

Ambiente virtual para el aprendizaje de métodos experimentales mediante el uso de TIC Virtual environment for learning experimental methods through the use of ICT

Luis Javier Villegas-Vicencio ¹, Juan C. Tapia-Mercado ² y Jesús R. Lerma-Aragón ³

¹ Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.
Carretera Transpeninsular Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, CP 22800, Ensenada, B.C México
javier.villegas@uabc.edu.mx

² Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California
juan@uabc.edu.mx

³ Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de Baja California
jlerma@uabc.edu.mx

Fecha de recepción: 15 de octubre de 2021

Fecha de aceptación: 22 de marzo de 2022

Resumen. En este trabajo se muestra como la utilización de teléfonos celulares inteligentes (smartphone) y computadoras, se pueden utilizar para la enseñanza de conceptos de física, particularmente se muestra el caso del tiro parabólico. Se contrastan los resultados entre el modelo teórico y los datos experimentales, obteniendo resultados con una diferencia porcentual menor al uno por ciento. La práctica es ideal para la enseñanza virtual.

Palabras clave: Física experimental, celulares inteligentes.

Summary. This work shows how the use of smartphones and computers can be used to teach physics concepts, particularly the case of the parabolic shot. The results between the theoretical model and the experimental data are contrasted, obtaining results with a percentage difference of less than one percent. Practice is ideal for virtual teaching.

Keywords: Experimental physics, smart phones.

1 Introducción

En México, en 2020, todas las actividades escolares se desarrollaron desde el hogar debido a la pandemia del COVID 19. En educación superior, uno de los problemas en estas condiciones, es lograr que los alumnos realicen actividades de laboratorio, conscientes de que las prácticas de laboratorio requieren de equipo especializado, grupos del mundo han trabajado en realizarlas usando los sensores incluidos en los teléfonos inteligentes. En [1] se tiene un conjunto de experimentos, todos ellos destinados a medir cantidades físicas. Diversos autores han utilizado el celular inteligente como instrumento de medida para el estudio de diversas cantidades físicas [2]; químicas [3], y biológicas [4], ya que ofrece alternativas al proceso de enseñanza aprendizaje.

La pandemia nos ha orillado a la enseñanza virtual con la posibilidad de ofrecer experiencias de laboratorio en un ambiente real, debido la masividad de los celulares inteligentes y lograr que el espacio dónde se desarrollan las actividades de aprendizaje sea el hogar del alumno.

En el presente trabajo se analiza el problema clásico de *tiro parabólico*, que consiste en arrojar un objeto por el aire sin más interacción que la gravedad. El objetivo de hacer esta práctica de laboratorio es medir los parámetros cinemáticos como función del tiempo: el tiempo de vuelo, la altura máxima, la independencia de las medidas realizadas en el eje vertical y horizontal respecto al tiempo, la velocidad inicial y el ángulo de salida. Todos los temas anteriores son tratados en el curso en forma teórica, se imparte mediante la deducción de las ecuaciones y la solución de problemas.

Otro objetivo de aprendizaje es explicar el comportamiento datos experimentales para realizar modelado de ellos y obtener las ecuaciones que las rigen. Estos tópicos no se estudian desde la teoría, es una fortaleza que brinda la enseñanza experimental.

2 Método experimental

Desde el punto de vista experimental, realizar las medidas de posición horizontal y vertical para todo tiempo implica tener un sistema de referencia y medir la trayectoria que realiza el objeto sin interactuar

con él, es decir, medir sin tocarlo. La forma clásica de hacerlo es capturar el trayecto del objeto en un único cuadro fotográfico, iluminado con luces estroboscópicas [5]. Este tipo de fotografías fue el precursor de las técnicas modernas, que son mucho más fáciles de realizar y requieren de menos infraestructura.

El tiro parabólico se realiza al aire libre, la trayectoria sucede en un plano, por lo que se describe en términos del sistema de coordenadas cartesiano X-Y, el eje X coincidiendo con la horizontal y el eje Y con la vertical. Las unidades primarias, las medibles en el laboratorio serán para las dimensiones espaciales, la posición, (x, y) y la dimensión temporal, de este modo cada punto de la trayectoria es descrito por una triada (t, x, y) . Para medir las tres dimensiones en forma instantánea y simultánea, se recurre al uso de video para capturar toda la trayectoria y procesar, cuadro a cuadro, la posición del objeto.

2.1 Plan de trabajo digital

La técnica seguida en [5] es sustituida por una técnica digital, usando TIC. Se utiliza el celular inteligente para filmar y una computadora para procesar el video y de ahí determinar la información cinemática del tiro parabólico. La fig. 1 describe la forma de realizar las mediciones espaciotemporales para obtener la información cinemática del tiro parabólico.

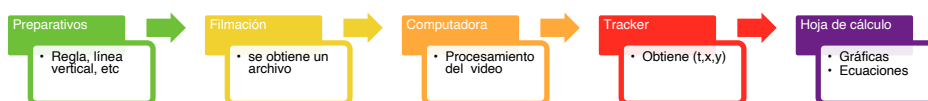


Figura 1. Procesamiento digital de la información.

2.2 Preparativos a la filmación.

Para la obtención de un video de buena calidad y mediciones adecuadas se consideran los siguientes aspectos: un sitio con iluminación de luz de día, se recomienda el exterior cuando hay luz de sol, pero que no ilumine directamente. Para procesamiento se requiere una regla en el plano de movimiento, esto es requisito para pasar la medida de pixeles a metros, además de una línea vertical en el cuadro del video como referencia en el programa Tracker [6]. El objeto y la pared deben tener colores contrastados, de preferencia la pared sea clara y el objeto oscuro. La cámara de video debe permanecer fija; es un error común mover la cámara intentando seguir el movimiento parabólico; mover la cámara implica mover el sistema de referencia.

2.3 Filmación.

El video se realiza con el celular inteligente, cada modelo opera con velocidades de captura diferentes, lo usual es que tengan una tasa de captura de 30 cuadros por segundo, que es un muestreo constante. Se debe cuidar la iluminación; es común que los estudiantes realicen sus videos en el interior de su hogar, lo que proporciona una pobre iluminación que conlleva a que el objeto no se vea nítidamente cuadro a cuadro, se aprecia como una mancha difusa; Otro aspecto a cuidar es la paralaje entre la pared y la cámara, los errores de paralaje ocasionan errores de medición espacial. Tras la realización del video, se obtiene un archivo digital que se traslada a una computadora.

2.4 Procesamiento

El archivo de video se traslada a formato MP4, necesario para procesarlo en Tracker. La fig. 2 muestra una pantalla típica tras el procesamiento de la información. En color rojo, se aprecian los datos numerados, en rosa el sistema de referencia, en azul, sobre la cinta métrica se aprecia el factor de conversión de pixeles a metros. En la tabla de la sección derecha inferior se ve la triada (t,x,y) .

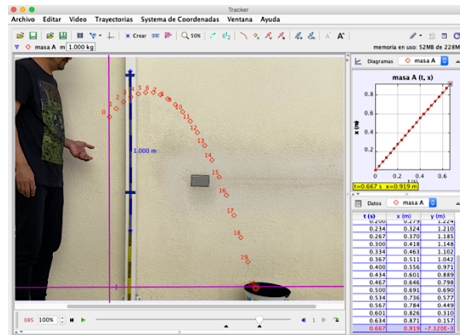


Figura. 2. Pantalla típica de Tracker tras el procesamiento del video.

3 Metodología

Para visualizar el movimiento se analiza una gráfica y vs. x , la cual es una parábola. En esta gráfica se aprecia que la distancia de separación horizontal y la vertical no son iguales, muestreo espacial. En la dirección horizontal se observa que están igualmente separados; en cambio en la dirección vertical, para el movimiento ascendente, se aprecia que el objeto va reduciendo su separación, que llega a una altura máxima y luego comienza a aumentar su separación. La reducción de distancia indica desaceleración mientras que el incremento indica aceleración, lo que implica que la dirección de la aceleración es hacia abajo.

De igual manera, se analiza el movimiento horizontal como función del tiempo, x vs t , la gráfica muestra una línea recta, confirmando lo esperado de acuerdo a la primera ley de Newton.

El análisis del movimiento vertical como función del tiempo, y vs t , muestra una parábola, que el estudiante suele confundir con la gráfica y vs x , lo que ofrece la oportunidad para diferenciar conceptos y evitar confusiones conceptuales.

El proceso de aprendizaje reúne los conocimientos teóricos en un contexto motivador con actividad experimental en un ambiente donde el análisis cinemático se demuestra desde el experimento y no desde la lectura de un libro teórico. La base de conocimiento estructurados sirve para que el alumno aprecie que el modelo empleado por la física es válido.

3.1 Modelado de datos experimentales

La triada de datos obtenidos por Tracker (t , x , y), son analizados en una hoja de cálculo. En ella se puede apreciar el comportamiento, para eso se hacen gráficas por pareja de variables. En la figura 3 se muestran los datos procesados exhibidos en la figura 2.

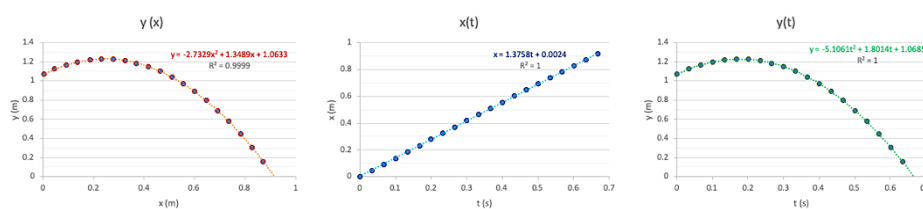


Figura 3. a) gráfica $y(x)$, b) gráfica $x(t)$, c) gráfica $y(t)$.

En la figura 3 c) se aprecia que el movimiento espacial, con la altura como función de la longitud, $y(x)$, describe una parábola. En b) se aprecia el movimiento horizontal como función del tiempo, $x(t)$, la relación lineal implica la validez de la primera ley de Newton, el movimiento es de velocidad constante en ausencia de fuerzas. En a) se observa el comportamiento de la altura como función del tiempo $y(t)$, nuevamente se ve una parábola, ella implica que hay una fuerza que provoca la desaceleración hasta llegar a una altura máxima y luego caer hacia el piso.

En las tres gráficas de la figura 3 se adapta una curva de tendencia lineal o cuadrática mediante mínimos cuadrados, de cada una se desprende una ecuación.

3.2 Comparativo gráfico y teórico

En la figura 3 b, se encontró la ecuación: $x(t) = 1.3758t + 0.0024$, la cual es un modelo lineal adaptado a los datos experimentales, que debe ser equivalente a la ecuación teórica: $x(t) = v_{0x}t + x_0$; donde, v_{0x} , es la componente horizontal de la magnitud de la velocidad inicial; (x_0, y_0) , es la coordenada inicial. De manera similar, en la gráfica 3c, $y(t) = -5.1061t^2 + 1.8014t + 1.0685$; que tiene su equivalente teórico: $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + v_{0y}t + y_0$, donde v_{0y} es la componente vertical de la magnitud de la velocidad inicial, y, g , la aceleración de la gravedad.

La velocidad horizontal se calcula mediante $v_x = \Delta x / \Delta t$. De forma equivalente se calcula para la velocidad vertical. Las ecuaciones teóricas para la velocidad horizontal es: $v_x = v_{0x}$, ya que es una velocidad constante. Para la velocidad vertical su ecuación es: $v_y = -gt + v_{0y}$. La figura 4 muestra los resultados obtenidos de los ajustes por mínimos cuadrados (los gráficos) y los teóricos.

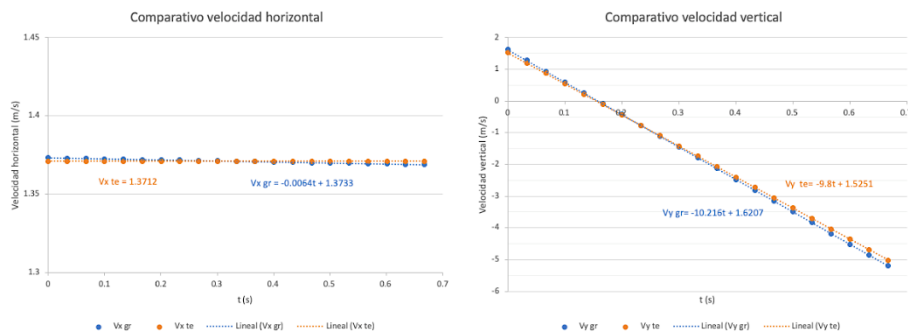


Figura 4. Comparación de los resultados de los modelos gráficos y teóricos.

El cálculo del error entre ambos modelos arroja para la velocidad horizontal un 0.08% y para el vertical un 0.79%. El error entre ambos es mínimo.

La figura. 5 muestra un mapa mental con información que resume el trabajo de la práctica.}

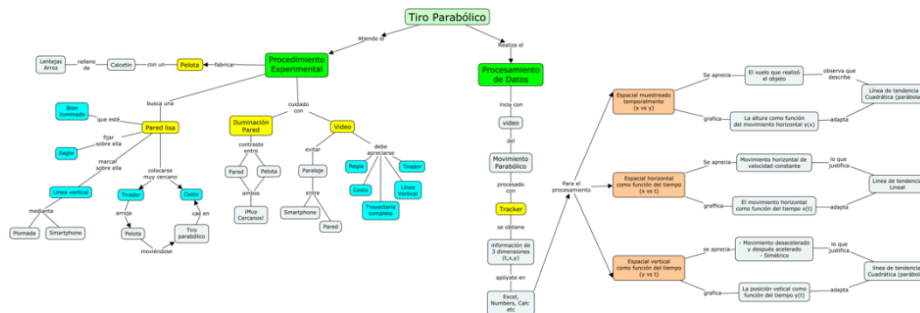


Figura 5. Mapa mental del experimento de tiro parabólico

4 Conclusiones

Se presenta una alternativa de ambiente de aprendizaje para el curso métodos experimentales de la carrera de ciencias computacionales de la UABC en el entorno de la pandemia en ambientes reales y virtuales.

Para obtener datos experimentales precisos y lograr una adecuada concordancia entre teoría y experimento es importante: verificar el tiempo de muestreo según las especificaciones del fabricante y del modelo de celular inteligente, la iluminación es de particular importancia, de ello se desprende que el objeto se aprecie nítido.

El trabajo experimental y su procesamiento se realizan en una sesión de 4 horas en promedio. Cualquier alumno con un celular inteligente y una computadora son capaces de realizar este tipo de prácticas. No es necesario un equipo y procesos fuera del alcance de lo que cuentan los alumnos en sus hogares.

Agradecimientos.

Se agradece por el apoyo a la 20ª convocatoria de proyectos internos de la Universidad Autónoma de Baja California.

Referencias

- [1] S. Odenwald, *A Guide To Smartphone Sensors*. NASA Space Science Educational Consortium, 2019.
- [2] P. Vogt y J. Kuhn, “Analyzing free fall with a smartphone acceleration sensor”, *Phys. Teach.*, vol. 50, núm. 3, pp. 182–183, feb. 2012, doi: 10.1119/1.3685123.
- [3] M. Montangero, “Determining the Amount of Copper(II) Ions in a Solution Using a Smartphone”, *J. Chem. Educ.*, vol. 92, núm. 10, pp. 1759–1762, oct. 2015, doi: 10.1021/acs.jchemed.5b00167.
- [4] T. Leeuw y E. Boss, “The HydroColor App: Above Water Measurements of Remote Sensing Reflectance and Turbidity Using a Smartphone Camera”, *Sensors*, vol. 18, núm. 1, Art. núm. 1, ene. 2018, doi: 10.3390/s18010256.
- [5] U. Haber-Schaim, *Física PSSC*, 3a ed. Reverté, 1981.
- [6] “Tracker Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education”, 2021. <https://physlets.org/tracker/> (consultado abr. 16, 2021).