

La precisión de los instrumentos de medición.

En la vida cotidiana las mediciones no suelen ser muy precisas porque, de hecho, no existe una necesidad importante de tal precisión. Al pagar un kilogramo de frijol, no nos importa si faltan unos cuantos gramos.

Tampoco se preocupa el vendedor si le pagamos el precio de un kilogramo y nos llevamos unos gramos más. Algo parecido vale también para la compra y venta de telas. Unos milímetros de más o de menos no son ni una gran pérdida ni ganancia.

Claro, las posturas serían muy diferentes si se tratara de oro o de otra sustancia valiosa. En tal caso, un error de un gramo no sería visto con buenos ojos ni por el comprador ni por el vendedor. Por eso, no es “por un milagro” que la balanza que emplea un platero sea más precisa que la que se usa en la tienda de la esquina. La importancia de la precisión es aún más grande en la ciencia. El avance del conocimiento científico depende enormemente de la calidad de las mediciones.

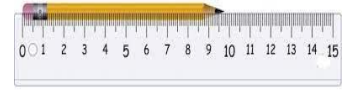
Aunque te parezca extraño, el avance en las mediciones científicas se ha logrado aceptando que no existen mediciones sin incertidumbre. así, los científicos saben que no es posible medir “el valor verdadero” de alguna cantidad, y que la única vía para avanzar consiste en tratar de reducir el tamaño de la incertidumbre que cada medición necesariamente lleva consigo.

Una manera de reducir el tamaño de la incertidumbre es construir instrumentos más precisos, es decir, instrumentos que sean capaces de realizar la comparación con una escala cuya división mínima sea cada vez más pequeña.

El tamaño de la división mínima de los instrumentos determina su precisión. Si se cuenta con dos instrumentos con escalas, el instrumento cuya escala tenga la menor división mínima se considerará más preciso.

¿Cómo reportar el resultado de una medición?

Al medir con una regla escolar la longitud de un lápiz con una regla, se obtuvo el resultado de 9.7 cm. ¿Este es el valor verdadero de la longitud del lápiz? Aunque el resultado está expresado en cm, tal valor no se puede tomar como verdadero.



Se suele tomar como la **incertidumbre de una medición** la mitad de la división mínima del instrumento usado. Para la regla escolar utilizada, cuya división mínima es 0.1 cm = 1 mm, la incertidumbre es entonces de 0.05 cm = 0.5 mm. El resultado para la longitud del lápiz

se debe reportar como: $L = (9.7 \pm 0.05) \text{ cm}$

Es decir, lo que se puede afirmar con certeza es que la longitud de la pila se encuentra entre 9.65 cm y 9.75 cm.

Tipos de errores: ¿De dónde vienen las incertidumbres?

El primer tipo de incertidumbres está asociado con el grado de cuidado con que se efectúa la medición. Este es un tipo de *error casual* (o *error aleatorio*).

Por ejemplo, para determinar la altura de una persona se suele emplear un libro colocado sobre la cabeza, con la finalidad de “pasar” esa altura a la pared trazando una línea con un lápiz. Al medir la distancia entre el piso y la línea trazada en la pared, se obtiene la altura de la persona.

La altura de la línea y la altura de la persona coinciden solamente si el libro, que se colocó sobre la cabeza, está en posición horizontal y perpendicular a la pared.

Para eliminar al máximo la incertidumbre causada por la posición del libro, sería mejor usar un nivel como instrumento auxiliar. En el caso de la medición de la longitud del lápiz, la incertidumbre en el valor que se asigna a la longitud del lápiz a pila depende de que tanto coincidan el cero de la regla y el borde de la pila. Pero, también, depende de cómo se hace para juzgar cual línea milimétrica de la escala coincide con el otro borde del lápiz.

Si la dirección de la mirada no es perpendicular a la escala, es decir, si hay un ángulo entre la dirección de la mirada y la dirección perpendicular a la escala, se comete lo que se llama el **error de paralaje**.

La influencia de los errores aleatorios en el valor de la cantidad que se mide se puede disminuir cuando muchas personas realizan más mediciones. Se supone que son iguales tanto la probabilidad de “errar” hacia valores mayores como la probabilidad de “errar” hacia valores menores, en comparación con el valor “verdadero”. Si se acepta la completa veracidad de esta suposición, se concluiría que el mejor valor para una serie de mediciones es el **valor medio**.

El valor medio es igual a la suma de los valores obtenidos, dividida entre el número de mediciones.

Si los valores obtenidos, al medir n veces una cantidad física x , son $x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$, la expresión matemática para el valor medio es:

$$\langle X \rangle = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Existe toda una ciencia, la teoría de la probabilidad, que se dedica a estudiar como calcular el mejor resultado posible en una serie de mediciones, en la cuales las diferencias entre los resultados se deben a causas aleatorias, así como a determinar cuál es la incertidumbre relacionada.

Usando la teoría de la probabilidad es posible determinar en qué resultados se puede confirmar más y en cuales menos. De esa manera se puede evitar que la incertidumbre debida a los errores casuales sea mucho mayor que la incertidumbre ocasionada por la división mínima del instrumento. Otra fuente de incertidumbre, que no vamos a considerar detalladamente y cuya influencia en los resultados no se puede reducir haciendo un mayor número de mediciones, son los **errores sistemáticos**.

Cuantificación de los errores en las mediciones.

En una serie de mediciones, la mejor aproximación al valor verdadero de la cantidad medida la representa el valor medio. Conociendo el valor medio, es posible definir el **error absoluto** en cada medición particular.

El error absoluto en una medición de la serie es la diferencia entre el valor obtenido y el valor medio de esa serie.

Si el valor obtenido en la medición número n es x_n y el valor medio de la serie es $\langle X \rangle$, entonces el error absoluto para tal medición EA_n es:

$$EA_n = x_n - \langle X \rangle$$

El error absoluto no brinda información suficiente para juzgar el significado verdadero del error. Al medir la longitud, un error absoluto de 2 mm no es un gran error si el valor medio es 20,000 mm (20 m). Sin embargo, si el valor medio es 20 mm, entonces el error absoluto de 2 mm sería un error considerable. Para remediar ese aspecto del error absoluto, se define el **error relativo**.

El error relativo de una medición de la serie es el cociente entre el error absoluto y el valor medio de esa serie.

Expresado simbólicamente, el error relativo ER_n para la medición número “n” es:

$$ER_n = \frac{EA_n}{\langle X \rangle} = \frac{x_n - \langle X \rangle}{\langle X \rangle} = \frac{x_n}{\langle X \rangle} - 1$$

Ejercicios

Con base en la lectura anterior contesta la siguiente serie de ejercicios en tu cuaderno, al concluir no olvides subir las imágenes a la plataforma en un archivo pdf. Recuerda que las fechas son inamovibles y es importante que prevengas todas las problemáticas que se te puedan presentar para subir la tarea en tiempo.

1. Las reglas escolares suelen tener dos escalas, una en centímetros y otra en Pulgadas. ¿Cuál de las dos es más precisa?
2. Mide la altura de todos los integrantes de tu familia, con los datos genera una tabla. ¿Con qué tipo de error te encontraste al realizar estas mediciones?
3. Una revista sobre automóviles reporta 10 valores para la distancia de frenado, medidos al hacer frenar completamente un Golf GT que inicialmente viajaba a 100 km/h. Los valores se presentan en la siguiente tabla. Contesta lo que se te pregunta con base en la tabla.

Frenado	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Distancia de frenado	42.8	42.6	42.9	42.9	42.1	42.8	42.2	42.0	42.3

¿Cuál es el valor promedio de la distancia de frenado?

Según los criterios establecidos, la calidad de los frenos se determina según el valor promedio de la distancia. Si el valor está entre 30 y 40 metros, la calidad es excelente. Si está entre 40 y 50 metros, la calidad es regular. Si está entre 50 y 60 metros, la calidad es deficiente. Tomando en cuenta el valor promedio de la distancia de frenado, ¿Cuál es la calidad de los frenos del Golf GT?

4. Con el afán de saber si el balón de futbol con el que jugaban tenía las medidas reglamentarias, cuatro jóvenes decidieron determinar su tamaño. Usando una cinta de sastre, cada uno de ellos midió la circunferencia del balón. Los resultados que obtuvieron fueron:

$$x_1 = 78.6 \text{ cm}, x_2 = 79.4 \text{ cm}, x_3 = 79.2 \text{ cm}, x_4 = 78.8 \text{ cm}$$

¿Cuál es el valor medio de esa serie de mediciones?

¿Cuál fue el error absoluto de cada medición?

¿Cuál fue el error relativo de cada medición?

5. ¿Qué es lo que determina la precisión de un instrumento?
6. ¿Cuál es la diferencia entre un error casual y un error sistemático?
7. Al medir como cambia la rapidez del sonido en el aire con el cambio de la temperatura del aire, se obtienen los siguientes pares de valores (-20 °C, 318 m/s), (-10 °C, 324 m/s), (0 °C, 330 m/s), (10 °C, 336 m/s), (20 °C, 342m/s) y (30 °C, 348 m/s).
- a) Presenta estos valores en una tabla.
- b) Presenta estos valores en forma gráfica.

Practica 1

Realiza las siguientes actividades y repite cada una 10 veces.

- Llena con agua o piedras o tierra una botella. Voltea y mide con el cronometro de tu celular o el segundero de un reloj el tiempo que tarda en vaciarse.
- Con una cinta métrica o una regla mide la longitud de la puerta de tu casa.

Para cada inciso en su cuaderno (Esta actividad se puede realizar a computadora si es que esta dentro de tus posibilidades.):

- i. Escribe con detalle la forma en que llevaste a cabo las mediciones.
- ii. Anota los errores sistemáticos que puedas percibir.
- iii. Indica si es posible eliminar los errores que se percibieron.
- iv. Anota los valores numéricos de las mediciones que hiciste con sus unidades asociadas.
- v. Realiza un esquema.

