

APRENDIZAJE DE CINEMÁTICA EN EL PLANO INCLUYENDO TELÉFONOS INTELIGENTES

Di Laccio¹, José Luis y Tesis², Andreina

1. Universidad de la República / Departamento de Física del CENUR Litoral Norte
50000, Salto, Uruguay
jdilaccio@unorte.edu.uy
2. Universidad de la República / Departamento de Ingeniería Biológica del CENUR Litoral Norte
60000, Paysandú, Uruguay
andrethesis07@gmail.com

Eje Temático: Enseñanza de las Ciencias Básicas en los diferentes niveles del Sistema Educativo- Enseñanza de las ciencias básicas en el Nivel Secundario

Resumen

En este trabajo se presentan dos proyectos experimentales que ayudan al aprendizaje del movimiento en dos dimensiones, en particular al movimiento de proyectiles y al movimiento circular uniforme en el nivel secundario. Los proyectos incluyen la experimentación, incorporando teléfonos inteligentes para analizar videos y también como herramienta de medición a través de sus sensores incorporados: acelerómetro y giroscopio.

En este marco de enseñanza para el aprendizaje con tecnología, el docente tiene un rol de guía y coordinador de la actividad, dejando que los estudiantes sean los que desarrollen el trabajo en equipos. Los proyectos que se proponen son: 1) Determinación de la trayectoria de una pelota y 2) Aceleración centrípeta: midiendo el largo de mis brazos.

Palabras clave: Aprendizaje, Cinemática unidimensional, caída libre, teléfonos inteligentes, Nivel Secundario.

DETERMINACIÓN DE LA TRAYECTORIA DE UNA PELOTA

Un proyectil es cualquier cuerpo que es lanzado con cierta velocidad inicial a un ángulo α_0 respecto de la horizontal y luego sigue una trayectoria determinada por los efectos de la aceleración gravitacional y la resistencia del aire. En cursos básicos de física se estudian los movimientos de los proyectiles de forma simplificada, incluyendo un conjunto de hipótesis que idealizan la situación. En principio, se modela como una partícula, se desatienden los efectos de la resistencia del aire, así como la curvatura y rotación terrestre.

En el modelo simplificado, ver figura 1, para analizar su trayectoria basta con dos coordenadas: x e y . Las ecuaciones que describen el movimiento de un proyectil se encuentran en diferentes textos y la trayectoria viene dada por (Young y Freedman, 2009; Resnick, Halliday, Krane, 2011):

$$y(x) = y_0 + \tan \alpha_0 (x - x_0) - g(x - x_0)^2 / 2v_0^2 \cos^2 \alpha_0, \quad (1)$$

en donde x_0 e y_0 son la posición inicial en x e y respectivamente, v_0 es la velocidad inicial, α_0 es el ángulo inicial y g la aceleración gravitatoria. La trayectoria corresponde a una parábola de concavidad negativa.

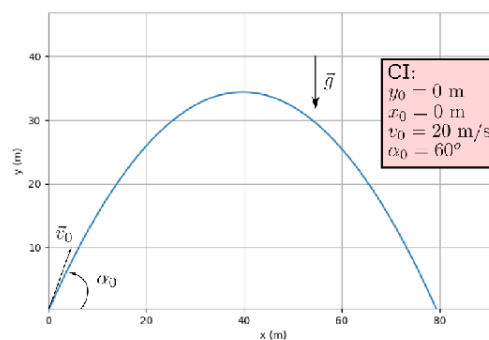


Figura 1. Trayectoria de un proyectil. Las condiciones iniciales se muestran en el recuadro a la derecha.

Para el tratamiento experimental del tema es común usar el análisis de videos. Esta una técnica muy utilizada para estudios experimentales en física ya que permite mediante un programa adecuado obtener las posiciones sucesivas de un objeto en función del tiempo, a partir de un video digital (Navarrete L., Almaguer, Navarrete F., Flores, 2015).

En este proyecto se plantea a los estudiantes estudiar el movimiento del lanzamiento de una pelota mediante el uso de un video de elaboración propia. Para el análisis se propone usar el teléfono inteligente y la APP *VidAnalysis* (VidAnalysis, 2014), que es de descarga libre y gratuita desde Play Store para sistemas Android. Esta aplicación permite extraer las coordenadas del objeto en movimiento (pelota) en función del tiempo y brinda en tabla de datos o en forma gráfica la información. Los datos pueden ser exportados a planillas de cálculo para su análisis.

Materiales y métodos

El procedimiento es muy sencillo se debe descargar la APP: *VidAnalysis* e investigar su funcionamiento, es decir, comprender sus principales características: calibración, forma de seguimiento del objeto y exportar el archivo de datos obtenido.

Luego se debe realizar un video (breve) del lanzamiento de una pelota, procurando que la filmación permita diferenciar claramente el objeto a seguir respecto del resto. Durante la filmación se debe colocar el teléfono inteligente en un plano paralelo al plano del movimiento de la pelota y usar una vara de referencia de longitudes. En la figura 2 se muestra a los estudiantes lanzando la pelota, en ese momento son filmados por un compañero usando la cámara del teléfono.

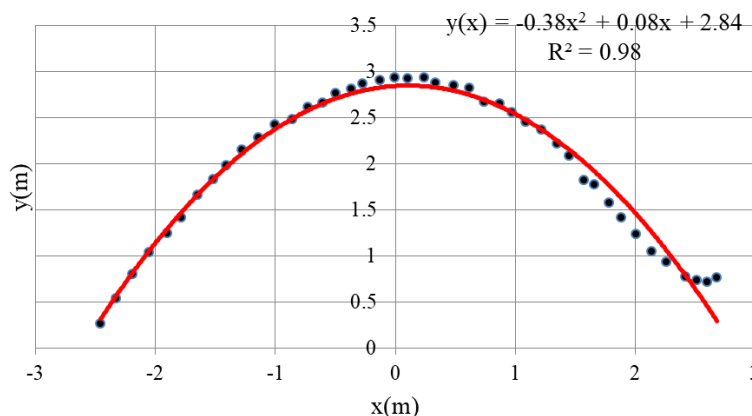


Figura 2. Estudiantes realizando el experimento. El estudiante del centro tiene la vara de referencia.

Con el video listo, se usa *VidAnalysis* para extraer las coordenadas de posición. La vara de referencia se usa para definir la escala. El sistema de referencia se elige por el usuario y luego se obtienen las posiciones sucesivas de la pelota colocando el dedo (lápiz óptico) sobre el objeto a seguir. Con los datos recolectados se hace la gráfica $y=f(x)$ y con el ajuste adecuado de los datos se obtiene la ecuación de la trayectoria. Ecuación que se compara con el modelo teórico dado por la ecuación 1. La velocidad inicial de la pelota se obtiene de la ecuación de la trayectoria y del dato del ángulo inicial.

Resultados

La trayectoria experimental de la pelota se obtiene en la figura 3. Se ha realizado un ajuste con un polinomio de segundo grado. Con la comparación del modelo teórico y el ajuste obtenido se determina la velocidad y el ángulo inicial que puede cotejarse por medida directa.



Observaciones

La actividad permite que el estudiante se acerque a conceptos de movimiento de proyectiles desde el hacer, es decir, experimentando con sus pares, discutiendo ideas, organizando estrategias para la

Figura 3. Los ejes x e y se toman en el lugar donde se encuentra la vara de referencia de la figura 2. Con puntos negros los datos experimentales y con trazo continuo rojo la curva de ajuste de la trayectoria.

mejor recolección de datos y poniendo en contraste la teoría que el docente le propone con fenómenos que son cotidianos. Por otro lado, se trabajan las representaciones gráficas, el uso de hojas de cálculo, así como en ajuste de datos experimentales.

ACELERACIÓN CENTRÍPETA: MIDIENDO EL LARGO DE MIS BRAZOS

Cuando una partícula se mueve siguiendo una circunferencia se dice que describe un movimiento circular. Un automóvil que da vuelta a una curva de radio constante, un satélite en órbita circular, el giro de una boleadora, los elementos presentes en una calesita en rotación, entre otros, son ejemplos de objetos que tienen este movimiento. Dentro del movimiento circular uniforme, el concepto de aceleración centrípeta no es sencillo para los estudiantes principiantes, les es difícil entender que aceleración centrípeta se debe al cambio de dirección de la velocidad.

En varios textos se realiza una deducción de la expresión de la aceleración centrípeta que permite calcular su módulo como (Young y Freedman, 2009; Resnick, Halliday, Krane, 2011):

$$a_c = \omega^2 R \quad (2)$$

Esta expresión es la que se utilizará como modelo teórico al experimentar. Con la presente experiencia, se pretende brindar más elementos para que los estudiantes comprendan el concepto de aceleración centrípeta, así como los motivos de su presencia con la ayuda de los teléfonos inteligentes.

Los teléfonos inteligentes mediante sus sensores, entre ellos el acelerómetro y giroscopio, permiten de forma accesible medir la aceleración en las direcciones de sus ejes solidarios (Countryman, 2014) así como la velocidad angular (Di Laccio, Vitale, Alonso-Suárez, Pérez y Gil, 2017, pág.640). Aquí, se plantea que los estudiantes procuren realizar un movimiento circular uniforme usando en sus manos un teléfono con la pantalla orientada frente a ellos (eje z asociado a la carcasa del teléfono saliente) y midan con sus teléfonos la aceleración centrípeta y la velocidad angular (eje y) con el fin de determinar el radio de la trayectoria y comparar con el largo de sus brazos.

Materiales y métodos

Solamente se necesita el teléfono inteligente y usar una APP para recolectar los datos de aceleración y velocidad angular. La aplicación que recomendamos es Androsensor (Asim, 2015). Se configura la aplicación con los sensores acelerómetro y giroscopio en un intervalo de grabación de datos de 0.20 s. Se inicia la recolección de datos y se comienza el giro hasta conseguir una velocidad angular de régimen constante. Hay que evitar, dentro de lo posible, cambiar su eje de giro al mover los pies, así como subir y bajar el teléfono verticalmente al tenerlo entre las manos. Por su parte el teléfono debe ubicarse, frente al experimentador, con la pantalla apuntando a su cara, ver figura 4.

Los datos recolectados por el teléfono se guardan en un archivo .csv dentro de la carpeta de la aplicación, los cuales estarán disponibles para su procesamiento y un análisis cuantitativo en detalles. Por otro lado, puede hacerse un análisis primario simplemente observando las lecturas en pantalla de la aplicación y registrando en el cuaderno la aceleración en el eje z promedio, así como la velocidad angular promedio en y . Con esto basta para usar la ecuación 1 y estimar el radio de la trayectoria, es decir el largo de los brazos.



Figura 4. Estudiante simulando un movimiento circular.

Resultados

La aceleración y velocidad angular medidas se presentan en el gráfico de la figura 5. Note que este es un primer ensayo típico de un estudiante. Una vez revisado sus datos puede volver a intentar reproducir un movimiento circular identificando en qué aspectos debe mejorar su técnica de giro para lograrlo.

Para obtener el “largo de los brazos” se grafica $a = f(\omega^2)$ y se ajustan los datos con un modelo lineal, tal como el de la ecuación 1.

En un primer intento no se debe esperar una exactitud importante ya que se está procurando reproducir un movimiento circular, pero son muchas limitaciones.

Los valores del largo de los brazos oscilan entre 75 a 110 cm dependiendo de lo fijo que se halla estado el eje de giro (pies), el movimiento de los brazos al girar, entre otros. Es recomendable filmar al experimentador para conocer muchas de las variaciones que se tienen respecto del modelo primario. Por otro parte, se puede recomendar a los estudiantes pasar a sistemas más controlados para reproducir un movimiento circular, en plaza existen diferentes kits que se usan para experimentar con mayor precisión usando smartphones, ver figura 6.

Observaciones

La actividad es de sencilla realización, busca que los estudiantes pongan en valor las expresiones teóricas del curso, ecuación de la aceleración centrípeta, y evalúen su ajuste mediante la obtención de una medida fácilmente reconocible y medible con una cinta métrica. Por otro lado, ayuda a que se analice un problema real mediante la contemplación de su ocurrencia, al filmar el video del suceso, y detectar muchos aspectos no modelados en la teoría. Permite además poner en uso competencias de trabajo en el laboratorio como medir cuidadosamente, graficar, analizar, evaluar, entre otros.

A MODO DE CIERRE

Las experiencias presentadas han sido desarrolladas en diferentes cursos de enseñanza de nivel secundaria y en cursos básicos para estudiantes de profesorado de física y entendemos que es una posibilidad válida para el aprendizaje de cinemática. Esto no quiere decir que el tema esté cerrado, pero se muestra una alternativa que puede ser útil y viable.

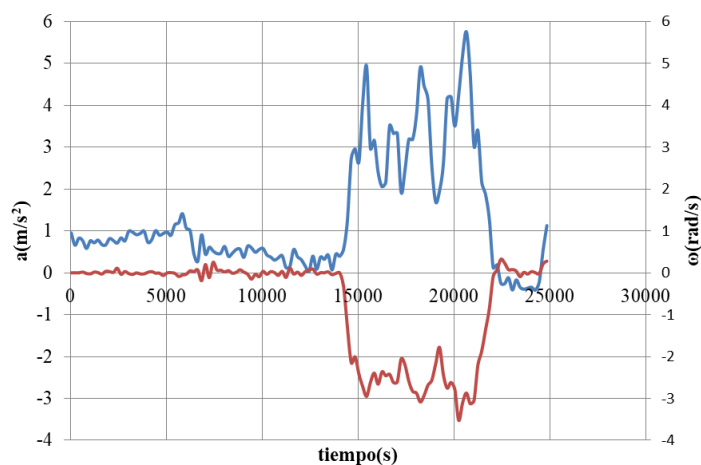


Figura 5. Con trazo azul la aceleración centrípeta medida con el teléfono y con trazo rojo la velocidad angular.

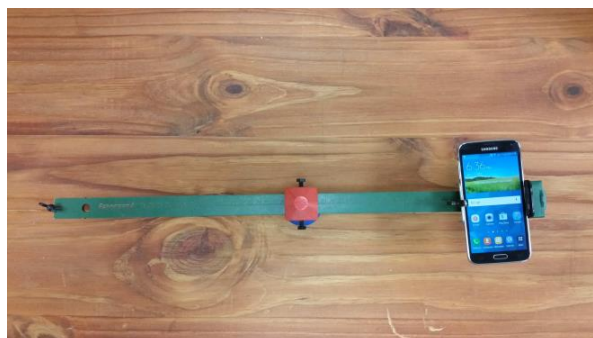


Figura 6. Kit para el trabajo con smartphones, el radio no varía ya que el eje es fijo y se evitan las variaciones verticales que se producen al reproducir el movimiento con las manos.

REFERENCIAS

- Asim, F. (2015). Androsensor. Recuperado de: <http://www.fivasim.com/androsensor.html>
- Countryman, C. L. (2014). Familiarizing Students with the Basics of a Smartphone's Internal Sensors, *The Physics Teacher* 52, 557-559.
- Di Laccio, J., Vitale, G., Alonso-Suárez, R., Pérez, N. y Gil S. (2017). Estudio del Efecto Doppler usando Smartphones. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 14 (3), 637-646.
- Gil, S. y Di Laccio J. L. (2017). Smartphone una herramienta de laboratorio y aprendizaje: laboratorios de bajo costo para el aprendizaje de las ciencias. *American Journal of Physics Education*, 1305 (1-9).
- Navarrete, L., Almaguer, J., Navarrete, F., Flores, M. (2015). El análisis de video como alternativa para la integración de teoría y práctica en los cursos introductorios de Física. *American Journal of Physics Education*, 9 (3) 3402(1-8)
- Resnick, R., Halliday, D., Krane, K. (2011). *Física, Volumen I*. México: Grupo Editorial Patria.
- VidAnalysis (2014) <https://vidanalysis.com/>
- Young, H. y Freedman, R. (2009). *Física universitaria volumen I*. Decimosegunda edición. México: Pearson Educación. ISBN: 978-607-442-288-7