Física 1

Laboratorio en el aula

Primer Laboratorio: mediciones directas

Empezamos el laboratorio en clase tomando el tiempo de un suceso. Tiramos una pelotita desde el frente, desde un rincón sobre la tarima, hasta el fondo del aula. Tomamos el tiempo que tardó la pelotita desde que su posición inicial, en la mano, hasta que impactó con una silla. Repetimos la experiencia un gran número de veces y anotamos en el pizarrón los valores de tiempo medidos (en este caso 30 veces):

t_1 = 0,86 seg, t_2 = 0,86 seg, t_3 = 0,92 seg, t_4 = 0,92 seg, t_5 = 0,94 seg, t_6 = 0,98 seg, t_7 = 0,99 seg, t_8 = 1 seg, t_9 = 1 seg, t_{10} = 1 seg, t_{11} = 1,01 seg, t_{12} = 1,01 seg, t_{13} = 1,02 seg, t_{14} = 1,02 seg, t_{15} = 1,02 seg, t_{16} = 1,04 seg, t_{17} = 1,05 seg, t_{18} = 1,05 seg, t_{19} = 1,05 seg, t_{20} = 1,06 seg, t_{21} = 1,06 seg, t_{22} = 1,08 seg, t_{23} = 1,09 seg, t_{24} = 1,14 seg, t_{25} = 1,14 seg, t_{26} = 1,15 seg, t_{27} = 1,19 seg, t_{28} = 1,23 seg, t_{29} = 1,5 seg, t_{30} = 1,1 seg

Nos preguntamos ahora ¿cuánto tiempo tardó la pelotita en su viaje inter-aulico? Si nos dijeran uno de los valores listados estaríamos en contradicción con los otros. Digamos que el alumno A nos dice que la pelotita tardó un segundo. ¿Está bien? Deberíamos decir que no, porque hay otros 27 valores distintos. Para no tener inconvenientes con el valor a dar, tendríamos que decir que el tiempo "real" está dentro de una franja de valores. Digamos, por ejemplo, que el tiempo real está alrededor del "promedio". ¿Cuán alrededor? Bueno, para eso fuimos a clase.

Para dar el valor de tiempo más apropiado, calculemos el promedio de estos tiempos:

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{i=N} t_i}{N} = \frac{t_1+t_2+t_3+\cdots}{30} = 1{,}04933333\ldots seg \tag{1}$$

donde N es la cantidad de mediciones que tenemos, en este caso N=30.

Bueno, pero esto no es todo. Ahora tenemos que definir un margen alrededor del cual se pueda encontrar el valor "real" del tiempo. Para ello necesitamos de la estadística. Vamos a calcular primeramente lo que se conoce como la "desviación estándar":

$$\sigma_{Est} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=N}(\bar{t}-t_i)^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{(\bar{t}-t_1)^2+(\bar{t}-t_2)^2+(\bar{t}-t_3)^2+\cdots+(\bar{t}-t_{30})^2}{(30-1)}} = 0{,}1212\, seg \tag{2}$$

Esto nos da una idea de cuán dispersos están los valores medidos alrededor del valor promedio. Sin embargo, esto no es todo lo que necesitamos para definir el tiempo de vuelo de la pelotita. Necesitamos calcular otra cantidad inherente a toda medición física. Para determinar el margen alrededor del cual podemos encontrar el "verdadero" valor del tiempo, necesitamos hacer un cálculo más. El cálculo del error implica:

$$\Delta t = \sqrt{{\sigma_{est}}^2 + {\sigma_{nom}}^2 + \cdots} \qquad (3)$$

donde σ_{nom} es el sigma nominal, la mínima medida que se puede medir con el instrumento de medición utilizado. En el caso del cronometro es 0,01 segundo.

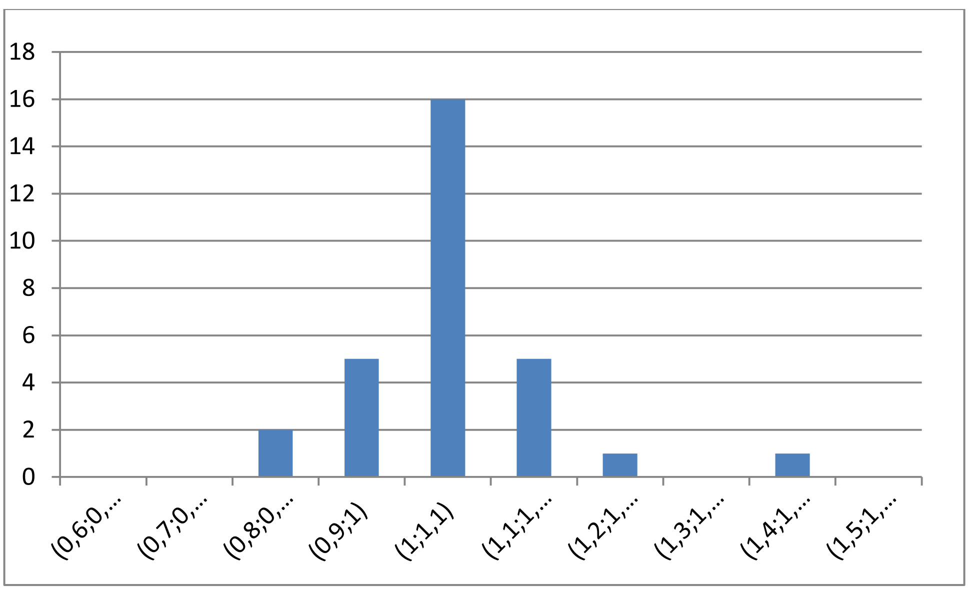
Entonces podemos decir que el delta del tiempo en nuestro caso quedaría

$$\Delta t = \sqrt{{\sigma_{est}}^2 + {\sigma_{nom}}^2} = \sqrt{0{,}1212^2 + 0{,}01^2} = 0{,}12161\ seg \qquad (4)$$

Ahora sí, ahora podemos expresamos el tiempo como corresponde:

t = [1,0 ± 0,1] seg

Si se midiera miles de veces ese tiempo, el 68% de las veces el tiempo que obtendríamos estaría entre 1,1 seg y 0,9 seg. Esto puede verse en la siguiente figura en la cual se grafican los valores medidos.



En la ecuación (3) hay puntos suspensivos dentro de la raíz, como si hubiera otras "fuentes de errores"? Pues sí, es así. En la clase anterior no tuvimos en cuenta, por ejemplo, el tiempo que tardamos en activar el cronometro cuando vemos el fenómeno a medir. Este es uno de los tantos errores que pueden aparecer en el proceso de medición. Esto lo veremos en las próximas clases.

Resumiendo: los pasos a seguir cuando medimos directamente una magnitud física X:

En Resumen

Los pasos a seguir para realizar una medición directa de una dada magnitud física son:

1. Medimos muchas veces dicha magnitud con una dado instrumento. Esto nos asegura un buen desarrollo estadístico del error. Incluso lo minimiza.
2. Calculamos el valor más probable o promedio.
3. Calculamos la desviación estándar con la ecuación (2)
4. Determinamos el valor del sigma nominal, la mínima unidad que podemos medir con nuestro instrumento.
5. Calculamos el error con la ecuación (3)
6. Expresamos correctamente el valor X medido como sigue:

$$X = [\bar{X} \pm \Delta X](Unidad)$$