

**FUNDAMENTO Y DIDÁCTICA DE
LA FÍSICA**



**Ciencia. Medidas,
magnitudes y SI.**

Prof. Angel Ezquerro
Desp. 2210
angel.ezquerro@edu.ucm.es

Ciencia. Medidas, magnitudes y SI

- ¿Qué es ciencia?
- ¿Métodos científicos?
- Medida, magnitudes y unidades.
- Proceso de medida.
- Errores e incertidumbre.
- Algunas ideas de los alumnos.

¿Qué es ciencia?

- ACTIVIDADES:
 - ✓ RDR: ¿Qué es ciencia para ti?
 - ✓ DEBATE: ¿Qué importancia tiene la ciencia y la tecnología en la sociedad y en nosotros?
 - ✓ Complete los cuadros siguientes con elementos habituales en su vida:

CIENCIA/TECNOLOGÍA		
CONCEPTOS	PROCEDIMIENTOS	MATERIALES

Resumen de respuestas habituales: ideas alternativas más frecuentes

- Se suele considerar ciencia como *el trabajo de los científicos* y en menor medida *lo que está en los libros*.
- La valoración que se otorga a la ciencia y la tecnología suele ser de *mucha importancia* (sobre el 75% o más).
- Se suele considerar que la ciencia mejora las condiciones de vida.
- Existe serias dificultades para concretar el uso de la ciencia y la tecnología en el quehacer diario.
- La concreción en el uso de la ciencia:
 - ✓ Aparatos electrónicos y eléctricos.
 - ✓ Los procedimientos se relacionan con el uso de la informática.
 - ✓ No se consideran conceptos (salvo ligados a la salud).

Una definición de ciencia

CIENCIA es la parte del conocimiento humano que estudia la Naturaleza a través de la experimentación, de tal modo que los resultados sean reproducibles y las conclusiones puedan ser refutadas. Habitualmente se admite que la ciencia puede dividirse en cuatro grandes áreas: física, química, biología y geología.

Se considera a las matemáticas la herramienta común para el tratamiento de los datos y la expresión de los resultados.

La tecnología es la aplicación práctica de estos conocimientos a la resolución de problemas concretos para los individuos y la sociedad.

Ciencia. Medidas, magnitudes y SI

- ¿Qué es ciencia?
 - ✓ Vídeo: *¿Qué ropa me pongo?*
- ¿Métodos científicos?
- Medida, magnitudes y unidades.
- Proceso de medida.
- Errores e incertidumbre.

El uso de audiovisuales

- La información sólo está en diálogo y texto.
- No se toman apuntes.
- Esto no puede entrar en examen.
- La información audio-**visual** es considerada de menor importancia.
- ACTIVIDADES. Desarrollar estrategias para dar valor al conjunto de canales de comunicación:
 - ✓ Preguntas, cuestionarios y actividades previas y posteriores a la exhibición del vídeo.
 - ✓ Confeccionar guía para interactuar con el vídeo durante su exhibición.
 - ✓ Incluir cuestiones de los vídeos en las pruebas escritas.

Ciencia. Medidas, magnitudes y SI

- ¿Qué es ciencia?
- **¿Métodos científicos?**
- Medida, magnitudes y unidades.
- Proceso de medida.
- Errores e incertidumbre.

¿Métodos científicos?

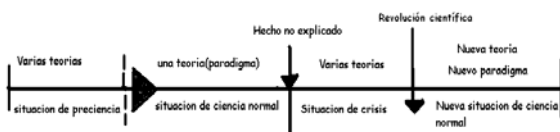
El método científico es la forma o la manera en que se desarrolla el trabajo de los científicos. Si bien existen varios esquemas y serias críticas a la propia existencia de un método, es habitual considerar los siguientes pasos:

- Observación y planteamiento del problema.
- Planteamiento de hipótesis. Característica: deben ser susceptibles de comprobación experimental.
- Experimentación y análisis de resultados.
- Conclusiones expuestas en forma de teorías, leyes o fórmulas.
- Comunicación de los resultados.

FUNDAMENTOS DE FILOSOFÍA DE LA CIENCIA

- El planteamiento de Thomas S. KUHN sobre “La estructura de las revoluciones científicas”
- OTROS AUTORES:
 - ✓ TOULMIN
 - ✓ POPPER
 - ✓ LAKATOS
 - ✓ FEYERABEND

DESARROLLO DE LA CIENCIA SEGÚN KUHN



Ciencia. Medidas, magnitudes y SI

- ¿Qué es ciencia?
- ¿Métodos científicos?
- **Medida, magnitudes y unidades.**
- Proceso de medida.
- Errores e incertidumbre.

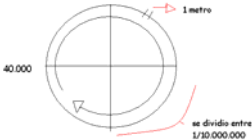
Medida, magnitudes y unidades

Existen propiedades como la amistad, la esperanza,... que no podemos comparar porque no existe un patrón de comparación. Estas propiedades no van a ser consideraras en los planteamientos científicos.

- **Magnitud** es una propiedad que puede ser medida, como por ejemplo, el número de sillas de una clase, la energía, la masa, etc.
- **Medir** una propiedad es comparar la cantidad que tiene un objeto con una cantidad fija o patrón, denominada unidad.
- **Unidad** es una cantidad arbitraria elegida por convenio que nos sirve como patrón para realizar medidas (fundamentales, derivadas y complementarias).

Medida, magnitudes y unidades

- **ACTIVIDADES:**
 - ✓ ¿Qué puedes medir y qué no? (Identifica magnitudes)
 - ✓ Indica las unidades que conoces..... ¿Qué magnitud miden?
- **COMPLEMENTOS:**
 - ✓ Primera medida de la Tierra (Eratóstenes de Cirene)
 - ✓ Establecimiento, por convenio, del “metro patrón” como la “diez millonésima parte del cuadrante del meridiano medio terrestre”.
 - ✓ Problemas en la Nasa

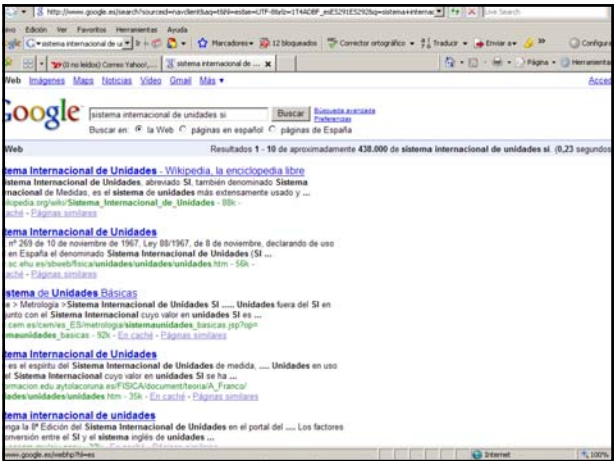


Sistemas de unidades

Existen multitud de sistemas de unidades diferentes: tradicionales, técnico cegesimal o cgs, anglosajón (pintas, yardas, libras, etc.), MKS,... En ciencia se utiliza el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El **SI** está formado por unidades fundamentales, derivadas y complementarias (radián,...) y una serie de protocolos muy precisos.

- ACTIVIDAD:
- ✓ Buscar en internet SI y las conversiones a otros unidades
 - ✓ Determinar qué o quiénes fijan el SI
 - ✓ ¿Cómo se regulan en España las medidas?



Sistema Internacional de unidades

MAGNITUD	NOMBRE UNIDAD	SÍMBOLO
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente	amperio	A
Temperatura	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

DEFINICIONES DE LA UNIDADES FUNDAMENTALES DEL SI

El metro es la unidad de longitud del trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de 1/299.792.458 de segundo.

El kilogramo es la unidad de masa: es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo.

El segundo es la duración de 9.192.631.770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.

El amperio es la intensidad de una corriente constante que, manteniéndose en dos conductores paralelos, rectilíneos, de longitud infinita, de sección circular despreciable y situados a una distancia de un metro uno de otro en el vacío, produciría entre estos conductores una fuerza igual a 2×10^{-7} newton por metro de longitud.

El kelvin es la fracción 1/273,16 de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.

El mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono 12.

La candela es la intensidad luminosa, en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} hercios y cuya intensidad energética en dicha dirección es 1/683 vatios por estereorradián.

DEFINICIONES DE LA UNIDADES COMPLEMENTARIAS DEL SI

El radian (rad) es el ángulo plano comprendido entre dos radios de un círculo que, sobre la circunferencia de dicho círculo, interceptan un arco de longitud igual a la del radio.

El estereorradián (sr) es el ángulo sólido que, teniendo su vértice en el centro de una esfera, interceptan sobre la superficie de dicha esfera un área igual a la de un cuadrado que tenga por lado el radio de la esfera.

Múltiplos y submúltiplos

NOMBRE	SÍMBOLO	N. DECIMAL	N. CIENTÍF.
Giga	G	1.000.000.000	10 ⁹
Mega	m	1.000.000	10 ⁶
Kilo	k	1.000	10 ³
Hecto	h	100	10 ²
Deca	da	10	10
Deci	d	0.1	10 ⁻¹
Centi	c	0.01	10 ⁻²
Mili	m	0.001	10 ⁻³
Micra	μ	0.000001	10 ⁻⁶
nano	n	0.000000001	10 ⁻⁹

Múltiplos y submúltiplos

➤ACTIVIDADES:

✓ Cambios de unidades. Ejemplo: cuántos litros son centímetros cúbicos,...

✓ Cambios de múltiplos o submúltiplos. Ejemplo: expresa 350 cm en metros, cambia de centímetros cuadrados a metros cuadrados,... (Primaria).

✓ Realización de medidas directas: longitudes, masas, tiempos,...

✓ Realización de “**pequeñas investigaciones**”: ¿superficie de pared de tu casa? ¿distancia entre tu casa y el centro de estudios?... (permitir la iniciativa de los alumnos)

✓ Trabajo en notación científica.

Ciencia. Medidas, magnitudes y SI

- ¿Qué es ciencia?
- ¿Métodos científicos?
- Medida, magnitudes y unidades.
- **Proceso de medida.**
- Errores e incertidumbre.

Proceso de medida (I)

- Medir una magnitud consiste en asociar un valor numérico a una determinada propiedad. El proceso de medición tiene asociado un conjunto de errores, algunos solventables y otros irresoluble. Por ejemplo, la longitud de los objetos depende de la temperatura, humedad y presión.
- Debemos **acordar** una medida. El valor acordado como *valor verdadero* será la **media aritmética** de todas las medidas que parezcan sensatas.
- Dado que este *valor verdadero* no es el real, se estima el error asociado a nuestra medida a través de la incertidumbre absoluta y relativa.
- ACTIVIDAD EN CLASE: EJEMPLO DE MEDIDA.

Proceso de medida (II)

- Se realizan n mediciones.
- Se eliminan las mediciones sometidas a error... (existen criterios)
- Se calcula el valor medio que nosotros vamos a considerar como *valor verdadero*.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_i + x_n}{N} = \sum \frac{x_i}{N}$$

- DEDUCCIÓN de la expresión del valor medio de una medida como valor que iguala los errores por exceso y por defecto.

Errores e incertidumbres

➤ Tipos de errores

- ✓ **Error sistemático:** están relacionados con la mala ejecución del proceso de medida. Estos errores se pueden eliminar.
- ✓ **Error accidental:** se producen al azar debido a causas imposibles de controlar. Como asumimos que **son aleatorios, podemos aplicar la estadística** y obtener el valor medio.

ACTIVIDAD: Encuentra y define algunos casos de los diferentes errores sistemáticos que existen.

Proceso de medida (III)

- Se realizan n mediciones.
- Se eliminan las mediciones sometidas a error... (existen criterios)
- Se calcula el valor medio que nosotros vamos a considerar como *valor verdadero*.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_i + x_n}{N} = \sum \frac{x_i}{N}$$

- Se calculan las incertidumbres absolutas de cada medida y se obtiene **la media de las incertidumbres absolutas**.
- Con la medida verdadera, y la incertidumbre absoluta se calcula la incertidumbre relativa de nuestra medida.
- Se expresa el resultado como:

$$\bar{x} \pm \bar{E}_A \text{ (unidades)}$$

Errores e incertidumbres

- **Incertidumbre absoluta:** diferencia en valor absoluto entre el valor verdadero y el valor hallado.

$$E_A = \Delta x_i = |\bar{x} - x_i|$$

$$\bar{E}_A = \frac{\Delta \bar{x}_i}{N} = \frac{|\bar{x} - x_1| + |\bar{x} - x_2| + \dots + |\bar{x} - x_N|}{N} = \frac{\sum |\bar{x} - x_i|}{N}$$

- **I. relativa:** cociente entre la incertidumbre absoluto y el valor verdadero expresado en tanto por ciento.

$$E_R^i = \frac{\Delta x_i}{\bar{x}} \cdot 100 \% = \frac{|x - x_i|}{\bar{x}} \cdot 100 \%$$

$$\bar{E}_R = \frac{\bar{E}_A}{\bar{x}} \cdot 100 \% = \frac{\sum |x - x_i|}{\bar{x}} \cdot 100 \%$$

CIFRAS SIGNIFICATIVAS

- Cifras significativas son las que conocemos porque las podemos leer con el instrumentos de medida.
- No podemos expresar una medida con más decimales que las suministradas por el aparato de medida.
- Los ceros que van detrás de la coma decimal son significativas; por ejemplo: 8'50 (3); 8'5 (2); 75'00 (4)
- El error de medida se encuentra en la última cifra.
- Los ceros a la izquierda del primer número no nulo, no son significativos.
0'0004 (1)
- El resultado de una suma o una resta no puede tener más decimales que las que tenga el dato con menos decimales.
 $4'262 + 13'1 = 17'362 = 17'3 = 17'4$
- El resultado de una multiplicación o una división no puede tener más cifras significativas que el dato que menos cifras significativas tengan:
 $2'6 \times 3'37 = 8'762 = 8'8$

ALGUNAS IDEAS DE LOS ALUMNOS

Existen multitud de trabajos sobre las preconcepciones del alumnado (AUTORES: Carretero, Palacios, Osborne, Freyberg, Pozo, Hewson, Beeth,...). Algunas de las ideas alternativas relacionadas con nuestro tema, son:

- La ciencia no me afecta, a mí no me tiene que interesar.
- La ciencia sólo es útil si arregla los problemas de la gente.
- La ciencia es sólo cosa de científicos.
- Los científicos están lejos de mi mundo y son personas serias y/o medio locas, etc.
- Si es una medida científica es porque no tiene error.
- Si los números de un problema están bien, el problema está bien (sin unidades).
- Están poco habituados a hacer conjeturas o realizar predicciones.

Dificultades relacionadas con la resolución de problemas y las estrategias de medición

- **Observación**
 - ✓ No todos son capaces de describir un hecho, objetos con unas características, situaciones, fenómenos,...
 - ✓ La observación se complica si deben usar un instrumento o aparato.
- **Identificación de un problema**
 - ✓ Identifican los problemas con actividades cerradas o ejercicios numéricos de **solución única**; los procesos de resolución también se perciben como **únicos**.
 - ✓ No reconocen las variables que pueden intervenir en una situación problemática.
 - ✓ Dificultades para saber que datos o información necesitan en una situación abierta.
- **Relación entre variables**
 - ✓ No reconocen que una variable puede tomar diferentes valores ni lo usan ante una situación problemática.
 - ✓ Reconocen las relaciones directas –preferentemente causales– pero tienen dificultades con las inversas y con las multivariadas.
 - ✓ Dificultades para realizar un control y exclusión de variables.

Dificultades relacionadas con la resolución de problemas y las estrategias de medición

- **Medición**
 - ✓ Actitud poco crítica con sus medidas, probablemente por no apreciar el significado de las unidades.
 - ✓ Dificultades con la lectura de algunos aparatos (sobre todo, si las divisiones no guardan una relación 1:10)
- **Transformación y análisis de datos**
 - ✓ Sistematizan la tabulación de datos sin interiorizar las reglas (orden creciente, mismas unidades, correspondencia,...).
 - ✓ Problemas en la realización de las representaciones gráficas: trazar la gráfica, dificultades para interpretar o extrapolar valores.
 - ✓ Dificultades matemáticas para resolver ecuaciones.
- **Destrezas comunicativas**
 - ✓ No reconocen las ideas fundamentales, contradictorias, semejantes,... en un material escrito o audiovisual.
 - ✓ Cuando usan diversos materiales el problema del reconocimiento de ideas se complica.
 - ✓ Asumen la información escrita y, sobre todo visual, con escaso espíritu crítico.
 - ✓ Necesitan una secuencia dirigida de cuestiones para la elaboración de un informe.

Problemas y estrategias

- El profesor debería conocer los conocimientos conceptuales, procedimentales y las actitudes del alumnado.
- Este conocimiento debería ser usado en la planificación de la enseñanza y en el trabajo en el aula.
- Las dificultades relacionadas con: **Observación, Identificación de un problema, Relación entre variables y Destrezas comunicativas** trascienden los objetivos del área de Conocimiento del Medio (**descripción, explicación y simbolismo**) desarrollan capacidades y competencias relacionadas con el conocimiento general del entorno y la comunicación.
- Recordemos que la experiencia docente es una fuente de información y nos permitirá ver que estas -y otras muchas- concepciones son muy dependientes de la trayectoria educativa concreta de cada individuo.
- En resumen, debemos diseñar actividades para conocer las ideas que tiene nuestro grupo concreto en un momento determinado.
