

Representaciones del movimiento parabólico para niveles diferenciados de educación media a superior

Germán Aníbal Méndez Merchán*

Resumen

El presente artículo propone una herramienta didáctica para la presentación del tema de movimiento parabólico en cursos introductorios de física en educación media, básica y universitaria. Los espacios donde se llevaron a cabo las experiencias fueron el colegio Kapeirot y la Universidad Católica de Colombia (Bogotá, Colombia). Se contrastan las percepciones de los estudiantes sobre cómo conciben los estudios de teorías científicas a través de la herramienta de adquisición de datos Physics Tracker. Los datos obtenidos se analizaron con metodología experimental de linealización por mínimos cuadrados y linealización de la curva $y = ax^b$, aplicando la función logaritmo base 10, para con ello hallar las ecuaciones que rigen el movimiento parabólico, tanto en el eje x como en el eje y . Las ecuaciones encontradas se compararon con lo esperado teóricamente, donde se evidencia qué habilidades puede lograr un estudiante con este tipo de ayudas didácticas.

Palabras clave: didáctica de las ciencias, movimiento 2D, técnicas experimentales.

* Universidad Católica de Colombia. gamendez@ucatolica.edu.co

Representations of the parabolic movement for differentiated levels of middle to higher education

Abstract

This article proposes a didactic tool for the presentation of the parabolic movement topic in introductory courses in physics, both for the academic level of elementary school and university level. The spaces where the experiences were carried out were the Colegio Kapeirot and the Católica University of Colombia. Finally, students' perceptions of how scientific theory studies are conceived through the Physics Tracker data acquisition tool. The obtained data are analyzed with experimental methodology of linearization by least squares and linearization of the curve $y = ax^b$, applied the function logarithm base 10, in order to find the equations that govern the parabolic movement, both in the x-axis and in the y-axis. Finally the equations found are compared with theoretically expected, from physics texts, where it is evident what skills a student can achieve with this type of didactic aids.

Keywords: didactics of the sciences, 2D movement, experimental techniques.

Introducción

Lo que importa en la vida es que los estudiantes vivan hitos importantes en física aunque luego no recuerden los detalles
Lewin (12 de febrero de 2012)

En este artículo se exponen los resultados didácticos para niveles académicos diferenciados de experiencias de análisis de la superposición de dos movimientos: el movimiento rectilíneo uniforme y el movimiento en caída libre, haciendo uso de juegos de la vida cotidiana como baloncesto, pimpón, entre otros. La actividad pedagógica se realizó con estudiantes de grado décimo¹ y nivel universitario².

Los temas en mención son esenciales en el contenido programático de cursos introductorios de física, sin embargo, suelen evidenciar dificultades en su

1 Actividad que se desarrolló en el colegio Kapeirot en 2015.

2 Actividad realizada en la Universidad Católica de Colombia en 2017.

comprensión para la mayoría de estudiantes, pues “los jóvenes ven en las ciencias puras un tema monótono alejado del mundo real [...]” (Pérez, 2005). Además, las estructuras usuales de exposición de los temas hacen creer que así es la física, llena de “recetas” (fórmulas), que dan una solución a un ejercicio propuesto, es decir, es solo proceder matemático. Por estas razones, lo que se busca es mejorar la comprensión por parte de los estudiantes con una metodología experimental para la presentación de la cinemática en un curso introductorio de física, en el que se potencie una forma de pensar y razonar los eventos físicos, más allá de una fórmula de cambio de valores.

Por otra parte, es interesante comparar la percepción que tienen los estudiantes con la metodología aquí descrita, desde lo que se tenía en un estudio previo con estudiantes de secundaria, y con el trabajo hecho con universitarios.

Este tipo de actividades se espera incentiven a los jóvenes de la era de la tecnología para estudiar las ciencias exactas, pues es frecuente escuchar de ellos: “yo estudiaré algo que no tenga nada que ver con las matemáticas”, algo que ha de ser materia de investigación en la didáctica de las ciencias, pues dado que el mundo actual está sumergido en un espacio tecnocientífico, es primordial que las nuevas generaciones estén inmersas en la crítica de la producción y la aplicación de la ciencia, y esto es posible solo si los jóvenes están dispuestos a emprender estudios en ciencias puras y aplicadas como ingenierías y para ello es menester generar la curiosidad en la ciencia mediante experiencias más cercanas a ellos.

Marco teórico

Reconstrucción de la presentación de un curso de física introductoria

Un primer aspecto a revelar en los cursos iniciales de la enseñanza de la física, es que los contenidos de los textos guía (Giancoli, Tipler, Serway, Tippens, entre otros) comienzan con una definición de lo que es la física y el sistema métrico internacional, pasan luego a conversión de unidades, movimiento rectilíneo uniforme y movimientos acelerados; culminan con movimiento en 2D, no sin antes en algunos libros en mención, hacer un cambio temático entre los capítulos y presentar un álgebra vectorial, que pareciera no mantener el hilo conductor de los demás contenidos del curso: movimiento rectilíneo y movimientos acelerados.

A causa de lo expuesto, el estudiante se acostumbra a grabar ecuaciones y ahora una simbolización vectorial, que da la impresión de ser un nuevo tema que no conecta directamente con los otros, genera lo que posiblemente para él es un mundo de ecuaciones descontextualizadas con simbologías que no sabe en qué momento usar para un ejercicio de desafío teórico o aplicativo.

De acuerdo con Otero (2002) “Para aprender significativamente los conceptos científicos y comprender el mundo físico, los estudiantes necesitan construir representaciones mentales adecuadas”. Por tanto, acudir a una experiencia real puede suscitar una mejor relación en los procesos de enseñanza-aprendizaje, en un temario como el de lanzamiento de proyectiles; que para cumplir con el objetivo se propone el uso de herramientas tecnológicas de fácil acceso, por ejemplo: Physics Tracker, celulares con opción de video, computador y flexómetro o metro.

En síntesis, para la óptima comprensión de los temarios de movimiento parabólico (en un curso introductorio) como el resultado de la superposición de dos movimientos (por ejemplo rectilíneo uniforme y caída libre), el estudiante puede servirse de experiencias cotidianas en las que se describa una trayectoria parabólica, y si hace uso de Physics Tracker determinará las mediciones elementales de posición-tiempo y con ayuda de herramientas experimentales, establecerá las condiciones propias del movimiento en 2D, constatando con ello el lenguaje técnico de la ciencia.

Preconceptos técnicos y teóricos

Considerando que la presentación de un tema como movimiento parabólico para cursos introductorios de física conlleva para el estudiante tener claras algunas bases matemáticas como: despeje de ecuaciones, reemplazo de una variable en una ecuación y algunos conceptos propios de la experimentación “científica”: linealización de una curva, manejo de instrumentos de medida, métodos de propagación de error, entre otros; es visto que, en muchas ocasiones el alumno aún no comprende con claridad los contenidos y el uso instrumental que hace es básico (siendo común en secundaria y en nivel universitario).

Por ende, este tipo de supuestos teóricos y técnicos del estudiante no se debería tener en cuenta al momento de la exposición de los temarios, sino llevar al alumno a buscarlos para que reporte una solución plausible dentro de los

estándares científicos ya comprobados, lo cual podría ser viable desde una didáctica experimental, como la que aquí se sugiere.

El propósito es crear la necesidad del uso de las herramientas en comento, para poder lograr un constructo en torno al movimiento parabólico y que el educando le encuentre sentido al lenguaje matemático utilizado y centre su comprensión como una interpretación de una situación real, a través de mecanismos abstractos para crear modelos explicativos plausibles.

Laboratorio - TIC y cátedra

La cátedra sin lugar a duda es importante en el quehacer de la transmisión de conocimientos, aun así, la presentación retórica de los conceptos en el mundo actual ha de cambiar, ya que este tipo de acciones aburre la clase, en especial, si se trata de temas “abstractos”, como la física y la matemática.

Hoy en día la mayoría de estudiantes hace uso de celulares inteligentes y se conecta con frecuencia a Internet, por lo que la cátedra debería aprovechar dichos recursos y potenciar herramientas matemáticas, como las hojas de cálculo de Excel, y así mismo para el docente supone un aula interactiva (uso de video Beam, tableros inteligentes y diapositivas, en el caso más elemental). Como puede apreciarse, el objetivo o fin de la tecnología no es tener una aplicación y alcanzar resultados, sino construir en tiempo real acciones que repercuten en la necesidad de instrumentos matemáticos, en los que se establecen relaciones de medida, relaciones en gráficas, entre otras, lo que enriquece el sentido de una clase, como el diálogo de saberes intuitivos y tecnificados (este último, papel del profesor).

Lenguaje abstracto del mundo real

No se podría dejar de lado los tecnicismos de la ciencia, porque es incurrir en reduccionismos teóricos. Lo imperante es conseguir que el estudiante comprenda que el lenguaje natural de las ciencias son las matemáticas y que más allá de entenderse como abstractas son modelos mentales que simplifican la comprensión del mundo físico, a modo de ejemplo:

$$x_f = x_0 + v * t \text{ [Ecuación 1]}$$

La ecuación 1 es la posición de un cuerpo en movimiento sobre una línea y es un modelo que simplifica el comportamiento de dicha partícula a lo largo del tiempo, pues de ella si se conoce con claridad la velocidad (v), podríamos saber en dónde se encuentra la partícula en un tiempo determinado, y para saber el valor del movimiento (velocidad), es menester tener condiciones controladas de laboratorio o sistemas de medición espacial en aplicaciones de red o el que aquí se propone Physics Tracker, para hacer conjeturas y determinar una magnitud física como la velocidad.

Así pues, se prueba que con Physics Tracker se obtienen datos, para posteriormente acercar al estudiante a relaciones de variables (posición, tiempo, velocidad...) que generan modelos para predecir acontecimientos del mundo real dentro de un marco específico.

Metodología

Se trabajó con la metodología experimental para la presentación del temario de movimiento en 2D y el método de enseñanza por investigación orientada. El método propone que se posean herramientas de medición para ejecutar la actividad, mientras que la metodología de enseñanza busca que sea el estudiante el centro de enseñanza y que a partir de una serie de requerimientos él proponga soluciones plausibles y sea el docente el guía de un fin común dentro del aula.

Resultados

En la figura 1 se muestra de modo resumido lo que encontraron los estudiantes de secundaria y universidad cuando realizaron el estudio del movimiento en 2D en sus cursos de física.

La figura 1 muestra un evento capturado con un video que describe una trayectoria parabólica. Los estudiantes de secundaria (a) con la ayuda del programa determinaron las gráficas funcionales del eje x , pues las del eje y no se determinaron con la precisión requerida debido a que las herramientas del cálculo diferencial para ellos aún eran desconocidas. Los estudiantes de nivel superior (b) encontraron las ecuaciones que describían cada uno de los movimientos e hicieron uso de técnicas experimentales, en las que se halló sentido a la actividad desarrollada.



Figura 1. Eventos reales para el análisis del movimiento en 2D

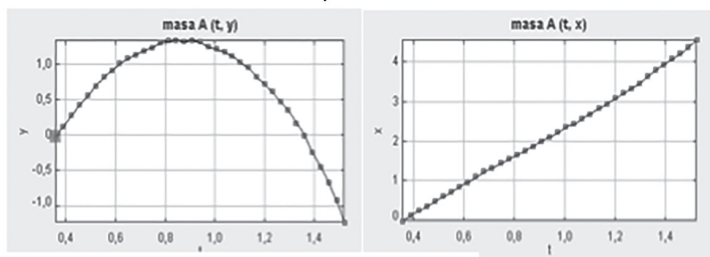
Fuente: elaboración del autor.

De acuerdo con uno de los laboratorios entregados por los estudiantes universitarios, se pudieron obtener datos y gráficas que describen el movimiento 2D tal como se predice en el marco teórico. La gráfica 1 es un pantallazo editado de lo entregado por los estudiantes. Desde allí y a partir de técnicas experimentales establecieron para el eje x la ecuación de posición y la velocidad del cuerpo, para el análisis del eje y , determinaron la ecuación de posición, la velocidad en y y finalmente, el valor de la aceleración para ser comparado con el valor teórico de $9,8 \text{ m/s}^2$.

De la gráfica 1 es interesante observar que los estudiantes a través de la linealización por mínimos cuadrados llegaron a:

$$x_{(t)} = 3,7t - 1,3 \text{ [Ecuación 2]}$$

1. Gráficas Posición vs. Tiempo



2. Gráficas Velocidad vs. Tiempo



Gráfica 1. Datos experimentales y análisis de velocidad en x

Fuente: elaboración del autor a partir de resultados del programa Physics Tracker.

A partir de la ecuación 2 los estudiantes se sirvieron de la herramienta del cálculo diferencial para conocer la velocidad, que es la imagen que se registra en la gráfica 1, en la parte inferior.

Mientras del eje y establecieron el modelo de la posición con el cual concluyeron que a:

$$y(t) = 1,7t^{2,14} \text{ [Ecuación 3]}$$

De la ecuación 3 se derivó para encontrar la ecuación de velocidad y el valor de gravedad o aceleración en y , como se llamó en la guía, con lo que se llegó a una aceleración de $8,2 \text{ m/s}^2$, que podría decirse es aceptable en términos experimentales y da cuenta de las condiciones iniciales de medida, pues son ellas las que dejan un buen “cimiento” para la continuación de un resultado esperado, como en este caso de $9,8 \text{ m/s}^2$.

Conclusiones

Desde una perspectiva de la enseñanza de las ciencias, este tipo de actividades muestra que el trabajo experimental con actividades de la vida cotidiana ayuda

a una mejor comprensión de conceptos físicos, pues los estudiantes logran determinar variables que en ocasiones desde la cátedra parecen ser ecuaciones ya preestablecidas y de receta, pero como se mostró aquí, las ecuaciones o modelos son resultado de un análisis gráfico.

La percepción de cómo aprender conceptos en física, fue para la mayoría de los estudiantes amplia e interesante, ya que la actividad los acercó más al lenguaje matemático que utilizan las ciencias y les facilitó comprender el contexto de las mismas.

Al final, de acuerdo con la actividad del nivel académico de secundaria (Méndez, 2014) y la del nivel universitario, se infiere que el uso de *software* en este caso orienta a los estudiantes a una percepción de que las matemáticas son un constructo mental, que pueden dar cuenta de eventos con condiciones controladas y simplifican de una u otra forma la descripción total del evento, ya que con las ecuaciones se pudo predecir comportamientos, como en la figura 1 (b), allí desde el modelo se predice claramente una velocidad constante sin la necesidad de ver un cuerpo en línea recta.

Referencias

- Méndez, G. & Rodríguez, S. (2014). Physics Tracker: una implementación didáctica para la presentación del tema tiro parabólico. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 41, 734-739.
- Otero, M. & Moreira, M. (2002). El uso de imágenes en textos de física para la enseñanza secundaria. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*, 7, 127-154.
- Pérez, D., Macedo, B., Martínez, J., Sigifredo, C., Valdés, P. & Vilches, A. (2005). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?, una propuesta fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: Andros Impresores.

Recursos de red

Colegio Kapeirot: <http://colegiokapeirot.edu.co/>

Physics Tracker: <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>