

# Propuesta didáctica de aprendizaje del movimiento de un proyectil con simulación PhET y Aprendizaje Activo para estudiantes de Nivel Medio Superior



**Rubén Sánchez Sánchez**

*Posgrado en Física Educativa, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Legaria, Calzada Legaria #694, Col. Irrigación, Del. Miguel Hidalgo, C.P. 11,500, Ciudad de México*

**E-mail:** [rsanchezs@ipn.mx](mailto:rsanchezs@ipn.mx), [rbnsnchz@yahoo.com.mx](mailto:rbnsnchz@yahoo.com.mx)

(Recibido el 2 de marzo de 2017, aceptado el 6 de mayo de 2017)

## Resumen

Este documento contiene algunas instrucciones y sugerencias cortas para mejorar el aprendizaje del movimiento de un proyectil, entre estudiantes de Nivel Medio Superior. Este tema de estudio de la Mecánica Clásica es bastante popular, y es visto por muchos estudiantes de este nivel de estudios que están en las carreras del área de ingenierías y ciencias físico-matemáticas. El aprendizaje Activo de la Física ha sido empleado con mucho éxito en Estados Unidos por Sokoloff et al. Así que una propuesta didáctica que emplee lo esencial del Aprendizaje Activo con el uso de simulaciones PhET de la Universidad de Colorado, ha de tener buena aceptación para los estudiantes que ven el tema en un curso convencional de la Mecánica Clásica. Esperamos que esta idea sea de utilidad, para los profesores de Física de dicho nivel de estudios.

**Palabras clave:** Movimiento de un proyectil, Aprendizaje Activo de la Física, Simulaciones PhET.

## Abstract

This document contains some instructions and short suggestions to improve the learning of the movement of a projectile, among students of Upper Middle Level. This subject of study of the Classical Mechanics is quite popular, and is seen by many students of this level of studies that are in the careers of the area of engineering and physical-mathematical sciences. Active Learning of Physics has been used with great success in the United States by Sokoloff et al. So a didactic proposal that uses the essential of Active Learning with the use of PhET simulations of the University of Colorado, has to have good acceptance for students who see the subject in a conventional course of Classical Mechanics. We hope that this idea is useful for the physics teachers of this level of studies.

**Keywords:** Movement of a projectile, Active Learning of Physics, PhET Simulations.

**PACS:** 01.40.gb, 01.40.-d, 45.20.dg, 45.20.D-

**ISSN 1870-9095**

## I. INTRODUCCIÓN

El Aprendizaje Activo de la Física es una técnica empleada en los Estados Unidos por profesores como Sokoloff, Thornton y Priscilla W. Laws [1-8], para que los estudiantes de Física tengan un alto nivel de aprovechamiento de las asignaturas de Física.

En el presente trabajo, el autor quiere aprovechar esta lúcida experiencia para proponer una metodología didáctica que siguiendo los pasos del Aprendizaje Activo tradicional y utilizando una Simulación Virtual, en lugar de emplear el equipo de laboratorio, se logre alcanzar un aprendizaje del tema del movimiento de un proyectil, en las aulas de Física.

Lo motivante para los estudiantes, es que este tipo de técnicas de estudio, van acompañadas de tecnología de la información y la comunicación. Estas mismas han alcanzado un nivel de interés cultural, debido a la gran utilidad que ofrece para satisfacer muchas de nuestras

necesidades diarias. Ya que vivimos en una época donde la tecnología de la electrónica y de cómputo digital ha facilitado nuestro trabajo y varias de nuestras necesidades.

Además hay que contar que la disponibilidad y el fácil acceso a estos recursos, suponen una ventaja tanto para el docente, como para el estudiante de Física.

## II. SIMULACIONES INTERACTIVAS

Un recurso muy solicitado para ejercer la docencia en materias de Física es el uso de Simulaciones Interactivas que sean gratuitas y de fácil acceso.

La Universidad de Colorado Boulder, en Denver Estados Unidos, ha desarrollado un sitio web, lleno de recursos de simulación en varios campos de la ciencia como lo son la Física, la Química, la Biología, Ciencias de la Tierra y Matemáticas. Este sitio web se llama PhET

Rubén Sánchez Sánchez

Simulations [9]. Aquí, es fácil disponer de una simulación para auxilio o apoyo técnico, para dar una clase. Entre las simulaciones podemos buscar la correspondiente al movimiento de un proyectil en el aire [10]. En la figura 1, se muestra, un breve vistazo al ejemplo del movimiento de un proyectil, que viene con el paquete de PhET Simulations.

## Projectile Motion

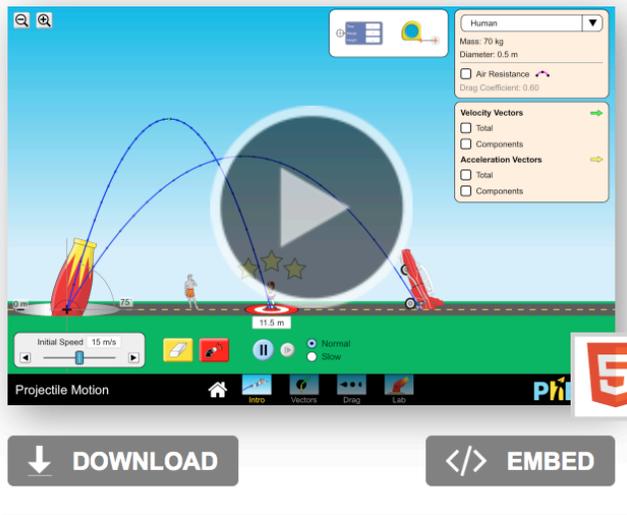


FIGURA 1. Ejemplo de simulación del movimiento de un proyectil en el aire. Dentro de la página web, de PhET Interactive Simulations.

### III. METODOLOGÍA DIDÁCTICA

La metodología didáctica, no sería nueva, sino que está ampliamente basada en la propuesta por Sokoloff et al., y que consiste en una serie de ocho pasos que siguen el esquema del ciclo PODS por su siglas en inglés de Predecir, Observar, Discutir y Sintetizar. Básicamente consiste en primero dar una breve explicación teórica o introductoria al problema del movimiento libre de un proyectil en el aire, despreciando desde luego los efectos de la fricción. Se les describe a los estudiantes de que consiste el problema que hay que estudiar, y se forman equipos pequeños en el grupo, con el fin de que todos los integrantes de cada equipo participen durante la metodología y las actividades que van a realizar en equipo. Primero, se les pide a los estudiantes que de forma individual traten de explicar el fenómeno prediciendo, el comportamiento del movimiento del proyectil, y se les solicita que apunten sus explicaciones y predicciones en una hoja de papel, que por cierto, no será evaluada, sino que sirve como referencia de las ideas previas que puedan tener los estudiantes sobre el fenómeno. A esta fase se le conoce como la Predicción (P).

A continuación se les solicita que bajen la simulación PhET para el movimiento de un proyectil, y que lean las instrucciones de su uso. Posteriormente, se les pide que por equipos, observen la ejecución de la simulación

para el movimiento de un proyectil. A esta fase se le conoce como la Observación (O).

Si la predicción y la observación no coinciden en sus resultados, el profesor pide a los integrantes de cada equipo, que discutan los resultados y traten de hallar una explicación al fenómeno, igualmente si la predicción y la observación, coinciden, entonces el profesor pide que los equipos, hagan un pequeño reporte de la explicación del fenómeno. A esta fase se le conoce como la Discusión (D).

Finalmente, el profesor pide que cada equipo exponga sus resultados, y su correspondiente explicación del fenómeno del movimiento del proyectil. Si existen controversias, el profesor entonces sugiere al equipo que tenga la explicación incorrecta, algunas sugerencias para que puedan corregir su explicación, o en dado caso, mejorarla. También puede intervenir otro equipo, que tenga la explicación correcta, y discutir con el primer equipo sus puntos de vista del fenómeno. Nuevamente se le pide a los equipos que no tienen la explicación correcta, que traten de explicar con sus propias palabras el fenómeno, pero con el punto de vista correcto. A esta fase del aprendizaje se la conoce como Síntesis (S), e interviene activamente el profesor y no sólo los estudiantes.

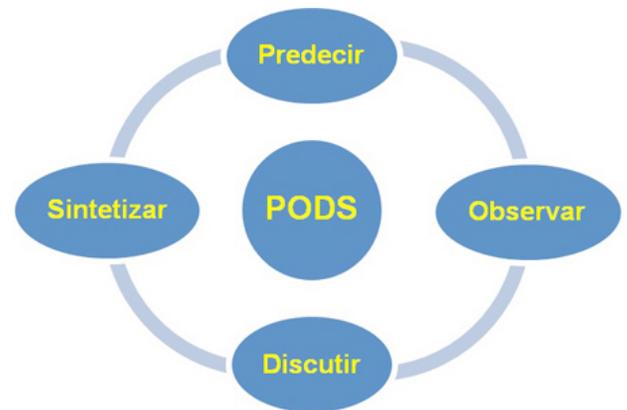


FIGURA 2. Ciclo PODS mostrando sus principales etapas de actividad didáctica, que son el Predecir (P), el Observar (O), el Discutir (D), y el Sintetizar (S).

El ciclo entonces se cierra sobre sí mismo, y si es posible se repiten los pasos, hasta que todo el grupo o la mayoría de los estudiantes aprendan el concepto correcto. Todo esto se lleva a cabo, de acuerdo a las ideas del constructivismo de Piaget [11], donde en teoría, es el estudiante el que es responsable de construir un conocimiento nuevo y legítimo. También sigue los lineamientos de que el conocimiento se construye por interacción social, según Vygotski [12].

### IV. OBSERVACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES

La metodología didáctica aquí, propuesta no sería nueva, pero la sugerencia de adaptar el Aprendizaje Activo de la

Física, para que sea apoyado por simulaciones, es una buena idea para la práctica docente, debido al éxito que ha tenido en Estados Unidos esta metodología activa. Existen otros países como los latinoamericanos, por ejemplo, donde las carencias económicas impiden que las escuelas tengan equipo profesional de medición de parámetros para los experimentos de Física. Pero el uso de simulaciones, se ha vuelto una opción de bajo costo, que es atractiva para escuelas y Universidades de bajos recursos económicos.

La simulaciones tienen la ventaja de reproducir con gran exactitud la gran mayoría de los fenómenos físicos que se estudian en las aulas, permitiendo que el estudiante se familiarice con el fenómeno estudiado, a bajo costo, y con las ventajas de no hechar a perder material de laboratorio costoso.

Las simulaciones interactivas como las que ofrece PhET, tiene la ventaja de la fácil disponibilidad, a través de la web, para que los estudiantes cuenten con el apoyo tecnológico adecuado. Lo cual se traduce en ventajas de aprendizaje con un bajo costo presupuestal.

Un estudio de caso puede ser llevado a cabo con esta propuesta, y tartando con grupos de control y experimentales, proponiendo un pre-test (previo a la enseñanza), y un post-test (posterior a la enseñanza), para comparar resultados y observar la eficiencia de aprendizaje en los grupos.

El aprendizaje activo exige más al docente, y también al estudiante, por lo que regularmente, ambos trabajan más que con la enseñanza tradicional, donde el profesor es el centro de conocimiento y se dejan tareas y exámenes convencionales para calificar el curso de Física. También el aprendizaje activo demanda mayor tiempo, y por eso hay que planificarlo para que los fenómenos se estudien en forma completa y en un tiempo adecuado, es decir, que los temas se vean en el tiempo asignado para cada tema por el programa general de estudios de la asignatura de Física. Esto supone una estricta organización de tiempo disponible de clase por parte del docente.

Visto en forma global, las ventajas de un aprendizaje activo, se deben de ver reflejadas en los resultados finales de aprovechamiento, o en el cumplimiento de las competencias alcanzadas por los estudiantes.

## AGRADECIMIENTOS

El autor agradece el apoyo otorgado por el Instituto Politécnico Nacional de la Ciudad de México, que a través de la Secretaría de Investigación y Posgrado y del proyecto SIP20172178 (Aprendizaje de la física de ondas mediado por competencias y apoyado con simulaciones PhET), y de

*Propuesta didáctica de aprendizaje del movimiento de un proyectil...* la COFAA del mismo Instituto, colaboraron con estímulos en la realización de este trabajo, además de contar con el apoyo de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, a través del Sistema Nacional de Investigadores SNI.

## REFERENCIAS

- [1] Sokoloff, D. R., Thornton, R. K., Laws, P. W., *Real Time Physics Active Learning Laboratories Module 1 Mechanics*, 3a Ed., (EU, Wiley, 2012).
- [2] Sokoloff, D. R., Laws, P. W., Thornton, R. K., *Real Time Physics Active Learning Laboratories Module 2 Heat & Thermodynamics*, 3a Ed., (EU, Wiley, 2012).
- [3] Sokoloff, D. R., Laws, P. W., *Real Time Physics Active Learning Laboratories Module 3 Electricity & Magnetism*, 3a Ed., (EU, Wiley, 2012).
- [4] Sokoloff, D. R., *Real Time Physics Active Learning Laboratories Module 4 Light & Optics*, 3a Ed., (EU, Wiley, 2012).
- [5] David R. Sokoloff and Ronald K. Thornton, *Interactive Lecture Demonstrations* (Hoboken, NJ, John Wiley and Sons, 2004).
- [6] Ronald K. Thornton and David R. Sokoloff, "Assessing Student Learning of Newton's Laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula," *American Journal of Physics* **66**, 338-352 (1998).
- [7] David R. Sokoloff and Ronald K. Thornton, "Using Interactive Lecture Demonstrations to Create an Active Learning Environment," *The Physics Teacher* **35**, 340 (1997).
- [8] Sokoloff, D. R., *Active Learning in Optics and Photonics Training Manual*, David R. Sokoloff, ed., (Paris, UNESCO, 2006). (Version Française, 2008).
- [9] University of Colorado Boulder, PhET Simulations, <<https://phet.colorado.edu/>>, revisado el 3 de septiembre de 2017.
- [10] University of Colorado Boulder, PhET Simulations, Projectile Motion, <<https://phet.colorado.edu/en/simulation/projectile-motion>>, revisado el 3 de septiembre de 2017.
- [11] Suarez Silverio, E. J., *El constructivismo radical versus el constructivismo pragmático: Piaget, Glasersfeld y Dewey*, (Editorial Académica Española, España, 2017).
- [12] Ganem Alarcon, P., Ragasol, M., *Piaget y Vygotski en el aula: el constructivismo como alternativa de trabajo docente*, Colección formación y práctica pedagógica, (Editorial Limusa, México, 2010).