

## **Aproximación al trabajo científico.**

### **Objetivos:**

1. Conocer las características generales del trabajo científico.
2. Dados unos datos tabulados, obtener la ley física que los representa.

### **Actividades:**

- A.1** Enumerar las distintas actividades que forman parte de la metodología científica.
- A.2** Dar una opinión fundamentada de cuál puede considerarse la primera etapa de una investigación científica.
- A.3** Exponer las ideas que se posean sobre el concepto de hipótesis científica, señalando sus características esenciales.
- A.4** Enumerar los requisitos fundamentales de un experimento científico.
- A.5** Exponer algunas de las técnicas adecuadas para la interpretación de los resultados de un experimento.
- A.6** Enumerar algunas leyes físicas o químicas. Exponer las ideas que se posean sobre lo que se entiende por ley científica.
- A.7** Enumerar algunas teorías científicas. Exponer las ideas que se posean sobre lo que se entiende por teoría científica.
- A.8** Elaborar, a modo de síntesis de lo visto hasta aquí, un diagrama de un ciclo de investigación.

No existe el método científico, si por tal entendemos un conjunto de reglas a aplicar mecánicamente y válido para cualquier dominio científico: cada tipo de problema va a exigir sus propios métodos o técnicas específicas. Podemos, sin embargo, y conviene hacerlo, referirnos a algunas características generales, válidas para cualquier tipo de investigación.

En este sentido, podemos decir que una investigación científica comienza siempre con el planteamiento de un problema, cuyo origen puede estar tanto en la observación de un hecho nuevo o imprevisto, como en una necesidad de tipo técnico, Más aún, es preciso dejar bien sentado que ninguna investigación parte de cero, ya que, incluso las observaciones más elementales requieren conocimientos previos, ideas ya adquiridas que orientan dicha observación y que, por tanto, hay que matizar la idea de comienzo, en el sentido de que toda investigación se inserta en el proceso general del desarrollo científico.

Pero no basta con el enunciado de un problema para que podamos hablar ya de ciencia. Es necesario que el problema se formule de manera precisa, delimitando las condiciones concretas en que se aborda. Esta delimitación, por otra parte, se hace teniendo en cuenta la necesidad de descomponer un fenómeno complejo en partes más fácilmente abordables, procediendo así a lo que se denomina habitualmente análisis y que es un aspecto esencial de la metodología científica.

Este enunciado preciso del problema exige también la recopilación y estudio de la información disponible en torno al problema. La búsqueda bibliográfica es una de las tareas más típicas del trabajo científico, haciendo patente la importancia del aspecto acumulativo de toda ciencia.

A menudo, la formulación de un problema suele ir acompañada explícita o implícitamente de alguna suposición o conjetura explicativa (*hipótesis*), puesto que, como ya hemos señalado, los nuevos problemas no se abordan a partir de cero, sino siempre desde conocimientos previos, ideas vivencias, etc.

Las hipótesis son interpretaciones u opiniones personales del científico con el propósito de explicar y justificar de modo sencillo y satisfactorio los problemas planteados. ***Una hipótesis es una suposición o conjetura verosímil (es decir, sin contradicciones evidentes), susceptible de contrastación experimental.***

La contrastación directa de una hipótesis no siempre es posible, y ello exige la deducción de consecuencias lógicas que sí sean susceptibles de contrastación. La contrastación experimental de la hipótesis implica la introducción de conceptos operativos que permitan obtener un valor de una magnitud y exige el diseño de montajes experimentales adecuados.

**La experimentación científica consiste en realizar una observación cuantitativa (toma de datos), bajo condiciones controladas para comprobar una hipótesis.**

***Características de un experimento científico:***

- ***observación cuantitativa, traducible en resultados numéricos (datos)***
- ***control riguroso de las condiciones del experimento.***
- ***reproducibilidad.***

Como resultado de la experiencia surgen las leyes.

***Una ley científica es una hipótesis confirmada, que afirma una relación constante entre dos o más variables.***

La ley científica aparece así como el resultado del complejo proceso que hemos descrito hasta aquí. Conviene resaltar el carácter simplificador o de aproximación que tiene toda ley científica y su carácter cuantitativo, su expresión matemática.

Las leyes científicas pueden “modificarse” (“rectificarse”, ampliarse”) con el tiempo debido a la mejora de los métodos experimentales.

Si las explicaciones se extienden a un conjunto de leyes de gran amplitud se llaman teorías (teoría de Dalton sobre la naturaleza de la materia, teoría de la evolución de las especies, teoría del big-bang, etc.).

La teoría es un conjunto de hipótesis probadas (leyes científicas) y no probadas que tratan de explicar un fenómeno de la naturaleza. Una teoría da una explicación de una serie de observaciones y leyes relacionadas entre sí y ofrece una interpretación global de todas ellas.

Es una hipótesis amplia que abarca un conjunto de fenómenos. Tal sistema de leyes viene caracterizado por la existencia de relaciones de deductibilidad (sistema hipotético deductivo), es decir, permite predecir nuevos hechos cuya comprobación afianzará la teoría.

A veces, las hipótesis y las teorías se formulan comparando el fenómeno estudiado con otro semejante pero más sencillo, conocido o intuitivo: tenemos así un **modelo** (modelo atómico de Rutherford, por ejemplo)

Un modelo es la representación simplificada de una situación para explicarla y entenderla.

Una teoría tiene que estar de acuerdo con todos los hechos observados. Basta que esté en desacuerdo con uno sólo para que la teoría deba ser desechada o modificada.

En la elaboración de hipótesis, modelos o teorías juega un importante papel la originalidad y la genialidad creadora del científico.

### Ejemplos de situaciones problemáticas:

- ✓ ¿Son esféricas las gotas de lluvia? ¿Caen todas con la misma velocidad? ¿Tienen todas el mismo tamaño?
- ✓ ¿De qué factores depende el tiempo que tarda en hervir un líquido?
- ✓ ¿Caerá con la misma velocidad una pelota de tenis que otra de golf?
- ✓ ¿Cómo podemos comprobar que nuestro dado de parchís era defectuoso?
- ✓ ¿Con qué velocidad sale el agua por un agujero hecho en el fondo de un recipiente?

### EJERCICIOS

1. Razona la verdad o falsedad de las siguientes afirmaciones:

- a) Todas las etapas del trabajo científico se suceden en el mismo orden.
- b) Las necesidades de la sociedad influyen en el trabajo científico.
- c) El progreso científico suele realizarse de forma continuada y sin saltos.
- d) En un trabajo científico es necesario realizar medidas de las magnitudes que intervienen.
- e) Las teorías científicas aceptadas universalmente ya no son revisables.

2. Supón que deseas conocer los factores que influyen en la estatura de una persona. Señala entre las siguientes hipótesis la o las que podrían ser válidas en la investigación:

- a) La estatura de una persona depende de su carácter.
- b) La estatura de una persona depende del color de sus ojos.
- c) La estatura de una persona depende de la altura de sus progenitores.
- d) La estatura de una persona depende del día de su nacimiento.

3. Un granjero quiere investigar si existe alguna relación entre la cantidad de vitamina A que da a las gallinas y el número de huevos que ponen éstas. Para ello proporciona a las gallinas una alimentación que sólo se diferencia en la cantidad de vitamina A que da a unas y a otras. Suponiendo que todas las gallinas se crían bajo unas mismas condiciones de luminosidad, temperatura, etc., contesta:

- a) ¿Se ha planteado el granjero una experiencia científica? ¿Por qué?
- b) ¿cómo formularías la hipótesis que quiere comprobar?
- c) ¿Cuáles son las variables controladas y cuáles las variables dependiente e independiente?
- d) ¿A qué conclusiones llegaría el granjero en función de los distintos resultados que pudieran darse?

4.- Sara quiso comprobar si la temperatura tiene algún efecto sobre el crecimiento del moho del pan. Para ello preparó un cultivo de moho en 9 recipientes que tenían la misma cantidad y el

mismo tipo de sustancias nutritivas. Mantuvo 3 recipientes a 0 °C, otros 3 a 90 °C y otros 3 a temperatura ambiente (unos 17 °C). Después de cuatro días examinó los recipientes y tomó nota del crecimiento del moho.

a) Indica el factor que el experimentador se preocupa de mantener constante.

b) ¿Cuál es la variable dependiente y cuál la variable independiente? ¿Cuál es su hipótesis?

**5.-** Juan se pregunta qué es lo que influirá en el tiempo que tardan los cubitos de hielo en derretirse. Piensa que los factores que pueden influir en el tiempo de fusión son: el tamaño de los cubitos, la temperatura ambiente y la forma de los cubitos. Finalmente se decide a comprobar su hipótesis.

a) Enuncia de forma clara la hipótesis de Juan

b) Diseña una serie de experiencias para comprobar la hipótesis. Indica en cada caso cuáles son las variables controladas la variable dependiente y la variable independiente.

c) Sabrías ampliar la hipótesis de Juan.

**6.** Es notorio observar el interés que existe entre quienes estudian los fenómenos parapsicológicos en otorgar el término científico a sus experimentos.

¿Podemos aceptar estos fenómenos como científicos en el sentido que hemos estudiado?

Si un hecho observable no puede calificarse como científico, ¿es por ello falso?

¿Son falsos la totalidad de los fenómenos parapsicológicos que conocemos?

¿Qué es lo que la ciencia no puede aceptar de los fenómenos parapsicológicos?

**7.** Una hipótesis que explicase la caída de los cuerpos podría ser la siguiente: "Los cuerpos, en ausencia de rozamiento, caen tanto más rápido cuanto mayor masa poseen"

Diseña una experiencia que permita contrastar la hipótesis anterior.

**8.** Imagina que se descubre un fenómeno que está en contradicción con una teoría ya formulada. Razona si son correctas o no las siguientes afirmaciones:

a) El fenómeno ha de ser falso, por ser contrario a la teoría.

b) Hay que modificar la teoría, porque ésta tiene que estar de acuerdo con el fenómeno.

c) Se debe repetir la experiencia, por si se ha realizado mal y el fenómeno resulta ser falso.

**9.** Indicar cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas:

a) Seguir el método científico es el único modo de que la ciencia avance.

b) Las hipótesis son verdades conocidas y comprobadas.

c) Para comprobar la hipótesis se acude a la experimentación.

d) Una ley es una explicación o conjetura explicativa sobre algún fenómeno.

**10.-** Un depósito cerrado contiene aire a la presión atmosférica. Sus gruesas paredes pueden soportar presiones elevadas, pero no superiores a las 20 atm. Mediante una bomba adecuada se inyecta aire uniformemente con lo que la presión del interior aumenta según la siguiente tabla:

T /s	0	1	2	3	4	5	6	7
P /atm	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5

Actividades:

a) Construye la gráfica presión-tiempo (presión en ordenadas, tiempo en abcisas).

b) Encuentra la ecuación matemática que relaciona las variables y expresa la correspondiente ley en lenguaje científico verbal.

c) Calcula el valor de las constantes que pudieran aparecer en la ecuación. Unidades e interpretación física.

d) Calcula de forma gráfica y numérica el valor de la presión a los 3,2 s. ¿Qué

procedimiento te parece más útil?

e) Calcula el tiempo máximo que puede estar funcionando la bomba.

f) ¿Qué sucedería si existiera en las paredes del depósito una fisura o punto débil oculto que sólo resistiese 7 atm? ¿Te parece esto un peligro real en procesos industriales que trabajan a alta presión? ¿Cómo se pueden prevenir?

**11.-** “Cada sustancia pura en estado sólido funde a una temperatura determinada llamada punto de fusión”. Este enunciado, es una ley o una teoría. Razona tu respuesta.

**12.-** Explica si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

a) Si una teoría explica muchos fenómenos pero deja sin explicar uno sólo, debe ser modificada o sustituida por otra que explique todos los fenómenos conocidos.

b) Una teoría permite predecir nuevos hechos o fenómenos, que admitiremos sin comprobación.

**13.-** En determinadas condiciones, la presión y la temperatura de un gas son directamente proporcionales. Suponiendo que la constante de proporcionalidad vale:

$$m = 3,7 \text{ atm/K}$$

a) Escribe la ecuación matemática y la ley física que representa la relación entre la presión y la temperatura.

b) Enuncia la ley anterior.

c) Indica que tipo de gráfica se obtendría al representar la presión frente a la temperatura.

**14.-** Un esquiador está probando materiales para sus esquís y lo hace de la siguiente manera: cuando va a 10 m/s de velocidad sobre una superficie horizontal deja de impulsarse y mide el camino recorrido sobre la nieve hasta pararse. Resulta la tabla siguiente:

Coefficiente de rozamiento del material	0,02	0,04	0,05	0,06	0,08
Espacio recorrido /m	251	125	100	83,3	63,5

a) Representar el coeficiente de rozamiento frente al espacio recorrido e interpretarlo.

b) Escribir la ley matemática y la ley física. Calcular las constantes con sus unidades.

c) Si unos esquís presentan un coeficiente de rozamiento de 0,065, ¿qué espacio recorrerá el esquiador hasta pararse?

**15.-** Enuncia las siguientes leyes físicas:

a)  $p = 16 \text{ atm.L} / V$  referidas a la presión y al volumen de un gas.

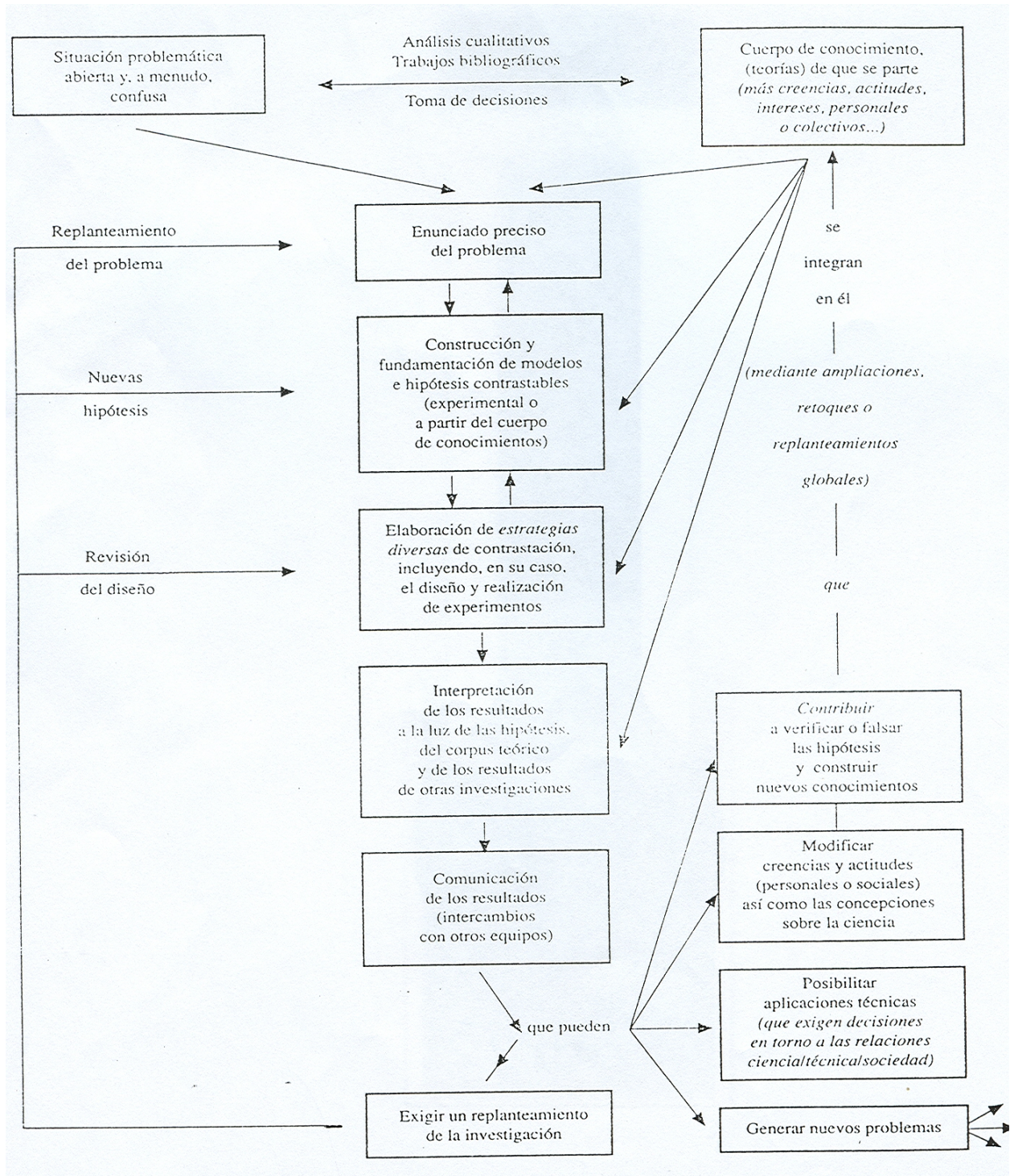
b)  $m = 200 \text{ kg/cm} \times x$  relativos a la masa de una varilla en función de su longitud.

c)  $h = 5 \text{ m/s}^2 t^2$  la altura (distancia recorrida) en función del tiempo empleado.

**16.-** Una característica esencial de las hipótesis, una vez aceptadas como válidas, consiste en poder predecir el resultado de experiencias no realizadas, al mismo tiempo que pueden explicar sucesos ya conocidos.

¿Qué ocurre si una de estas predicciones no es confirmada por la experiencia?

**Diagrama de un ciclo de investigación.**  
**Representación esquemática de un proceso colectivo extraordinariamente complejo.**



## UN EJEMPLO DE TRABAJO CIENTÍFICO: LA LEY DE HOOKE

### 1.- Objetivos

- Comprobar que el alargamiento de un muelle es proporcional a la fuerza aplicada.
- Determinar constantes de elasticidad.

### 2.- Material

- Base, varilla soporte, pinzas bureta y regla milimetrada.
- Muelle y/o goma elástica, y juego de pesas.

### 3.- Síntesis teórica:

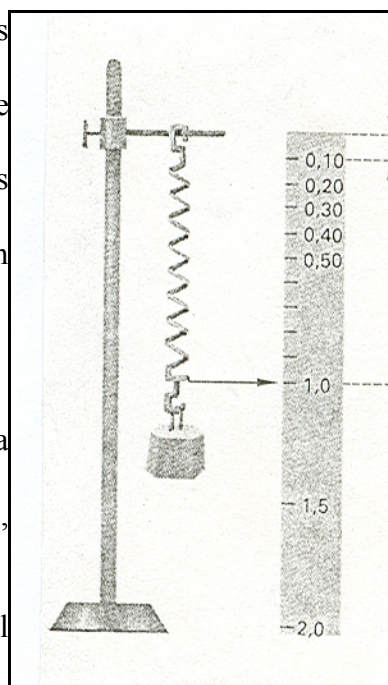
La deformación que experimenta un cuerpo perfectamente elástico al aplicarle una fuerza es directamente proporcional a dicha fuerza.

La relación entre la fuerza aplicada y el alargamiento producido se llama constante de elasticidad.

### 4.- Procedimiento:

Hagamos el montaje indicado en la figura y con él las siguientes medidas:

- Sin peso anotaremos la división que marca el índice sobre la regla (ajuste de cero).
- Añade una a una las pesas. Ve anotando los desplazamientos del muelle.
- Repite el mismo procedimiento con otro muelle o con otra goma elástica.



### Observaciones:

a) La regla debe colocarse completamente vertical con la división cero en la parte superior.

b) El muelle o goma debe quedar completamente libre, sin tocar a la regla.

5.- Tabla de datos: Con los datos obtenidos completa el siguiente cuadro:

Peso colgado $F/N$					
Posición índice $l_0/cm$					
Posición final $l/cm$					
Alargamiento $\Delta l/cm$					

$F$  es la fuerza (peso,  $F = mg$ ) expresada en Newtons e  $\Delta l = l - l_0$ .

\* Representa gráficamente los alargamientos los pesos  $F/N$  (ordenadas) frente a los alargamientos  $\Delta l/m$  (abscisas).

\* Escribe la ecuación que relaciona  $F$  e  $\Delta l$ . Traduce la expresión matemática anterior al lenguaje científico (ley de Hooke).

\* Calcula la constante que aparece en la ley de Hooke.