



Facultad Regional Rosario
Universidad Tecnológica Nacional
UDB Física - Cátedra FÍSICA I

ACTIVIDAD

Nº 1

AÑO 2020



Actividad N° 1

Precisión y cifras significativas

Las mediciones siempre tienen incertidumbre. Si medimos el diámetro de una fibra con una regla común, la medición sólo será confiable al milímetro más cercano, y el resultado será de 10 mm. Sería *erróneo* dar este resultado como 10,0 mm; dadas las limitaciones del instrumento de medición, no se sabría si el espesor real es de 10,0 mm o 8,5. Pero si se usa un micrómetro, que mide distancias de forma confiable al 0,01 mm más cercano, el resultado será 10,75 mm. La distinción entre estas dos mediciones radica en su **incertidumbre**. La medida con micrómetro tiene menor incertidumbre y es más exacta. La incertidumbre también se llama **error**, porque indica la máxima diferencia probable entre el valor medido y el real. La incertidumbre o el error de un valor medido depende de la técnica empleada.

Las mediciones nunca pueden efectuarse con precisión absoluta; las cantidades físicas obtenidas de observaciones experimentales adolecen siempre de alguna incertidumbre. Una longitud medida con una regla ordinaria o con un metro tiene, a lo sumo, una precisión próxima al milímetro, mientras que un micrómetro puede medir longitudes con precisión de hasta 0,01 mm. La precisión de una medida menudo se indica añadiéndole el símbolo \pm y un segundo número que expresa el máximo **error probable**. Si el diámetro de una varilla de acero se indica como $56,4 \pm 0,2$ mm, significa que el valor real se encuentra entre 56.2 y 56.6 mm.

¿Que son las cifras significativas?

En muchos casos, no se da explícitamente la incertidumbre de un número, sino que se indica con el número de dígitos informativos, o **cifras significativas**, en el valor medido. Indicamos el espesor de la portada del libro como de 0,75 mm, que tiene 2 cifras significativas. Con esto queremos decir que el primer dígito decimal es correcto, pero el segundo es incierto. El último dígito está en la posición de las centésimas, así que la incertidumbre sería de 0,01 mm. Dos valores con el mismo número de cifras significativas pueden tener *diferente* incertidumbre; una distancia dada como 137 km también tiene tres cifras significativas, pero la incertidumbre es de más o menos 1 km. En resumen, las cifras significativas de un valor numérico son los números seguros y el primero de los dudosos.

¿Cómo se cuentan?

Para determinar la cantidad de cifras significativas se pueden aplicar 6 reglas:

Regla 1: Cualquier número que NO sea cero es significativo.

Regla 2: Todos los ceros **entre** cifras significativas también son significativos.

Regla 3: Los ceros a la izquierda del primer dígito que sea distinto de cero solo sirven para indicar donde va el punto decimal, pero son NO significativos.

Regla 4: En los números decimales, los **ceros finales** (a la derecha del punto decimal) son significativos.

Regla 5: Si un número no tiene punto decimal y termina con uno o más ceros, dichos ceros pueden ser o no significativos. Se suele indicar que dichos ceros son significativos escribiendo el punto decimal solamente. Si el signo decimal no se escribiera, dichos ceros no son significativos.

Regla 6: Los números exactos tienen un número infinito de cifras significativas. Por ejemplo, el número de átomos en una molécula de agua es 3, y es un número exacto.

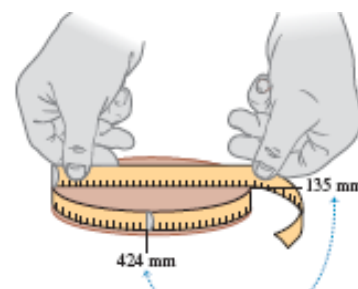
Ejemplos:

- ✓ 167 tiene 3 cifras significativas
- ✓ 406.1 tiene 4 cifras significativas
- ✓ 0,0003804 tiene 4 cifras significativas
- ✓ 24,0 tiene 3 cifras significativas
- ✓ 0,1400 tiene 4 cifras significativas
- ✓ 9800 tiene 2 cifras significativas

Cuando se utilizan valores medidos para calcular otros valores, éstos también manifestarán incertidumbre que dependerá de las incertidumbres de las mediciones. **Es muy importante comprender esto cuando se compara un valor obtenido de mediciones con un valor obtenido de una predicción teórica.**

Supóngase que un estudiante quiere verificar el valor de π , o sea, la relación entre la longitud y el diámetro de una circunferencia. El valor correcto con ocho dígitos es 3,1415926. El estudiante dibuja una circunferencia y mide su diámetro y su longitud con una precisión máxima de un milímetro, obteniendo los valores 135 mm y 424 mm, respectivamente. Si el cociente entre ambos, obtenido con una calculadora de bolsillo, es 3,1407407, ¿coincide este valor con el verdadero?

Para contestar esta pregunta primero debemos reconocer que al menos los seis últimos dígitos del resultado obtenido por el estudiante no tienen sentido, ya que suponen una precisión mayor en el resultado que la que es posible con sus mediciones. El número de dígitos significativos de un número se llama número de cifras significativas; en general, **ningún resultado numérico puede tener más cifras significativas que las de los números a partir de los cuales se ha calculado.** Por tanto, el valor de π obtenido por el estudiante sólo tiene tres cifras significativas, y deberá escribir sencillamente 3,14. Dentro del límite de las tres cifras significativas, el valor de π obtenido por el estudiante concuerda con el valor verdadero.



El estudiante, por lo común, efectuará las operaciones aritméticas con una calculadora que presente los resultados desde cinco hasta diez dígitos. Anotar con diez dígitos un resultado obtenido a partir de un cálculo con números de tres cifras significativas no sólo es innecesario sino también **peligroso**, ya que falsea la **precisión de los resultados**, los cuales siempre deben redondearse para mantener exclusivamente el número correcto de cifras significativas o, en casos de duda, una más a lo sumo.

Multiplicación o división: El resultados de esta operación no puede tener más cifras significativas que las que tiene el número con menor cantidad de cifras significativas.

Ejemplos:

- ✓ $0,745 \cdot 2,2/3,885 = 0,42$
- ✓ $(1,32578 \cdot 10^7) \cdot (4,11 \cdot 10^{-3}) = 5,45 \cdot 10^4$

Suma o resta: Lo determina el número con mayor incertidumbre (es decir, el menor número de dígitos a la derecha del punto decimal)

Ejemplos:

☑ $1,32578 + 2,23 = 3,56$

Siempre redondee su respuesta final conservando sólo el número correcto de cifras significativas o, si hay duda, acaso una más. Por ejemplo si la velocidad del velocímetro es 75 km/h habría sido erróneo dar la respuesta como 20,833333 m/s. Deberíamos dar 21 m/s. Cabe señalar que, al reducir una respuesta así al número apropiado de cifras significativas, debemos *redondear*, no *truncar*. La calculadora indica que 525 m/311 m es 1,688102894; con 3 cifras significativas, esto es 1.69, no 1.68. Consultar reglas de redondeo.

En los cálculos con números muy grandes o muy pequeños estas consideraciones sobre las cifras significativas se simplifican en gran medida utilizando la notación en potencias de diez, denominada a veces **notación científica**. La distancia de la Tierra al Sol es aproximadamente de 384.000.000 m, pero al escribir el número de esta manera no se indica el número de cifras significativas. Desde luego, no lo son las 12. En cambio, desplazemos la coma decimal 11 lugares a la izquierda (equivalente a dividir entre 10^8) y multipliquemos por 10^8 ; es decir,
 $384.000.000 \text{ m} = 3,84 \times 10^8 \text{ m}$.

De esta forma es evidente que el número de cifras significativas es tres.

El número $4,00 \times 10^{-7}$ también tiene tres cifras significativas, aunque dos de ellas sean ceros. En notación científica, se acostumbra expresar la cantidad como un número entre 1 y 10 multiplicado por la potencia adecuada de 10.

Cuando aparecen un entero o una fracción en una ecuación general, tratamos ese número como si no tuviera incertidumbre. Por ejemplo, en la ecuación:

$$v_x^2 = v_{ox}^2 + 2 \cdot a_x \cdot \Delta x$$

del capítulo 2, el coeficiente 2 es *exactamente* 2. Pensaríamos que tiene un número infinito de cifras significativas (2,000000...). Lo mismo ocurre con el exponente 2.

Por último, cabe señalar que **precisión** no es lo mismo que **exactitud**. Un reloj digital barato que indica que la hora es 10:35:17 A.M. es muy *preciso* (la hora se da con segundos); pero si el reloj está atrasado varios minutos, el valor no será muy *exacto*.

Por otro lado, un reloj de caja puede ser muy exacto (dar la hora correcta) pero, si no tiene segundero, no será muy preciso. **Una medición de alta calidad es tanto precisa como exacta.**

Estimaciones y órdenes de magnitud

Hemos destacado la importancia de conocer la exactitud de los números que representan cantidades físicas. No obstante, a menudo incluso una estimación burda de una cantidad puede darnos información útil. A veces sabemos cómo calcular cierta cantidad, pero tenemos que estimar los datos necesarios para el cálculo. O bien, el cálculo sería demasiado complicado para efectuarse con exactitud, así que lo aproximamos. En ambos casos, nuestro resultado es una estimación, pero nos serviría aun si tiene un factor de incertidumbre de dos, diez o más. Con frecuencia, tales cálculos se denominan **estimaciones de orden de magnitud**.

Guía de Actividades N° 1:

MOVIMIENTO DE UN PUNTO EN UNA DIRECCIÓN

1.1- Un móvil recorrió 90,0 km en 4,00 horas. Determina la rapidez media en m/s.

1.2- Completa el siguiente cuadro:

Magnitud de la Velocidad	V (m/s)	V (cm/s)	V (km/h)
Caracol	10^{-3}		
Hombre caminando	1,10		
Galgo corriendo	16		
Automóvil	33,0		
Sonido en el aire	340		
Luz en el vacío	$3,0 \cdot 10^8$		
Avión en vuelo			900
Avión aterrizando			240
Cohete espacial			$2,0 \times 10^4$
Tierra alrededor Sol			$2,4 \times 10^3$

1.3- ¿Qué puedes decir sobre la distancia recorrida por un coche que viajó con una rapidez media de 60 km/h durante 23 minutos?