

# Aparatos de medida

## Error absoluto y relativo en la calidad de medida

No solo es importante la unidad de medida cuando se realiza un proceso de medición, también se deberá utilizar el **adecuado aparato de medida**. Seleccionarlo y aprender a utilizarlo representa también un gran trabajo, para eso hay que tener en cuenta alguna de **sus características**, veamos: el rango de medida, la fidelidad, la rapidez, la sensibilidad, la exactitud, la precisión, entre otras más.

### *Exactitud y Precisión*

Los términos exactitud y precisión pueden utilizarse tanto para un resultado de medida como para un instrumento de medida. La exactitud de un instrumento de medida está directamente relacionada con la proximidad de los resultados al valor verdadero, esto se determina con el error sistemático. En el caso de la precisión, es el error aleatorio quien juega un papel importante, a menor error aleatorio mayor precisión.

### *Sensibilidad y Precisión*

La precisión de una medida va a estar afectada por la sensibilidad, la dispersión, el error absoluto, el error relativo, entre otros, es por eso que la precisión viene siendo muy importante cuando se compara una medida pues uno se basa en la precisión de la medida, es decir, comparando sus errores relativos.

### *¿La precisión y la sensibilidad están relacionadas?*

Sí, así es, hasta al punto que algunas veces se confunden, y por supuesto, no son lo mismo, veamos el por qué.

La sensibilidad de un aparato de medida, es la mínima cantidad que detecta un aparato de medida, así un aparato es más sensible cuanto más pequeña sea la cantidad que este detecta, ¿verdad?

Bueno, entonces un aparato de medida será más preciso cuanto más grande sea su sensibilidad y fidelidad, pues habrá menos dispersiones en los resultados de medida.

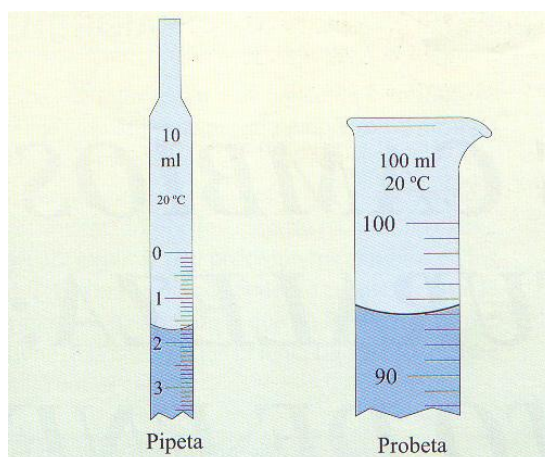
Se dice entonces que si hay menos imprecisión, el aparato será más preciso.

Además, gracias a la precisión, los aparatos de medida se van a clasificar. Esto se detallará en cursos superiores.

Con todo esto, queda claro que al momento de expresar la precisión de un resultado de medida, este, estará afectado por la precisión del aparato de medida utilizado. Veamos el siguiente ejemplo:

## I. Precisión al realizar una sola medición

De la imagen 1, ¿Cuál sería la cantidad de líquido contenido en la probeta? ¿Y cómo quedaría expresado su resultado de medida correctamente?



**Imagen 1.** Extraída de mestrea casa

La expresión correcta del resultado de medida sería:

$$94 \pm 1 \text{ ml}$$

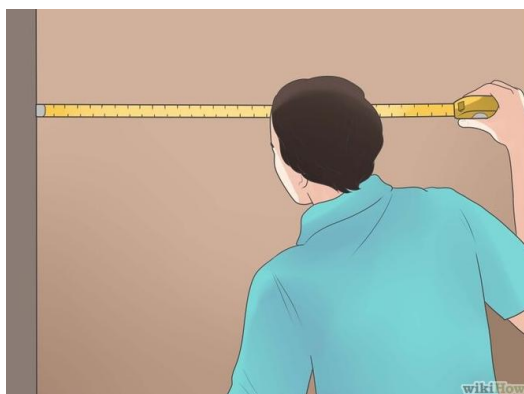
La superficie del líquido está coincidiendo con la división correspondiente a 94 ml. Está probeta se encuentra graduada en milímetros, su mínima división es igual a 1 ml, por lo tanto, 1 ml es la sensibilidad del aparato y corresponde también a su precisión. ¿Cómo quedaría expresada la cantidad de líquido contenido en la pipeta?

### *1. ¿Cuándo coinciden la sensibilidad y la precisión?*

Cuando se realiza una sola medida, un único proceso de medición, la sensibilidad del instrumento usado se identificara con la precisión, como en el ejemplo anterior.

### *2. ¿Cómo se elige un aparato de medida?*

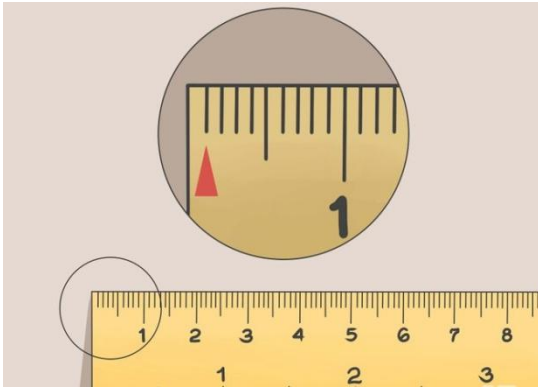
Un grupo de alumnos intenta medir la longitud de la pizarra. El primer problema encontrado es:



**Imagen 2.** Extraída de wikihow

Para un objeto de longitud tan grande, ¿Qué aparato de medida se debe utilizar, la cinta de costura, un metro flexible o una regla?

Por regla general, mientras más precisión se requiera, está será más difícil de obtenerla. Además, como ya hemos visto, la cantidad mínima que puede medir un aparato de medida, determina la sensibilidad de dicho aparato, esto es la **sensibilidad del aparato de medida** y se hablara más de ella en cursos superiores. Solo recordar por el momento, que la sensibilidad es la división más pequeña de la escala de un aparato de medida.

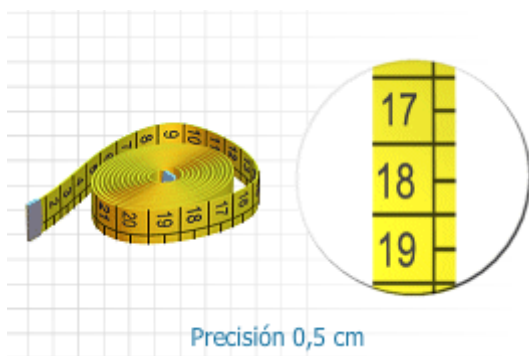


**Imagen 3.** Extraída de wikihow

Para el caso del metro y la regla, los dos están graduados en milímetros, el milímetro viene siendo la mínima cantidad medida por estos aparatos, entonces su sensibilidad es de 1 mm pero como cuando se realiza una sola medida la sensibilidad y la precisión coinciden entonces se puede decir que la precisión es de 1 mm o 0,1 cm o 0,001 m.

La regla de costura tiene menor sensibilidad que el metro y la regla, la mínima cantidad que detecta es de medio centímetro, es decir, 0,5 cm.

Entonces, aplicando todo lo antes visto, debido a su sensibilidad y precisión, la regla y el metro son los aparatos de elección.



**Imagen 4.** Extraída y modificada de Proyecto Ulloa

Ahora, solo queda una pregunta por resolver:

### *3. ¿Qué aparatos será más práctico? ¿Cuál de los dos nos facilitará la tarea de medir la longitud de la pizarra?*

Y bien, aunque los dos tienen la misma sensibilidad y precisión, sería mejor utilizar el metro flexible pues es más práctico para medir este tipo de longitudes, en cambio, la regla, es pequeña y su uso para esta longitud puede ser más **laborioso** y traernos más errores.

## **II. Precisión al realizar varias mediciones**

### *1. ¿Cómo se ve afectada la precisión cuando se realizan una serie de mediciones?*

Está estará afectada por la precisión de cada medición efectuada. Aquí entra en acción el cálculo del error absoluto, el cual podrá ayudarnos a determinar cuál de las mediciones efectuadas es más precisa.

### *2. ¿Qué es el error absoluto?*

Primero, si se quiere determinar el error absoluto, se necesita conocer el valor verdadero de la magnitud pero como el valor verdadero no es posible de conocerlo, lo que deberemos encontrar es solamente una **aproximación**.

El error absoluto es igual a la precisión, cuando se realizan mediciones directas con un aparato de medida pues se toma como error absoluto al que se produce cuando se utiliza ese aparato.

Por ejemplo, al medir la longitud de la pizarra:

- i. De una sola medida con el metro flexible se obtuvo un resultado de 143,2 cm, siendo la precisión del metro igual a 0,1 cm, entonces el resultado de medida y

el error absoluto queda expresado de la siguiente manera:  $143,2 \pm 0,1$  cm, de donde  $\varepsilon_a = 0,1$  cm.

### 3. *¿Cómo se calcula el error absoluto?*

Sí al valor verdadero o al valor de referencia se le resta el valor resultante en la medición, esta diferencia nos dará a conocer el valor del **error absoluto**, conocido como error de medida y se le llama así solo para diferenciarlo del error relativo. Anteriormente vimos su definición. En teoría, el error absoluto ( $\varepsilon_a$ ) está representado por la **ecuación A**:

$$\varepsilon_a = M' - M$$

Donde  $M'$  viene siendo el valor medido y  $M$  valor verdadero. Este error puede ser positivo o negativo.

### 4. *¿Cómo se determina el error absoluto cuando se realizan muchas mediciones?*

El valor verdadero será considerado como el **valor medio** de todas las mediciones efectuadas. Así, en el siguiente ejemplo, el grupo de alumnos mide ahora la longitud del muro frontal del salón de clases con una cinta métrica que tiene una sensibilidad hasta de 1 cm, veamos los resultados:

De las 5 medidas realizadas, se busca el valor medio con la **ecuación B**, se suman todos los valores obtenidos y el valor medio será igual a 2,48 m que es tomado como el **valor verdadero**. Utilizando la **ecuación A**, se calcula el **error absoluto** para cada medición.

Medida i	Valor obtenido $x_i$ (m)	Desviación $ x_i - \bar{x} $ (m)
1	2,47	0,01
2	2,48	0,00
3	2,48	0,00
4	2,47	0,01
5	2,50	0,02
Número de medidas $n = 5$	Valor medio: $\bar{x} = 2,48$ m	Valor medio de las desviaciones: $\Delta\bar{x} = 0,008$ m

Tabla 1. Extraída de referencia 1.

**Ecuación B**-Determinación del valor medio:

$$\bar{X} = \frac{\sum(X_i * f)}{n} =$$

$$\bar{X} = \frac{(2,47 * 2) + (2,48 * 2) + 2,50}{5}$$

$$\bar{X} = 2,48 \text{ m}$$

Donde f es igual a la frecuencia del valor obtenido, por ejemplo, el valor 2,48 m tiene una frecuencia igual a 2 porque se obtuvo 2 veces.

**Modificación de la Ecuación A**-Determinación del error absoluto para cada medición:

En este caso se toma el valor verdadero como igual al valor medio ( $\bar{X}$ ) y el valor medido como  $X_i$ .

De la definición dada para  $\varepsilon_a$ :

$$\varepsilon_a = M' - M$$

$$\text{Sí, } M = \bar{X} \text{ y } M' = X_i$$

Entonces el error absoluto =

$$\varepsilon_a = |X_i - \bar{X}|$$

Así, para la medición 1, restándole al valor medio el valor obtenido para cada medición se obtiene:

$$\varepsilon_a = |2,48 - 2,47|$$

$$\varepsilon_a = 0,01 \text{ m}$$

Ver los otros resultados obtenidos para cada medida en tabla **Ecuación C**.

Determinación de la **media** de los errores absolutos: Se suman todos los errores absolutos obtenidos en cada medida. El resultado obtenido representará el error absoluto de todas las medidas.

$$\varepsilon_a = \frac{\sum |X_i - \bar{X}|}{n} =$$

$$\varepsilon_a = \frac{0,01 + 0,00 + 0,00 + 0,01 + 0,02}{5} =$$

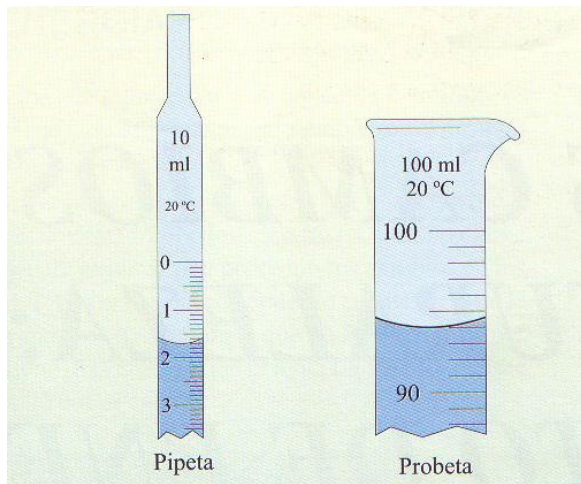
$$\varepsilon_a = 0,008 \text{ m}$$

Sí, el error absoluto igual a 0,008 m pero la precisión del aparato de medida es de tan solo 0,01 m, ¿Se puede expresar el resultado del error absoluto con más cifras significativas que el valor de la precisión del aparato de medida? ¿Qué valor se toma como error absoluto? Y ¿Qué es una cifra significativa? Veamos la respuesta a estas preguntas en la siguiente ficha de estudio.



# Test

1. ¿Cuáles son algunas de las características importantes de los aparatos de medida?
  - a) Rango de medida, fidelidad, rapidez, sensibilidad, exactitud, precisión.
  - b) Rango de error, fidelidad, rapidez, sensibilidad, exactitud, precisión.
  - c) Rango de verdad, fidelidad, rapidez, sensibilidad, exactitud, precisión.
  - d) Rango de falsedad, fidelidad, rapidez, sensibilidad, exactitud, precisión.
2. ¿Qué factores determinan la precisión cuando se realiza una medición?
  - a) Error verdadero y error normal
  - b) Sensibilidad y dispersión
  - c) Error absoluto y error relativo
  - d) Sensibilidad e inmersión
3. Un aparato de medida es más sensible cuanto más.....
  - a) Grande es la cantidad que este detecta.
  - b) Pequeña es la cantidad que este detecta.
  - c) Grande sea el aparato
  - d) Pequeño sea el aparato
4. Entonces, un aparato de medida será más preciso cuanto.....
  - a) Más grande sea su sensibilidad y fidelidad
  - b) Más pequeña sea su sensibilidad y fidelidad.
  - c) Más dispersiones haya en los resultados
  - d) Menos dispersiones haya en los resultados.
5. De la siguiente imagen, ¿Cómo quedaría expresada correctamente la cantidad de líquido que falta en la pipeta debido a que ha sido utilizada? Al expresar correctamente el resultado, recordar que la mínima cantidad que la pipeta detecta es igual a 0,1 ml.



**Imagen 1.**Extraída de mestreacasa

- a)  $17 \pm 0,1$  ml
- b)  $1 \pm 0,1$  ml
- c)  $1,7 \pm 0,1$  ml
- d)  $1,72 \pm 0,1$  ml

6. Cuando se mide la misma cantidad de un líquido con dos aparatos distintos, en este caso, dos probetas, se obtienen los siguientes resultados:  $21,4 \pm 0,1$  y  $21 \pm 1$ ml. Sí, los dos resultados están bien expresados, ¿Por qué no son idénticos?

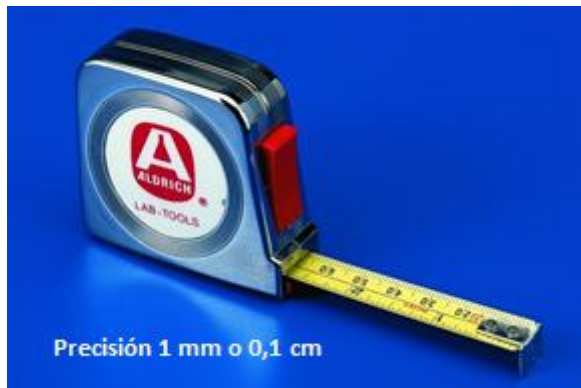
- a) Porque no se ha pesado bien.
- b) Porque la sensibilidad de las probetas es la misma.
- c) Porque la sensibilidad de las probetas no es la misma
- d) Porque una probeta detecta hasta 0,1 ml y la otra solo hasta 1 ml.

7. ¿Qué coincide con la precisión cuando se realiza una sola medida?

- a) La fidelidad
- b) La sensibilidad
- c) La exactitud
- d) El valor medio

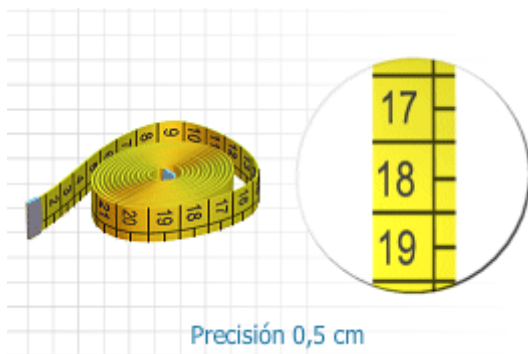
8. De las siguientes imágenes, ¿Cuál es la menos precisa?

**Imagen A:** Flexómetro



**Imagen 2.** *Cinta métrica*, catálogo Aldrich

**Imagen B:** Cinta métrica



**Imagen 3.** Extraída y modificada de Proyecto Ulloa

**Imagen C:** Calibre



**Imagen 4.** El *calibre* por Simón A. Eugter

- a) Imagen A
- b) Imagen B
- c) Imagen C
- d) Imagen A y C

9. Jugando futbol, los alumnos de la clase han roto el vidrio de una ventana. Al medir la longitud del vidrio para remplazarlo, ¿Cuál de los 3 aparatos presentados en la pregunta anterior se usaría? Y ¿Por qué?

- a) El calibre porque tiene mejor precisión
- b) La cinta métrica porque en este caso no importa mucho la precisión.
- c) El flexómetro porque tiene la precisión necesaria para medir el vidrio y porque sería más práctico para medir esta longitud.
- d) Ninguno de los 3

10. ¿Con cuál de las siguientes ecuaciones se puede calcular el error absoluto?

- a)  $\bar{X} = \frac{\sum(X_i * f)}{n}$
- b)  $\varepsilon_a = M' - M$
- c)  $\varepsilon_a = |X_i - \bar{X}|$
- d)  $\varepsilon_a = M' - M * f$

**Respuestas:**

1 (a), 2 (b,c), 3 (b), 4 (a,d), 5 (c), 6 (c,d), 7 (b), 8 (b), 9 (c), 10 (b,c)