



Simulaciones físicas multiplataforma

O. Aquines^a, H. Gonzalez^a, P. Perez^a

^aUniversidad de Monterrey, Av. Morones Prieto 4500 Pte. San Pedro Garza García, N.L. México.

ARTICLE INFO

Received: 28 November 2013

Accepted: 11 July 2014

Keywords:

Laboratorios Virtuales
Aprendizaje Activo
Simulaciones Físicas

E-mail addresses:

osvaldo.aquines@udem.edu
hector.gonzalezf@udem.edu
pabloperz_92@hotmail.com

ISSN 2007-9842

© 2014 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

On his research on the cognitive development, Jerome Bruner proposed three modes of representation: Enactive representation (action-based), Iconic representation (image-based) and Symbolic representation (language-based). These modes occur sequentially in the natural learning process. The Enactive representation is particularly important since it implies many senses. In the context of Physics the Enactive representation would be the direct interaction with the phenomena, namely a laboratory. Unfortunately, in most physics courses due to classroom size, time, budget, etc. the course is centered in the development of the theory and solving equations (covering mostly the Iconic and Symbolic representation) and if there is a laboratory, it occurs at a different time and place. By this the student gets in a highly abstract reasoning process without a concrete physical reference to relate it. Computer based physics simulations offer the teaching process the opportunity to integrate the three modes of representation in the same classroom session, providing a more solid and integral learning process for the student. Nevertheless, nowadays there are many types of computing devices and several operating systems, and most of the actual simulations are operating system dependent and require specific libraries. These requirements limit their use to a certain type of devices and platforms. The offered complimentary alternative is a set of HTML/JavaScript coded cross-platform physics simulations which can be used in any computing device on any the available operating systems: from personal computers, tablets and smartphones on Linux, Windows, iOS or Android. They enable the student to interact with the desired phenomena at all times and places. Learning games and challenging scenarios can be proposed and left as homework, engaging the student in the development of knowledge. Since they help him become the center and administrator of his own learning process, they contribute to active learning and knowledge ownership. As well, making the interaction with the phenomena more persistent, a deeper insight of the concept is reached.

En su investigación sobre el desarrollo cognitivo, Jerome Bruner propone tres modos de representación: Enactivo (basada en acción), Icónico (basada en imágenes) y simbólico (basada en lenguaje). En un proceso de aprendizaje natural, estos modos ocurren secuencialmente en el orden mencionado siendo el Enactivo de particular importancia dado que involucra muchos sentidos. En el contexto del aprendizaje de la Física, el Enactivo sería la interacción directa con el fenómeno, en otras palabras, un laboratorio. No obstante, en los cursos tradicionales de Física, el curso se centra en el desarrollo de la teoría y resolviendo ecuaciones (cubriendo mayormente las representaciones Icónica y Simbólica) y en los casos que si hay un laboratorio, ocurre en un espacio y tiempo diferente. De esta manera el estudiante se involucra en un razonamiento bastante abstracto sin una referencia física concreta a la cual relacionarlo. Las simulaciones físicas por computadora le ofrecen al proceso de enseñanza la oportunidad de integrar los 3 modos de representación en la misma sesión de clase, dándole al estudiante un aprendizaje más sólido e integral. Sin embargo, hoy en día hay muchos tipos de equipo de cómputo y diversos sistemas operativos y la mayoría de las simulaciones actuales dependen del sistema operativo y requieren librerías específicas. Todos estos requerimientos limitan su uso a un cierto tipo de equipos y plataformas. La alternativa complementaria ofrecida es un conjunto de simulaciones físicas multiplataforma que pueden ser utilizados en cualquier aparato computacional en cualquiera de los sistemas operativos disponibles: desde computadoras personales, tablets y smartphones en Linux, Windows, iOS o Android. Al estar disponibles en dispositivos móviles, habilitan al estudiante a interactuar con el fenómeno físico deseado en todos lugares

y tiempos. Se pueden asignar como tareas o juegos de didácticos, involucrando directamente al estudiante en el desarrollo del aprendizaje. Al ayudarlo a ser el centro y administrador de su propio proceso de enseñanza, contribuyen al aprendizaje activo y a apropiarse del aprendizaje. De la misma forma, al tener una interacción más persistente con el fenómeno, se logra una percepción más profunda del concepto.

I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza tradicional de la física está mayormente centrada en la exposición por parte del profesor. Más allá de eso, se enfocan primordialmente en el desarrollo de la teoría y resolución de ejercicios a nivel abstracto dejando rezagada la asociación con fenómeno en cuestión. Este rezago es bastante grave ya que en un proceso de aprendizaje natural la interacción con el fenómeno es el componente fundamental y debería ser el primero en orden, así lo expone Jerome Bruner en su investigación sobre el desarrollo cognitivo [1]. En algunos casos, la interacción con el fenómeno se da con un laboratorio, pero con la desventaja de ocurrir en un tiempo y espacio diferente al desarrollo de la teoría. Lo que resulta en un curso que le resulta al estudiante muy abstracto y en la mayoría de las veces sin conexión al mundo que habita.

Para abordar esta situación, se han desarrollado simulaciones físicas asistidas por computadora que han demostrado tener un gran éxito en la visualización de los fenómenos físicos y su asociación con la teoría desarrollada en el salón de clase. Sin embargo, la mayoría de las opciones existentes están limitadas a determinados equipos de cómputo y sistemas operativos, lo cual limita su uso a ciertos espacios y tiempos. El proyecto newtondreams desarrollado en el Departamento de Física y Matemáticas de la Universidad de Monterrey (www.newtondreams.com) comprende una serie de simulaciones físicas multiplataforma que funcionan en diversos tipos de aparatos computacionales y sistemas operativos. El fin es brindar portabilidad y volverlo más accesible al público estudiantil. Así mismo facilita la implementación del aprendizaje activo y otras técnicas de enseñanza al centrar el aprendizaje en el estudiante (el cual está en interacción directa con el fenómeno).

II. EL COMPONENTE ENACTIVO DEL PROCESO DE APRENDIZAJE Y LAS SIMULACIONES FÍSICAS

Jerome Bruner, en su investigación sobre el desarrollo cognitivo [1], propone tres modos de representación: Enactivo (basado en acción), Icónico (basado en imágenes) y Simbólico (basado en lenguaje). En un proceso de aprendizaje natural, estos modos ocurren secuencialmente en el orden mencionado siendo el Enactivo de particular importancia dado que involucra muchos sentidos y el primero en aparecer. En el contexto de la Física podríamos decir que el Enactivo es la observación directa del fenómeno físico, la cual ocurre en un laboratorio, el Icónico serían los diagramas, y el Simbólico las ecuaciones y su resolución. Pero en los cursos tradicionales de Física no sucede un proceso natural de aprendizaje, el curso se centra en el desarrollo de la teoría y resolviendo ecuaciones (cubriendo mayormente las representaciones Icónica y Simbólica) y en los casos que si hay un laboratorio, ocurre en un espacio y tiempo diferente.

De esta manera el estudiante se involucra en un razonamiento bastante abstracto sin una referencia física concreta a la cual relacionarlo.

Las simulaciones físicas multiplataforma le dan a un curso de física la oportunidad de integrar las tres componentes en una misma sesión. Para ilustrar, tomaremos el ejemplo del tiro parabólico. En un curso convencional se empieza por definir las ecuaciones de movimiento.

$$\begin{aligned}y &= y_o + v_{oy}t - \frac{1}{2}gt^2, \\x &= v_{ox}t, \\v_y &= v_{oy} - gt.\end{aligned}\tag{1}$$

Posteriormente se comienza con la resolución de problemas, dando valores iniciales y esperando obtener resultados de alcance, altura máxima, etc. Esta teoría está desarrollada en los principios de que la velocidad horizontal v_{ox} es constante debido a que no hay fuerza que actúe en esa dirección y v_y por el contrario, cambia debido a la gravedad.

Dicho fundamento es a veces desapercibido por los estudiantes ya que requiere un proceso inverso de razonamiento para partir de las ecuaciones al fenómeno. Es aquí donde la simulación ayuda al estudiante a familiarizarse con el concepto al mostrarle visualmente como cambia la velocidad al progresar el movimiento del proyectil, mientras que la velocidad horizontal se mantiene constante. Más aun, se puede ver como la velocidad vertical tiene mayor magnitud al inicio y final del movimiento cambiando de signo y se vuelve cero en la altura máxima como se muestra en la Figura 1.

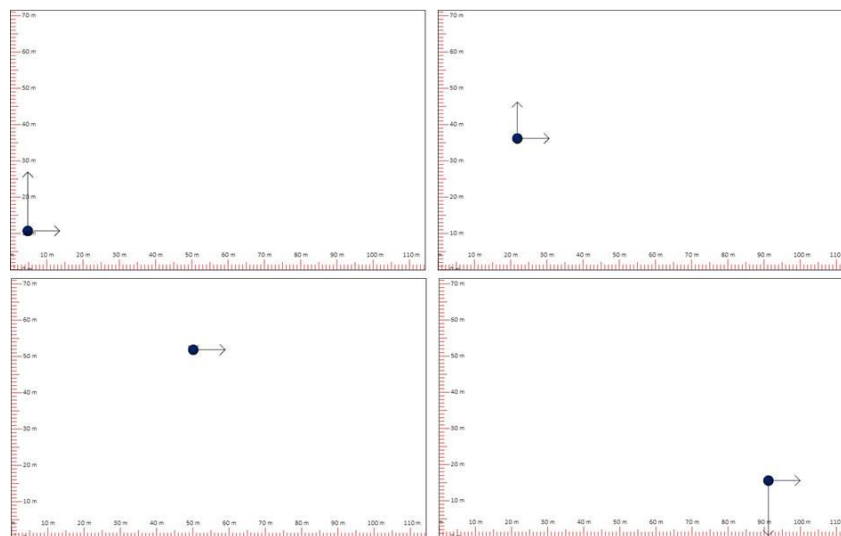


FIGURA 1. Simulación del tiro parabólico para $v_0=35$ m/s a un ángulo $\theta=64^\circ$ con respecto a la horizontal en varios instantes. Muestra el cambio de la velocidad vertical con el paso del tiempo y la permanencia de la velocidad horizontal durante todo el movimiento.

Al visualizar el fenómeno y poder interactuar con él, la simulación ayuda al estudiante a desarrollar el componente Enactivo del proceso de aprendizaje y de esta manera tener un aprendizaje integral. Con ello logra comprender el fenómeno en cuestión y asociarlo con la teoría.

III. LAS SIMULACIONES FÍSICAS Y EL APRENDIZAJE ACTIVO

El aprendizaje activo implica la participación activa del estudiante y una reflexión sobre lo aprendido para generar meta-aprendizaje, comprensión profunda y desarrollo de habilidades. Una marcada diferencia con el método de enseñanza tradicional es que se aprende haciendo. Al respecto David H. Jonassen [2] establece: “Aprender es un proceso de dar significado de recepción de conocimiento”. Las simulaciones físicas multiplataforma ayudan a crear los escenarios para lograr el aprendizaje activo en la sesión de clase.

Tomemos como ejemplo el Principio de Bernoulli. En una sesión de clase tradicional el profesor desarrolla la ecuación de conservación de energía de un fluido:

$$\frac{v^2 \rho}{2} + P + \rho gz = \text{constante.} \quad (2)$$

Posteriormente pasa a la resolución de problemas. En este esquema tradicional el profesor es el centro del proceso enseñanza aprendizaje. Por el contrario, un enfoque de aprendizaje activo utilizando una simulación (Figura 2) puede empezar con preguntas detonantes para despertar la inquietud acerca de los conceptos. Por ejemplo: varíe las velocidades superior e inferior de las alas del avión. ¿Qué sucede con el avión al variar dichas velocidades? ¿Cómo se relacionan estas velocidades con el movimiento del avión?

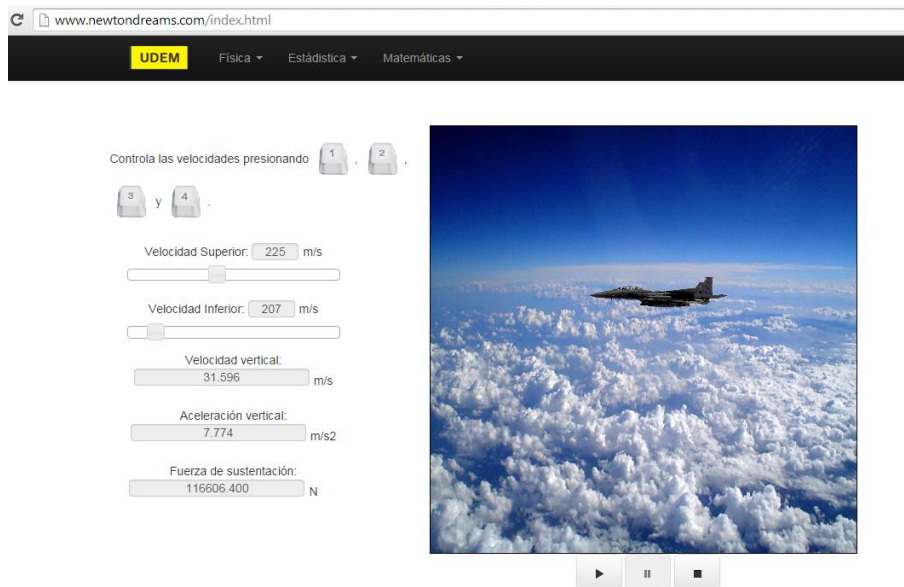


FIGURA 2. Simulación de un avión en vuelo tomando en cuenta únicamente el principio de Bernoulli para calcular la fuerza de sustentación. Permite variar la velocidad del aire arriba y debajo del ala. Mostrando valores para la fuerza de sustentación y la aceleración vertical para los valores de velocidad dados.

En un instante posterior, se le puede pedir al estudiante que plantee un sistema de fuerzas sobre las alas del avión (para esto habrá que darle pistas para que recuerde la relación entre fuerza y presión $P = F/A$) y llegue a deducir como se da la fuerza de sustentación y compruebe con el simulador los resultados de su modelo. Finalmente ayudarlo a que deduzca el principio de Bernoulli. De dicha manera, el estudiante se apropia del conocimiento y logra generar la habilidad de aprender a aprender (meta-aprendizaje).

III. LA NECESIDAD DE SIMULACIONES MULTIPLATAFORMA

Los proyectos de las simulaciones físicas actuales [3, 4] contienen mayormente aplicaciones para computadoras personales y/o requieren ciertas librerías específicas. En la actualidad, cada vez hay menos usuarios de computadoras personales y más usuarios de tablets y smartphones. La compañía Gartner [5] reportó que en el 2013 se vendieron 2.3 millones de dispositivos de computo ultramóviles (tablets, smartphones y demás) y solamente se vendieron 0.3 millones de PC. Esto nos da una idea de la necesidad de abarcar todos los dispositivos posibles. Más aun, existe una amplia gama de sistemas operativos para tablets y smartphones y dichas plataformas están en constante renovación.

Las simulaciones multiplataforma en el proyecto newtondreams de la Universidad de Monterrey están programadas en HTML/JavaScript. Dado que HTML/JavaScript está embebido en todos los navegadores de internet, estas simulaciones no tienen requerimientos especiales y funcionan en cualquier tipo y versión de sistema operativo. Son de acceso inmediato y gratuito por lo que el estudiante puede usarlas en el momento que desee ampliando el rango de interacción del estudiante con el desarrollo del conocimiento.

IV. CONCLUSIONES

El uso de las simulaciones físicas multiplataforma brinda al estudiante un proceso de aprendizaje integral al permitirle interactuar con el fenómeno. A su vez, son un gran apoyo para lograr el aprendizaje activo en un curso ya que ayudan a crear los escenarios indicados y que el estudiante cree el conocimiento. El hecho de que sean multiplataforma permite al estudiante estar en contacto con el fenómeno muy frecuentemente debido a que le serán accesibles en cualquier equipo de cómputo desde computadoras personales hasta smartphones. El proyecto newtondreams pretende brindar un conjunto de simulaciones físicas que pueden ser utilizadas como apoyos didácticos o laboratorios virtuales por toda la comunidad educativa mundial.

REFERENCIAS

Bruner, J., (1976). *The Process of Education*. Harvard University Press.

Jonassen, D. H., (2002). *Learning as Activity*, *Educational Technology* 42, 45-51.

ComPADRE Resources and Services for Physics Education. Recuperado de: <http://www.compadre.org>. (15 oct. 2013).

PhET Interactive Simulations. Recuperado de: <https://phet.colorado.edu>. (15 oct. 2013).

Gartner, D. H. *Gartner Says worldwide traditional PC, tablet, ultramobile and mobile phone*. Recuperado de: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2791017>. Consultado en: julio 7, 2014.