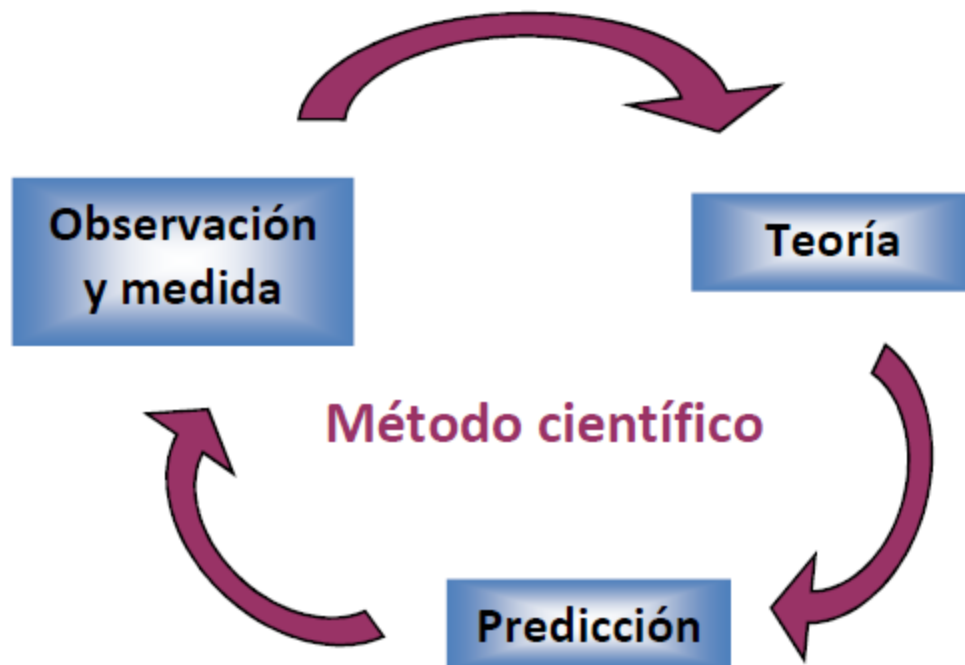


¿CÓMO MEDIMOS?

¿Por qué medimos?

- La física se ocupa de describir y entender la naturaleza
- La medición es una de sus herramientas fundamentales para hacerlo de forma objetiva.
- Es el medio de proponer/contrastar una teoría.

Modelo (teoría) ↔ Experimento (observación)



Algunas definiciones

- **Magnitud física (MF):** atributo de un cuerpo, fenómeno o sustancia que puede ser cuantificada. (Ej: masa, longitud, carga eléctrica)
- **Valor de MF:** cantidad de una MF particular expresada como un número y una unidad
- **Unidad:** es una magnitud física particular, definida y adoptada por convención, respecto de la cual otras magnitudes de la misma especie son comparadas.

Sistemas de unidades

Unidades SI fundamentales

<http://physics.nist.gov/cuu/units/>

Magnitudes fundamentales	Nombre	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente Eléctrica	amperio	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

El Sistema Internacional de Unidades

En noviembre de 2018 se aprobó la mayor revisión del **Sistema Internacional de Unidades (SI)** desde su creación (1960). El principal cambio es que a partir de ahora todas las unidades se definen en base a constantes de referencia, como la velocidad de la luz para el metro y la constante de Planck para el kilogramo. La revisión entrará en vigencia el 20 de mayo de 2019.

● La candela

La **candela**, cuyo símbolo es **cd**, es la unidad de intensidad luminosa del SI en una dirección dada. Se la define estableciendo el valor numérico fijo de la eficacia luminosa de una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hz, K_{cd} (igual a 683 cuando es expresada en las unidades $\text{lm}\cdot\text{W}^{-1}$, que son equivalentes a $\text{cd}\cdot\text{sr}\cdot\text{W}^{-1}$), donde el kilogramo, el metro y el segundo son definidos en términos de h , c y $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.

Magnitud de base: intensidad luminosa (I_v)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DE LA CANDELA		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Flujo luminoso	lumen (lm)	$\text{cd}\cdot\text{sr}\cdot\text{m}^2\cdot\text{sr}^{-1}$
Luminancia	lx (cd/m ²)	$\text{cd}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{sr}^{-1}$

● El mol

El **mol**, cuyo símbolo es **mol**, es la unidad de cantidad de sustancia (o materia) del SI. Un mol contiene exactamente $6,022\,140,76 \times 10^{23}$ entidades elementales. Este número es el valor numérico fijo de la constante de Avogadro, N_A , cuando es expresada en unidades de mol^{-1} y es llamado el número de Avogadro.

La cantidad de sustancia, símbolo n , de un sistema es una medida del número de entidades elementales especificadas. Una entidad elemental puede ser un átomo, una molécula, un ion, un electrón, o cualquier otra partícula o grupo específico de partículas.

Magnitud de base: cantidad de sustancia (n)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL MOL		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Concentración	mol por metro cúbico	$\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$
Actividad catalítica	katal (kat)	$\text{s}^{-1}\cdot\text{mol}$

● El kelvin

El **kelvin**, cuyo símbolo es **K**, es la unidad de temperatura termodinámica del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la constante de Boltzmann, k , igual a $1,380\,650 \times 10^{-23}$ cuando es expresada en unidades de $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$, que es igual a $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, donde el kilogramo, el metro y el segundo son definidos en términos de h , c y $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.

Magnitud de base: temperatura termodinámica (T)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL KELVIN		
Magnitud	Unidad	Expresión en unidades de base
Temperatura Celsius	grados Celsius (°C)	$T/K - 273,15$
Conductividad térmica	watt por metro kelvin	$\text{m}\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{K}^{-1}$
Resistencia térmica superficial	metro cuadrado kelvin por watt	$\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^2\cdot\text{K}$
Capacidad térmica	joule por kelvin	$\text{m}^2\cdot\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$



● El kilogramo

El **kilogramo**, cuyo símbolo es **kg**, es la unidad de masa del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la constante de Planck, h , igual a $6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$ cuando es expresada en unidades de $\text{J}\cdot\text{s}$, que es igual a $\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}$, donde el metro y el segundo son definidos en términos de c y $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.

Magnitud de base: masa (m)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL KILOGRAMO	
Magnitud	Unidad
Fuerza	newton (N)
Presión	pascal (Pa)
Energía	joule (J)
Potencia	watt (W)

● El metro

El **metro**, cuyo símbolo es **m**, es la unidad de longitud del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la velocidad de la luz en el vacío, c , igual a $299\,792\,458$ cuando es expresada en unidades de $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, donde el segundo es definido en términos de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.

Magnitud de base: longitud (l , x , r , etc.)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL METRO	
Magnitud	Unidad
Área, superficie	metro cuadrado
Volumen	metro cúbico
Ángulo plano	radián (rad)
Ángulo sólido	esteradian (sr)

● El segundo

El **segundo**, cuyo símbolo es **s**, es la unidad de tiempo del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la frecuencia de cesio, $\Delta\nu_{\text{Cs}}$, igual a $9\,192\,631\,770$ cuando es expresada en unidades de s^{-1} .

Magnitud de base: tiempo (t)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL SEGUNDO	
Magnitud	Unidad
Frecuencia	hertz (Hz)
Actividad de un radionucleido	becquerel (Bq)
Dosis equivalente	sievert (Sv)

● El ampere

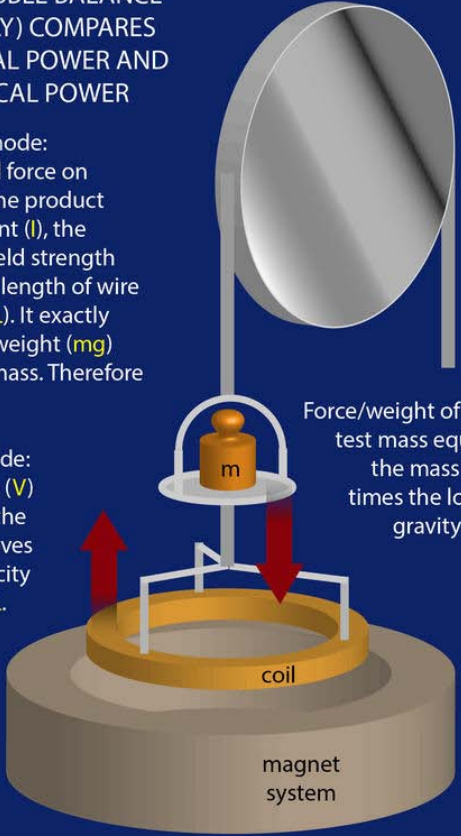
El **ampere**, cuyo símbolo es **A**, es la unidad de corriente eléctrica del SI. Se lo define estableciendo el valor numérico fijo de la carga elemental, e , igual a $1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$ cuando es expresada en unidades de $\text{A}\cdot\text{s}$, donde el segundo es definido en términos de $\Delta\nu_{\text{Cs}}$.

Magnitud de base: intensidad de corriente (I)

ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS DEL AMPERE	
Magnitud	Unidad
Carga eléctrica	coulomb (C)
Tensión eléctrica	volt (V)
Resistencia, impedancia	ohm (Ω)
Capacidad eléctrica	farad (F)
Inductancia	henry (H)
Densidad de flujo magnético	tesla (T)

La Constante de Planck y el nuevo método de la Balanza de Kibble.

HOW A KIBBLE BALANCE (VIRTUALLY) COMPARES ELECTRICAL POWER AND MECHANICAL POWER



Weighing mode:
The upward force on the coil is the product of the current (I), the magnetic field strength (B), and the length of wire in the coil (L). It exactly equals the weight (mg) of the test mass. Therefore $mg = IBL$.

Velocity mode:
The voltage (V) induced in the coil as it moves equals velocity (v) times BL .

Force/weight of the test mass equals the mass (m) times the local gravity (g).

coil
magnet system

Weighing Mode: $mg = IBL$ Velocity Mode: $V = vBL$
so $mg/I = BL$ so $V/v = BL$

BL is the same in each case and cancels out. Thus IV (watts elec. power) = mgv (watts mech. power)

$$h = 6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34} \text{ Kg m}^2/\text{s}$$

Instrumento de medición que mide el peso de una muestra mediante la fuerza de una corriente eléctrica y un voltaje.

Como instrumento metrológico utiliza dos constantes universales fundamentales que a su vez se utilizan para definir la corriente eléctrica y el voltaje, la velocidad de la luz y la constante de Planck.

Extraído de: <https://www.nist.gov/si-redefinition/kilogram-kibble-balance>

SI prefijos

Factor	Name	Symbol
10^{24}	yotta	Y
10^{21}	zetta	Z
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10^1	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a
10^{-21}	zepto	z
10^{-24}	yocto	y

¿QUÉ ES MEDIR?

Es comparar la cantidad de la MF del objeto que se desea medir (**mesurando**) con una unidad de la misma magnitud

FACTORES QUE INTERVIENEN

- Objeto - fenómeno
- Instrumento
- Observador
- Método de medición

RESULTADO DE UNA MEDICIÓN

Al medir acotamos la cantidad de la MF (EJ: X)



OBTENEMOS POR RESULTADO UN INTERVALO



(X_{\min}, X_{\max})



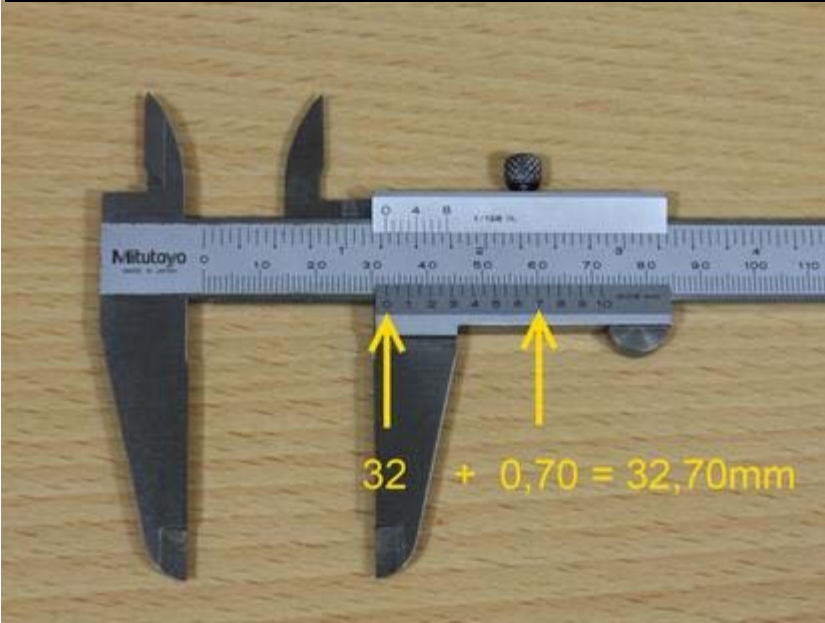
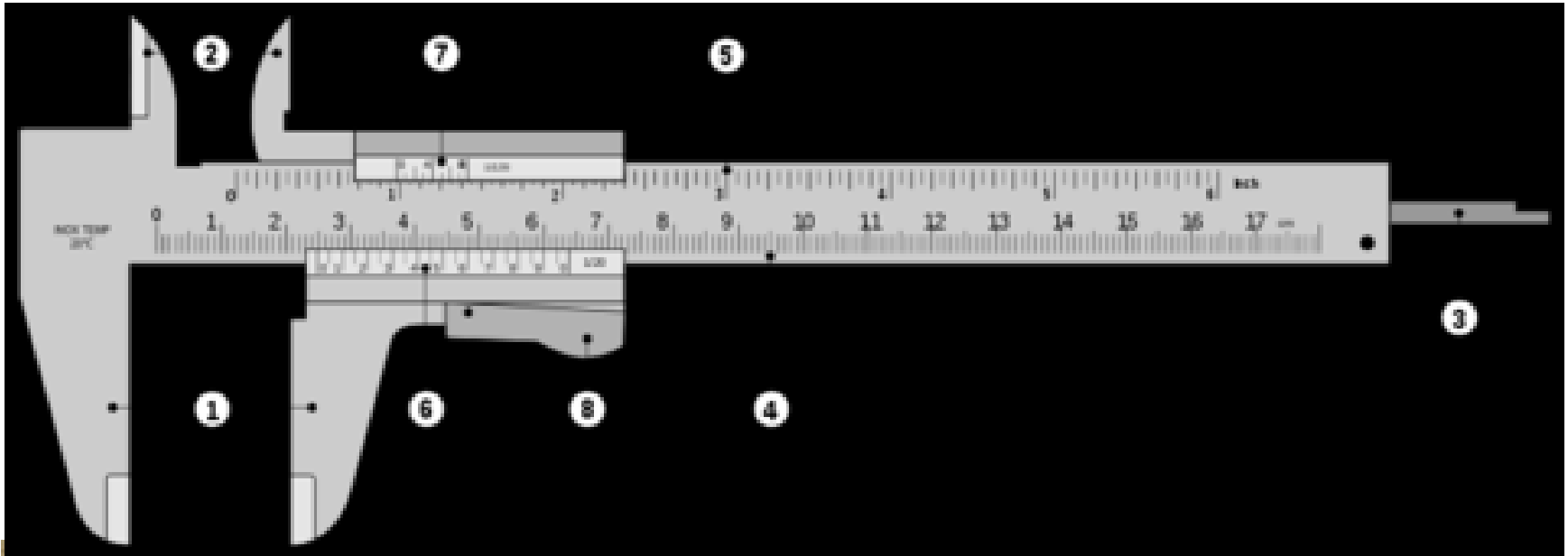
$X \pm \Delta X$

$$\Delta X = (X_{\max} - X_{\min})/2 \text{ incertidumbre}$$

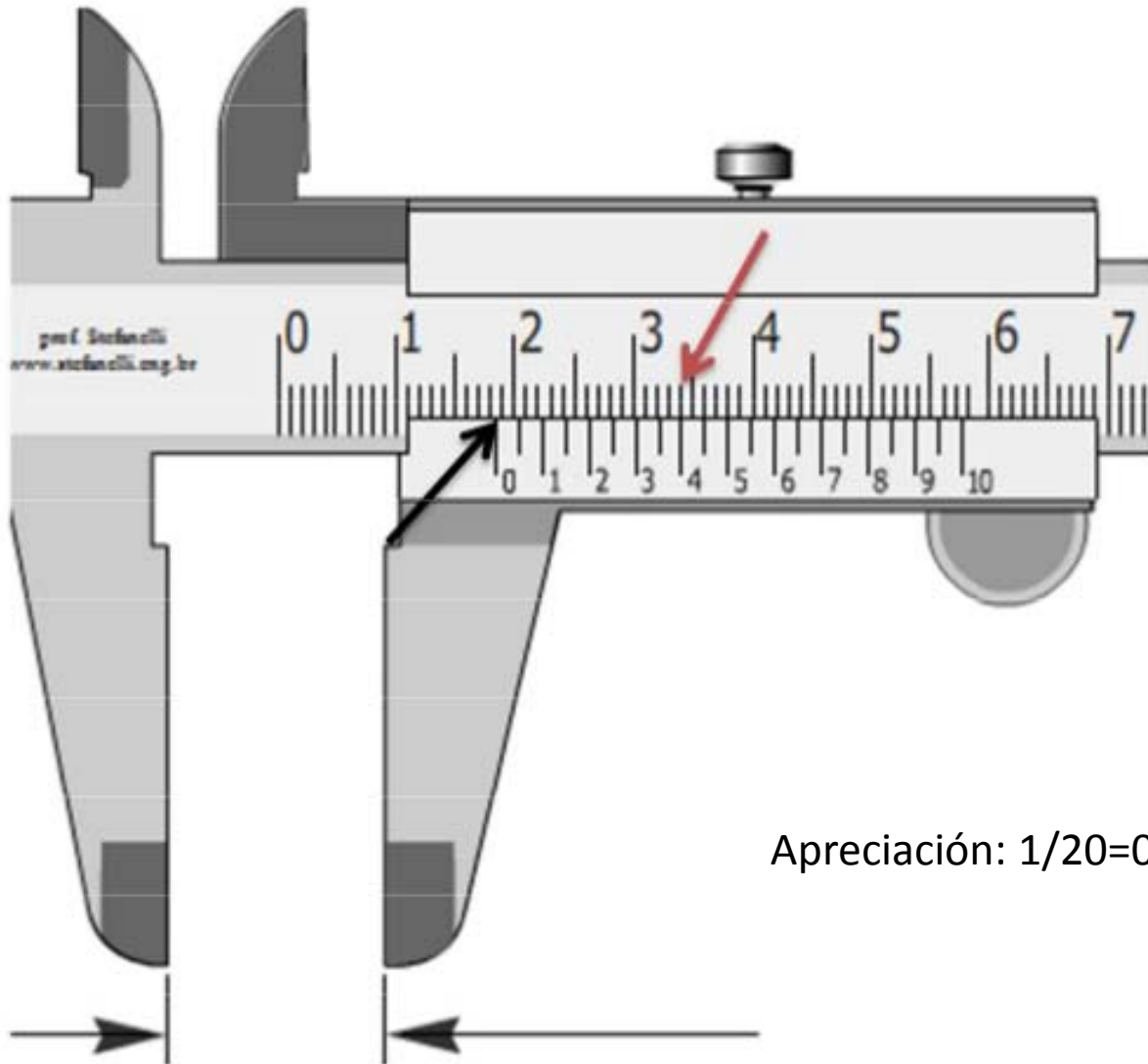
Incertidumbres instrumentales

- **Apreciación:** asociado a la sensibilidad o menor magnitud de apreciación del instrumento
- **Exactitud:** asociado a la calidad de calibración del instrumento
- **Inc. Instrumental:** aprec.+calibración
- **Errores sistemáticos:** afectan el resultado de una medición en forma constante, pueden corregirse

Calibre



1. Palpadores de exteriores
2. Palpadores de interiores
3. Sonda de profundidad
- 4 y 5. Regla graduada (en mm y en pulgadas)
- 6 y 7. Nonio o vernier (en mm y en pulgadas)
8. Botón de desplazamiento

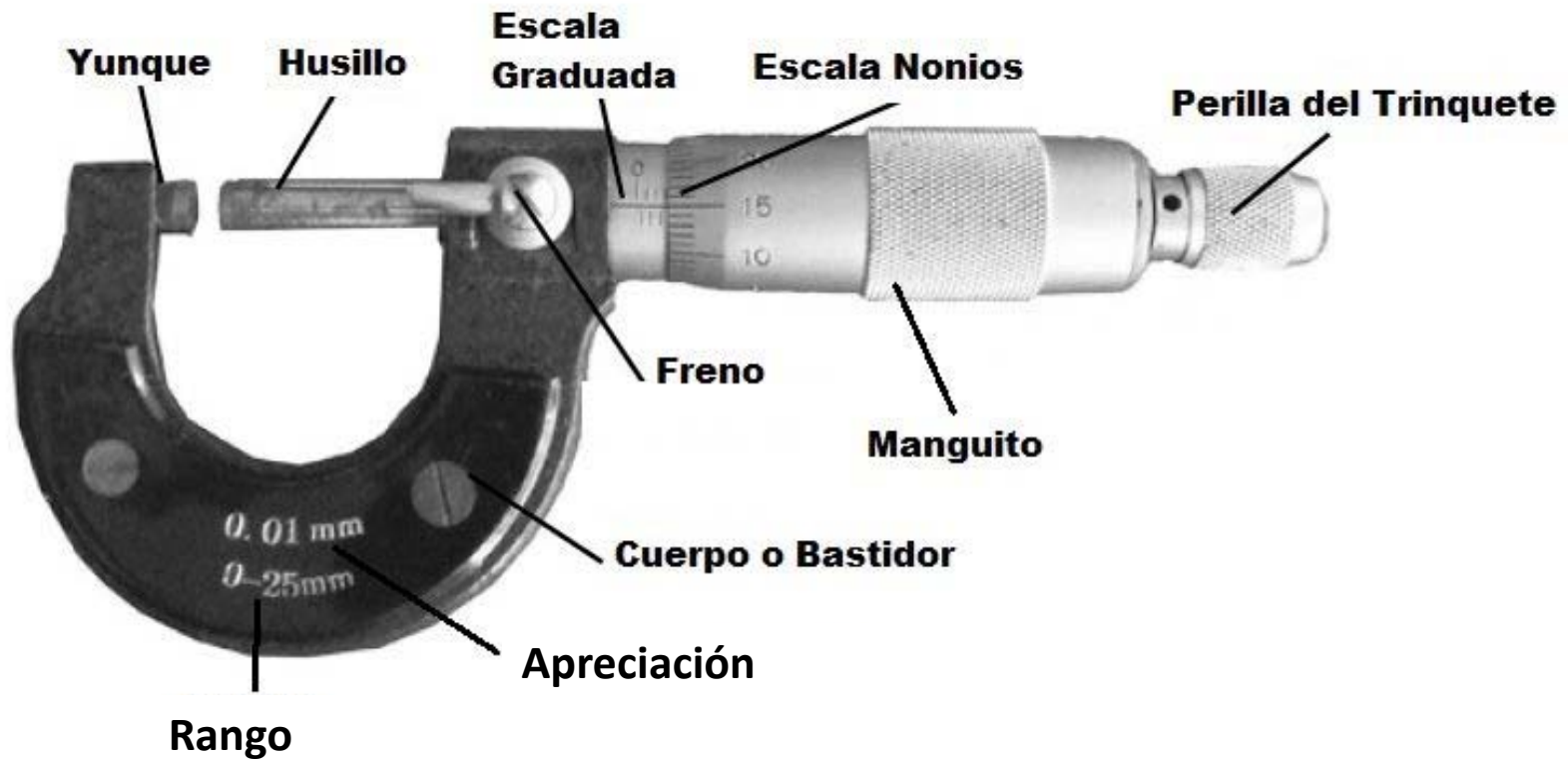


Apreciación: $1/20=0,05\text{mm}$

$18,40 \pm 0,05 \text{ mm}$

Micrómetro

MICROMETRO O PALMER





$$5,5 + 0,28 = 5,78 \pm 0,01 \text{ mm}$$