

## Midiendo el tiempo con una pipeta graduada

Instituto de Educación Superior N°813 “Profesor Pablo Luppi”

### Autor:

Luis Alberto Belloli

Instituto de Educación Superior N°813 “Profesor Pablo Luppi”

Remigio Nogués s/n, Lago Puelo, Chubut. Argentina.

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

La enseñanza de la Cinemática en la escuela secundaria, desde el punto de vista experimental, habitualmente tiene como actor privilegiado al plano inclinado de Galileo Galilei, dado su potencial didáctico y su nivel de simplicidad práctica. Las variables a medir son las distancias y los tiempos, la medición de distancias no acarrea inconvenientes, en general, y el tiempo se mide con cronómetros, que hoy están al alcance de todos.

En la actualidad, la utilización de TIC, sean sensores sonoros, barreras infrarrojas, análisis de fotogramas, o cámaras fotográficas digitales –comunes o de alta velocidad–, capturas de videos o filmaciones con la utilización de software, permite la toma de datos con muy buena precisión. Hace unos años surgió la idea de medir el tiempo con un reloj de agua, representado en este caso por una pipeta graduada (de 10 ml), en vez de cronómetros. Consideramos que obligaba a los estudiantes a enfrentarse a las dificultades experimentales del siglo XVII, era la primera dificultad a resolver ya que no habían medido nunca el tiempo con este arreglo.

Las mediciones de tiempo resultaban satisfactorias, dado que se podía observar la dependencia de la distancia recorrida con el cuadrado del tiempo empleado en recorrerlo.

Durante la clase de presentación de la actividad en un curso de Laboratorio de Mecánica de estudiantes de primer año del Profesorado de Educación Secundaria en Física del Instituto de Educación Superior N° 813 Prof. Pablo Luppi, surgió la duda, entre los estudiantes, acerca de si la velocidad de salida del agua en la pipeta era constante, aunque la velocidad de salida del agua de un recipiente con una perforación horizontal depende del nivel del agua, en este caso parecía no influir.

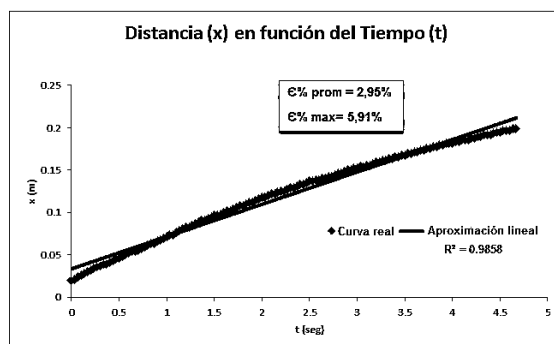
La opción que pareció más conveniente fue filmar la salida de agua, utilizar el software *Tracker* para el estudio de la misma y la planilla de cálculo *Excel* para realizar los gráficos y el ajuste de los mismos. Para que *Tracker* pudiera “seguir” la salida agua, lo mejor sería colocar un objeto que flotara dentro de la pipeta ya que acompañaría el escurrimiento. Se decidió emplear un trozo de plástico.



**FIGURA 1.** Trozo de plástico flotando dentro de la pipeta para que el *Tracker* pueda “seguir” el descenso.

La tarea de introducir el trozo de plástico no fue sencilla, pero se pudo realizar. Luego, se filmó su movimiento, se procedió a procesarlo con el *Tracker*, y se pudo apreciar que el gráfico de tiempo y distancia recorrida era aproximadamente una recta. Se repitieron varias veces las filmaciones para tener una aceptable cantidad de datos.

Para ajustar la curva, se transfirieron los datos a la planilla de cálculo *Excel*, se obtuvo un gráfico al que se le adicionó la línea de tendencia, la ecuación de esta y los valores de  $R^2$ . Posteriormente se generaron los puntos “ideales” de las distancias recorridas, utilizando para ello la ecuación provista por la línea de tendencia, y luego se compararon punto a punto, valores de distancias (obtenidos con *Tracker*) con valores “ideales” de distancia (obtenidos con *Excel*). Se calcularon los errores y se obtuvo un error porcentual promedio de 2,95% con un máximo de 5,91% y un  $R^2 = 0,9858$ .



**FIGURA 2.** Distancia en función del tiempo del trozo de plástico y la curva de aproximación lineal, el error porcentual promedio y el error porcentual máximo.

Estos datos permitirían afirmar que la velocidad de salida del agua de la pipeta es aproximadamente constante, por lo tanto, puede tomarse la pipeta como un reloj de agua de aceptable precisión.

Con este trabajo se ha pretendido mostrar que, sin la tecnología actual que rodea a los estudiantes, en la época de Galileo, con tecnologías del siglo XVII, era posible determinar que la distancia recorrida es directamente proporcional al cuadrado del tiempo empleado en recorrerla, que la aceleración es constante y aumenta con la inclinación del plano.

Hay que destacar que uno de los inconvenientes de este “reloj” es el tiempo de desagote de los 10 ml, que es de aproximadamente 6 segundos, lo que remite a un plano inclinado de 2 metros de longitud, con un ángulo de inclinación no mayor que  $4^\circ$ , dependiendo del rozamiento de los materiales de la esfera y de la rampa, ya que se desprecia el rozamiento del aire.