

10

Fecha de presentación: septiembre, 2020

Fecha de aceptación: noviembre, 2020

Fecha de publicación: enero, 2021

LA CONSTRUCCIÓN CIENTÍFICA DEL CONOCIMIENTO DE LOS ESTUDIANTES A PARTIR DE LAS GRÁFICAS CON TRACKER

SCIENTIFIC CONSTRUCTION OF STUDENTS' KNOWLEDGE FROM GRAPHS WITH TRACKER FREWARE

Eduardo Flores Castro¹

E-mail: eduardo.floresc@up.ac.pa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8352-9687>

Agustín Alfredo Torres Rodríguez²

E-mail: aatr68@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9112-3070>

Marcos Campos Nava³

E-mail: mcampos@uaeh.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7534-3193>

Luisa Morales Maure¹

E-mail: luisa.morales@up.ac.pa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3905-9002>

¹ Universidad de Panamá. Sistema Nacional de Investigación. Panamá.

² Instituto Tecnológico de Atitalaquia. México.

³ Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Flores Castro, E., Torres Rodríguez, A. A., Campos Nava, M., & Morales Maure, L. (2021). La construcción científica del conocimiento de los estudiantes a partir de las gráficas con Tracker. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 83-88.

RESUMEN

En el artículo se propone la implementación de un laboratorio virtual para abordar diferentes tópicos de la asignatura de mecánica (Física I), por medio de un banco de videos y el uso del software de licencia libre para análisis de videos TRACKER, que entre otras cosas permite generar gráficas de las variables cinemáticas. Lo anterior con la finalidad de promover el mejor entendimiento de la interpretación de gráficas de variables cinemáticas.

Palabras clave: Videos tracker, variables cinemáticas, laboratorio virtual.

ABSTRACT

The aim of this article is the implementation of a virtual lab to address different topics of the mechanics course (Physics I), by means of a video bank and the use of TRACKER, a freeware used for analyzing videos, which among other things allows to generate graphs from kinematic variables. The above will facilitate a better understanding and interpretation of kinematic variable graphs.

Keywords: Tracker videos, kinematic variables, virtual laboratory.

INTRODUCCIÓN

El trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias es fundamental, difícilmente se podría argumentar lo contrario y es innegable la necesidad de vincular el conocimiento teórico, con modelos experimentales, por esta razón es difícil concebir una institución educativa que oferte programas de estudio que tengan relación con las ciencias experimentales y que no cuente con laboratorios que permitan llevar a cabo tales experiencias.

“Las actividades experimentales en la educación en ciencias se consideran propicias para promover en los estudiantes el desarrollo de ideas acerca de la Naturaleza de la Ciencia, dado que las mismas, por lo general, son un espacio donde se aprende haciendo, es decir, donde los sujetos están en acción”. (Meneses, et al., 2006)

Sin embargo, es bien sabido que no todas las instituciones educativas son capaces de contar con infraestructura y equipo de laboratorio adecuado por asuntos presupuestales, en este sentido, se deben buscar alternativas que permitan a los estudiantes tener actividades experimentales que les permitan vivenciar la naturaleza experimental de la física.

Una alternativa a la falta de infraestructura como un salón que juegue el rol de un laboratorio, así como la falta de presupuesto para invertir en equipo moderno como pueden ser tarjetas de adquisición de datos (interfaces) y sensores electrónicos (equipo de medición), puede ser la implementación de laboratorios virtuales, y en específico, para prácticas de mecánica, por lo que en este trabajo, se propone el uso del software de análisis de video TRACKER como un sistema que permite trabajar prácticas de laboratorio en forma virtual. Es importante que los estudiantes con laboratorios de simulación refuercen la teoría que se imparte, pues es fruto de desvanecimiento la teoría sin la práctica (Beichner, 1994, 1996).

Como antecedente, se puede mencionar que en México, en el nivel básico, particularmente, en la educación secundaria, hace más de una década se planteó un proyecto conocido como EFIT (Enseñanza de la Física con Tecnología), que entre otras cosas, adoptaba metodologías de países como Canadá, en la que ya se apuntaba hacia una reestructuración en la forma de ver un laboratorio de física; se planteaba el uso de un aula interactiva con estaciones de trabajo que contaran con equipo de cómputo, diversidad de software especializado y sensores que permitieran la recolección de datos de forma más eficiente.

“El proyecto de Enseñanza de la Física con Tecnología (EFIT), junto con el proyecto de Enseñanza de las

Matemáticas con Tecnología (EMAT), constituyen proyectos piloto que se han desarrollado desde 1997 hasta la fecha, con el objetivo de mejorar la enseñanza de la física y las matemáticas en las escuelas secundarias públicas de México (Rojano, 2006). En el tema de enseñanza de las ciencias en Panamá, se proyectó la adquisición de equipo especializado para mejorar las actividades experimentales de docencia e investigación; fortalecimiento de la oferta académica y las competencias de los docentes en la didáctica de las ciencias; y diseño de estrategias de fomento a la demanda y promoción de la permanencia y graduación de los estudiantes en los programas de docencia de las ciencias”. (Panamá. Universidad de Panamá, 2017)

En Panamá, con el objetivo mejorar la calidad académica de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología de la Universidad de Panamá (UP) y dotarla con infraestructura y equipos renovados para el desarrollo de la docencia y la investigación científica. El Programa, que tendrá un impacto a nivel nacional, espera beneficiar a 369 docentes, 1.452 estudiantes de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología -FACINET (integrada por las escuelas de Biología, Química, Física, Estadísticas y Matemáticas); así como a 2.000 estudiantes de otras facultades y estudiantes de Centros Regionales que cuenten con cursos del área científica.

Además, la pandemia producto de COVID-19, ha forzado a asumir el reto de la enseñanza virtual. En el caso específico de la enseñanza experimental de la física, se ha tenido que utilizar de forma improvisada, software para hacerle frente a los Laboratorios de Física.

En el caso de la Didáctica de la Física, particularmente en el tópico específico de la interpretación de gráficas de variables cinemáticas, diversos estudios (Trowbridge & McDemortt, 1980, 1981) han reportado las dificultades que tiene los estudiantes al tratar de interpretar correctamente gráficas de $x-t$; $v-t$; $a-t$ en fenómenos de movimiento de partículas en una dimensión, un tópico recurrente en diversos programas de estudio de cursos introductorios a la física de nivel bachillerato y universitario, siendo un común denominador que los estudiantes no terminan de comprender la naturaleza vectorial de los conceptos de posición, velocidad y aceleración, y la relación entre éstos; además de relacionar erróneamente la forma pictórica de las gráficas con la trayectoria descrita por el objeto y de tener dificultades para comprender la diferencia entre la forma pictórica de las gráficas de distintas variables para el mismo fenómeno.

Dolores & Rivera (2016), afirman que *“en la Educación Matemática y en la Física, hoy día se asume que la lectura*

e interpretación de las gráficas puede estimular los procesos cognitivos para procesar información y ayudar a comprender fenómenos de variación y cambio. Sin embargo, la interpretación de gráficas es una actividad compleja y desafiante, ya que muchos alumnos están familiarizados con gráficas, las pueden construir, pueden manipularlas con razonable exactitud, pero son incapaces de interpretar las características globales de la información contenida en ellas”.

Por otra parte, Tejada & Domínguez (2015), afirman que en cinemática, las gráficas son un recurso didáctico que los profesores utilizan con frecuencia, infiriendo que éstas permiten al estudiante un mayor entendimiento de temas más complejos en Física. Sin embargo, para los estudiantes que llevan cursos introductorios de física en bachillerato y universidad, no resulta trivial dicha tarea, en la mayoría de las ocasiones, el elemento gráfico no solo no ayuda a entender los conceptos físicos subyacentes, sino que puede causar aún más confusión.

“En un problema gráfico, el razonamiento e integración de elementos visuales provocan procesos cognitivos asociados a la solución del problema. La naturaleza de estos elementos ha generado inquietudes de investigación, provenientes de ciencias dedicadas a estudiar el pensamiento humano y de ciencias exactas, las cuales utilizan como herramienta didáctica y de comunicación a las representaciones gráficas”. (Tejada & Domínguez, 2015)

En este sentido, existe consenso sobre la importancia que conlleva que los estudiantes tengan bien desarrolladas las habilidades en la interpretación de gráficas de variables cinemáticas. *“La representación de movimientos mediante gráficas de las variables cinemáticas requiere de procesos de abstracción y del desarrollo de habilidades de representación requeridas no sólo para la continuación de estudios superiores, sino también en el ámbito laboral, ya que son magnitudes físicas y técnicas de representación de uso cotidiano en la sociedad tecnológica contemporánea”.* (Guidugli, et al., 2004)

Los mismos autores afirman que desde lo social, el aprendizaje de gráficas tiene un valor más allá de la física, ya que es un lenguaje de expresión utilizado cada día más ampliamente en los medios de difusión de, prácticamente, todos los ámbitos. Para Morales-Maure y otros (2018), consideran que por medio de estrategias constructivistas de aprendizaje cooperativo se promueve una mayor motivación para generar conocimientos reflexivos y creativos. Demostrando así que lo cognitivo está inextricablemente unido a los procesos de construcción de conocimientos; y al desarrollo de habilidades como diseñar, identificar y evaluar (Frías-Guzmán, et al., 2017).

En los diversos trabajos de investigación que en las últimas décadas se han desarrollado con el fin de indagar y caracterizar las dificultades que presenta los estudiantes para interpretar adecuadamente gráficas de variables cinemáticas, se ha encontrado como común denominador:

- a) Una asociación entre velocidad media con la representación gráfica de la distancia (ordenada); **b)** asociación entre la gráfica cartesiana con la trayectoria física del movimiento representado; **c)** la no aceptación de que una gráfica de coordenadas tiempo-distancia y otra de coordenadas velocidad-tiempo puedan representar al mismo movimiento; **d)** indistinción entre velocidad media y velocidad instantánea y; e) indistinción entre el uso de pendiente negativa o positiva como una razón de cambio (Dolores & Rivera, 2016).

En este sentido, desarrollar la habilidad de interpretar gráficas de variables cinemáticas en los cursos de física, se puede considerar una tarea central en los cursos de mecánica.

METODOLOGÍA

Para la propuesta del laboratorio virtual, se propone el uso del software de licencia libre Tracker (<https://physlets.org/tracker/>) desarrollado por el físico de la Universidad de Cabrillo, E.U., Douglas Brown.

Este software permite por medio de videos previamente grabados, analizar fenómenos de movimiento en una y dos dimensiones, que son los tópicos recurrentes de los cursos introductorios de teoría y laboratorio de Física I (mecánica) en diversas universidades.

Tracker como su nombre lo indica es un software que permite rastrear la posición de un objeto a través de un video por medio del reconocimiento de un grupo específico de píxeles, en este sentido bastará con grabar con el teléfono celular u otro dispositivo de captura de video, un objeto en caída libre; de otro modo, se puede utilizar un video que ya se tenga previamente o que se pueda encontrar en internet. Para este análisis conceptos como sistema de referencia, distancia y partícula son indispensables (Campos & Torres, 2016).

Para esta propuesta, se seleccionaron 4 materiales en video que permitieron diseñar el mismo número de actividades para conformar un banco piloto de prácticas que se pueden desarrollar con este laboratorio virtual, los tópicos elegidos son clásicos en los cursos introductorios de laboratorio de mecánica: *i)* Video para analizar objeto en movimiento rectilíneo uniforme; *ii)* Video para analizar el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado; *iii)* Video para estudiar el movimiento de un proyectil y *iv)* Video para estudiar el movimiento circular.

Los 4 videos seleccionados, nombrados respectivamente Video1-MRU.MP4; Video2-MRUA.MP4; Video3-Proyectil.mov; y Video4-MCU.mp4, se pueden observar y ser descargados a través de la carpeta compartida con todos los usuarios que tengan el siguiente link: <https://goo.gl/fczV4h>; además se ha compartido en la misma carpeta un video tutorial para el uso de Tracker y un video donde se muestra cómo se puede analizar uno de los videos propuestos.

Se deberá diseñar un manual de prácticas con características específicas que permita a los estudiantes comprender las características relevantes del fenómeno estudiado; experimentar el fenómeno en forma virtual, por ejemplo al analizar diferentes variables o incluso analizando diferentes videos. A manera de ejemplo a continuación se propone el esbozo de parte del manual de prácticas para el análisis del Video2-MRUA.MP4.

Actividad 2: Análisis en Tracker de un objeto con aceleración constante.

Objetivo: Comparar las gráficas cinemáticas de un objeto con aceleración constante con el movimiento del mismo en un video.

Material:

- Video de un fenómeno con de movimiento que presente aceleración constante (por ejemplo objeto en caída libre o moviéndose en un plano inclinado), en este caso, se propone el análisis del video identificado como: **Video2-MRUA.MP4** en el link previamente facilitado.
- Equipo de cómputo con lenguaje Java instalado y sistema operativo compatible con el software Tracker; software de licencia libre Tracker.

DESARROLLO

Como nota histórica se toman como referencia los experimentos realizados por Galileo Galilei con planos inclinados, en los que hizo mediciones minuciosas sobre la distancia recorrida y el tiempo transcurrido por una esfera de metal que rodaba libremente en éstos.



Figura 1. Plano inclinado para los experimentos de Galileo.

Una situación mucho más cotidiana que los experimentos de Galileo, puede ser ver a un niño bajando por una resbaladilla (plano inclinado) en un parque, si se tiene un video de una situación en la que un objeto baja libremente por un plano inclinado, se puede analizar en Tracker para ver la diferencia de las gráficas cinemáticas respecto a un objeto que se mueve a velocidad constante.



Figura 2. Niña bajando por resbaladilla.

Cabe aclarar que el caso de un niño bajando por una resbaladilla, la fuerza de fricción sería considerable como para despreciarla, a diferencia de lo que Galileo hacía en los experimentos de planos inclinados, sin embargo, en caso de que se pudiera despreciar, debería poder observarse la ley del cuadrado del tiempo para la distancia recorrida que él determinó.

Procedimiento:

Ingresa a la carpeta que contiene el video **Video2-MRUA.MP4**; descargarlo para poderlo analizar en Tracker.

- Elegir el intervalo de tiempo que se va a analizar.
- Crear una masa puntual; elegir un sistema de referencia.
- Indicar una medida conocida con la vara de calibración.
- Seleccionar los píxeles a rastrear.
- Generar la gráfica de posición contra tiempo. (Nota: si tiene dudas, consulte el video tutorial)
- Conteste las preguntas realizadas por el profesor.

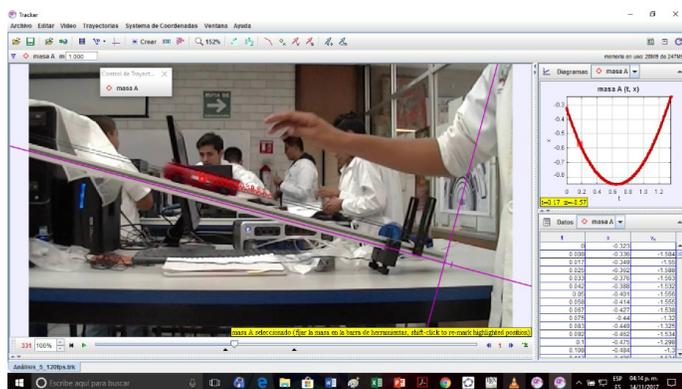


Figura 3. Análisis en Tracker del movimiento de un carro de baja fricción en un plano inclinado.

CONCLUSIONES

En el estudio se planteó la elaboración de un laboratorio virtual para analizar fenómenos de cinemática con el apoyo de un software de licencia libre como Tracker. Se seleccionaron 4 videos (dos de ellos grabados en un laboratorio con el propósito de ser analizados en el software, otros dos se encontraron en internet y se observó que tenían características que les permitían ser útiles), que ejemplifican el potencial que el software Tracker tiene como parte de un laboratorio virtual.

En este caso, para identificar que en el movimiento rectilíneo uniforme, la posición del objeto en el tiempo varía como una función lineal; mientras que en el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, la posición varía en el tiempo como una función cuadrática; en el caso del estudio de la trayectoria de un proyectil, se observa la independencia entre el movimiento horizontal y el vertical; por último al analizar un objeto con movimiento circular uniforme, se observa que la velocidad angular varía como una relación lineal en el tiempo.

Los anteriores análisis regularmente requieren de un soporte de infraestructura y equipo costoso, que en caso de no tenerse en las instituciones educativas, puede ser sustituido por un laboratorio virtual como el que se propone, en cuyo caso la única infraestructura requerida pudiera ser, equipo de cómputo y conexión a internet, que aunque también son una limitante, es más probable poder tener como recurso en las escuelas.

A pesar que los laboratorios tradicionales desarrollan destrezas motoras que no se consiguen con los softwares de simulación, la simulación proporciona los elementos necesarios para que el conocimiento pueda ser transferido al contexto de la realidad, sobre todo si se analiza videos filmados sobre hechos cotidianos.

La propuesta no es exhaustiva, el software no se limita solamente al análisis de la cinemática de objetos en movimiento, y la mecánica no es la única rama de la física para la que pudiera ser viable un laboratorio virtual con este recurso.

Es labor de los profesores de física de las diferentes instituciones educativas, analizar y considerar que otras potencialidades les puede ofrecer esta propuesta, para tratar de implementar laboratorios virtuales de física.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beichner, R. (1996). The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills. *American Journal of Physics*, 64(10).
- Beichner, R. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62(8).
- Campos, M., & Torres, A. (2016). Física y matemáticas experimentales en escenarios virtuales. *SUMA: Revista sobre la Enseñanza y el Aprendizaje de las Matemáticas*, 82, 19-26.
- Dolores, C. & Rivera, M. (2016). Una experiencia didáctica con incidencia en la interpretación de gráficas cinemáticas. *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, 2(11), 129-154.
- Frías-Guzmán, M, Haro-Águila, Y., & Artilles-Olivera, I. (2017). Las habilidades cognitivas en el profesional de la Información desde la perspectiva de proyectos y asociaciones internacionales. *Investigación bibliotecológica*, 31(71), 201-218.
- Guidugli, S., Fernández, C., & Benegas, J. (2004). Aprendizaje Activo de la Cinemática Lineal y su Representación Gráfica en la Escuela Secundaria. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), 463-472.
- Meneses, J., Pesa, M. & Andrés, M. (2006). La actividad experimental en Física: Visión de los estudiantes universitarios. *Paradigma*, 27(1).
- Morales-Maure, L, García-Marimón, Or, Torres-Rodríguez, A, & Lebrija-Trejos, A. (2018). Habilidades Cognitivas a través de la Estrategia de Aprendizaje Cooperativo y Perfeccionamiento Epistemológico en Matemática de Estudiantes de Primer Año de Universidad. *Formación universitaria*, 11(2), 45-56.
- Rojano, T. (2006). Enseñanza de la Física y las Matemáticas con Tecnología. Secretaría de Educación Pública.
- Trowbridge, D. & McDermott, L. (1980) Investigation of students understanding of the concept of velocity in one dimension. *American Journal of Physics*, 48(12).

Trowbridge, D. & McDermott, L. (1981) Investigation of students understanding of the concept of acceleration in one dimension. *American Journal of Physics*, 49(3).