

Módulo de autoaprendizaje sobre cinemática de la partícula: Disparo de un Proyectoil.

Self-learning module on particle kinematics: Projectile Firing.

Presentación: 17/10/2023

Emiliano Bauza.

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe.
bauzaemi@gmail.com

Esteban Montalvo.

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe.
mont_esteban@hotmail.com

Resumen

Este informe presenta una herramienta desarrollada con el propósito de facilitar la comprensión de los conceptos relacionados con el 'Disparo de Proyectoil'. Dicho tema es fundamental para los estudiantes de ingeniería a lo largo de su formación. Con este objetivo en mente, el proyecto de investigación y desarrollo (PID) denominado 'Integración de Contenidos de Química, Física y Matemática: Desarrollo de Competencias Básicas en Ingeniería, Métodos Taxonómicos y Transversalidad', ha creado un módulo de aprendizaje específico respaldado por material didáctico. Este módulo está diseñado para servir como una fuente de consulta permanente para los estudiantes. Incluye un simulador acompañado de documentación explicativa que se prevé compartir, principalmente, en los campus virtuales del Ingreso a la Universidad y de Física I. Docentes han comenzado a valorar este material, ya que muestra un gran potencial al demostrar su capacidad para ayudar a los alumnos a comprender los temas tratados de manera efectiva.

Palabras clave: Cinemática. Disparo de proyectil.

Abstract

This report presents a tool developed with the purpose of facilitating the comprehension of concepts linked with “Projectile Shot”. Said topic is fundamental for engineering students throughout their academic formation. With this objective in mind, the investigation and development project (PID, in Spanish) named “Integration of Chemistry, Physics and Mathematic contents: Development of Basic Competence in Engineering, Taxonomic Methods and Transversality” has created a specific learning module, backed by didactic material. This module is designed to serve as a permanent enquiry source for students. It includes a simulator accompanied by explicative documentation that is foreseen to share, mainly, in the Physics I and University’s Admission’s virtual campuses. Teachers have begun to value this material, given it shows great potential by demonstrating its capacity to help students comprehend the discussed topics in an effective way.

Keywords: Kinematics. Projectile.

Introducción

La cinemática es el estudio del movimiento, haciendo uso de los conceptos de espacio y tiempo, sin tener en cuenta las causas que los producen. Al especificar la posición, velocidad y aceleración de un objeto, podemos describir cómo se desplaza. Un proyectil es cualquier cuerpo que recibe una velocidad inicial y luego sigue una trayectoria determinada totalmente por los efectos de la aceleración gravitacional y la resistencia del aire.

En el marco del PID “Integración de Contenidos de Química, Física y Matemática. Desarrollo de Competencias Básicas en Ingeniería, Métodos Taxonómicos y Transversalidad”, se propone elaborar material destinado a complementar, ampliar e integrar el ya utilizado en las cátedras de Física I, Física del examen de ingreso a la Regional Santa Fe, y Análisis Matemático II. Este material consta principalmente de un simulador ejecutable por el software GeoGebra de disparo de un proyectil, el cual, a su vez, viene acompañado de material de soporte didáctico sobre aspectos teóricos y diversos materiales multimedia.

La Cinemática es un contenido con el cual se comienza a estudiar el movimiento de una partícula en cualquier curso de Mecánica Clásica, tanto en el ingreso a cualquier carrera de ingeniería como durante el dictado de Física I, y es primordial el empleo tanto de ecuaciones como de gráficas sobre distintas variables – cinemáticas – que describen el movimiento de dicha partícula.

Según Beichner (1994), una de las habilidades básicas del científico debe ser la capacidad para trabajar con gráficos. Sin embargo, existen estudios que demuestran que esta no es una habilidad de la mayoría de los alumnos que llevan cinemática en su formación académica (Echevarría et al. 2020: 39); específicamente, sobre su elaboración e interpretación correcta. Esta situación está estrechamente relacionada con otras disciplinas, dado que según Cid (2011), existe una correlación entre la capacidad de trabajar con gráficos y el rendimiento en los campos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Antwi (2015) indica que las gráficas son una parte de las ciencias que se usan en muchas partes: industria, negocios, campos de la medicina; así también como en matemáticas, física, química y biología. Por lo tanto, se puede afirmar que la lectura, interpretación, y análisis de las gráficas debería considerarse como una competencia básica que los estudiantes de ingeniería deberían dominar con seguridad.

Por otra parte, el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación universitaria – como los simuladores - ha permitido una especie de “democratización” del conocimiento al facilitar el acceso y la disponibilidad de materiales didácticos, donde el desafío educativo se debe orientar hacia el diseño tecnopedagógico asociado a la selección, la integración curricular y la adquisición de competencias para el manejo de la información. Se trata de un recurso útil que brinda la posibilidad de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y la generación de un pensamiento crítico (Calderón, Muñoz y Rivera, 2018). De este modo, el contenido puede ser aprendido autónomamente por el individuo mismo (Méndez y Rodríguez, 2014). Otra ventaja del uso de las TIC es poder interrelacionar diferentes aspectos del proceso de aprendizaje, porque “además de introducir a los estudiantes a la metodología de la investigación científica, se busca integrar de forma armónica y contextualizada áreas como física, matemática, química, informática, arte, etc.” (Calderón et al. 2015: 214).

La finalidad de adicionar el simulador – como TIC - junto al resto del material correspondiente al campus virtual de las cátedras de Física I, Física del ingreso y Análisis matemático II es para generar una unidad explicativa del tema que el alumno pueda utilizar de forma autogestionada. Es decir, el material debe ser dejado a disposición del alumno para que éste sea quien lo utilice de la forma que le resulte más provechosa. El simulador (Figura 1) le presenta al alumno las coordenadas de posición y los vectores de velocidad ortogonales V_x y V_y para cada punto de la trayectoria, con el fin de que el alumno pueda ver la correspondencia directa entre lo dado en la teoría y práctica.

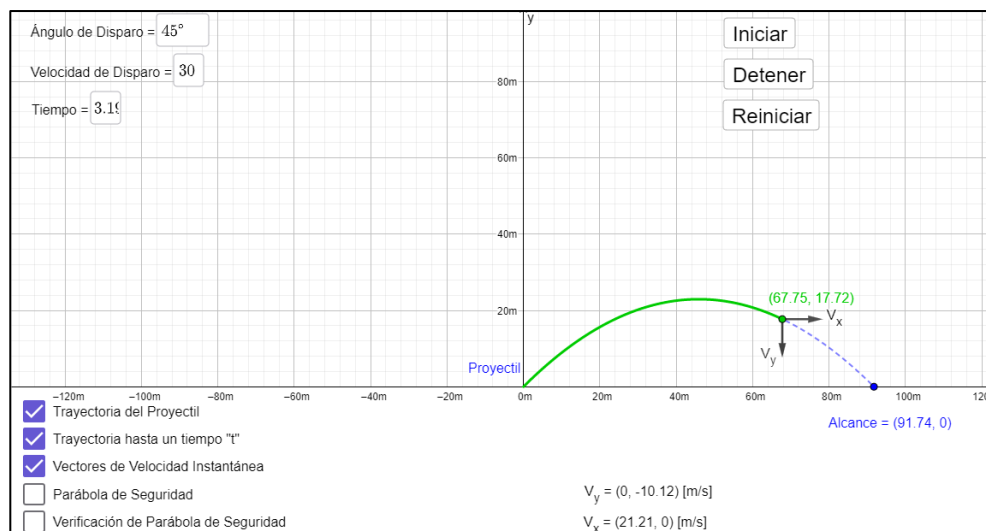


Figura 1 - Simulador de disparo de un proyectil realizado en GeoGebra

La trayectoria es el conjunto de puntos que describe el proyectil en el espacio. Cada uno de estos puntos se corresponde a un tiempo t de análisis; es decir, la trayectoria puede analizarse en función del tiempo. A cada punto de la trayectoria le corresponde un vector posición y un vector de velocidad. El punto clave del análisis del movimiento de proyectiles es que podemos tratar por separado las coordenadas X (horizontal) e Y (vertical). Así, este movimiento compuesto puede analizarse como uno rectilíneo uniforme (MRU) en la dirección X, mientras que en la dirección Y se puede hacer como uno rectilíneo uniformemente variado (MRUV), con aceleración constante e igual a la gravedad.

El proyecto aún está en fase de desarrollo por lo que aún no se ha llegado a evaluar el impacto de este material sobre los alumnos. Se planea hacer distintos tipos de evaluaciones para recabar información acerca de sus fortalezas y debilidades y expresadas principalmente por éstos. Estas evaluaciones pueden realizarse a través de diferentes fuentes, tales como exámenes parciales y finales de Física, encuestas cualitativas para los alumnos y docentes, y comparación con el rendimiento académico obtenido antes y después de utilizar el simulador.

Metodología

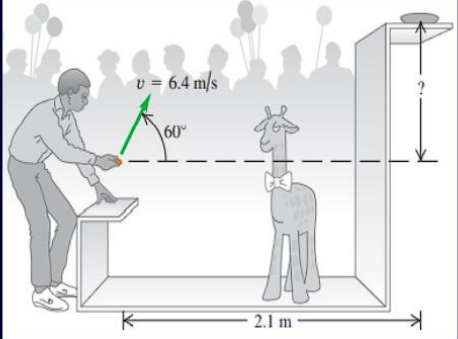
El trabajo consiste en presentarle a los alumnos material explicativo sobre disparo de proyectiles, centrándose en el uso del simulador realizado en GeoGebra. El simulador viene acompañado de dos archivos explicativos. El primero, es una presentación dinámica (realizada en Genially, una aplicación web de uso gratuito) donde se desarrolla el tema (Figura 2), correspondiente a un problema propuesto y se ejemplifica la resolución de un ejercicio. Además, se proponen una serie de preguntas para que el alumno las responda utilizando el simulador y otras sobre el tema de estudio. Finalmente, se deja un ejercicio propuesto con su respuesta. El otro documento se trata de apunte teórico académico (Figura 3), donde se desarrolla el tema con mayor rigurosidad física y matemática en las explicaciones.

Enunciado

GANE EL PREMIO.* En una feria, se gana una jirafa de peluche lanzando una moneda a un platito, el cual está sobre una repisa más arriba del punto en que la moneda sale de la mano y a una distancia horizontal de 2.1 m desde ese punto (figura 3.41). Si lanza la moneda con velocidad de 6.4 [m/s], a un ángulo de 60° sobre la horizontal, la moneda caerá en el platito. Ignore la resistencia del aire.

a) ¿A qué altura está la repisa sobre el punto donde se lanza la moneda?

b) ¿Qué componente vertical tiene la velocidad de la moneda justo antes de caer en el platito?



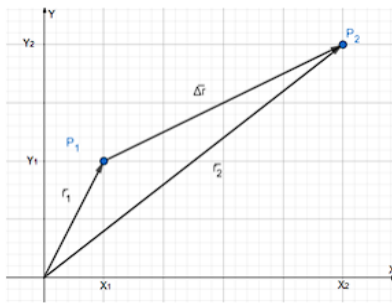
*Referencia

Figura 2 - Captura de la presentación dinámica creada con el Genially.

Movimiento en el plano

Se denomina movimiento en el plano al movimiento que efectúa la partícula en dos dimensiones. Usualmente, se estudia en el sistema de referencias de ejes cartesianos "x-y", lo que implica que la posición, desplazamiento, velocidad y aceleración son magnitudes vectoriales de dos componentes que se corresponden a los versores de cada eje.

Por ejemplo, en la siguiente imagen los vectores posición de dos puntos y el vector desplazamiento para ir de P1 a P2 (Figura 6).



La notación vectorial sería la siguiente:

$$\vec{r}_1 = x_1 \hat{i} + y_1 \hat{j}$$
$$\vec{r}_2 = x_2 \hat{i} + y_2 \hat{j}$$
$$\Delta \vec{r} = (x_2 - x_1) \hat{i} + (y_2 - y_1) \hat{j}$$

A su vez, el Δr se podría anotar de la siguiente manera:

$$\Delta \vec{r} = \begin{matrix} x = x_2 - x_1 \\ y = y_2 - y_1 \end{matrix}$$

Figura 6. Vector desplazamiento para ir de P1 a P2.

Figura 3 - Captura del documento teórico elaborado.

La presentación dinámica todo el tiempo intenta mostrar que la física utilizada para resolver los problemas de movimiento en el plano, en nuestro caso aplicado al disparo de proyectiles, necesariamente debe fundamentarse mediante un riguroso análisis vectorial. Uno de los objetivos del trabajo es que el alumno pueda autogestionar su estudio, por ello se elabora el apunte académico como medio por el cual éste pueda salvar dudas que surjan del uso del simulador o de la presentación en sí.

También se adiciona un archivo y un video extra que se centran en la explicación de lo que es la Parábola de Seguridad y la obtención de ésta a través de la implementación de herramientas y conceptos enseñados en Análisis Matemático II y Física I. En el simulador se puede visualizar dicha parábola para cada lanzamiento o simulación.

Para evaluar los posibles beneficios del material creado para los estudiantes, se propone emplear un proceso expositivo en el contexto de una clase de Física I (o en una Física del examen de ingreso). En esta presentación, se comienza planteando y

resolviendo un ejercicio ejemplo utilizando métodos tradicionales. Luego, se introduce un simulador que se aplica al mismo ejercicio para ilustrar su funcionamiento y utilidad.

Después de esta demostración inicial, se organizan en grupos a los estudiantes y se les proporcionan varias preguntas relacionadas con el contenido presentado, así como un problema para resolver haciendo uso del simulador, estableciendo un período de tiempo para que puedan trabajar en estas tareas. Se considera la opción de recolectar información proveniente de sus respuestas de manera digital para facilitar la recopilación de datos de la actividad didáctica.

Una vez finalizada la recolección de los datos de la resolución grupal, se administra una encuesta de opción múltiple a los estudiantes. A su vez, los alumnos tendrán la oportunidad de expresar sus opiniones sobre la actividad en sí y sobre la utilidad percibida del simulador, junto con comentarios adicionales si así quisieran hacerlo.

Por otro lado, el material relacionado a la obtención de la Parábola de Seguridad se presenta como complemento adicional al simulador. El uso de éste es adecuado para alumnos que cursan la asignatura Análisis Matemático II debido a las operaciones matemáticas que se llevan a cabo, pero puede ser dejado a disposición de aquellos alumnos de Física I interesados en este tema.

Resultados y discusión

Es importante que el alumno entre en contacto con este material que está ideado para que sea él mismo quien, luego de una clase introductoria o de guía, gestione cómo abordarlo, ya que encaminaría sus primeros pasos en “aprender a aprender” en la universidad, competencia que es de sumo interés que se desarrolle tanto para las actividades de investigación en el PID como para las ingenierías dictadas en la Universidad Tecnológica Nacional.

Se espera que los alumnos le den uso al simulador como una herramienta para verificar aquellos ejercicios relacionados al lanzamiento de proyectiles que resuelvan durante el cursado de Física. Además, es de interés que también investiguen tanto al simulador como al contenido adicional para que, propio de su autogestión educativa, sepa cómo sacarle su máximo provecho a todo lo desarrollado.

Como el proyecto se encuentra en desarrollo, recolectar las devoluciones que realicen los alumnos serán muy enriquecedoras ya que éstas llevarán a la mejora u optimización del recurso didáctico presentado en este trabajo. A su vez, como el objetivo es presentarlo en las cátedras de Física del ingreso y en Física I, el material estará en contacto con los docentes de dichas cátedras, de quienes se espera que lo analicen y realicen una crítica constructiva acerca de su uso como herramienta cognitiva para un movimiento bidimensional.

Conclusiones

El conjunto dado por el simulador, la presentación en Genially y el apunte teórico conforman las herramientas didácticas que se les brinda a los alumnos para que puedan analizar y comprender el análisis vectorial empleado en el estudio del movimiento de una masa puntual en un plano, conocido como tiro oblicuo o movimiento de un proyectil. La meta es que al ver cómo se desarrolla el movimiento gráficamente (mediante una simulación) y con el soporte teórico (apunte y presentación), éstos puedan interpretar las implicancias de cada parámetro interviniente en el lanzamiento de un proyectil.

Asimismo, el material es presentado como herramienta cognitiva para que el alumno dé sus primeros pasos en el desarrollo del auto gerenciamiento de conocimiento sobre un contenido específico; en este caso, de Mecánica Clásica. El objetivo es que al presentarle un material didáctico sobre un determinado tema, y que sea él mismo quien, mediante acciones de prueba y error, y junto al acompañamiento o soporte teórico, lo comprenda íntegramente.

Referencias bibliográficas:

- Antwi, Victor** (2015), *Impact of the use of MBL, simulation and graph samples in improving Ghanaian SHS science students understanding in describing kinematics graphs*. Advance in life science and thecnology, vol. 31, no 1, p. 24-33.
- Beichner, Robert** (1994), *Testing student interpretation of kinematics graphs*, American Journal of Physics: vol. 62, n° 8, pp. 750-762.
- Calderón et al** (2018), *Dispositivo para medir tiempo y temperatura usando un microcontrolador*. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, n° 2, p. e2402.
- Calderón, Silvia, et al.** (2015), *Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC*. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 2015, vol. 12, no 1, p. 212-226.
- Cid, Ximena** (2011), *Investigations in the impact of visual cognition and spatial ability on student comprehension in physics and space science*. (Tesis de doctorado), University of Texas at Arlington, Estados Unidos
- Méndez, Germán y Rodríguez, Stella** (2014), *Physics Tracker: Una implementación didáctica para la presentación del tema tiro parabólico en bachillerato*. Tecné, Episteme y Didaxis: TED.