EE. UU. Junto con el Instituto Pasteur descubrieron el virus del sida.
http://www.who.org http://www.paho.org	Organización Mundial de la Salud (OMS) y Organización Panamericana de la Salud (OPS).

Gracias a estos recursos, los científicos trabajan hoy en forma interdisciplinaria, es decir, en equipos en los que cada uno hace su aporte desde su área de conocimiento específico. Pero no siempre la ciencia se manejó así. Veamos la siguiente lectura.

Lectura



(...) Hoy la ciencia es tan compleja que nadie puede repetir la proeza de Dédalo o Leonardo da Vinci, de abarcar por sí solo todos los campos del saber humano. Pintar, diseñar máquinas para volar, construir fortalezas o inventar telares sería, en el futuro, obra de distintas personas. Así, la respuesta de la ciencia ante la complejidad del mundo fue compartimentarse en disciplinas cada vez más aisladas unas de otras. De este modo, se formaron los especialistas, definidos a veces como “aquellos que saben casi todo acerca de casi nada”, ya que para profundizar sus conocimientos tiene que reducir cada vez más su campo de acción (...).

¿Qué ganamos y qué perdimos con la especialización? Ganamos una alta tecnología, capaz de realizar los productos más sofisticados: satélites artificiales, computadoras, productos de ingeniería genética. Y lo que perdimos es la visión del mundo. Porque el mundo no es un amontonamiento de pequeños espacios investigables sino que es una totalidad. (...)

Pero hubo además un hecho que sirvió de desencadenante para revisar hacia dónde estábamos llevando la ciencia. Se trata de la construcción de la represa de Asuán en Egipto, sobre el Nilo. (...).

El equipo profesional estaba integrado, principalmente, por geólogos que analizaron la roca sobre la que se iba a asentar la represa, ingenieros que diseñaron las obras civiles y las turbinas, y economistas que calcularon el costo de la energía. Para la vieja concepción de la ciencia no hacía falta nada más.

Por esa razón, no se les ocurrió contratar a un ecólogo ni a un médico sanitaria. Cualquiera de ellos les habría explicado que en el Nilo vive un pequeño caracol de apenas 1 cm de diámetro que es el transmisor de una enfermedad hasta ahora incurable, llamada esquistosomiasis (...). La represa, al cortar transversalmente el río, hizo más lentas las aguas. El resultado: una explosión demográfica de caracoles, e inmediatamente cientos de miles de personas contagiadas por esta enfermedad. (...)

No se enteraron de que la agricultura egipcia dependía completamente de las inundaciones anuales del Nilo que fertilizan las orillas en este país de suelos arenosos. El fenómeno era bien conocido y fue descrito hace 2500 años por Herodoto, quien calificó a Egipto como “un regalo del Nilo”.

La represa impide las inundaciones, lo que en cualquier lugar es una bendición menos en Egipto. Sin fertilización, los suelos decayeron rápidamente, y las arenas se adueñaron de los campos de cultivo: Egipto comenzó a importar alimentos en vez de producirlos.

Otro de los expertos de los que prescindieron fue un biólogo marino (...). Dado que el Nilo desemboca en el Mediterráneo y que sus sedimentos aportan abundantes nutrientes a sus aguas, en su desembocadura había grandes cardúmenes, que eran la base de una importante industria pesquera. La represa actuó como filtro y contuvo los sedimentos. Esto significó menor aporte de nutrientes al mar, con el consiguiente decaimiento de la pesca.

(...) La comunidad científica internacional se sintió casi tan conmovida como con la bomba atómica, aunque esta vez las causas eran diferentes. (...) La primera conclusión fue que los científicos eran inocentes. (...) La culpable era la ciencia. (...) Una ciencia ocupada en absorber

trazos de la realidad en vez de abarcar totalidades (...) Era necesario pensar en una nueva forma de hacer ciencia, una ciencia capaz de integrar conocimientos en vez de fragmentarlos. Esto llevó al fortalecimiento de los estudios interdisciplinarios.

NOTA: la construcción de esta represa finalizó en 1972 y es considerada una obra maestra de la ingeniería moderna. Tiene 3,6 km de largo y 111 m de alto. Abastece de electricidad a Egipto.

Fuente: Brailovsky, A. *Ésta, nuestra única Tierra*, Buenos Aires: Maipue, 2009.

Actividad

- 1 A partir de la lectura, investiguen sobre la vida y obra de Leonardo da Vinci y sobre los campos del saber en los que incursionó.
- 2 ¿Se puede evitar que existan los especialistas, teniendo en cuenta el grado de avance actual de la ciencia? ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de este nuevo enfoque de la ciencia?
- 3 ¿Qué aporte hace el trabajo interdisciplinario?
- 4 Expliquen con sus palabras los grandes problemas que causó la represa. ¿Cómo se podrían haber evitado?
- 5 En el texto, se menciona que el gran progreso de la ciencia trajo como consecuencia un gran avance tecnológico. Discutan si es posible la situación inversa: ¿el avance tecnológico es necesario para el progreso de la ciencia? Busquen una definición de tecnología y compárenla con la definición de ciencia.

La comunicación social de los conocimientos científicos: divulgación científica

El conocimiento científico tiene un carácter comunicable y público. Tan importante como la interacción entre científicos es la difusión de sus producciones al conjunto de la sociedad. Se habla de divulgación científica cuando los investigadores dan a conocer los resultados de sus trabajos por medio de un lenguaje accesible a cualquier tipo de público y en un estilo literario sencillo y ameno, en el cual el vocabulario específico se adapta y simplifica para que cualquiera pueda entender su significado. El objetivo es lograr que la ciencia no permanezca aislada de la sociedad, como una actividad exclusiva de personas altamente capacitadas, sino brindar el acceso a la alfabetización científica a todos aquellos que lo deseen.



Microscopio óptico: valioso aporte tecnológico que abrió el campo de la biología celular (citología). Foto: Rodolfo Clíx

EL PROGRESO CIENTÍFICO: “SE PUEDE PERO... ¿SE DEBE?”

Según señaló la bióloga Susana Sommer en un reportaje realizado por el diario Clarín, todos fuimos educados con la idea de que el progreso es bueno y nunca tiene aspectos negativos.

Para saber más



DDT

Al haber tan alta concentración de DDT en los cultivos, el resto de la cadena alimentaria (herbívoros, carnívoros y el hombre) también se contaminaron. El DDT se aloja en la grasa corporal humana y produce muchas enfermedades. Además, en la década del 60, en California, se analizó la leche materna y se encontró una cantidad de DDT de 2 a 6 veces mayor que la permitida para la leche de uso comercial. Es por eso que en esta publicidad se ve a una futura madre y sobre su pecho se lee: “Precaución: manténgase fuera del alcance de los niños”. Al pie de la publicidad, dice: “La leche en estos envases puede ser inadecuada para consumo humano”.



* Milk in Such Containers May Be Unfit for Human Consumption
DDT Content: 10 to 30 Parts per Million in Milk of Nursing Mothers
(2 to 6 Times the Amount Allowed in Milk for Commercial Sale)

Sin embargo, el vertiginoso avance de la ciencia, que permitió desarrollos tales como la manipulación genética pero también un invento como la bomba atómica, entre otros, plantea una nueva connotación del progreso como algo potencialmente peligroso. Con respecto a esto, Sommer señala: “Frenar el avance es imposible. No corresponde limitar la libertad de investigación científica. Pero sí, lo que es imprescindible –y ético– es preguntarnos, en cada caso, cómo queremos usar cada uno de esos avances”. Según ella, hay que permitir el progreso de la ciencia pero debe estar presente un permanente debate ético sobre sus alcances y aplicaciones.

Otro aspecto potencialmente peligroso del avance de la ciencia es que muchas veces los ecosistemas sufren el impacto ambiental, a veces muy grave, de ciertas innovaciones científicas que supuestamente prestan un servicio al hombre, pero por otro lado dañan irremediablemente su hábitat. Un claro ejemplo de esto fue el descubrimiento de un pesticida llamado DDT.

Lectura



Utilizado como panacea para erradicar los mosquitos portadores de malaria o las pulgas transmisoras de la fiebre tifoidea durante la Segunda Guerra Mundial, el uso del DDT se extendió rápidamente en la posguerra al control de malezas e insectos perjudiciales en la práctica agrícola (...). El químico alemán Paul Müller es galardonado con el Premio Nobel de química en 1948 por “el descubrimiento de las propiedades del DDT para salvar vidas”. Pero empiezan a aparecer los primeros inconvenientes cuando se observa que ciertos insectos adquieren resistencia al insecticida, lo que lleva a la aplicación de dosis cada vez mayores en los campos. En la primavera de 1956, ocurre en EE. UU. una mortandad masiva de aves en las regiones cerealeras (...). Se observa que las cáscaras de los huevos de las aves de corral son más delgadas (estos compuestos interfieren con el metabolismo del calcio).

Fuente: Rodríguez, M. y otros. *Contaminación y ambiente: de eso no se habla*, Buenos Aires: Aula Taller, 2005.

Actividades



- 1 A partir de lo leído, expliquen el sentido del título del apartado de la página anterior “El progreso científico: ‘se puede pero... ¿se debe?’”.
- 2 Observen la siguiente historieta de Quino. ¿A qué área de la biología se refiere? Debatan entre ustedes sobre lo que interpretan de la historieta, y si los argumentos de los laboratorios son válidos y por qué. Para debatir pueden averiguar previamente qué son los alimentos transgénicos, y los argumentos a favor y en contra de su uso.

