

Teoría de Error

Existen dos conceptos que son inherentes en el contexto del error, ellos son , *exactitud* y *precisión*.

Se dice que un resultado es exacto cuando esta relativamente libre de error *sistemático* y preciso si el error *aleatorio* es pequeño. Ahora procederemos a entender que significa error sistemáticos y errores aleatorios. Los errores pueden dividirse en. estos dos grandes grupos sistemáticos y aleatorios. Esto no significa que a nivel experimental el error en si esta dividido as1, en el mismo experimento, se dan simultáneamente, la división solo es para efecto de estudio.

Error Sistemático

Los errores sistemáticos, son inherentes al sistema, entiéndase por el sistema, al aparato de medición y al objeto que se quiere medir.

Es importante hacer la observación que para fines científicos y que las mediciones sean lo mas objetivo posible, la mano del hombre debe intervenir lo menos posible en el experimento, de lo contrario el error sistemático será mayor. . Podemos agregar que la fuente común de. error sistemático es la inexactitud de los aparatos.

Existen ciertos errores sistemáticos que son típicos y que evitándolos se obtiene mejor precisión.

Entre ellos podemos mencionar *error de paralaje*, *error de cero* y *de calibración*.

Error de Paralaje:

Esto ocurre cuando se esta midiendo y la línea de visión no esta en ángulo recto con la escala, por lo que la lectura que se obtenga será incorrecta.

Es claro que esto no solo ocurre con la regla de medir, sino también con cualquier aparato que tenga una escala graduada.

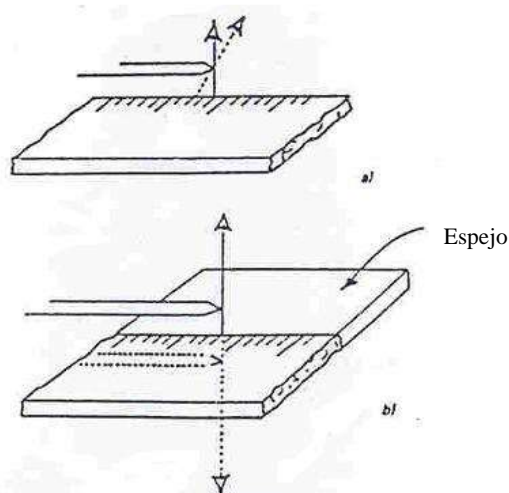


Fig. Error de paralaje a) Posiciones diferentes del ojo dan diferentes lecturas. B) Si se coloca un espejo junto a la escala se asegura que la línea de visión forme un ángulo recto con la escala.

Error de cero:

Esto puede deberse al deterioro del aparato, en caso de una regla, puede estar algo gastado el lado que comienza su extremo, por lo que el cero estará mal definido, esto no sólo puede darse en una regla, sino en cualquier aparato que posea una escala.

Esto se corrige desplazado o corriendo los dígitos de la regla hacia la derecha, en otros equipos se logra con el botón de calibración que dispuso el fabricante, esto es en los aparatos electrónicos de medición.

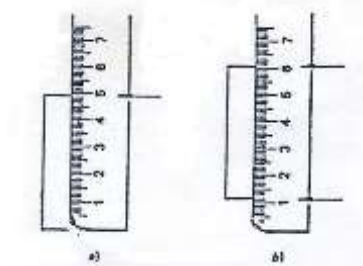


Fig. Es común ver medir la longitud de un objeto como en a) Dará un error sistemático si el extremo de la regla esta gastado. La regla deberá colocarse como en b) Y tomarse dos lecturas.

Calibración:

La escala de un aparato puede estar marcada incorrectamente, por lo que esto deber comprobarse o calibrarse de acuerdo a otro aparato patrón que ya este calibrado, de tal manera que se comparan las lecturas, para luego hacer los ajustes del que no esta calibrado. Este proceso de ajuste se conoce como calibración.

Existen otros factores que pueden ser fuente de error sistemáticos, Como el medio ambiente, que puede afectar con la temperatura, la presión atmosférica, inclemencias del tiempo, en fin todo agente que afecte al sistema.

Puede decirse que no existe un libro que hable exclusivamente de errores sistemáticos, solo imagínese la cantidad de aparatos de medición que pueden haber. Por lo que solo la experiencia con el tiempo le enseñara como disminuirlo lo más que se puede.

Errores Aleatorios

Estos errores se manejan a través de los conceptos de una rama de la matemática conocida como *Estadística*, la cual se encarga de estudiar poblaciones sean conjunto de bacterias, personas, átomos, etc. Usted en su devenir como estudiante ya ha tenido que calcular el promedio de sus notas diarias de un bimestre.

Pues bien nos adentraremos en estos conocimientos que son útiles para el calculo de los errores aleatorios.

calculo del valor promedio:

Muy pronto usted descubrirá, que no solo se promedian notas, también vera que cualquier objeto que sea medido repetidamente, observara que la medidas no serán iguales. Esto es parte de la imperfección del mundo en que vivimos, como ya sabrá por su propia experiencia.

Para calcular el valor promedio se suman las cantidades y se divide entre el numero total de valores.

Ejemplo: Sea que tres estudiantes midieron la distancia entre dos puntos del suelo y obtuvieron los siguientes resultados.

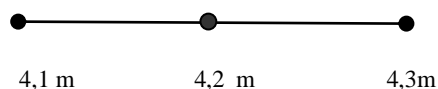
Medida del primer estudiante	4,1 m
Medida del segundo estudiante	4,3 m
Medida del tercer estudiante	4,2 m

De tal manera que se calcularía de la siguiente manera:

4,1 m
4,3 m
4.2 m

Error absoluto o desviación:

¿Qué tanto se aleja cada una de las mediciones del valor promedio? visualicémoslo gráficamente del ejemplo anterior:



Observe que una de las mediciones coincide con el valor promedio, de allí el nombre de "pro medio", veamos: 4,3 m se encuentra separado de valor promedio 0,1 m , el valor 4,2 m esta separado 0,0 m de valor promedio, esto significa que coincide en el mismo punto, el valor 4,1 m esta separado 0,1 m , estas desviaciones del valor promedio se pueden hacer en forma matemática de la siguiente manera:

Valor promedio	-	mediciones	=	desviaciones
4,2 m	-	4,1 m	=	0,1 m
4,2 m	-	4,3 m	=	0,1 m
4,2 m	-	4,2 m	=	0,0 m

Observe que hay tres desviaciones como es de esperarse, bien para expresar el error en forma satisfactoria calculamos el promedio de estas desviaciones de la siguiente manera:

0,1 m
0,1 m
0,0 m

$$0,2 \div 3 = 0,066666 \text{ m}$$

Recordando el concepto de cifras significativas, como nuestro aparato solo puede tener como cifra dudosa el primer decimal, aproximamos y nos queda:

$$\begin{aligned} &= 0,066666 \text{ m} \\ &\cong 0,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Una vez que se terminan los cálculos se debe expresar la respuesta en forma compacta, la cual es un estándar en el mundo.

Resp $(4,2 \pm 0,1)\text{m}$

Observe lo siguiente de este resultado, si se le suma 0,1 m a 4,2 m tendrá 4,3 m y si se le resta 0,1 m a 4,2m se obtiene 4,1 m.

Esto es casualmente el rango en que están oscilando o variando en aleatoria el valor promedio, que fue también 10 que observamos en la donde representamos estos valores.

Muy bien ahora estamos en posición de hablar mas acerca de los errores aleatorios. La industria suele indicar en los manuales de sus equipos (sean de medición, equipos de sonido, electrónicos, etc) el error en forma de porcentaje, raras veces lo expresa en forma de desviación, en _especial los equipos electrónicos.

Error relativo porcentual:

Conocido también como porcentaje de error, este depende del error absoluto y del valor promedio, su forma de calcularlo es la siguiente:

$$\frac{\text{Desviación} \times 100}{\text{Promedio}}$$

Para el ejemplo anterior se calcularía de la siguiente manera:

conociendo el concepto de cifras significativas, se aproximo la respuesta a una cifra significativa, como recordara la regla para la división y la multiplicación, para la cual 0,1 m es la cifra que tiene menos cifras significativas (1 cifra significativa), por lo que la respuesta queda expresada con una cifra significativa.

Así la respuesta se representa en forma estándar como:

$$(4,2 \pm 2\%)\text{m}$$

Podemos agregar que se considera que un experimento que posea. Un porcentaje de error mayor de 5% , se considera poco exacto, esto también es valido para aparatos de medición, este porcentaje también determinará el precio del instrumento. Debe agregarse también que esta no es una regla *rígida*, también dependerá de la situación experimental, pero en general *mas o menos* es así.

Ejemplo: Unos estudiantes midieron la distancia entre dos salones de puerta a puerta. sus resultados fueron los siguientes:

9,3 m
9,2 m
9,1 m
9,4 m
9,3 m

Determine el valor promedio, el error absoluto y el error relativo porcentual.

$$\begin{array}{r}
 9,3 \text{ m} \\
 9,2 \text{ m} \\
 9,1 \text{ m} \\
 9,4 \text{ m} \\
 \underline{9,3 \text{ m}} \\
 46,3 \div 5 = 9,26 \text{ m} \\
 \cong 9,3 \text{ m}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 9,3 \text{ m} - 9,3 \text{ m} = 0,0 \text{ m} \\
 9,3 \text{ m} - 9,2 \text{ m} = 0,1 \text{ m} \\
 9,3 \text{ m} - 9,1 \text{ m} = 0,2 \text{ m} \\
 9,3 \text{ m} - 9,4 \text{ m} = 0,1 \text{ m} \\
 9,3 \text{ m} - 9,3 \text{ m} = 0,0 \text{ m} \\
 \hline
 0,4 \div 5 = 0,08 \text{ m} \\
 \cong 0,1 \text{ m}
 \end{array}$$

Resp $(9,3 \pm 0,1) \text{ m}$

Observe que la tercera medición se sale del rango (9,1 m) es aquí donde tiene que recordar el concepto de *valor mas probable*, la cual es una afirmación de probabilidad.

$$\begin{aligned}
 (0,1 \text{ m} \div 9,3 \text{ m}) \times 100 &= (0,0107526) \times 100 \\
 &= 1,075688 \% \\
 &\cong 1 \%
 \end{aligned}$$

Resp $(9,3 \pm 1\%) \text{ m}$

Podemos agregar que los errores aleatorios siempre están presente en un experimento y en ausencia de errores sistemáticos en primera aproximación, son causa de que las lecturas se dispersen alrededor del valor mas probable.

si además esta presente el error sistemático, las lecturas se dispersan, no alrededor del valor mas probable, sino de algún valor desplazado. Aunque la figura de abajo esta algo exagerada es mas o menos lo que se intenta explicar.

podemos concluir con algunas ideas, por ejemplo .cuando se mide una .cantidad física, no debe esperarse que el valor obtenido sea exactamente igual al valor verdadero. Por ejemplo puede medirse la distancia focal .de una lente y dar Como resultado final:

$$f = (428 \pm 2) \text{ mm} \quad \text{Ec.1}$$

Esto se interpreta , que la distancia focal esta variando entre mas o menos 430 Y 426 mm. La ecuación 1 (Ec.1) es una afirmación de probabilidad, no significa que se esta seguro que el valor este entre los limites indicados, sino que las mediciones indican que hay **cierta probabilidad** de que se encuentre dentro de este rango.

Es por ello que la estimación de los errores es importante, pues sin ella no se puede obtener conclusiones significativas de los resultados experimentales.

Aunque el experimentador no pudiera prever todos los usos posibles de sus resultados, debería saber alguno de ellos, por lo que ningún experimento debe efectuarse en un vacío, al menos no en el vacío intelectual. Si el experimento se efectúa para comprobar una teoría el experimentador deberá tener alguna idea de que tan precisos necesitan ser los resultados, a fin de que proporcione una comparación útil con la predicción teórica.

Pudiera usted como joven científico, pensar que el propósito de todo experimento se lleve a cabo con la exactitud mas estricta posible, pero este punto de vista no es real, la vida es finita en los recursos materiales del experimentador , sin mencionar específicamente los económicos.

Por lo tanto, es importante planear y efectuar el experimento de modo que la exactitud de la respuesta final sea la apropiada para el objetivo primordial del experimento.

Hasta aquí, lo que se ha presentado, no es la ultima palabra que se puede decir acerca del error, solo le puedo decir que este es el *principio* de una teoría *extensa* y llena de matices, pues siempre debe recordar, que los aparatos son hechos por seres humanos, y ellos por lo tanto llevan implícitos errores, la diferencia ahora es, que tiene usted una manera científica de manejar los errores.

. Ahora mi estimado alumno, si ha tenido la paciencia de llegar hasta aquí, vuelva a leer la parte inicial de este escrito, en especial la parte relativa a los conceptos "exacto y preciso" , de esta manera comprenderá mejor lo que hemos tratado de transmitirle.