



—○—
Midiendo la »»»→

GRAVEDAD



◆ Mario Hernández corujo ◆

◆ Tomás González Jorge ◆



Resumen

En este artículo narramos una de nuestras experiencias dentro de las sesiones de docencia compartida que impartimos en el Ámbito Científico y Matemático del primer curso del Programa de Mejora del Aprendizaje y el Rendimiento (PMAR) en el IES Arico. Tratando de desarrollar uno de los criterios de evaluación, encontramos un método sencillo para medir el valor de la aceleración de la gravedad a partir de experiencias protagonizadas por nuestro alumnado. Los resultados conseguidos son muy destacables, a pesar de la sencillez de las pruebas realizadas. Sumado a esto, el tratamiento de los datos obtenidos permite el desarrollo de herramientas matemáticas que podrían ser empleadas por alumnado de Ciencias de cursos superiores.



Lanzamiento del péndulo en el vestíbulo del centro

Introducción

El programa TRAVESÍA se enfoca en nuestro centro al desarrollo de sesiones de docencia compartida en los dos cursos de PMAR (Programa de Mejora del Aprendizaje y Rendimiento), entre otros niveles. Como pareja pedagógica, nos complementamos en las clases partiendo de nuestras disciplinas de origen: Matemáticas y Tecnología,

respectivamente. Analizando el criterio de evaluación para preparar la próxima situación de aprendizaje nos encontramos con lo siguiente: "Con este criterio se pretende evaluar si el alumnado [...] calcula el valor de la aceleración de la gravedad..." Estas dieciocho palabras extraídas del criterio 4 del Ámbito Científico y Matemático de 1º PMAR, dentro de 16 líneas de extensa explicación del criterio, sembraron la curiosidad y el interés por encontrar una

forma sencilla en la que nuestro alumnado dejara de ver a $g=9,81$ como un número sin más y fuera capaz de palpar mediante experimentos lo que quería decir ese valor.

Desarrollo

Desde un primer momento se vio que el principal obstáculo a salvar era cómo obtener una medida precisa del tiempo, no importa el experimento del que se tratase, si queríamos tener un valor observado de la gravedad próximo al valor esperado. La solución típica a partir de cronómetros más o menos sofisticados requiere una coordinación entre los participantes en el experimento no siempre posible y que introduciría errores en la medida. Por ello, valoramos la posibilidad de grabar nuestras actividades para luego, empleando un editor de vídeo, poder ir seleccionando los tiempos en que sucedía el experimento con precisión al pasar la secuencia fotograma a fotograma. En nuestro caso, los vídeos fueron obtenidos por medio de una tablet a 30 fotogramas por segundo y editados con la versión gratuita de VideoPad (www.nchsoftware.com/videopad/es/).

Longitud del péndulo = 2,30 m		
Amplitud	Tiempo (s)	Valor estimado de g (m/s^2)
Grande	3,167	9,05
Grande	3,166	9,06
Grande	3,134	9,24
Mediana	3,100	9,45
Mediana	3,100	9,45
Mediana	3,100	9,45
Pequeña	3,066	9,66
Pequeña	3,067	9,65
Pequeña	3,067	9,65

Longitud del péndulo = 1,41 m		
Amplitud	Tiempo (s)	Valor estimado de g (m/s^2)
Grande	2,500	8,91
Grande	2,466	9,15
Grande	2,467	9,15
Pequeña	2,434	9,40
Pequeña	2,400	9,66
Pequeña	2,400	9,66

Valores estimados de g a partir de la oscilación del péndulo

Primer experimento:

Se basa en la típica medida del periodo (T) de oscilación de un péndulo simple el cual, si la oscilación es pequeña, no depende sino del valor de la gravedad (g) y de la longitud del hilo (l) del que está suspendido. Midiendo estas oscilaciones, podríamos calcular el valor observado de g a partir de la expresión teórica $g = 4 \cdot (\pi \text{ al cuadrado}) \cdot l / (T \text{ al cuadrado})$.

El hilo, teóricamente inextensible y de masa despreciable, fue hilo de algodón y el objeto oscilante estaba formado por dos tuercas de acero de 28 gramos cada una. El péndulo se colgó de una viga del vestíbulo del centro a dos longitudes diferentes. El alumnado de 1º PMAR realizó el lanzamiento del péndulo con diferentes amplitudes de partida para las dos longitudes del hilo (Fig. 1). Una vez grabada la experiencia, se pasaron los vídeos de la tablet a un equipo de la red del centro. Por medio del software VideoPad, el alumnado pudo calcular en clase con precisión de 1/30 de segundo los tiempos de los fotogramas en los que se daba la máxima amplitud de oscilación. Con ello se dieron cuenta de tres fenómenos principales, aparte del cálculo del valor observado de g : el isocronismo de las oscilaciones, la dependencia de la oscilación con la longitud del hilo y, finalmente, una pequeña diferencia en el periodo observado para grandes y pequeñas oscilaciones. Todo esto se resumió en la siguiente tabla: (Fig. 2) Como vemos, los valores de g obtenidos son bastante cercanos al valor esperado. El alumnado logró concluir que estos valores daban siempre menores que 9,81 al intervenir el rozamiento del péndulo con el aire, principalmente.

Segundo experimento:

En esta ocasión quisimos hacer ver a nuestro alumnado que la gravedad, lo

que realmente implicaba era una aceleración en los cuerpos que caen libremente. O sea, no pretendimos tanto el cálculo del valor de g como plasmar con evidencias el fenómeno de la aceleración.

Ya resuelto el problema de la medición precisa del tiempo, ahora nos encontrábamos con cómo conseguir que la medición de distancias fuera lo más precisa posible al grabarse un vídeo. Para ello, planteamos registrar la caída de un objeto (de nuevo, una tuerca de acero) desde una ventana de la planta alta del centro hasta el suelo, unos 4 metros. Esta ventana daba a un patio de poco tránsito y más protegido del viento, desde donde realizamos la grabación. Una alumna de 1º PMAR sostendría el extremo de una cinta métrica extendida verticalmente hasta el suelo, mientras que su compañera dejaría caer el objeto desde el comienzo de la cinta. A la distancia a la que se realizaba la grabación, era imposible distinguir las marcas impresas en la cinta métrica, así que tomamos la decisión de colocar tiras de Post-it de color amarillo cada 20 cm, señalando de forma diferente las tiras correspondientes a 1, 2, 3 y 4 metros (Fig. 3). De esta manera, se tomaron datos de tres tiradas.

En clase con el alumnado se reprodujeron los vídeos con VideoPad mostrando una secuencia fotograma a fotograma, separados por 1/30 de segundo, en la que se podía observar claramente como la velocidad iba aumentando progresivamente, al avanzar mayor distancia cada vez en el mismo intervalo de tiempo. Tomamos los datos de tiempo y distancia de cada fotograma, unos treinta puntos en total por cada tirada, y los representamos en un diagrama espacio-tiempo por medio de la aplicación Geogebra (www.geogebra.org).



Fotograma del vídeo de caída libre del objeto, localizado a la izquierda de la marca de 2 metros.

“No esperábamos conseguir un ajuste tan bueno a la parábola teórica”

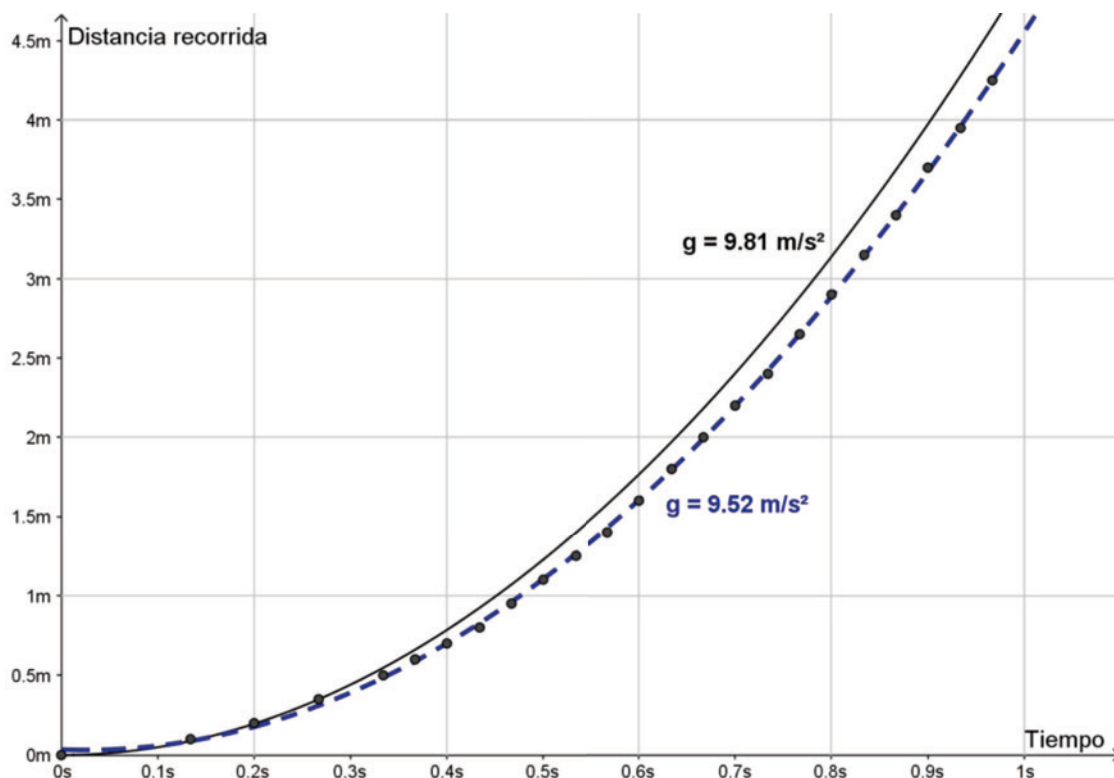
Los resultados fueron realmente impresionantes, ya que no esperábamos conseguir un ajuste tan bueno a la parábola teórica ($e = 1/2 g (t \text{ al cuadrado})$). De los datos se ve claramente que a mayor velocidad, mayor efecto del rozamiento y más separación de la curva teórica. (Fig. 4)

El tratamiento de estos datos permite un desarrollo de herramientas



matemáticas que sobrepasan el nivel de 1º PMAR: uso de la aplicación Geogebra para la representación de los datos de espacio y tiempo, ajuste de estos datos a una expresión polinómica por regresión, cálculo de las velocidades medias en cada tramo de 1/30 segundos con Calc y su representación gráfica con Geogebra,

ajuste por regresión de estos puntos a una recta, etc. Los dos ajustes permitirían obtener valores observados de g . Vistas estas posibilidades, se les ha cedido los vídeos al profesorado de 4º ESO y 1º Bachillerato como material didáctico para el empleo de estas herramientas con datos reales.



Comparación entre la curva teórica de caída libre y los datos observados para una de las tiradas. El valor de g se obtuvo a partir de un ajuste a parábola por regresión. El ajuste a los datos de todas las tiradas ofrece un valor de $g = 9,58 \text{ m/s}^2$

Conclusión

El programa TRAVESÍA, a través de la docencia compartida, ha permitido la colaboración entre profesores de diferentes materias a la hora de diseñar actividades de aprendizaje como la que se relata en este artículo. Con esta experiencia hemos conseguido varios logros:

- Promover una introducción al método científico, desarrollando en el

alumnado las competencias matemática y científico-técnica así como la competencia digital.

- Demostrar que se puede hacer ciencia en el aula con pocos medios, obteniendo resultados más que notables.
- Producir material didáctico interesante que pueda ser empleado por alumnado de otros niveles en el centro.