



## CIFRAS SIGNIFICATIVAS Y REDONDEO

Se considera que las cifras significativas de un número son aquellas que tienen significado real o aportan alguna información. Las cifras no significativas aparecen como resultado de los cálculos y no tienen significado alguno. Las cifras significativas de un número vienen determinadas por su incertidumbre. Son cifras significativas aquellas que ocupan una posición igual o superior al orden o lugar de la incertidumbre o error.

Por ejemplo, consideremos una medida de longitud que arroja un valor de **5432,4764 m** con un error de **0,8 m**. El error es por tanto del orden de décimas de metro. Es evidente que todas las cifras del número que ocupan una posición *menor* que las décimas no aportan ninguna información. En efecto, ¿qué sentido tiene dar el número con exactitud de diez milésimas si afirmamos que el error es de casi 1 metro?. Las cifras significativas en el número serán por tanto las que ocupan la posición de las décimas, unidades, decenas, etc, pero *no* las centésimas, milésimas y diez milésimas.

Cuando se expresa un número debe evitarse siempre la utilización de cifras no significativas, puesto que puede suponer una fuente de confusión. Los números deben redondearse de forma que contengan sólo cifras significativas. Se llama redondeo al proceso de eliminación de cifras no significativas de un número.

Las reglas básicas que se emplean en el redondeo de números son las siguientes:

- Si la cifra que se omite es menor que **5**, se elimina sin más: por ejemplo llevar a tres cifras el siguiente número: **3,673** el cual quedaría **3,67** que es más próximo al original que **3,68**.
- Si la cifra eliminada es mayor que **5**, se aumenta en una unidad la última cifra retenida: Si redondeamos **3,678** a tres cifras significativas, el resultado es **3,68**, que está más cerca del original que **3,67**.
- Si la cifra eliminada es **5**, se toma como última cifra el número par más próximo; es decir, si la cifra retenida es par se deja, y si es impar se toma la cifra superior: Para redondear **3,675**, según esta regla, debemos dejar **3,68**.

Las dos primeras reglas son de sentido común. La tercera es un convenio razonable porque, si se sigue siempre, la mitad de las veces redondeamos por defecto y la mitad por exceso.

Cuando los números a redondear sean grandes, las cifras eliminadas se sustituyen por ceros. Por ejemplo, el número **3875** redondeado a una cifra significativa resulta **4000**. En este caso suele preferirse la notación exponencial, puesto que si escribimos "**4000**" puede no estar claro si los ceros son cifras significativas o no. En efecto, al escribir  $4 \times 10^3$  queda claro que sólo la cifra "**4**" es significativa, puesto que si los ceros también lo fueran escribiríamos  $4,000 \times 10^3$ .



## Reglas básicas de operaciones con cifras significativas

**Regla 1:** Las medidas que se tomen sobre datos experimentales se expresan con sólo las cifras que entreguen la lectura los instrumentos, sin quitar ni agregar cifras dudosas, e indicando en los resultados con la incertidumbre en la medida de ser necesario.

**Regla 2:** Las cifras significativas se cuentan de izquierda a derecha, a partir del primer dígito diferente de cero y hasta el último dígito estimado en el caso de instrumentos analógicos o leídos en el caso de los digitales.

**Regla 3:** 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. Un caso de especial interés es el de la resta. Citemos el siguiente ejemplo:

$$30,3475 - 30,3472 = 0,0003$$

Observemos que cada una de las cantidades tiene seis cifras significativas y el resultado posee tan solo una. Al restar se han perdido cifras significativas. Esto es importante tenerlo en cuenta cuando se trabaja con calculadoras o computadores en donde haya cifras que se sumen y se resten. Es conveniente realizar primero las sumas y luego las restas para perder el menor número de cifras significativas posible.

**Regla 4:** Al multiplicar o dividir dos números, el número de cifras significativas del resultado es igual al del factor con menos cifras.

## Ejemplos de Cifras Significativas y Redondeo

1. Cualquier dígito diferente de cero es significativo.

**1234,56**    6 cifras significativas

2. Ceros entre dígitos distintos de cero son significativos.

**1002,5**    5 cifras significativas

3. Ceros a la izquierda del primer dígito distinto de cero no son significativos.

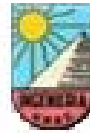
**000456**    3 cifras significativas  
**0,0056**    2 cifras significativas

4. Si el número es mayor que (1), todos los ceros a la derecha del punto decimal son significativos.

**457,12**    5 cifras significativas  
**400,00**    5 cifras significativas

5. Si el número es menor que uno, entonces únicamente los ceros que están al final del número y entre los dígitos distintos de cero son significativos.

**0,01020**    4 cifras significativas



6. Para los números que contengan puntos decimales, los ceros que se arrastran pueden o no pueden ser significativos. En este curso suponemos que los dígitos son significativos a menos que se diga lo contrario.

**1000** tiene **1, 2, 3, o 4** cifras significativas. Supondremos **4** en nuestros cálculos

**0,0010**      2 cifras significativas  
**1,000**      4 cifras significativas

7. Supondremos que cantidades definidas o contadas tienen un número ilimitado de cifras significativas. Es mucho más fácil contar y encontrar las cifras significativas si el número está escrito en notación significativa.

### Cifras Significativas y Redondeo en los cálculos

Las reglas para definir el número de cifras significativas para multiplicación y división son diferentes que para suma y resta.

**Suma y Sustracción:** El número de cifras significativas a la derecha del punto decimal en la suma o la diferencia es determinado por el número con menos cifras significativas a la derecha del punto decimal de cualquiera de los números originales. Esto quiere decir que en sumas y restas el último dígito que se conserva deberá corresponder a la primera incertidumbre en el lugar decimal.

**6,2456+6,2 = 12,4456**, redondeado: **12,4**, esto es **3** cifras significativas en la respuesta. Veamos otro ejemplo en la siguiente suma:

$$320,04+80,2+20,020+20,0=440,260 \Rightarrow 440,2$$

**Multiplicación y División:** El número de cifras significativas en el producto final o en el cociente es determinado por el número original, que tenga las cifras significativas de menor rango. Esto quiere decir que para multiplicación y división el número de cifras significativas en el resultado final será igual al número de cifras significativas de la medición menos exacta.

$$2,51 \times 2,30 = 5,773, \text{ redondeado es } 5,77$$
$$2,4 \times 0,000673 = 0,0016152, \text{ redondeado es } 0,0016$$

Otro ejemplo: Calcular la energía cinética de un cuerpo con una masa de **5,0 g** viajando a la velocidad de **1,15 cm/s**.

La energía cinética es obtenida de la fórmula

$$E.C. = \frac{1}{2}mv^2$$

En donde:

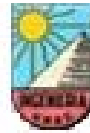
**m** = masa del cuerpo

**v** = velocidad del objeto

La respuesta es

$$E.C. = \frac{1}{2}(5,0 \text{ g})(1,15 \text{ cm/s})^2 = 3,3 \text{ g-cm}^2/\text{s}^2$$

¿Cuál número es el menos exacto?



$\frac{1}{2}$  no es un número medido, es parte de la fórmula y por lo tanto tiene un número infinito de cifras significativas.

**5,0** tiene **2** cifras significativas.

**1,15** tiene **3** cifras significativas.

El número menos exacto tiene dos cifras significativas, así que la respuesta debe tener dos.

Como hemos visto hasta ahora, hay dos tipos de números:

1) Definidos: obtenidos de contarlos o definirlos (ejemplo: los lados de un triángulo; el número de centímetros en un metro).

2) Medidos: obtenidos de medir algo (ejemplo: la temperatura).

La diferencia entre los números definidos y medidos es que sabemos el valor exacto de los primeros, pero no podemos conocer el valor exacto de los últimos.

En todas las mediciones hay errores debido a que no hay instrumento capaz de realizar mediciones exactas (además de los errores humanos siempre presentes).

En todas las mediciones hay incertidumbres y estas dependen de los instrumentos que estemos utilizando.

Las figuras significativas en un número medido es *el número de dígitos escritos, asumiendo que escribimos todo lo que sabemos.*

Por ejemplo, si pesamos una moneda utilizando una balanza de pesas y una balanza electrónica podemos obtener los siguientes números:

Balanza de platos:	<b>3,11</b> g	( <b>3</b> cifras significativas)
Balanza electrónica:	<b>3,1134</b> g	( <b>5</b> cifras significativas)

Reglas para contar correctamente el número de cifras significativas:

1) Todos los dígitos a ambos lados del punto decimal son significativos, si no hay ceros.

<b>23,742</b>	<b>5</b> cifras significativas
<b>332</b>	<b>3</b> cifras significativas
<b>1,4</b>	<b>2</b> cifras significativas

2) Ceros usados para localizar un punto decimal no son significativos.

<b>0,023</b>	<b>2</b> cifras significativas
<b>0,23</b>	<b>2</b> cifras significativas
<b>0,0000023</b>	<b>2</b> cifras significativas

3) Ceros entre números son significativos.

<b>2,003</b>	<b>4</b> cifras significativas
<b>1,0008</b>	<b>5</b> cifras significativas
<b>0,002034</b>	<b>4</b> cifras significativas



4) Ceros a la derecha del último dígito que no es cero y a la derecha del punto decimal son significativos.

<b>0,00000230</b>	<b>3</b> cifras significativas
<b>0,043000</b>	<b>5</b> cifras significativas
<b>1,00</b>	<b>3</b> cifras significativas
<b>10,0</b>	<b>3</b> cifras significativas

5) Cuando un número íntegro termina en uno o más ceros (esto es, cuando no hay nada escrito después del punto decimal), los ceros que determinan el número íntegro pueden o no pueden ser significativos.

Por ejemplo, en el caso del número **2000** sabemos que el dos es significativo pero sin información adicional acerca de como fue medido el número no sabemos si uno, dos o los tres ceros son significativos. Si hubiera sido dado como **2000,0**; **2000,3**; etc., sabríamos que todos los cinco dígitos son significativos.

Una manera de evitar confusión en este caso es la de reportar el número en forma exponencial, escribiendo únicamente el número de cifras significativas. Por ejemplo, si solo hubiera dos cifras significativas en **2000**, tendría que ser reportado como:

$$2,0 \times 10^3 \text{ (2 cifras significativas)}$$

Si tuviera **3** cifras significativas, tendría que ser reportado como:

$$2,00 \times 10^3 \text{ (3 cifras significativas)}$$

Nótese que en este sistema hay una diferencia entre **21,5**, **21,50** y **21,500**. Aunque matemáticamente estos números son los mismos, científicamente no lo son. El número **21,5** implica que no conocemos el siguiente lugar después del número 5. El número **21,50** dice que si lo conocemos; es cero, y no **7**, **8**, **3**, o cualquier otro dígito.

Para números que están contados o definidos, ninguna de las reglas precedentes se aplica. Estos números tienen un número infinito de cifras significativas. Cuando decimos que hay tres lados en un triángulo, sabemos el valor de todos los lugares después del **3**. Todos ellos son cero, hasta el infinito (esto es, **3,00000...**).

Autores:

Ing. Marcos Felici

Ing. Germán Zamanillo