

1- Ciencias, Física y las mediciones



Qué veremos hoy...

Ciencia, las distintas ciencias, el método científico, las teorías científicas y niveles de prueba.

La física una ciencia experimental, modelos y mediciones.

Errores, resultado de una medición.

Magnitudes físicas

Cifras significativas



Algunas frases célebres sobre la ciencia

1. *En cuestiones de ciencia, la autoridad de miles no vale más que el humilde razonamiento de un único individuo. (Galileo)*
2. *El nacimiento de la ciencia fue la muerte de la superstición. (Thomas Henry Huxley)*
3. *La ciencia es la progresiva aproximación del hombre al mundo real. (Max Planck).*
4. *Ciencia es creer en la ignorancia de los científicos. (Richard Phillips Feynman)*
5. *Ninguna cantidad de experimentación puede demostrarme siempre lo acertado; un solo experimento puede demostrar que estoy equivocado. (Albert Einstein)*
6. *Equipado con sus cinco sentidos, el Hombre explora el Universo que lo rodea y a sus aventuras las llama Ciencia. (Edwin Powell Hubble)*
7. *En la Ciencia la única verdad sagrada, es que no hay verdades sagradas. (Carl Sagan)*

¿Qué es la Ciencia?

Ciencia (del latín *scientia*, “conocimiento”) sistema ordenado de conocimientos estructurados que estudia, investiga e interpreta fenómenos naturales y sociales.

La ciencia tiene como fundamento la **observación experimental**.

Conocimiento científico: se obtiene mediante observación y experimentación en ámbitos específicos, se aplica el **método científico**.

Génesis del método científico: físico italiano **Galileo Galilei** (1564-1642) y filósofo inglés **Francis Bacon** (1561-1626).



Ramas de la Ciencia

3 grupos básicos de ciencias:

1) Ciencias Formales- (Matemáticas, Lógica, Computación)

2) Ciencias Naturales:

- **Ciencias Físicas** (Física, Química, Astronomía),
- **Ciencias de la Vida** (Biología, Bioquímica, Biomedicina) y
- **Ciencias de la Tierra** (Geología, Geografía, Climatología, Oceanografía).

3) Ciencias Humanas o Sociales- Estudian sociedad y comportamiento humano (Antropología, Psicología, Economía, Historia, Sociología, Ciencias Políticas, Demografía, Lingüística, Semiología).

Adicionalmente están las **ciencias aplicadas** que se apoyan sobre las básicas:

- **Ingeniería**
- **Medicina**



Ciencias Naturales

...o **ciencias experimentales** (antiguamente “filosofía natural”) tienen por objeto estudio de la naturaleza, siguiendo el **método científico** (empírico-analítico).

Se apoyan en el razonamiento lógico y el aparato metodológico de las ciencias formales (matemática y lógica).

Las diferencias entre las distintas ciencias naturales no siempre son marcadas, y existen “ciencias cruzadas” comparten un gran número de campos:

Física y otras ciencias naturales, da origen, por ejemplo a: astrofísica, geofísica, química física y biofísica.



Niveles de prueba diferentes en teorías científicas

¿Estos conocimientos científicos, tienen el mismo nivel de “prueba”?

1. Teorema de Pitágoras (fórmula de Bhaskara)
2. Principio de conservación del momento lineal
3. Origen del universo conocido a través del Big Bang
4. Tratamiento de una determinada enfermedad con determinado medicamento
5. Teoría de la evolución de las especies
6. Derivaciones de la mecánica cuántica como la teoría de supercuerdas o de los multiversos



Niveles de prueba diferentes en teorías científicas

Grupo 1: prueba absoluta del campo teórico o formal- Teoremas matemáticos o pruebas lógicas, son demostrables y tienen una fuerza de prueba absoluta.

Grupo 2: teorías que pueden ser cotejadas con la realidad, que se pueden modelizar (en el sentido matemático) y experimentar. La mayoría de los campos de la física y algunos de la química. Para este grupo, las pruebas son tan fuertes que se aproximan a pruebas absolutas y son difícilmente discutibles, incluso cuando puedan ser refinadas en el futuro gracias a nuevos modelos convergentes. Se enuncian como teorías, se modelizan, se confrontan con la realidad y es posible realizar experimentos para eventualmente refutarlas.

Grupo 3: teorías cotejables con la realidad, que se pueden modelizar pero no experimentar. La cosmología: teoría del Big Bang, o “muerte térmica del universo”, la climatología (el cambio climático). Aunque no son experimentables, se pueden modelizar y las predicciones que resultan del modelo pueden ser verificadas. En este grupo, el nivel de prueba es alto.

Grupo 4: teorías cotejables con la realidad, experimentables, pero que no se pueden modelizar. La fisiología, la farmacología, la biología, parte de la química, medicina, etc. Son poderosas porque si bien no se puede modelizar, la experimentación aporta un nivel de verificación elevado altamente probatorio. El nivel de prueba también es elevado.

Niveles de prueba diferentes en teorías científicas

Grupo 5: teorías cotejables con la realidad, pero que no se pueden modelizar ni experimentar. Es más débil en términos de fuerza probatoria que los anteriores. Ejemplos el evolucionismo darwiniano, que no se puede modelizar ni experimentar (o en todo caso, no fue posible hacerlo durante un siglo); la extinción de los dinosaurios, la desaparición del hombre de Neandertal, el origen de la vida en la Tierra. Estas teorías no se pueden modelizar ni experimentar, se verifican solamente gracias a la confrontación de sus conclusiones con lo que puede ser observado en el mundo real.

Grupo 6: teorías que no se pueden cotejar con la realidad, ni modelizar, ni experimentar. Este grupo se limita a teorías especulativas, como la teoría de los multiversos o universos llamados «paralelos». Dado que estas teorías no generan ninguna implicación observable, no son sino totalmente hipotéticas y sin verificación posible.



Método científico

Principios y procedimientos para búsqueda sistemática de conocimientos científicos que involucran diferentes pasos:

- 1) Observación sistemática del fenómeno.
- 2) Reconocimiento y formulación del problema.
- 3) Mediciones y experimentación.
- 4) Formulación de hipótesis.
- 5) Análisis y eventual modificación de la hipótesis.
- 6) Puesta a prueba.
- 7) Publicación de resultados y verificación entre pares.

No existe *el método científico*.

Pero sí hay características comunes en la manera como los científicos hacen su trabajo.

Principales características de un método científico válido son:

Falsabilidad (o refutabilidad)

Reproducibilidad y repetibilidad de los resultados.

Niveles de prueba diferentes en teorías científicas

Para Karl Popper una teoría científica siempre debe ser formulada de modo que pueda ser **susceptible de falsarse**.

Por ejemplo un enunciado no falsable sería “mañana tal vez llueva”, ya que ningún resultado puede refutarlo. Por el contrario, el enunciado “la luz al pasar cerca del Sol se curva” es falsable. Basta realizar una observación, como la del movimiento aparente de las estrellas durante un eclipse, para ponerla a prueba.

En ese sentido, para Popper, cuanto más “riesgosa” es una teoría, o sea cuando más formas tenemos de poner a prueba sus conclusiones, más “robusta” es ella.

Para Popper, la irrefutabilidad de una teoría científica no es una virtud sino un vicio, que la identifica como pseudocientífica.

Para Popper las características que debe tener una teoría científica son **la falsabilidad, la refutabilidad y la experimentabilidad**.



¿Qué es la Física?

Es la ciencia natural más básica, estudia el universo, los fenómenos naturales, la estructura de la materia... desde lo más pequeño a lo más grande. (10^{-15} a 10^{26} m)

Nos lleva a los principios generales que describen el comportamiento del universo físico.

Es una ciencia natural típicamente ***experimental***.

Se observan fenómenos naturales y se intentan encontrar patrones descriptivos (teorías físicas o leyes o principios físicos).

Ninguna teoría física se considera como la verdad final o definitiva.

Siempre existe la posibilidad de que nuevas observaciones obliguen a modificarla o descartarla.

Inherente a las teorías físicas, es el hecho de que podemos demostrar su **falsedad** encontrando comportamientos que no sean congruentes con ellas, pero **nunca podremos comprobar que una teoría siempre es correcta.**

Ramas de la Física

La podemos dividir en seis áreas primordiales:

1. Mecánica clásica- *movimiento e interacciones de objetos macroscópicos que están en reposo o se mueven con una rapidez mucho menor al de la luz;*

2. Relatividad- *objetos que se mueven con cualquier rapidez, incluso los que se aproximan a la rapidez de la luz;*

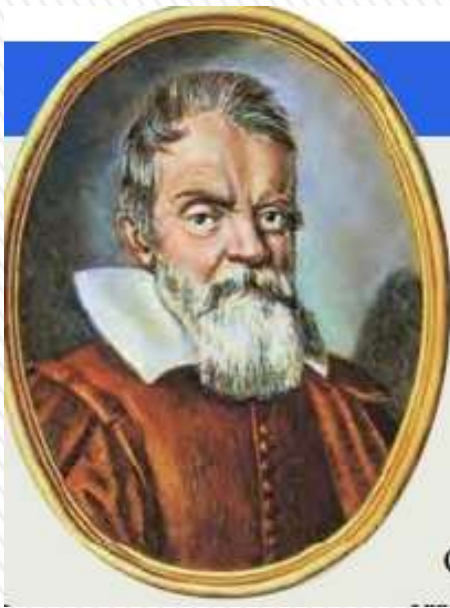
3. Termodinámica- *trata del calor, el trabajo, la temperatura y el comportamiento estadístico de los sistemas con gran número de partículas;*

4. Electromagnetismo- *le compete la electricidad, el magnetismo y los campos electromagnéticos;*

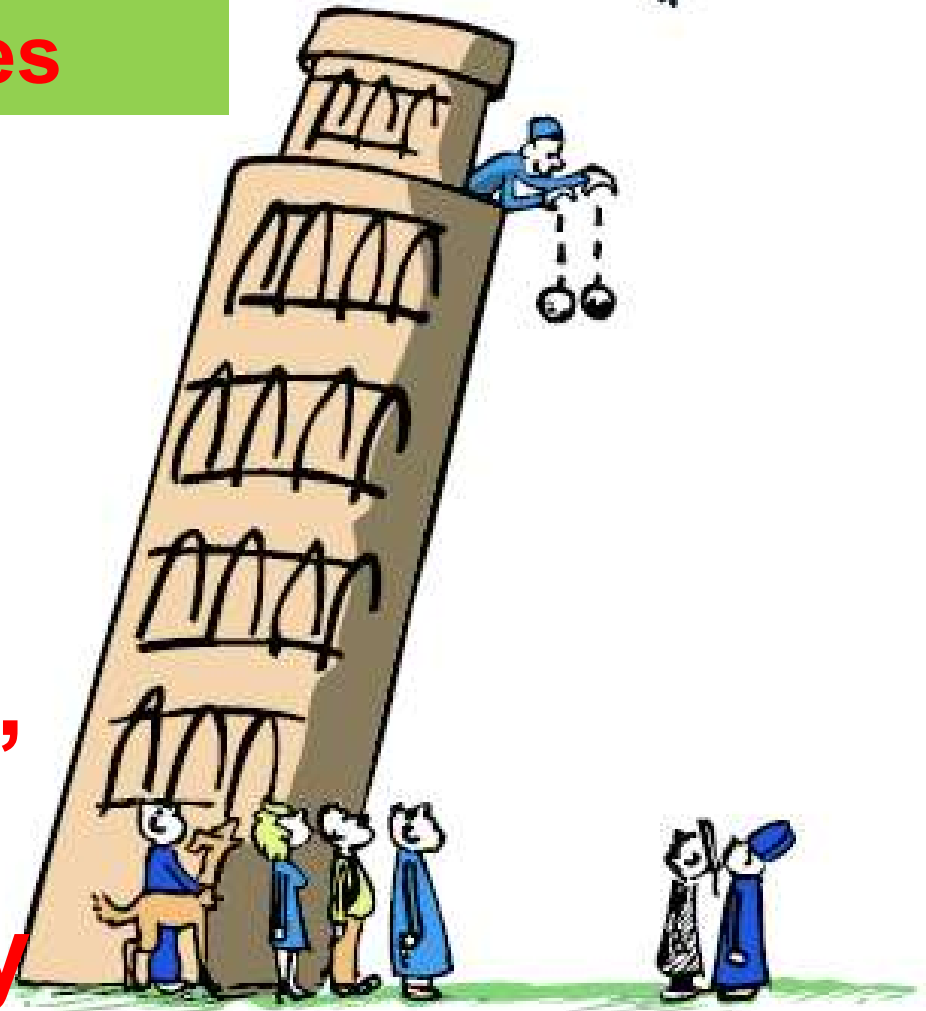
5. Óptica- *estudia el comportamiento de la luz y su interacción con los materiales;*

6. Mecánica cuántica- *teorías que conectan el comportamiento del mundo microscópico con el macroscópico.*

Física, mediciones y estimaciones



02. - Física, modelos, mediciones, errores, cifras significativas y estimaciones



Modelos en Física...

Modelo: versión simplificada de un sistema físico demasiado complejo para analizarse con todos sus pormenores

a) Una pelota real lanzada al aire

La pelota gira y tiene forma compleja.

La resistencia del aire y el viento ejercen fuerzas sobre la pelota.

La fuerza gravitacional sobre la pelota depende de la altura.

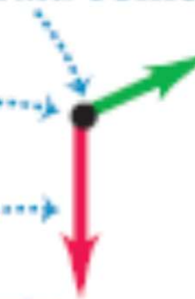


b) Un modelo idealizado de la pelota de béisbol

La pelota de béisbol se trata como un objeto (partícula) puntual.

No hay resistencia al aire.

La fuerza gravitacional sobre la pelota es constante.



Ejemplo: movimiento de una pelota lanzada al aire.

La pelota no es perfectamente esférica y gira conforme viaja por el aire. El viento y la resistencia del aire afectan su movimiento, el peso de la pelota varía un poco al cambiar su distancia con respecto al centro de la Tierra, etc.

Si tratamos de considerar todo esto, la complejidad del análisis nos abruma..

En vez de ello, **creamos una versión simplificada del problema.**

Omito tamaño y forma de la pelota, considero un objeto puntual o **partícula**, ignoro resistencia del aire (como si se moviera en vacío) y supongo su peso constante.

Ahora ya tengo un problema manejable !!!

Medición y magnitudes

Medir: comparar objeto con otro tomado como patrón universal que se define como unidad.

Magnitud física atributo de un cuerpo, fenómeno o sustancia susceptible de ser medido.

Ejemplo: longitud, masa, carga eléctrica, etc.

Medición: proceso basado en comparación de un patrón seleccionado (unidad de medida) con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir (**mesurando**), para saber cuántas veces el patrón está contenido en esa magnitud.

Por ejemplo, si estamos interesados en medir la longitud de una barra, esa longitud específica será el mesurando.

Ver: “Introducción a la teoría de errores”, cap. 4 de “Experimentos de Física” de Salvador Gil, en pestaña: “Materiales complementarios”



Magnitudes fundamentales y unidades del Sistema Internacional (S.I.)

1. Masa (M) - kilogramo (kg)

2. Longitud (L) - metro (m).

3. Tiempo (T) - segundo (s).

4. Temperatura- kelvin (K).

5. Intensidad luminosa - candela (cd).

6. Cantidad de sustancia - mol.

7. Intensidad de corriente- amperio (A).

Magnitudes
fundamentales de
la Mecánica:
M, L y T



Errores de medición

Resultado de una medición: un número real, valor de una magnitud física, su unidad correspondiente y un intervalo de incertidumbre:

$$\bar{x} \pm \Delta x$$

Toda medición **siempre** implica un **error** o **incertidumbre** (Δx), que indica la máxima diferencia probable entre el valor medido (\bar{x}) y el real (x)

Nunca podemos conocer el valor real (x), sólo podemos determinar el valor más probable (\bar{x}).

Δx depende de la técnica de medición empleada.

Diámetro de una varilla de acero: $12,71 \pm 0,02$ mm, implica que es poco probable que el valor real sea mayor que 12,73 mm o menor que 12,69 mm.



Errores de medición

En general, el resultado de una medición es sólo una aproximación o estimación del valor del mesurando.

Esto se debe a las **limitaciones propias del proceso de medición** como consecuencia de:

- la **sensibilidad (apreciación)** y **exactitud** de los instrumentos usados,
- la **interacción** del método de medición con el objeto a medir,
- la **definición** del objeto a medir,
- la influencia del observador u observadores que realizan la medición.

Además hay **otros errores sistemáticos** por las imperfecciones de los métodos de medición, **errores estadísticos o aleatorios** y **errores ilegítimos o espurios**.

Los errores estadísticos son los que se producen al azar, debidos a causas múltiples y fortuitas.

Los errores ilegítimos o espurios son los que cometemos por equivocación o descuido.

Cifras significativas

En general no se da explícitamente la incertidumbre de un número, sino que se indica con las cifras significativas en el valor medido.

La medida 2,91 mm, tiene 3 cifras significativas, esto se interpreta como que los dos primeros dígitos son seguros, pero el tercero es incierto.

Es decir la incertidumbre sería de 0,01 mm.

Dos valores con igual número de cifras significativas pueden tener diferente incertidumbre; una distancia expresada como 137 km tiene tres cifras significativas, pero la incertidumbre es aproximadamente de 1 km.

Cuando usamos números con incertidumbre para calcular otros números, obviamente el resultado también es incierto.

Siempre hay que redondear la respuesta final conservando solamente el número correcto de cifras significativas o, si hay duda, una más cuando mucho.

Cifras significativas

Regla 1: Se cuentan de izquierda a derecha, a partir del primer dígito diferente de cero y hasta el último dígito (dudoso).

- a) 214 b) 81,60 c) 7,03 d) 0,03
e) 0,00860 f) 3236 g) 8700

Regla 2: Al sumar o restar dos números decimales, el número de cifras decimales del resultado es igual al de la cantidad con el menor número de ellas.

$$27,153 + 138,2 - 11,74 = 153,6 \quad \text{y no } 153,613$$

Regla 3: Al multiplicar o dividir dos números, el número de cifras significativas del resultado es igual al del factor con menos cifras.

El área de un rectángulo de 4,5 cm por 3,25 cm, está reportada correctamente por (Con calculadora tenemos $4,5 \times 3,25 = 14,625$)

- a) 14,625 cm²; b) 14,63 cm²; c) 14,6 cm²; **d) 15 cm²**; e) 14 cm²