



Laboratorio Virtual de Física y de Química

Uso de Herramientas Disponibles en la WEB
con un Enfoque Constructivista



ERROR EXPERIMENTAL

Las mediciones que se realizan en la Ciencia y la Ingeniería tienen por objetivo establecer el valor numérico de determinada magnitud. Este valor no corresponde al valor real de la magnitud que se mide porque los resultados que se obtienen en el proceso de medición son aproximados debido a la presencia de error experimental. Para tratar de manera crítica dichos valores y obtener conclusiones provechosas de ellos es necesario valorar el error asociado a la magnitud en cuestión durante el proceso de medición. Es conveniente advertir que el objetivo del experimentador no es solo procurar que el error experimental sea lo más reducido posible sino que sea lo suficientemente pequeño para no afectar a las conclusiones que se puedan inferir de los resultados experimentales.

EXACTITUD Y PRECISIÓN

La exactitud de una medición es el grado de aproximación al valor real: conforme mayor es la exactitud de una medición, más cerca está del valor real. El grado de exactitud se expresa en términos de error, de tal manera que una mejor medición implica mayor exactitud o menor error.

La precisión se refiere al grado de reproductibilidad de la medición. Esto es, la precisión es una medida de la dispersión del error de los resultados de una serie de mediciones hechas intentando determinar un valor real.

CIFRAS SIGNIFICATIVAS

Las cifras significativas de un valor medido incluyen todos los dígitos que pueden leerse directamente en la escala del instrumento de medición más un dígito dudoso o estimado. Por ejemplo, en una regla graduada en mm el número de cifras significativas será cuatro, pues una medición puede expresarse como 54,25 cm, en este caso el instrumento de medida nos da la certeza de tres cifras 54,2 y la cuarta cifra 5 es estimada por el experimentador. Dicha cifra es la menos significativa, debido a que es la cifra estimada o dudosa.

La cifra estimada o dudosa de un valor medido es la parte fraccionaria de la cuenta mínima del instrumento de medición, siendo la cuenta mínima del instrumento el menor intervalo o división señalado en su escala.

Frecuentemente se deben realizar cálculos con los resultados de los valores medidos, por tal motivo es necesario conocer el efecto de las cifras significativas en esos cálculos para poder expresar el resultado final:

Al sumar, no tiene sentido conservar más decimales que los que tenga el número con menos decimales.

Al multiplicar o dividir la cantidad de cifras significativas en la respuesta final no puede ser mayor que la cantidad de cifras significativas presente en el valor de medición con menor número de cifras significativas.

En sumas, restas, multiplicaciones y divisiones es conveniente arrastrar más dígitos superfluos, eliminándolos en el resultado final. **En los cálculos estadísticos el número de cifras significativas que se retienen en la media normalmente es una más que en los datos primarios.** Para efectos de redondeo de datos se deben tener en cuenta las siguientes reglas:

- ⦿ Si el último dígito es menor que cinco, simplemente se elimina: Ej. 2,63 al redondearlo queda 2,6.
- ⦿ Si el último dígito es mayor que cinco se elimina y se le suma uno al último dígito que se conserva. Ejemplo: 9,87 al redondearlo queda 9,9.
- ⦿ Si el último dígito es cinco, el anterior se sube si es impar y se conserva si es par. Ejemplo: 4,65 redondeado queda 4,6 y 3,75 queda 3,8.

CLASIFICACIÓN DE ERRORES

El error experimental es inherente al proceso de medición, su valor solamente se puede estimar. Debido a que los errores pueden surgir por muy distintas causas, para su análisis los científicos los han clasificado en dos amplias categorías: **Errores Sistemáticos** y **Errores aleatorios o accidentales**.

Los errores sistemáticos son los que en un principio se pueden evitar, corregir o compensar. Estos alteran la medida por no tomar en cuenta alguna circunstancia que altera el resultado siempre igual, dando lugar a un alejamiento hacia un sentido del valor verdadero. Se pueden originar por:

- ⦿ Defectos o falta de calibración de los instrumentos de medición.
- ⦿ Condiciones ambientales.
- ⦿ Malos hábitos y forma particular de realizar las observaciones por parte del experimentador.
- ⦿ La limitada precisión de las constantes universales de las ecuaciones que se usan en el diseño y calibración de los instrumentos.

Los errores accidentales o aleatorios se deben a la suma de gran número de perturbaciones individuales y fluctuantes que se combinan para dar lugar a que la repetición de una misma medición dé en cada ocasión un valor algo distinto. Siempre están presentes en las mediciones. Estos errores no se pueden eliminar, pero sí estimar.

LÍMITE INSTRUMENTAL DE ERROR Y LÍMITE DE ERROR ESTADÍSTICO

El límite instrumental de error LIE es igual a la cuenta mínima o a la lectura más pequeña que se obtenga con el instrumento de medida.

Para determinar **el límite de error estadístico LEE** se calculan primero la media aritmética \bar{X} de las mediciones realizadas, luego la desviación media D_m y a partir de ella se obtiene la cantidad buscada así:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N} \quad D_m = \frac{\sum |X_i - \bar{X}|}{N} \quad LEE = \frac{4 * D_m}{\sqrt{N}}$$

Siendo N el número de mediciones realizadas. El **LIE** y el **LEE** deben estar expresados con el mismo número de cifras decimales.

El **límite final de error** o **error total resultante** o **error absoluto LE** se obtiene sumando el Límite de error instrumental y el límite de error estadístico, así:

$$LE = LIE + LEE$$

Cuando en las medidas realizadas no hay desviaciones, o son muy pequeñas comparadas con el **LIE** entonces se desprecia el **LEE** y se toma **LE = LIE**

Finalmente la magnitud medida se expresa en función de los intervalos de confianza:

$$\bar{X} \pm LE$$

El **error relativo o porcentual** se determina usando la expresión: $E = \frac{LE}{\bar{X}} * 100(\%)$

Si se conoce el valor real V_r de la magnitud a medir o valor teórico, entonces el error absoluto se obtiene efectuando la diferencia entre el valor teórico y el valor experimental V_{exp}

$$LE = V_r - V_{exp}$$

PROPAGACIÓN DE ERRORES

Frecuentemente se deben calcular magnitudes mediante operaciones algebraicas de otras magnitudes medidas directamente y a las cuales se le han atribuido errores absolutos. En estos casos se hace necesario determinar el error sobre la magnitud obtenida indirectamente, el cual está determinado por los errores asociados a las magnitudes que intervienen en los cálculos.

En forma general, si la magnitud a medir está determinada por la ecuación

$$W = \frac{X^m * Y^n}{Z^p}$$

donde las magnitudes X, Y, Z son independientes la una de la otra y se tiene

$$X = \bar{x} \pm LE_x$$

$$Y = \bar{y} \pm LE_y$$

$$Z = \bar{z} \pm LE_z$$

Siendo \bar{x} , \bar{y} , \bar{z} las medidas realizadas a las magnitudes X, Y, Z respectivamente y LE_x , LE_y y LE_z son los errores asociados a dichas mediciones.

Entonces el error relativo o error fraccional de la magnitud W es aproximadamente:

$$\frac{\Delta W}{W} = m * \frac{LE_x}{\bar{X}} + n * \frac{LE_y}{\bar{Y}} + p * \frac{LE_z}{\bar{Z}}$$