

Análisis de Resultados y Errores

Al realizar una medida experimental y obtener un resultado se pueden distinguir **errores sistemáticos y aleatorios**. Ambos se pueden minimizar y se deben tomar en cuenta cada vez que se cuantifica una magnitud física.

Errores Sistemáticos. Existen errores que se pueden eliminar mediante la mejora del procedimiento experimental, lo cual no implica necesariamente mejorar el instrumento de medición. Ejemplos de lo anterior son: errores en el cero en un micrómetro, luz ambiente cayendo en un detector, o el error introducido en una medición de precisión usando una regla de acero debido a cambios en la temperatura ambiente. Estos son normalmente constantes o varían muy lentamente dentro de la escala de tiempo en que se realiza el experimento. Estos son errores que en general pueden ser controlados. Gran parte de la habilidad involucrada en la física experimental radica en poder aislar y eliminar los errores sistemáticos. Por ejemplo, una serie de datos que decrece constantemente en el tiempo revela un error sistemático. La mayoría de los errores que usted tendrá en el laboratorio serán sistemáticos.

Errores Aleatorios. Estos son los errores que quedan una vez que todos los errores sistemáticos se han removido. Estos pueden surgir de ambigüedades o incertezas en el método de medición debido, por ejemplo, a la precisión del aparato o debido a fluctuaciones aleatorias de temperatura ambiente que son demasiado irregulares o rápidas como para ser medidas. Para la cuantificación de errores aleatorios se presentan las siguientes ecuaciones. Suponga que hace n idénticas mediciones de una magnitud física x . La mejor estimación del valor verdadero es el promedio de las mediciones, el cual viene dado por la ecuación 1.

$$\bar{x} = \frac{(x_1 + x_2 + \dots + x_n)}{n} \quad (1)$$

La mejor estimación de la **desviación estándar** de la muestra está dada por la ecuación 2.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

Esta cantidad es una medida de la precisión del aparato usado en la medición y se interpreta como la cercanía de una sola medición hecha con el mismo aparato al valor promedio. Consulte a su ayudante cómo puede conseguir estos valores mediante el programa Excel. A partir de esta cantidad se define el **error estándar** de la medición (δx), como se presenta la ecuación 3.

$$\delta x = \sigma/n^{1/2} \quad (3)$$

Esta cantidad indica cuan cerca un conjunto de n mediciones se encuentra del valor promedio. Notar que si bien σ no cambia significativamente a medida que n crece, (la

desviación estándar de la muestra), δx decrece como la raíz de n . Esto demuestra que se puede aumentar la precisión de la medida, ya sea aumentando la precisión del aparato o aumentando el número de mediciones realizadas. El valor de la magnitud física x debe ser mostrado como: **promedio de $x \pm$ error estándar de x** . Es importante indicar cuantas mediciones se realizaron (n), si este número es pequeño (menor que 100).

Propagación de errores. En muchos experimentos, se trata de medir una cantidad (a) que es función de otras cantidades (b, c, \dots) cada una de las cuales tiene una error asociado. En esos casos el error de $a=f(b,c,\dots)$ se puede calcular derivando con respecto a las variables independientes, tal como lo indica la ecuación 4.

$$(\delta a)^2 = \left(\frac{\partial a}{\partial b} \delta b \right)^2 + \left(\frac{\partial a}{\partial c} \delta c \right)^2 + \dots \quad (4)$$

Errores en los Gráficos. Si una magnitud física (y) varía en función de otra distinta (x), entonces se debe relacionar ambas a través de un gráfico lineal. Los datos no coincidirán exactamente con una línea recta debido a los errores en las mediciones. Sin embargo, siempre existirá una **línea de tendencia** dada por $y = a + bx$. Esta es la recta que más se acerca a todos los puntos del gráfico al mismo tiempo. Los coeficientes a y b se ajustan para dar el valor mínimo de la suma del cuadrado de las desviaciones de cada punto a la recta. Este es el método de los mínimos cuadrados. Para hacer el análisis de errores en este caso se deben considerar los errores de ajuste de los valores del corte (a) y la pendiente (b) de la recta.

Interpretación de Resultados.

- Cuando se hace un experimento se debe tratar de encontrar qué medición es la que está causando el mayor error, con el fin de mejorar la **precisión de la medida**.
- El resultado mostrado no debe contener más **cifras significativas** que aquellas que garantiza el error. Por ejemplo, $1,63 \pm 0,08$ está correcto, pero $1,63458 \pm 0,07865$ está incorrecto.
- Recuerde que aunque su **calculadora** le brinde 10 cifras significativas, su resultado no será así de preciso.
- En muy pocos casos la precisión de una medición estará dada por la **precisión del instrumento**. Por ejemplo, un voltímetro puede tener un 0,5% de precisión, pero varias mediciones de una cantidad pueden tener un error mayor a éste debido a otras fuentes de error, como la variación de la temperatura ambiente.
- En su informe de resultados **siempre** debe mostrar los cálculos de los errores, por muy simples que sean.
- Un resultado con un error grande, pero **justificable**, que incluye el valor aceptado dentro de su rango, es mejor que un resultado con un error pequeño que no incluye el valor aceptado. Esto demuestra que se comprenden tanto el procedimiento experimental, como lo que realmente se está midiendo.