

Liliana Elisabet Mosso - Sergio Hernán Tedesco

BIOLOGÍA



2° Secundaria - 8° EGB



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	14
Clasificación de las ciencias	18
La comunicación en la ciencia	18
El progreso científico: “se puede pero... ¿se debe?”	22
Capítulo 2 - Evolución: diversidad y cambios en los seres vivos	25
Un enigma filosófico: ¿podría existir una naturaleza diferente a la que conocemos?	25
Ciencia y religión: conflictos y desencuentros para explicar el origen de los seres vivos	26
Fijismo, mutabilidad y creacionismo	26
Nomenclatura binomial	28
La extinción masiva de los dinosaurios: una catástrofe a la medida de Cuvier	31
Otros estudiosos de los fósiles...	31
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”...	36
Nos estamos yendo por las ramas	36
¿Qué son las formas intermedias?	37
Y hablando de ramas...	38
Cladogramas	40
Del transformismo al evolucionismo: las ideas de Lamarck	41
¿Qué son las adaptaciones?	43
La “revolución” de la evolución	44
Una aventura que cambió la ciencia: “La vuelta al mundo en cinco años”	44
¿Quién fue Charles Darwin?	44
Un viaje fructífero: “El comienzo de mi verdadera vida”	45
La pista de las Galápagos: un experimento natural	47
Con “los pies sobre la tierra”: ordenando las piezas del rompecabezas	49
¿Cuáles fueron las ideas que plasmó en su libro?	50
Selección natural	52
Evolución: sobreproducción vs. selección	55
La revolución de la evolución: una historia que sigue	55
Capítulo 3 - El origen de la vida	61
El origen de la vida y la evolución de las primeras formas vivientes	61
15.000 millones de años atrás...	61
¿Y por la Tierra cómo andamos?	63
Muy lejos del “paraíso terrenal”...	64
La Tierra viva	64
La teoría de Oparin: ¿una vuelta a las antiguas ideas sobre la generación espontánea de la vida?...	66
Teoría de la Panspermia: ¿la vida tendría un origen extraterrestre?	70
La vida del primer ser vivo: ¿qué hay para comer?	70
Un poco de aire puro: la llegada del oxígeno	72
La fotosíntesis	72
Capítulo 4 - Las primeras formas de vida	75
Todos los atributos de la vida reducidos a su mínima expresión: las células procariotas	75
Grandes, complicadas y exitosas: el “boom” de las eucariotas	79
Y todo por un núcleo	81
Un viaje extranuclear	82
Todo es cuestión de tamaños: el uso del microscopio	90

La célula como objeto de estudio	93
La teoría celular y el ancestro común	94
Otro importante salto evolutivo: la pluricelularidad	94
Independientes pero dependientes. ¿En qué quedamos?	94
Cómo “crear” un organismo pluricelular	97
Los extremos opuestos: de la muerte celular programada a la multiplicación descontrolada	100
Capítulo 5 - Reproducción	105
Reproducirse para evitar la extinción	105
Reproducción asexual y sexual: dos alternativas y miles de variantes	106
Algunos tipos de reproducción asexual	107
Reproducción sexual: ¿ventaja o complicación?	110
¿Cómo encuentran pareja las gametas?	113
Para toda función necesitamos órganos	116
Estructuras reproductoras de animales	116
Después de la fecundación: la etapa de desarrollo	116
De difícil clasificación	119
Cuando el macho se hace cargo	121
Reflexión	122
Ellas eligen, ellos cortejan	122
Estrategias de los machos de distintas especies para atraer a las hembras	123
Y nosotros... ¿qué?	127
Reproducción responsable	129
Infecciones de transmisión sexual	130
Somos distintos	131
No tan distintos	132
¿Qué hacer cuando te “dejaron plantado”?	133
Los granos de polen: verdaderas obras de arte	133
La flor y su “merchandising” para la conquista del polinizador	136
Las plantas también protegen a su descendencia	140
Una breve historia sin sentido	141
Algunos ejemplos y una breve conclusión	143
Estrategias reproductivas	145
Los K y los r. Dos estrategias para un mismo fin: sobrevivir	145
Lentas pero inseguras	146
Capítulo 6 - Genética	151
Desde un lejano monasterio	153
Los primeros resultados	154
Es tiempo de organizar y analizar los resultados	155
Las cosas por su nombre	158
Otras características para estudiar	160
Un encuentro con Darwin	161
Las apariencias engañan	163
Caracteres heredables y no heredables	164
Una mirada sobre nosotros mismos	165
Mendel II. El regreso del monje	167
Más y más problemas	169
Un poco de historia	169
¿Cómo se forman las gametas?	171
Los genes van a terapia	172
Un mapa de nosotros mismos	172
Bibliografía	179

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 sólo 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.

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 sólo tenían un fin práctico, estos saberes no fueron ordenados ni sistematizados.

Recién en el siglo v antes de Cristo, 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”.

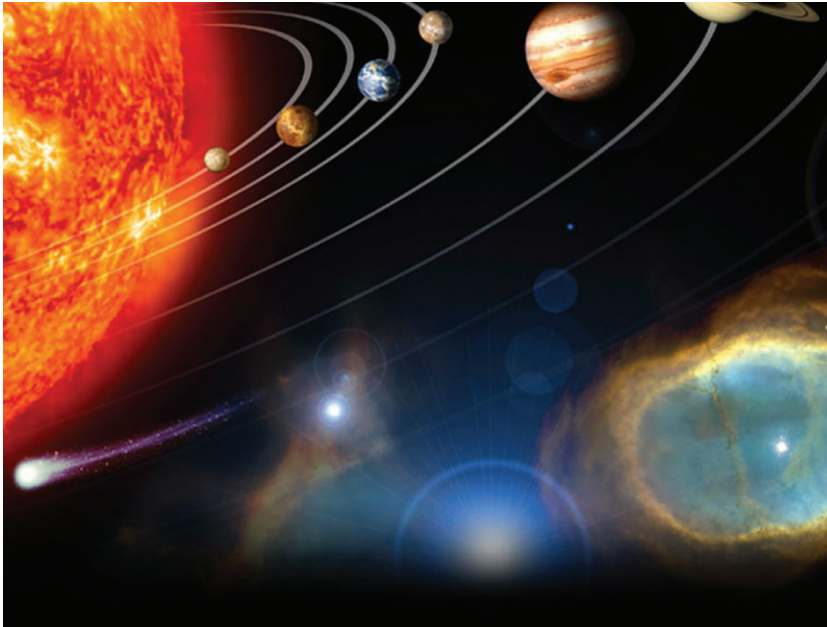
Ciencia e historia

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 te preguntes qué tiene que ver la cultura con todo esto. La cultura es el modo total de vida de un pueblo, no sólo 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 que ciencia y 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.



El Sistema Solar

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.

“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”.

¿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 habitan 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.

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.

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**, o sea 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.

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 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.

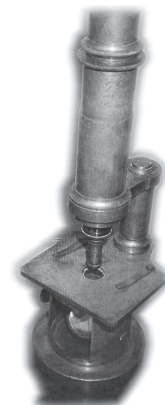
La ciencia contemporánea se caracteriza por cuestionar hipótesis y postulados que se presentan como verdades absolutas, a los que se accede por la razón; y propone un proceso de trabajo científico más dinámico, una verdadera “construcción” de saberes. Este proceso implica que cualquier conocimiento puede 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.

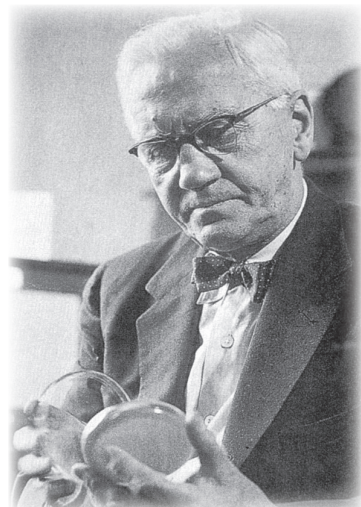
Durante el siglo XX, no sólo la genética realizó importantes hallazgos sino que se logró por primera vez identificar muchos microorganismos patógenos. Sir Alexander Fleming descubrió en 1928 el primer antibiótico, la penicilina, con la que se combatieron eficazmente muchas de las enfermedades que los microorganismos producían. La



Rudolf Virchow



Microscopio de Virchow



Sir Alexander Fleming

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.

“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 sólo 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.”

Séneca. *Cuestiones naturales*: Libro 7, Siglo primero.

(Tomado de *Cosmos*, de Carl Sagan).

Ciencia y pseudociencia

Acabamos de ver que no cualquier conocimiento puede constituirse como un conocimiento científico, sino sólo 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 éstos 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.

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 ovnilogía, 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 ésta demuestra ser válida, permite anticipar el resultado cada vez que se presente ese mismo problema.

Por ejemplo:

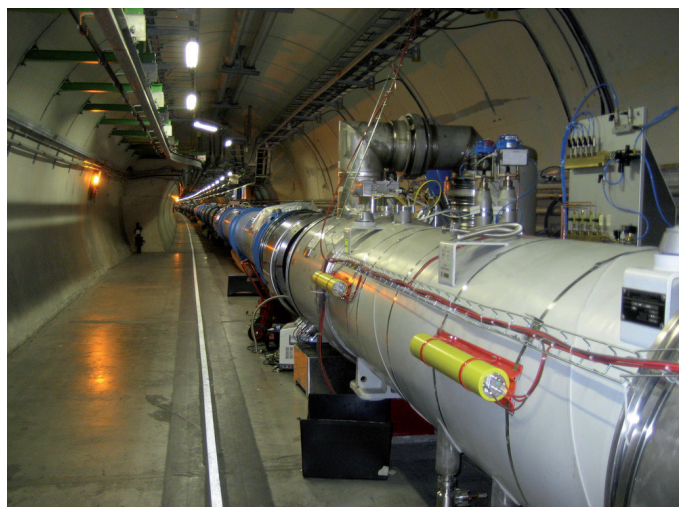
Si la dieta es pobre en hierro aparecerá una anemia.

Si una planta tiene hojas con zonas sin clorofila (como las de la hiedra) crecerá lentamente.

Si les doy a las gallinas un suplemento de calcio con el alimento, éstas 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 éste 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, ésta 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”: ¿que leve más? ¿que tenga textura más suave al paladar? ¿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 ésta 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 el 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), etc.
- La tercera variable es la **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.

¿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 sus compañeros y docentes!



Antes de seguir...

- 1) Analicen ahora ustedes alguna publicidad televisiva (puede ser de jabón en polvo, de desodorante de ambientes o detergente en gel) donde 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 en que se usan grupos o lotes sobre los que se experimenta, deben realizarse muchas mediciones sobre cada integrante y, a partir de estos datos, calcular valores promedio. La formación de grupos para experimentar hace que la experimentación sea más rigurosa y más representativa de la realidad. Los resultados se expresan mediante tablas y gráficos de barras o curvas. También se usan gráficos 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.

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 éstos se ajusten a su hipótesis, esto sería una grave falta de ética profesional.

- 4) **Conclusión:** es un análisis que resulta de la comparación de la hipótesis con los resultados obtenidos. Éstos permiten validar o refutar la hipótesis. Si del análisis se desprende que ésta 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**.



Laboratorio
Fotografía de Franklin Carrero



Antes de seguir...

Lean el siguiente texto y transcriban cada paso del método científico. Deduzcan las variables que se debieron considerar.

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.

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.

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 **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.

La comunicación en la ciencia

I- 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, USA. 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:

Extraído de *Ésta, nuestra única Tierra. Introducción a la ecología y medio ambiente*. Elio Brailovsky.

(...) 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 “aquéllos 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 sanitarista. 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.

Antes de seguir...



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.

¿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?

¿Qué aporte hace el trabajo interdisciplinario?

Expliquen con sus palabras los grandes problemas que causó la represa. ¿Cómo se podrían haber evitado?

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.



Fotografía de Rodolfo Clix

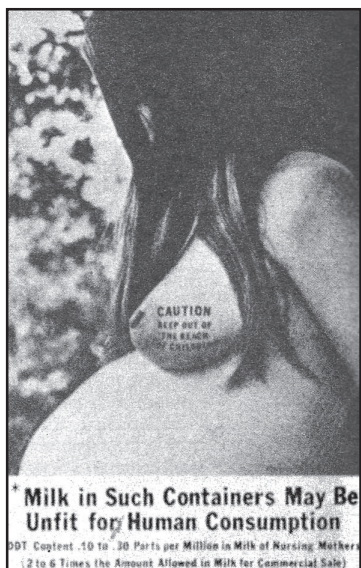
II- La comunicación social de los conocimientos científicos: divulgación científica

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.

A lo largo de los capítulos de este libro encontrarán referencias a diferentes libros de divulgación que les recomendamos para animarse a aprender un poco más sobre cada tema.

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.



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”.

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, ella 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.

“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 EEUU una mortandad masiva de aves en las regiones cereales (...). 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: *Contaminación y ambiente: de eso no se habla*, M. Rodríguez y otros, Ediciones Aula Taller, Buenos Aires, 2005.

Bienvenidos a esta apasionante ciencia. Esperamos que disfruten aprendiendo.

Antes de seguir...



- 1) A partir de lo leído expliquen el sentido del título del apartado de la página anterior.
- 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.

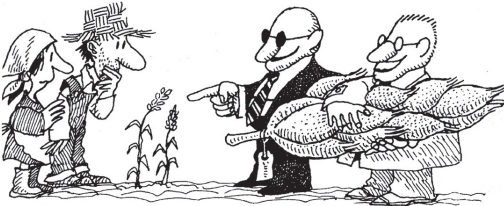
GÉNESIS-Primer relato-29) Dijo Dios: VED QUE OS HE DADO TODAS LAS PLANTAS QUE PRODUCEN SIMIENTE SOBRE LA FAZ DE LA TIERRA PARA QUE OS SIRVAN DE ALIMENTO A VOSOTROS.



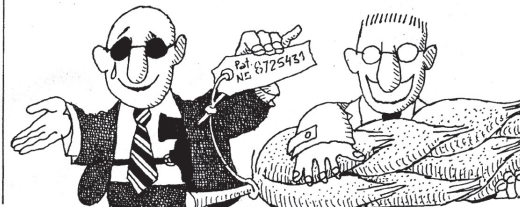
DESDE ENTONCES, DURANTE MILES DE AÑOS, LA HUMANIDAD SIGUIÓ RECIBIENDO AQUEL CELESTIAL REGALO EN CADA COSECHA.



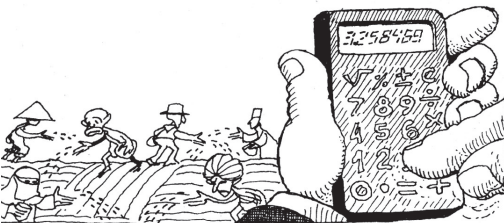
MAS HE AQUÍ QUE UN DÍA UNOS SEÑORES DIJERON: VED QUE EL REGALITO DE DIOS ES UNA PORQUERÍA COMPARADO CON LAS SEMILLAS TRANSGÉNICAS OBTENIDAS EN NUESTROS LABORATORIOS.



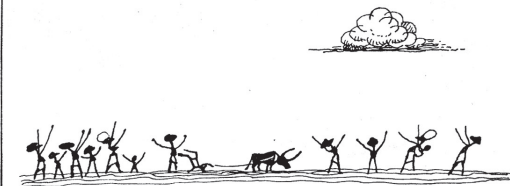
ESO SÍ, SUPERAR A DIOS NOS HA COSTADO MUCHO DINERO, ASÍ QUE HEMOS PATENTADO NUESTRAS BIO-SEMILLAS Y QUIEN LAS SIEMPRE DEBERÁ PAGARNOS UN MODESTO DERECHO DE AUTOR.



Y TAN GRANDE PODER TENÍAN ESTOS SEÑORES QUE SUS SEMILLAS Y SUS GANANCIAS COMENZARON A CRECER Y A EXPANDIRSE SOBRE TODA LA FAZ DE LA TIERRA.



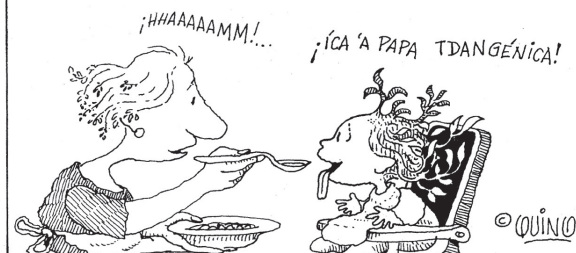
FUE ASÍ COMO, DE EMPOBRECIDAS NACIONES, SE ALZARON VOCES CLAMANDO AL CIELO: ¡SEÑOR!... ¿CÓMO ES POSIBLE QUE ALGUIÉN SE ENRIQUEZCA COBRÁNDONOS POR MANIPULAR UN REGALO QUE NOS DISTE A TODOS?



PERO DIOS NO DICE NADA.



TAL VEZ PORQUE SUPONE QUE ALGÚN DÍA APRENDEREMOS A DEFENDERNOS DE NOSOTROS MISMOS.



© QUINO

Conocimiento científico:

Es el que se adquiere mediante la investigación y verificación permanente. Es verificable, porque las hipótesis son avaladas por pruebas que pueden ser constatadas, es explicativo, porque explica los acontecimientos singulares en el marco de pautas generales (leyes); y es acumulativo, es decir que puede servir de base para nuevos experimentos.

Comprobación experimental:

Reproducción de un fenómeno natural en condiciones controladas.

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.



Fractal, fotografía de Lars Sundström

Fractal significa quebrado o fracturado, y es una estructura que está presente en muchos elementos naturales