# Dispositivo experimental

Para esta práctica buscamos modelar un péndulo simple, para lo que utilizamos una masa (de 2,5 kg), atada a una tanza (de largo 0,665 m) inextensible y de masa despreciable, la cual estaba colgada de un soporte. Es importante considerar el hecho de que el período depende del largo de la tanza, pero no de la masa. De todas formas, tuvimos extrema precaución con el hecho de que el punto de donde estaba atada la masa estuviera lo más fijo posible, para simular el péndulo (no debía haber traslación). De este modo soltamos la masa para que realice el movimiento, intentando que lo único que actuara en ella sea el peso, despreciando el rozamiento del aire, y medimos el tiempo que tardaba en volver al mismo punto (el período). Esto lo realizamos de dos maneras: con un cronómetro de mano, y con un sensor fotopuerta de láser infrarrojo. Es claro ver que la precisión del sensor (0,0001s), es mucho mayor que la del cronómetro (0,01s), por lo que estimamos que con la serie de datos del primero llegaremos a un mejor valor del período, y por lo tanto de la aceleración. Además debemos tener en cuenta que al utilizar el cronómetro pueden existir errores de medición por parte de la persona tomando los datos, por el tiempo de reacción de esta.  Por esta razón, para disminuir la probabilidad de error de las mediciones, medimos de a 5 períodos; en el caso del sensor tomamos el promedio de todos, mientras que en el cronómetro dividimos el tiempo total entre 5 para obtener un período con menor incertidumbre que habiendo tomado un sólo período. Por último, con motivo de nuevamente reducir los errores existentes, repetimos el procedimiento 50 veces, para con el promedio hallar el período con la mayor precisión posible.

# Análisis de datos

## Medidas del período:

Se presentarán los histogramas correspondientes de ocurrencias para el período medido con cronómetro y con sensor, con curva Gaussiana superpuesta.

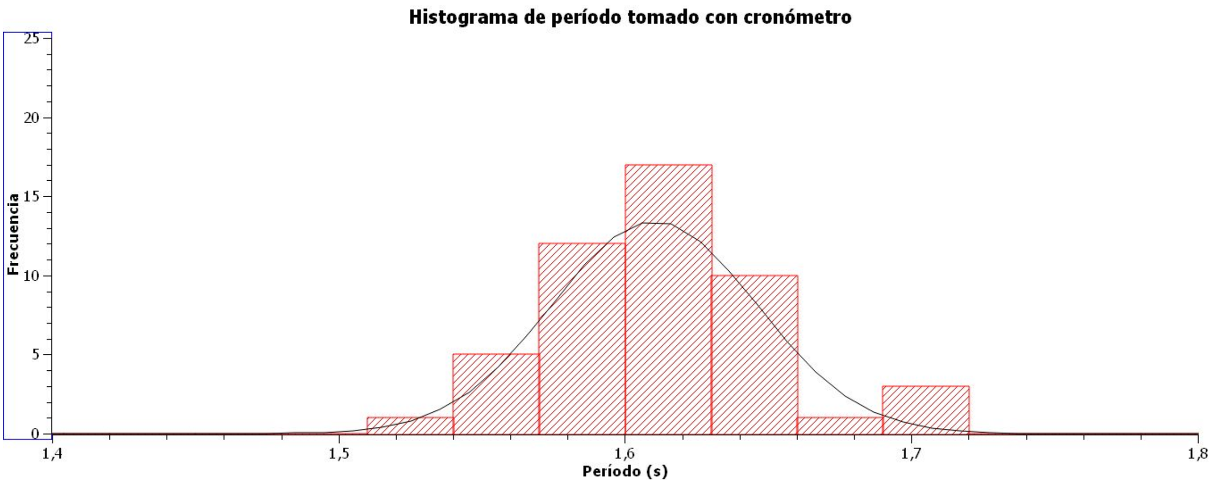


*Figura 1: Histograma de período tomado con cronómetro*

El criterio de descarte que consideramos es tomar los datos a más de 2,5s del promedio como datos atípicos (siendo s la desviación estándar). Eliminando esos datos redujimos la probabilidad de error, ya que esos datos tienen probabilidad de ser 5% erróneos. Para el caso del cronómetro, encontramos un dato atípico que se encontraba apartado de $\bar{x}$ más

de 2,5s. Por lo tanto, aplicamos el criterio de descarte, quedándonos con 49 datos. Una vez hecho esto, comenzamos a trabajar con nuestro histograma.
Sabemos que encontramos nuestro promedio y nuestra desviación con las siguientes fórmulas:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \qquad \boldsymbol{s} = \sqrt{\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{N}-\mathbf{1}} \sum_{\boldsymbol{i}=\mathbf{1}}^{\boldsymbol{N}} (\boldsymbol{x_i} - \bar{\boldsymbol{x}})^{\mathbf{2}}}$$

Esto será útil ya que, para definir nuestro período tomado con el cronómetro, vamos a tomar el promedio de nuestras medidas con una incertidumbre de $s/\sqrt{n}$. Es decir:
Tcronómetro=$\bar{x}$ ± s/ √ n

Tomamos estos valores de la tabla estadística que genera Scidavis con nuestros datos.

Tabla1-EstadísticaColumnas 2 - Estadísticas de filas de Tabla1

| | Columna[X] | Filas[Y] | Media[Y] | DesvEstándar[Y] | Varianza[Y] | Suma[Y] | iMax[Y] | Max[Y] | iMin[Y] | Min[Y] | N[Y] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | [1:50] | 1,61027 | 0,0357583 | 0,00127866 | 78,903 | 42 | 1,696 | 12 | 1,524 | 49 |

$\bar{x}$=1.61027
s=0.0357583
n=49

Por lo tanto **Tcronómetro=1.61027 ± 0.00081 s**

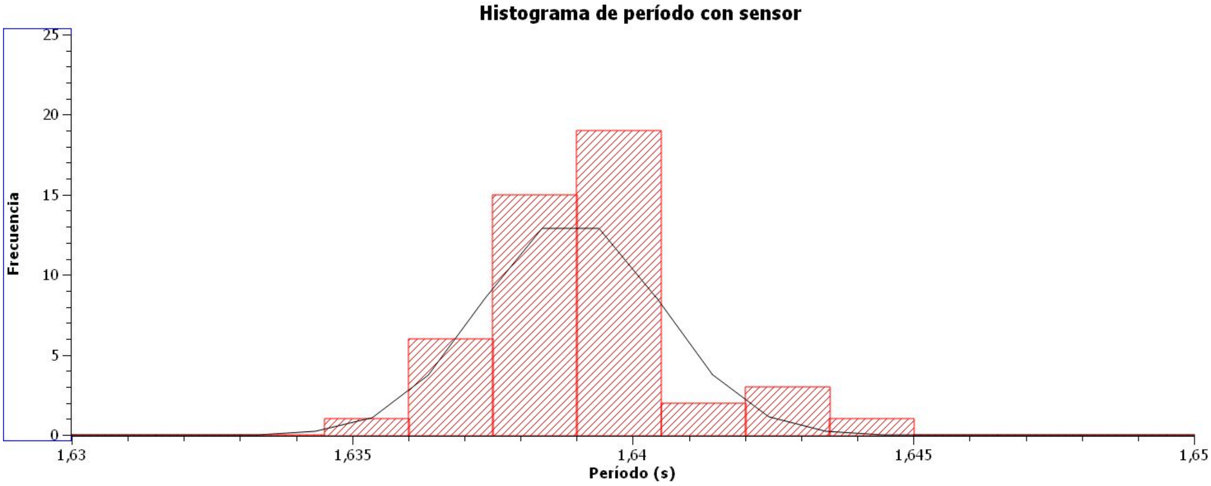


*Figura 2: Histograma de período tomado con sensor*

De forma análoga, hemos aplicado el criterio de descarte para los datos del sensor, eliminando así tres datos que se ubicaban apartados más de 2.5s del promedio. Proseguimos con el cálculo de nuestro valor promedio de Tsensor. Nuevamente haremos uso de la tabla que proporciona Scidavis:

Tabla1-EstadísticaColumnas 5 - Estadísticas de filas de Tabla1

| | Columna[X] | Filas[Y] | Media[Y] | DesvEstándar[Y] | Varianza[Y] | Suma[Y] | iMax[Y] | Max[Y] | iMin[Y] | Min[Y] | N[Y] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | [1:50] | 1,63889 | 0,00157748 | 2,48844e-06 | 77,028 | 10 | 1,644 | 49 | 1,636 | 47 |

$\bar{x}$=1.63889
s=0.00157748
n=47

Por lo tanto **Tsensor=1.63889 ± 0.00023 s**

Una vez que obtuvimos nuestro período para cada caso, calcularemos nuestra aceleración gravitatoria con su incertidumbre.
Partimos de la fórmula ya vista en el fundamento teórico

$$T = 2\pi . \sqrt{\frac{L}{g}}$$

De aquí podemos despejar g

$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$

gcronómetro= 10.12474
gsensor=9.77421

Para calcular su incertidumbre usamos la ley de propagación de incertidumbre.

$$\Delta g^2 = (dg/dl)^2\ \Delta l^2 + (dg/dT)^2\ \Delta T^2 = (4\pi^2/\ T^2)^2 \Delta l^2 + \ (-8\pi^2 l/\ T^3)^2\ \Delta T^2$$

Sustituyendo: l=0.665 m $\Delta l$ =0.001 m, Tcronómetro=1.61027s, $\Delta T cronometro =$ 0.00081s, Tsensor=1.63889s, $\Delta T sensor =$ 0.00023s

Llegamos a nuestras incertidumbres de g para ambos casos.
$\Delta gcronometro$ =0.01839
$\Delta gsensor$ =0.01827

Por lo tanto,
**gcronómetro= 10.12474 $\pm$ 0.01839**
**gsensor=9.77421 $\pm$ 0.01827**

Al comparar las series de datos tomadas por el cronómetro y por el sensor, tenemos que considerar que ambas pueden ser tomadas como distribuciones normales. Podemos decir esto ya que todos los datos fueron tomados en las mismas condiciones y además la función que nos da el valor de T es continua.

En el caso del sensor, los datos son mucho más precisos, ya que la desviación estándar es menor. Sin embargo, en este histograma no vemos con tanta claridad la distribución normal, que podemos concluir que se debe a discrepancias en el momento de la medición, como puede ser la forma de soltar la masa, o el ángulo de las pequeñas oscilaciones.
Por otro lado, las mediciones con el cronómetro fueron menos precisas, y a la vez menos exactas ya que el período promedio nos dio menor que en el sensor, lo que hizo que la aceleración resulte menos exacta.

El valor de g encontrado mediante la medida del período con cronómetro se aleja bastante del valor teórico 9, 8163 m/s2 (una diferencia de 0,3084). En el caso del sensor esta diferencia es menor; 0,0421. Estas diferencias respecto al valor teórico se deben principalmente a las incertidumbres relacionadas con la manipulación de los objetos de medida y al no tomar en cuenta la posición geográfica exacta (la variación de latitud influye).