

# DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA EXISTENCIA DE LA FUERZA CENTRÍPETA

José Luis Greco

[clarac@iam.com.ar](mailto:clarac@iam.com.ar)

en colaboración con alumnos del 1º año, Polimodal en Ciencias Naturales

*Colegio San Lucas*

[sanlucas@infovia.com.ar](mailto:sanlucas@infovia.com.ar)

## Resumen

El dispositivo que se propone está destinado a determinar experimentalmente la fuerza que obliga a una masa en movimiento a permanecer en una trayectoria circular, y utilizarlo a su vez para elongar un resorte y poder establecer su constante elástica.

## Introducción

La fuerza centrípeta a la que hacemos referencia está dada por la expresión:

$$F_c = m \cdot \omega^2 \cdot r \quad (1)$$

o bien por:

$$F_c = m \cdot v^2 / r \quad (2)$$

donde  $m$  es la masa en rotación,  $\omega$  es la velocidad angular,  $v$  es la velocidad tangencial y  $r$  es el radio de la órbita. Expresando  $m$  en kg,  $\omega$  en rad/s,  $v$  en m/s y  $r$  en mts, el valor de la  $F_c$  está dado en N.

El objetivo de este experimento es estudiar en detalle las relaciones (1) y (2).

## Diseño experimental

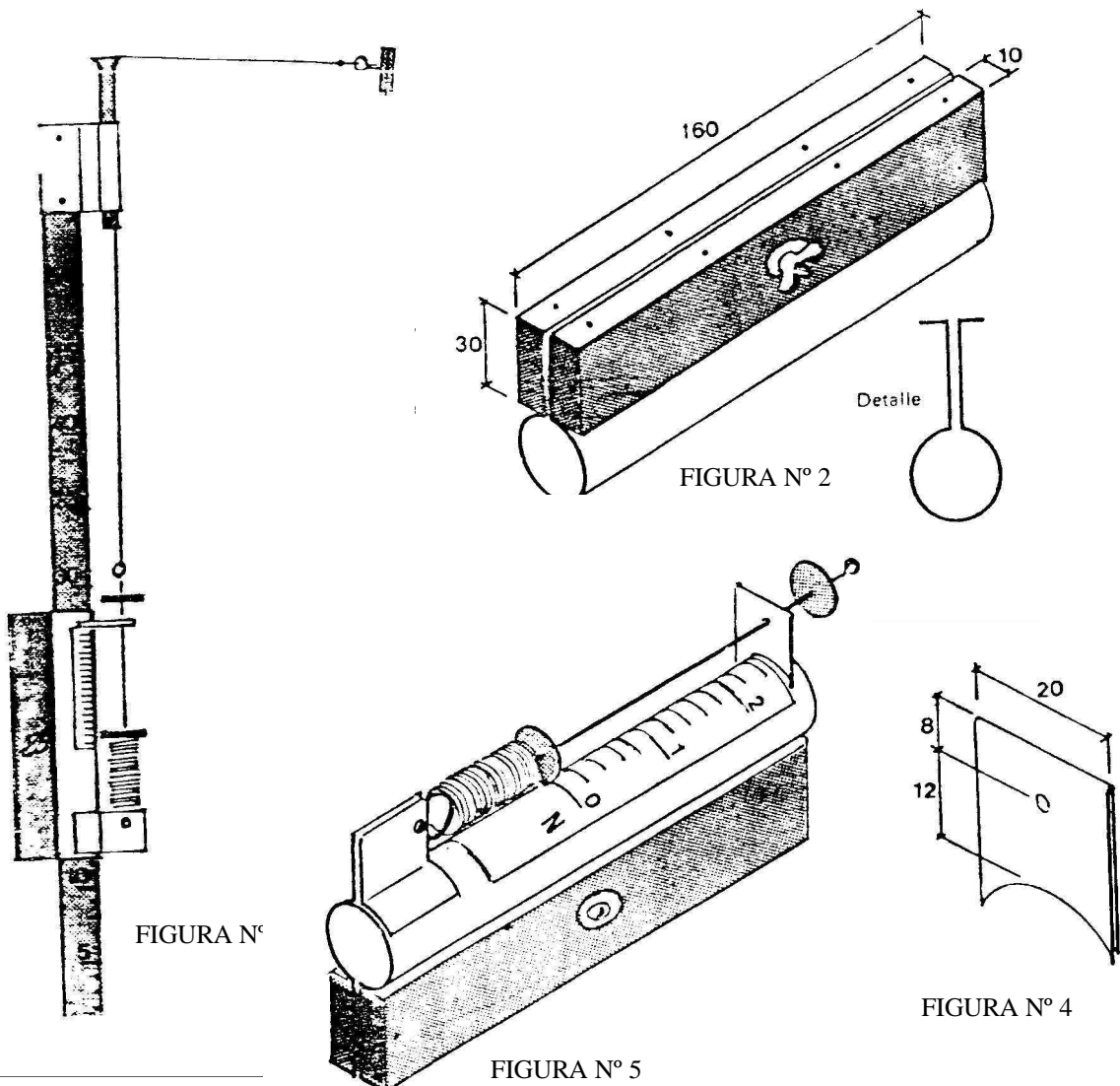
En el modelo que aquí se describe ( fig. 1) se ha utilizado como soporte del sistema un trozo de cabo de plumero de unos 50 cm de longitud. Sobre él va montado un tubo deslizable (fig. 2) provisto de un sistema que permite, mediante un tornillo con mariposa, fijarlo en la posición que se desee. Para construirlo se recorta un trozo de hojalata o aluminio, que deberá conformarse sobre el mismo soporte, y doblándolo según el perfil que se ve en el detalle de la misma figura. Con dos trozos de madera, que se fijan mediante pequeños clavos, y un tornillo con mariposa que pasa por su centro, se completa el sistema de ajuste. Antes de proseguir con el armado, es conveniente verificar que el tubo desliza bien sobre el soporte, y que queda fijo al ajustar la mariposa.

La pieza de la figura 3 permite el anclaje, mediante un tornillo con tuerca, del resorte. En la figura 4 está representado un pasador, por donde desliza el extremo libre del resorte. Ambas piezas son de hojalata y van soldadas con estaño a los extremos del tubo, como se ve en la figura 5. Fijado un extremo del resorte, al extremo libre se le

adosa un alambre, ya que sobre este tramo recto, a unos 5 mm de la espira más próxima, va soldada una arandela, que servirá de fiel al dinamómetro. Una vez colocado el resorte en posición, se suelda otra arandela, que será el indicador de la escala centimétrica, a 10 mm de la corredera, y a continuación se forma con el alambre un anillo cerrado donde se atará el hilo.

En el extremo superior del soporte va fijada, mediante pequeños clavos, una pieza de hojalata (fig. 6) que sostiene un tubo plástico. Al extremo de este tubo se ha adosado una cuenta de collar lubricada a fin de reducir el rozamiento y evitar que el hilo se corte.

Para confeccionar la escala del dinamómetro se procede de la siguiente manera: Se fija provisoriamente un trozo de cartulina por debajo del resorte. Se dispone verticalmente el tubo, con el gancho hacia abajo, y se marca, en correspondencia con el fiel, el cero de la escala. Colgando del gancho masas de 100 g, 200 g, etc se hacen las marcas correspondientes a 1 N, 2 N, etc., hasta el máximo estiramiento del resorte. Concluida esta operación, se hacen sobre el soporte marcas a cada centímetro. Paralelo al dinamómetro se adosa una regla de papel a fin de poder determinar la elongación del resorte



## Desarrollo experimental

Fijando el tubo deslizante en cualquier posición, y sosteniendo el aparato en posición vertical, se le imprime a la masa atada al extremo del hilo un movimiento giratorio, pudiendo leerse simultáneamente en ambas escalas la fuerza centrípeta actuante, el radio de la órbita y la elongación del resorte.

Si se conserva la masa girando en un plano aproximadamente horizontal con velocidad uniforme (situación que se podrá apreciar porque los valores indicados permanecerán constantes), el período de rotación podrá obtenerse midiendo en un cronómetro el tiempo de 20 ó 30 revoluciones o si se prefiere se podrá determinar la frecuencia en revoluciones por minuto, camino este último que fue utilizado en este proyecto para ser luego reconvertido al valor de la velocidad tangencial.

Progresivamente se fueron variando las masas utilizadas mediante el uso de una canastilla plástica la cual era llenada con objetos varios, repitiéndose las mediciones para cinco posiciones distintas del cursor sobre el soporte.

## Resultados

A fin de poder evaluar la existencia de la dependencia de la  $F_c$  en función de los parámetros establecidos anteriormente, procedimos a fijarlos, dejando una sola variable libre por vez, procediendo de la siguiente manera:

- Manteniendo fija la posición del cursor e imprimiéndole una velocidad de giro a fin de mantener constante la lectura en el dinamómetro, procedimos a registrar la modificación del valor de la velocidad al variar el valor de la masa

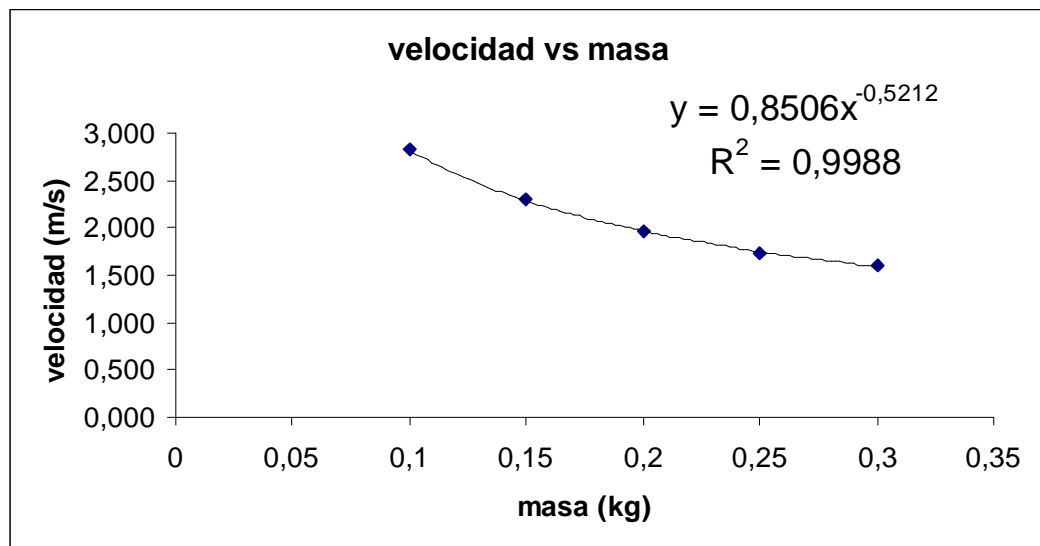
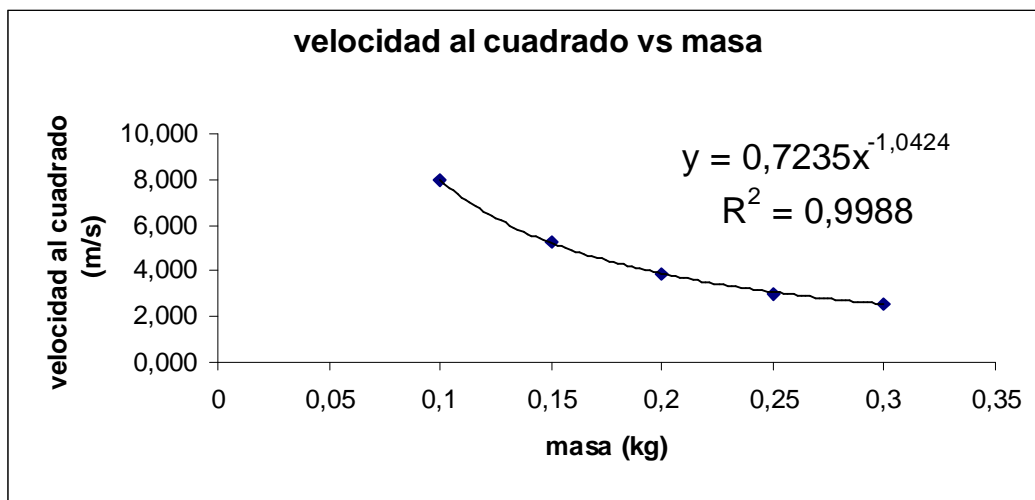


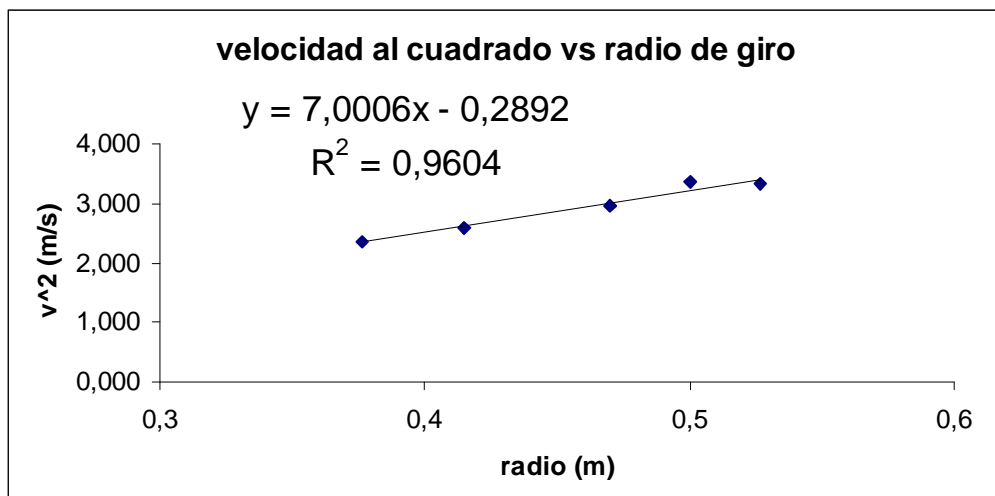
Gráfico 1: dependencia de la velocidad con el incremento de la masa.

Esta función potencial deja a la variable independiente elevada a una raíz cuadrada, mientras que el coeficiente no responde a los valores correspondientes al producto entre la fuerza seleccionada ( 2 N) y el radio de giro fijado ( 0.415 m), de acuerdo con el despeje necesario a fin de establecer la dependencia elegida. Es por ello que evaluamos en cambio, la correspondencia anterior en función del cuadrado de la velocidad, observando que la misma se ajusta más a los resultados pese a que el coeficiente de correlación en ambos casos resulta muy similar.



**Gráfico 2:** dependencia del cuadrado de la velocidad con el incremento de la masa.

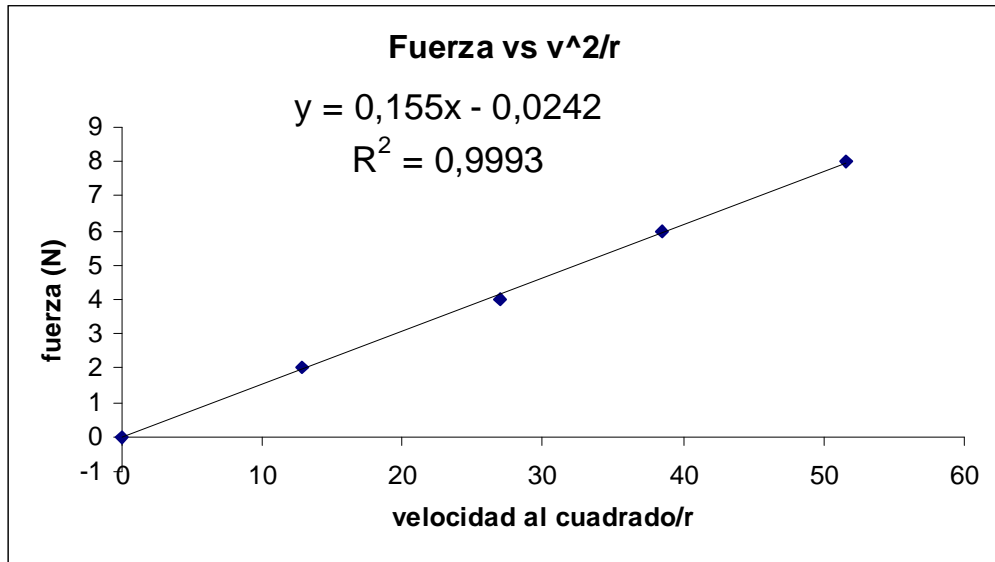
b) Manteniendo fija la masa y desplazando el cursor sobre el soporte en varias posiciones a fin de determinar la dependencia del cuadrado de la velocidad con el radio de giro. Para ello, nuevamente giramos el dispositivo de manera que la lectura del fiel en el dinamómetro permaneciera constante.



**Gráfico 3:** dependencia del cuadrado de la velocidad con el radio de giro.

La pendiente de la recta se corresponde con el cociente entre la fuerza y la masa, que en nuestro caso resultaron ser de 2N y 0.3 kg. La linealidad queda establecida a su vez por el valor del coeficiente de correlación.

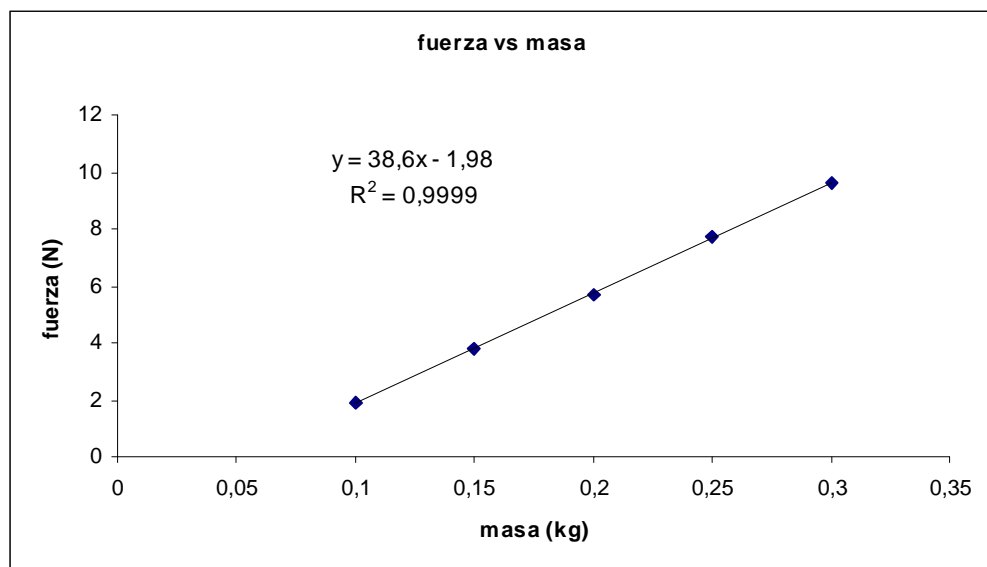
- c) Manteniendo fija la masa, desplazamos el cursor varias veces registrando la velocidad de giro en la medida en que se incrementaba la fuerza.



**Gráfico 4:** dependencia de la fuerza con el cociente  $v^2/r$

La masa utilizada fue de 0.15 kg, que verifica el valor de la pendiente de la recta.

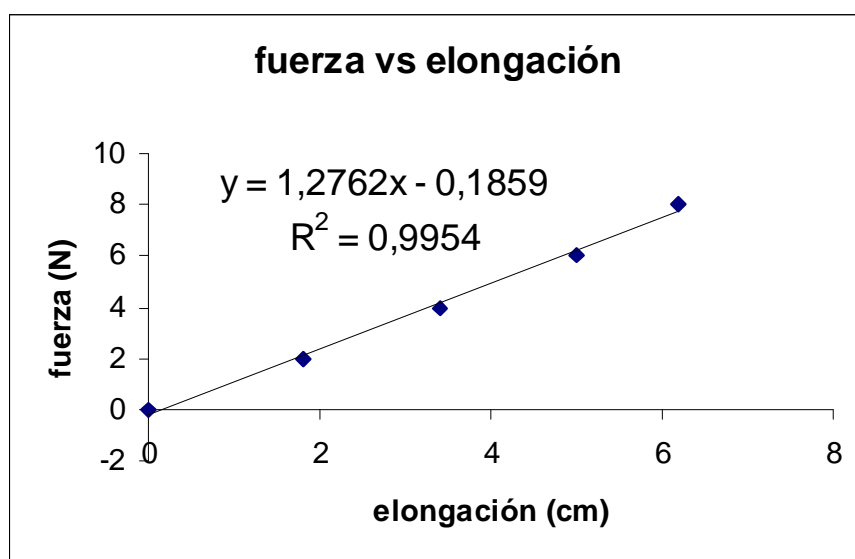
- d) Fijando el radio de giro y manteniendo constante la velocidad, modificamos el valor de la masa a fin de registrar la dependencia de la fuerza con ella.



**Gráfico 5:** dependencia de la fuerza con la masa

El radio de giro utilizado fue de 0.415 m mientras que la velocidad fue de 65 r.p.m. La linealidad queda establecida en virtud de que la pendiente de la recta se corresponde con el cociente entre el cuadrado de la velocidad tangencial y el radio de giro

A su vez, en todo momento pudimos registrar la relación existente entre la lectura del dinamómetro y la escala centimétrica adosada a éste a fin de poder hallar el coeficiente de elasticidad del resorte utilizado. El gráfico 6 ilustra los resultados obtenidos en una de las series de mediciones efectuadas



**Gráfico 6:** verificación de la ley de Hooke

El valor de la pendiente de la recta se corresponde con el coeficiente de elasticidad buscado de acuerdo con la ley de Hooke, amén del signo que no fue contemplado.

## Conclusiones

Las relaciones establecidas de a pares responden a las proporcionalidades que surgen de la fórmula propuesta y de sus despejes necesarios aún teniendo en cuenta los errores cometidos, los cuales no han gravitado en demasía tal como surge de la observación de los coeficientes de correlación de los gráficos, todos próximos a 1.

Cabe acotar que la práctica resultó muy engorrosa para el alumnado ya que fue necesario tomar una cantidad de datos importantes a fin de limitar los errores por fatiga o distracción de los operadores encargados de registrar las revoluciones por minuto, como a su vez el hecho de que el operador que ponía en giro al soporte garantizara, después de mucha práctica, que la velocidad se mantuviera constante. Debido a ello fue necesario repetir la experiencia durante varios días y desechar muchas observaciones que alteraban sustancialmente el modelo propuesto.

## **Bibliografía**

*El taller de física*, Agustín J. Frascino y Alberto P. Maiztegui.

## **Agradecimientos**

Agradecemos a Salvador Gil, Eduardo Rodríguez y demás colaboradores del proyecto de la Red Creativa de Ciencia de la Universidad Favaloro y de la Fundación Antorchas, a los alumnos de 1° Polimodal Ciencias del Colegio San Lucas que se “bancaron” la experiencia, cuya gratificación habrán de recibir en el 3° trimestre, y a las autoridades del colegio que nos permitieron realizar la experiencia al aire libre.