

Laboratorio de Física I (BG)

2do. cuatrimestre 2006, cátedra Mariano Sigman

Guía 1: Pistas para estimar el tiempo de reacción

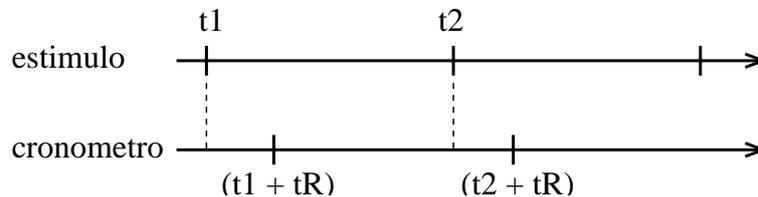
Este apunte contiene algunas pistas para estimar el tiempo de reacción en las experiencias de “el marciano” y “la gota”.

El tiempo de reacción t_R es una variable aleatoria. Es decir, no siempre reaccionamos con la misma rapidez sino que hay una ligera variación en el tiempo de reacción ante sucesivas repeticiones del mismo estímulo. Por esto, para caracterizar el tiempo de reacción de una persona es necesario dar su valor medio \bar{t}_R y una idea de la dispersión de los valores posibles Δt_R .

La propuesta es medir el *período* de los estímulos (el tiempo entre dos pulsos consecutivos) con un cronómetro, en dos modos de operación diferentes. No nos interesa el período del estímulo en sí mismo, pero podemos utilizarlo para obtener indirectamente información sobre \bar{t}_R y Δt_R , como veremos a continuación.

Modo 1: reacción + reacción

Se trata de medir 100 veces el período del estímulo, disparando el cronómetro ante un pulso y deteniéndolo ante el pulso siguiente, pero en ambos casos el experimentador debe *reaccionar* ante los estímulos (sin anticiparse). Un resultado típico de esta medición es el siguiente:



donde es evidente que el tiempo de reacción es un *error sistemático* en la determinación de los tiempos t_1 y t_2 . El período del estímulo es la resta de estos dos valores. Por el modo en que usamos el cronómetro, la primera medida $t_1 + t_R$ vale siempre cero (cuando disparamos) y la segunda medida $t_2 + t_R$ es el número que nos ofrece el cronómetro cuando lo detenemos. En nuestra experiencia en particular el período del estímulo es directamente el valor que nos da el cronómetro cuando lo paramos (restar cero da lo mismo), pero seguimos con la notación general por claridad en el manejo de las incertezas.

Las mediciones del primer y segundo pulsos son, con su incerteza,

$$\begin{aligned} t_1 + t_R &\pm (\Delta t_{ap} + \Delta t_R) \\ t_2 + t_R &\pm (\Delta t_{ap} + \Delta t_R) \end{aligned}$$

donde para escribir la incerteza total de cada medición en forma un poco más simple utilizamos la siguiente desigualdad:

$$\sqrt{a^2 + b^2 + \dots} \leq |a| + |b| + \dots$$

o sea $\sqrt{\Delta^2 t_{ap} + \Delta^2 t_R} \leq \Delta t_{ap} + \Delta t_R$ (de última estamos sobreestimando un poco la incerteza, por qué?). A partir de acá utilizamos siempre esta desigualdad para simplificar un poco la notación.

Lo que nos interesa a nosotros es la resta de estas dos cosas (que en nuestro caso es directamente el número que nos devuelve el cronómetro). La resta es el período del estímulo $t = (t_2 + t_R) - (t_1 + t_R)$, cuyo valor medio es

$$\begin{aligned}\bar{t} &= \overline{(t_2 + t_R) - (t_1 + t_R)} \\ &= \overline{t_2 - t_1}\end{aligned}$$

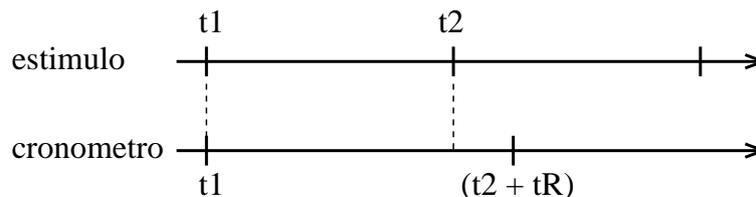
y no depende del tiempo de reacción t_R !! O sea que no podemos obtener información sobre t_R en este modo de operación? En realidad sí. Analicemos la incerteza de \bar{t} :

$$\begin{aligned}\Delta t &= \Delta(t_1 + t_R) + \Delta(t_2 + t_R) \\ &= (\Delta t_{ap} + \Delta t_R) + (\Delta t_{ap} + \Delta t_R) \\ &= 2(\Delta t_{ap} + \Delta t_R)\end{aligned}$$

Esto sí depende de algo relacionado al tiempo de reacción. Entonces tenemos que armar un histograma con las 100 mediciones obtenidas para mostrar la distribución, y calcular el promedio \bar{t} y su desviación estándar S_t . Igualamos la desviación estándar con la última fórmula $S_t = 2(\Delta t_{ap} + \Delta t_R)$ y despejamos la dispersión del tiempo de reacción Δt_R .

Modo 2: sincronización + reacción

El modo 2 nos permite obtener el valor medio del tiempo de reacción, \bar{t}_R . La *sincronización* al primer pulso nos permite sacarnos de encima el error sistemático del tiempo de reacción, pero solamente en el primer pulso:



El error sistemático continúa por supuesto en la determinación del segundo pulso (por reacción), con lo que las mediciones son:

$$\begin{aligned}t_1 &\pm (\Delta t_{ap} + \Delta t_{sinc}) \\ t_2 + t_R &\pm (\Delta t_{ap} + \Delta t_R)\end{aligned}$$

(recuerden que la primera medición vale cero porque el cronómetro empieza a contar desde cero, pero hay que considerarla porque de todas formas tiene una incerteza). Ahora la incerteza en la determinación del primer pulso tiene un Δt_{sinc} , que es una medida de mi capacidad para sincronizarme. Esta capacidad es totalmente independiente del tiempo de reacción (involucra predicción) y además su incerteza no es sistemática: a veces me adelanto ligeramente, otras me atraso. La determinación del segundo pulso es análoga a la del modo 1.

Ahora sí el promedio de mis mediciones puede decirme algo sobre el tiempo de reacción. Veamos: el promedio de mis mediciones es ahora

$$\begin{aligned}\bar{t} &= \overline{(t_2 + t_R) - t_1} \\ &= \overline{t_2 - t_1} + \bar{t}_R\end{aligned}$$

lo que sí depende del tiempo de reacción (está sesgado). Pero entonces me hace falta una medición del estímulo que no esté sesgada, para restársela al promedio de mis mediciones y así obtener \bar{t}_R . Bueno, esa medición es el valor medio obtenido en el modo 1! (alternativamente, puede ser la medición de los 100 períodos consecutivos, dividiendo después por 100).

Recuerden construir histogramas para mostrar las distribuciones de todas las variables aleatorias que hayan medido.