

TEMA 0: LA CIENCIA Y LA SOCIEDAD

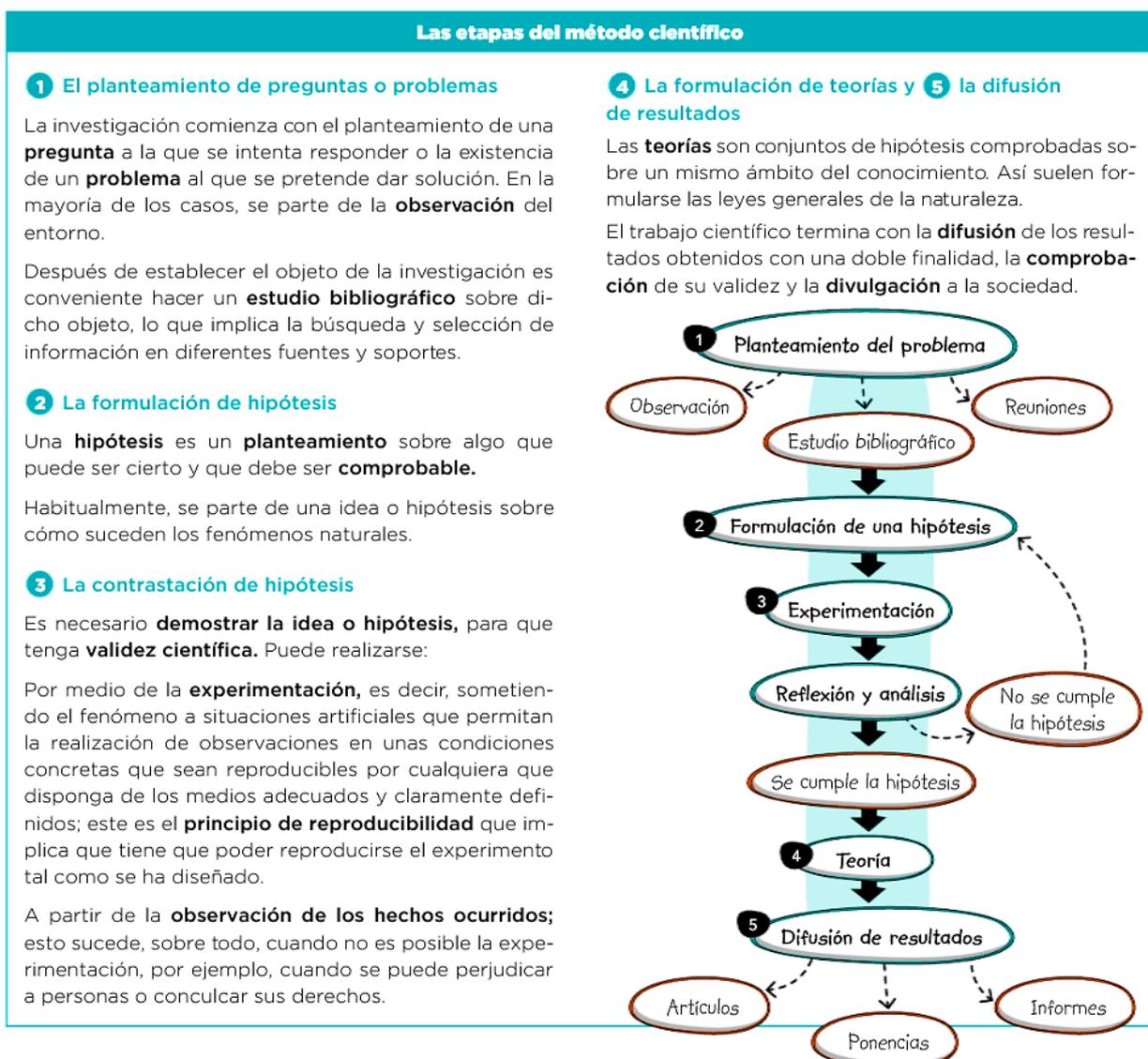
1.- INTRODUCCIÓN

La **ciencia** se considera un conjunto de conocimientos que pueden ser demostrados de manera racional y que, por tanto, son válidos de un modo universal.

Hoy en día se necesita tener **cultura científica**, es decir unas nociones básicas sobre ciencia y tecnología que permitan desarrollar una **opinión crítica** sobre temas relacionados con la ciencia para evitar la desinformación, la manipulación o el engaño y satisfacer la curiosidad de las personas por saber y conocer.

2.- EL MÉTODO CIENTÍFICO

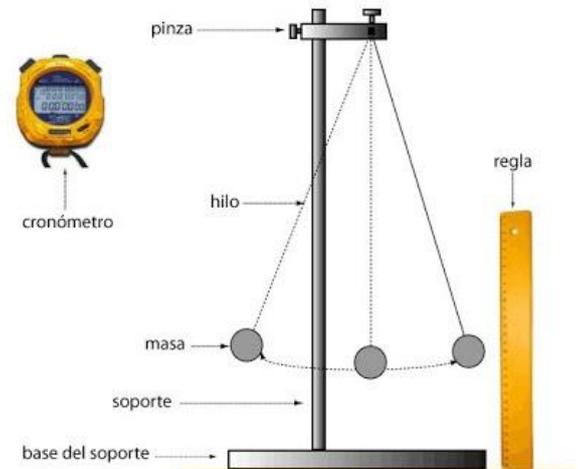
El trabajo científico sigue un protocolo para investigar que denominamos **método científico**. Este no se puede considerar algo estricto que practiquen todos los científicos a modo de receta, pero si tiene una serie de etapas generales comunes:



EJEMPLO PRÁCTICO: PERIODO DE UN PÉNDULO SIMPLE.

Un **péndulo** está formado por una partícula de masa “m” suspendida de un punto por un hilo inextensible de longitud “l” y de masa despreciable.

El **periodo** de un péndulo es el tiempo que tarda dicha partícula en hacer una oscilación completa, es decir, en ir y volver al mismo punto en las mismas condiciones.



FASES DEL MÉTODO CIENTÍFICO:

1) Fase de observación. Observamos que el periodo de un péndulo no siempre es el mismo, a veces oscila más rápido y otras más lento.

2) Fase de formulación de hipótesis:

- * ¿Depende el periodo de la masa del péndulo?
- * ¿Depende del ángulo inicial?
- * ¿Depende de la longitud del hilo?

3) Fase de experimentación y contrastación de hipótesis.

- * Toman el tiempo varios alumnos (el tiempo de 10 oscilaciones completas para que el error sea mínimo. El valor del periodo será el tiempo obtenido dividido por 10).
- ✓ Para comprobar la 1ª hipótesis se hacen medidas de tiempo, primero con una masa grande y después con una pequeña (siendo la longitud del hilo y el ángulo inicial iguales en ambos casos).
- ✓ Para comprobar la 2ª hipótesis se hacen medidas primero con un ángulo inicial grande y después con uno pequeño (siendo la masa y la longitud del hilo iguales en ambos casos).
- ✓ Para comprobar la 3ª hipótesis se hacen medidas primero con un hilo largo y después con un hilo corto (siendo la masa y el ángulo inicial iguales en ambos casos)
- * Se hace una tabla con los datos obtenidos:

	Masa grande	Masa pequeña	Ángulo grande	Ángulo pequeño	Hilo largo	Hilo corto
Alumno 1						
Alumno 2						
Alumno 3						
MEDIA						

4) Fase de formulación de teorías y difusión de resultados.

- * Se lleva a cabo un análisis de los resultados.
- * En base a ellos, se establecen conclusiones sobre la veracidad de las hipótesis.
- * Se elabora una teoría:
“El periodo depende de la longitud del hilo pero no de la masa ni del ángulo inicial”.
- * Se publican con todo detalle los resultados y la técnica y materiales utilizados, para que otras personas puedan corroborar la teoría (en la publicación se debe utilizar siempre el sistema internacional de unidades.)

◆ **Diferencia entre Astronomía y Astrología:** una es una ciencia y la otra un engaño. Una se guía por el método científico y la otra no (si leemos el mismo día diferentes periódicos y revistas no dirán lo mismo en los mismos signos del zodiaco).

3.- LA CASUALIDAD EN LA CIENCIA: LA SERENDIPIA

La **serendipia** es “la facultad de hacer descubrimientos afortunados o inesperados por accidente”.

Como ejemplo veamos el caso del descubrimiento de la penicilina por parte de Alexander Fleming:

El científico escocés trabajaba con cultivos de bacterias tipo estafilococos. Para sembrar las placas de cultivo con Staphylococcus aureus tenía que abrir las placas durante algunos segundos. Ese breve periodo de tiempo no debería ser suficiente para producirse una contaminación por el hongo Penicillium, salvo que existiera en la atmósfera una gran concentración de él. Aquí comienzan una serie de elementos que el azar unió. En el piso de abajo del laboratorio de Fleming, un micólogo estaba cultivando Penicillium notatum, por lo que sus esporas, al pesar muy poco, llegaban hasta el piso superior e inundaban el ambiente del laboratorio de Fleming. Dado que Fleming se iba de vacaciones dos semanas, colocó las placas en el incubador a 37°C, pero se dejó una olvidada a temperatura ambiente. El Staphylococcus se desarrolla extraordinariamente bien a 37°C, y si ese hubiese sido el caso, probablemente no se habría desarrollado el Penicillium; pero a las bajas temperaturas ambientales de Londres, el desarrollo de la bacteria es lento y por el contrario el hongo se desarrolla sin problemas a temperatura ambiente. A su regreso, encuentra entonces la placa olvidada con el cultivo de Staphylococcus contaminada con Penicillium. Observó que las colonias de estafilococos que rodeaban al hongo habían sido destruidas, mientras que otras colonias de estafilococos más lejanas estaban intactas. Fleming decidió investigar este fenómeno, y es este uno de los puntos más importantes de su descubrimiento; en vez de descartar una placa que aparecía contaminada y que podría haberlo dejado simplemente confuso, fue capaz de ver que ahí había algo notable e interesante que merecía una mayor investigación. Fleming hizo crecer el moho en un cultivo puro y descubrió que producía una sustancia que mataba a varias bacterias causantes de enfermedades. Identificó el moho como perteneciente al género Penicillium y, después de algunos meses de llamarlo "jugo de moho", el 7 de marzo de 1929 llamó a la sustancia penicilina.



Son muchos los elementos del azar que permitieron el descubrimiento y luego el desarrollo de la Penicilina, pero siempre el azar requiere el reconocimiento de la persona que tiene la suerte de enfrentarse a estos eventos. Para realizar un descubrimiento el investigador ha de estar preparado, es decir, según palabras de Pasteur: “En los campos de la observación, la casualidad favorece solo a las mentes preparadas”.

Otros ejemplos de serendipia son: Arquímedes y su principio, Becquerel y la radiactividad, Newton y la gravedad, descubrimiento del LSD y de la Viagra, etc.

Y ahora veamos un ejemplo de **antiserendipia**, que consiste en no descubrir nada aunque lo tengas delante de las narices.

Sabemos que Newton formuló su teoría óptica cuando vio que un rayo de luz solar atravesaba un prisma y se "dividía" en los colores del arco iris. Newton supuso que el ojo humano veía la mezcla de todos los colores como blanco y que la luz estaba en realidad formada por todos los colores.

Unos años antes hubo un tipo (lamentablemente, su nombre no acude a mi memoria) que vio lo mismo que Newton. Pero en vez de ponerse a pensar sobre la naturaleza de la luz, escribió un poema sobre un cáliz de cristal que formaba un bello arco iris sobre una pared cuando un rayo de luz que entraba por la ventana lo atravesaba. Y la ventana, el cáliz, el altar y la pared se ponían a discutir sobre quién era el responsable de tanta belleza, la ventana por dejar pasar la luz, el cáliz por formar los colores, el altar por sostener al cáliz, la pared por permitir que se vieran...

4.- LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

a) La verdad o la certeza en ciencia.

En la ciencia **no hay saberes definitivos**, solo conjeturas provisionales. La historia de la ciencia está plagada de casos en los que una teoría va sustituyendo a otra cada vez que van surgiendo descubrimientos nuevos, con lo cual la nueva teoría se considera válida mientras no existan hechos experimentales que la invaliden y sea sustituida por otra que sí explique dichos hechos. Es parecido a lo que dicen las leyes: *todo el mundo es inocente mientras no se demuestre lo contrario*. En nuestro caso podríamos decir: *todo es cierto mientras no se demuestre lo contrario*. Por esta razón se ha de ser muy crítico con las hipótesis.

b) La aplicación perversa de la ciencia.

No siempre la ciencia-tecnología han servido para aumentar el bienestar de la sociedad. Existen muchos ejemplos de aplicaciones nocivas y perversas para la sociedad, unas veces de forma inconsciente y otras consciente. Tal es el caso de la fabricación de armamento, de sustancias químicas para la guerra biológica, de la energía nuclear (bombas atómicas y escapes radiactivos como el de Chernobil), de pesticidas venenosos (como el DDT y la simazina), etc.

Por eso, la ciencia es necesaria, pero **con conciencia**.

El caso del DDT resulta especialmente interesante de analizar por ser muy representativo de los pros y contras de los insecticidas. Algún autor ha llegado a titular su capítulo sobre este producto con el expresivo encabezamiento de "Una historia de beneficios olvidados y de ingratitud social"

Químicamente el DDT (DicloroDifenilTricloroetano) es el 2,2-bis-(p-clorofenil)-1,1,1-tricloroetano y su uso como insecticida comenzó en 1939 cuando el químico suizo Müller descubrió sus propiedades como veneno para los insectos y su baja toxicidad para los humanos. Este científico recibió el Premio Nobel en 1948 en reconocimiento al impresionante avance que este producto había representado en la lucha contra las enfermedades (sobre todo tifus y malaria) y las plagas. Se calcula que en los primeros años de uso del DDT se evitó la muerte de 5 millones de personas cada año, además de la protección de cosechas y del aniquilamiento de insectos domésticos. Así, por ejemplo, en la India, en 1952 hubo 75 millones de casos de malaria y en 1964, después de usar masivamente el DDT, 100.000 casos.

Pero conforme se fueron descubriendo algunos importantes problemas asociados a su uso, empezó a ser cada vez menos usado. A partir de 1970 se fue prohibiendo su uso, cada vez en más países, y descendiendo su producción. El motivo de este declinar del favor social del DDT fueron los graves problemas que se detectaron. En primer lugar es un producto de lenta conversión a sustancias no tóxicas en la naturaleza, su persistencia media es de unos 3 años. Además es muy poco soluble en agua, lo que hace que no se elimine en la orina, y es muy soluble en grasas, por lo que se acumula en tejidos de los organismos. Por estos motivos se va acumulando a lo largo de la cadena trófica. Por eso en los insectos se acumula mucho más que en plantas, pero en los predadores de los insectos la acumulación va aumentando progresivamente. Los efectos no tardaron en demostrarse, algunas poblaciones de aves y otros animales se empezaron a ver afectados negativamente. A través de la cadena alimentaria puede llegar al hombre y causar efectos en el sistema nervioso central dando lugar a convulsiones y un fallo respiratorio. Una exposición excesiva al DDT puede afectar a la glándula suprarrenal, al cerebro, hígado, nervio periférico, sistema reproductivo y al feto, pudiendo provocar cáncer y tumores.

c) Los fraudes científicos

Como toda actividad humana, la ciencia no está libre de comportamientos fraudulentos, que la comunidad científica intenta evitar y descubrir, y la sociedad de sancionar.

Los fraudes más habituales son:

- La falsificación de los datos mediante la invención o la modificación de los mismos (en su totalidad o en parte) con la finalidad de que los resultados sean favorables a las hipótesis planteadas en la investigación.
- El plagio, consistente en presentar como propias y originales, las ideas o los resultados de otros investigadores.
- La incorrección en las citas bibliográficas, bien por omisión de citas importantes o por incorporación de citas de otros artículos sin haberlas consultado.
- La negligencia científica por la incorrecta aplicación de las normas metodológicas.

En comparación con otros comportamientos fraudulentos que se producen en otros ámbitos, el número de incidentes de mala conducta en ciencia es muy bajo, siendo la falsificación de datos el más habitual, seguido del plagio.

d) La ciencia en España.

España invierte poco dinero en investigación y desarrollo si la comparamos con el resto de países europeos. Solo se invierte el 1,2 % del PIB mientras que la media europea es del 2 %. En Estados Unidos se encuentra cerca del 3 %. En España hay unos 3 científicos por cada mil habitantes (la media europea es de unos 3,5), estando en el puesto 27 del mundo. El país con más científicos por cada mil habitantes es Finlandia con 7,7 y el que menos Nigeria con 0,008.

El organismo público que más investiga en España es el CSIC (Centro Superior de Investigaciones Científicas), que está presente en todas las comunidades autónomas. Además, hacen investigación las universidades, las empresas privadas, los museos, etc.