

Influencia en el aprendizaje de los alumnos usando simuladores de física



G. Ortega-Zarzosa, H. E. Medellín-Anaya y J. R. Martínez

Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 78000 San Luis Potosí, S.L.P., México

E-mail: gortega@fciencias.uaslp.mx

(Recibido el 8 de Febrero de 2010; aceptado el 25 de Septiembre de 2010)

Resumen

Se analiza la influencia que sobre el aprendizaje de los alumnos produce la utilización de simuladores como herramienta de un indudable interés didáctico en el campo de la Física. Los simuladores o applets que se utilizan en este trabajo fueron desarrollados en la Facultad de Ciencias de la UASLP y, en su primera etapa, utilizan 18 simuladores en ambiente windows que tratan diversos temas de física general. Este sistema de simuladores está diseñado de tal manera que pueden contrastarse con experimentos reales y/o utilizarse de manera conjunta, lo que posibilita una buena variedad de formas para el diseño didáctico. El sistema se fundamenta en la idea de aprender explorando, en el proceso de aprendizaje disponiendo de varios escenarios. La utilización del sistema de simuladores en un curso regular de física produjo un aumento del 15% al 82% en el número de alumnos aprobados.

Palabras clave: Simuladores, aprovechamiento, laboratorio, enseñanza de física general.

Abstract

We analyze the influence of using simulators in the learning of then students as a tool of didactic interest in the field of physics. The simulators or Applets that we use in this work were made in the Science Faculty of the UASLP, and, in its first stage, we use 18 simulators in Windows ambient that treat some subjects of general physics. This set of simulators are designed in such a way that they can be contrast with real experiments and/or used associated with them, that facilitate a good variety of forms for didactic design. The system is based in the idea of learning exploring in the learning process of diverse stages. The use of the simulator system in a regular physics course, lead to an increment of 15% to 82% in the number of approved students.

Keywords: Physics education, simulated experiments, real and virtual practice, test and evaluation

PACS: 01.40.-d, 01.40.Fk, 01.40.Gm

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

En años recientes, la utilización de la computadora en los procesos de enseñanza-aprendizaje ha cobrado mucho interés y se han realizado una gran cantidad de simuladores de experimentos y fenómenos físicos, propiciando que a través de la computadora se pueda disponer de un laboratorio y poder efectuar prácticas experimentales en forma virtual, inclusive hay proyectos desarrollados por la SEP que incursionan en estudios de nivel secundaria donde se hace uso de estos laboratorios virtuales como el Proyecto de Enseñanza de Física con Tecnología (EFIT) [1].

La informática puede concordar con las teorías sobre aprendizaje significativo, tanto porque por su propio mecanismo organiza conceptos nuevos en relación con los adquiridos anteriormente, como por la consideración que desde el teclado se hace del propio alumno como ente activo y responsable de la manipulación de la información [2]. Las posibilidades de simulación interactiva que ofrecen las computadoras abren un amplio abanico de posibilidades

didácticas [3]. Muchos de los fenómenos físicos escapan a la posibilidad de constatación experimental, ya que es imposible llevarlos a cabo por sus limitaciones técnicas, inclusive el simple hecho de explicar un fenómeno. Sin embargo, la computadora puede simular el aspecto experimental del fenómeno, pudiendo los alumnos variar parámetros de la simulación, analizar resultados y discutir conclusiones [4].

El laboratorio asistido por computadora que se utiliza en este trabajo fue desarrollado en la Facultad de Ciencias de la UASLP y utiliza, un conjunto de simuladores applets en ambiente de Windows que tratan los temas de cinemática, tiro parabólico, caída libre, péndulo, riel de aire, suma de vectores, movimiento circular, movimiento relativo en una dimensión, cinemática de movimiento circular, colisiones, distribución de Maxwell-Boltzmann, motor de gasolina, ondas transversales y longitudinales, superposición de armónicas, trazo de líneas de campo eléctrico y equipotenciales, trazo de líneas de campo magnético, movimiento de cargas en campos eléctricos y magnéticos cruzados, experimento de Millikan.

En una segunda etapa se diseñaron los siguientes applets: laboratorio de densidad, operaciones de vectores, máquina de Atwood, escalas termométricas, procesos en un gas ideal, gas de partículas, principio de Huygens, fibra óptica, suma y resta de colores, módulo de Young y módulo de corte. El conjunto de simuladores está disponible en línea en la dirección electrónica: <http://galia.fc.uaslp.mx/~medellin/applets.htm>.

Los temas citados corresponden a material de los cursos de física básica que se cursan en carreras de ingeniería y de la propia carrera de física, que por lo regular están divididos en tres cursos de física general. En la mayoría de los programas de licenciatura estos cursos corresponden al llamado tronco común, en el caso de facultades donde se ofrecen varias opciones educativas o, al llamado tronco básico, según el caso.

En este nivel de enseñanza, en licenciatura, es donde se presentan los problemas más agudos en el proceso de formación de ingenieros o científicos, por las propias deficiencias en la formación de los alumnos en cursos de nivel preuniversitario. Como consecuencia el nivel de reprobación es alto, lo que conlleva a problemas asociados como la deserción o el simple rezago en su formación de licenciatura.

A fin de paliar el problema mencionado se ha implementado en los cursos de física general el sistema de Laboratorio Virtual de Física (LVF), con el objeto de ubicar a los alumnos en escenarios epistemológicos que saquen partido de su forma de visualización del mundo, además de permitir colocarlo en una variedad de escenarios a través de los cuales pueda lograr construir y entender los conceptos básicos de la física y pueda operarlos en la resolución de problemas, que es el rubro comúnmente usado para la evaluación, tanto del aprendizaje, como del aprovechamiento del curso [5,6].

Este sistema de simuladores está diseñado para constatar con experimentos reales, al cual le denominamos Laboratorio Virtual de Física (LVF). Cada uno de estos simuladores permite desarrollar una práctica virtual acompañada de su respectiva práctica real. El sistema se fundamenta en la idea de aprender explorando, en el proceso de aprendizaje. El uso de simuladores predispone al estudiante al experimento obteniendo mejores resultados en la construcción de conceptos y sobre todo en el interés que despierta en estudiantes de los primeros cursos de física en carreras de nivel licenciatura. Las ventajas que ofrece la incorporación de este tipo de programas además de las antes mencionadas son: el alumno puede cambiar una serie de parámetros y realizar su simulación en tiempos pequeños. Los alumnos tienen acceso y manejo de software como hoja de cálculo y procesador de palabras, que les será útil en su formación académica. El alumno puede manipular datos, construir gráficos, interpretarlos y discutir conclusiones.

II. LABORATORIO VIRTUAL DE FÍSICA

A fin de poder manipular el escenario epistemológico, se desarrolló el concepto de LVF, el cual consiste en la utilización de la enseñanza asistida por computadora (EAC)

y la estructura de un laboratorio de experimentación real. Las actividades del LVF interrelacionan ambos sistemas. Mientras que la EAC es un sistema basado en la adquisición de conocimientos, el LVF busca desarrollar habilidades intelectuales y estrategias cognoscitivas en el alumno. La EAC asume una forma de aprendizaje magistral y deductivo a través de sistema de preguntas-respuestas, mientras que el LVF, sosteniendo un ambiente de laboratorio, asume una forma de aprendizaje heurístico e inductivo.

En cuanto a las computadoras, las capacidades gráficas, de animación y de cálculo permiten simular y visualizar los fenómenos, de forma que la computadora oculta el modelo matemático, para introducir con posterioridad, si a sí se desea, el formalismo matemático. Existen varias formas de uso de las simulaciones en la aproximación a la construcción de los conceptos por parte del estudiante, nosotros utilizamos simulaciones con gráficos animados interactivos que permiten mostrar la repercusión que tiene la modificación de los parámetros que intervienen en el fenómeno bajo estudio, figura 1.

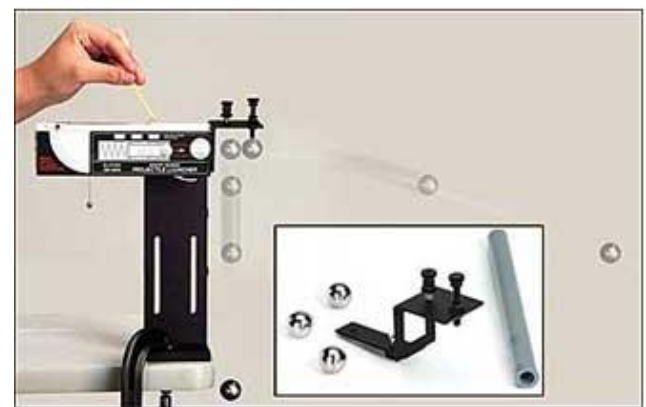
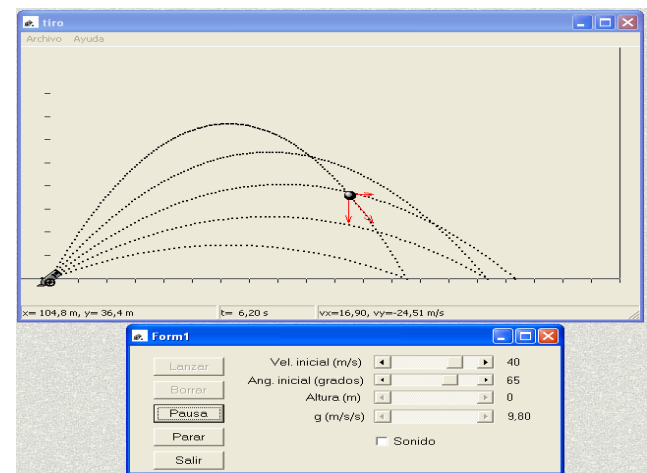


FIGURA 1. Ejemplo de un simulador para análisis de movimiento parabólico, parte superior; experimento real, parte inferior.

Por otro lado, en las prácticas tradicionales, la mayor parte del tiempo disponible se consume en ir tomando datos más o menos exactos, agruparlos en tablas, tratarlos gráficamente, etc. Si dicha actividad se planifica “auxiliada” por la computadora, éste organizará y tabulará automáticamente los datos en una hoja de cálculo, y

III. RESULTADOS

realizará las representaciones gráficas oportunas. El alumno podrá, según lo necesite, cambiar las representaciones, invertir las variables, recuperar gráficas de experiencias anteriores, compararlas, etc. Por consiguiente, además del importante aspecto motivador que conlleva el uso de esta tecnología, los alumnos estarían llevando a cabo una auténtica tarea de investigación.

Debido a la evolución de la ciencia y la tecnología las tareas cotidianas se han facilitado con la automatización y el uso de las computadoras. Una parte esencial de las computadoras son los programas. Una aplicación de las computadoras y programas, que tiene mucho auge es la de auxiliar en la labor docente sobre todo en la enseñanza de la ciencia. Por esta razón, surgió la inquietud de desarrollar programas de simulación para la enseñanza de la física en la Facultad de Ciencias. A la fecha se han implantado algunos en los cursos de física general abarcando las áreas de mecánica básica, termodinámica, electromagnetismo, óptica y la llamada física moderna.

Los programas desarrollados ocupan de 250 a 400 KB cada uno, no siendo, por tanto, necesario mucho espacio en disco. Se recomienda tener cualquier ambiente Windows configurado con fuentes grandes para una mejor resolución en los simuladores. Para instalar los programas en el disco duro, basta copiarlos en alguna carpeta que sea designada por el usuario. Los simuladores fueron implantados en uno de los lenguajes más actualizados en código Pascal usados para el diseño de aplicaciones con objetos, el Delphi32.

La parte del LVF desarrollada hasta el momento consta de dieciocho simuladores que se pueden localizar en la carpeta del usuario, en donde cada uno de los programas puede ser accesado de forma indistinta. El conjunto de programas indica una serie de observaciones y actividades que el estudiante debe de realizar en la computadora, para seleccionar y controlar las variables involucradas en un experimento. El estudiante a través de la computadora obtiene tablas y gráficas manejando los distintos parámetros involucrados, mismas que analiza y de su estudio concluye el comportamiento del sistema. La práctica contiene una serie de preguntas que, usando sus conclusiones, el estudiante debe responder en el mismo programa y, dado el caso, volver a repetir o realizar cambios en el tratamiento de las variables hasta tener un entendimiento adecuado para responder la totalidad de las preguntas. A continuación, con los resultados de su práctica virtual debe montar el experimento real, usando los resultados virtuales para el control de las variables y realizar su práctica real de acuerdo a la serie de preguntas establecidas; en todo este proceso la computadora asiste el desarrollo de la práctica global, de tal forma que el arreglo experimental se deriva de los resultados y observaciones realizadas en la práctica virtual.

Los simuladores desarrollados ofrecen la posibilidad a los alumnos de conseguir resultados de manera casi inmediata, puesto que sólo basta con pausar el programa para obtenerlos, registrarlos o para manejarlos de la manera que más les convengan, por ejemplo; realizar gráficas y/o presentarlos por medio de listados para obtener una apreciación más amplia de cada fenómeno físico y con ello un discernimiento de los mismos.

La utilización del LVF se implementó en un curso representativo del conjunto de cursos de física general en el que se presenta el mayor número de alumnos reprobados, para lo cual se seleccionó un par de grupos con prácticamente las mismas características, en cuanto al nivel de conocimiento y aprovechamiento de los alumnos, de acuerdo al examen de admisión a la Facultad de Ciencias de la UASLP. Uno de ellos se trabajó con el uso de LVF y el otro de forma tradicional, La evaluación final fue realizada con el mismo examen en base a resolución de problemas, arrojando los siguientes resultados. En la figura 2 se presenta la calificación (medida del 1 al 10) contra el número de alumnos que obtuvo calificación, en un curso estándar en donde no se utilizó el LVF. Como puede observarse sólo el 15% de los alumnos logró aprobar el curso. Los resultados correspondientes a un curso donde se utilizó el LVF se muestran en la figura 3, en donde se puede observar que el número de alumnos que logró aprobar el curso aumentó al 82%. Por otra parte la opinión de los alumnos en cuanto al material y tipo de trabajo que tuvieron que realizar, refleja la aceptación de escenarios que incorporan la computadora como medio de actividades y mecanismo de visualización de sistemas físicos.

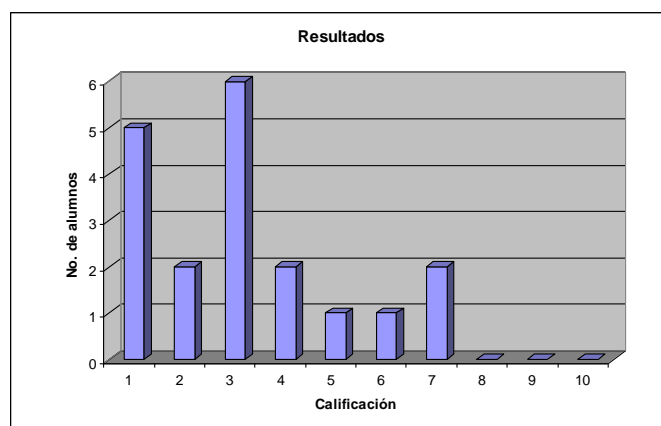


FIGURA 2. Aprovechamiento de los alumnos en un curso regular de física general sin el uso de simuladores.

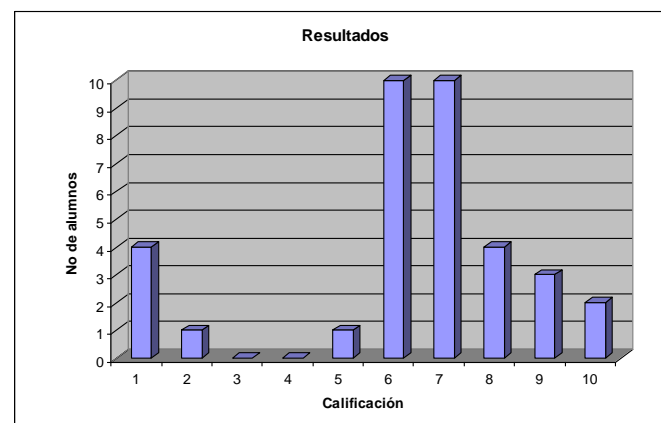


FIGURA 3. Aprovechamiento de los alumnos en un curso regular de física general usando simuladores.

El LVF no constituye una suplantación del curso regular, constituye un mecanismo para ampliar los tipos de escenarios de trabajo del alumno, poniendo a su alcance un escenario que suele tener sentido, de acuerdo a su forma de visualización del mundo que le rodea, así como el proceso de comunicación con el propio escenario. Esta disposición la manifiesta el alumno, ante las entrevistas que se tienen con el alumno, referentes al uso de los simuladores.

IV. CONCLUSIONES

La aplicación de los programas de simulación en los cursos de Física I arrojan resultados favorables, puesto que los estudiantes encuentran en ellos una herramienta de apoyo, al poder verificar y/o incrementar sus conocimientos básicos o, en su defecto aprender con ellos. El sistema les permite observar paso a paso el progreso de la simulación, siendo capaces de determinar como se dan dichos sucesos. Estudiando el comportamiento de forma gradual y al realizar los experimentos, los lleva a una mejor comprensión de la teoría, ya que los cálculos se elaboran con eficacia y rapidez de manera interactiva. Esto les concede integrarse a la simulación de tal forma que las sesiones sean menos pesadas y más comprensibles.

Mediante la simulación los alumnos pudieron darse cuenta de fenómenos simples pero difíciles de visualizar, como el hecho de que un proyectil mantiene su velocidad horizontal constante o de cómo se conserva la cantidad de movimiento en choques elásticos e inelásticos, lo que es difícil de visualizar en un experimento real.

Se puede decir que la experimentación de la física también se puede realizar de manera dinámica y atractiva para los usuarios. De tal forma que se pueda ver la enseñanza y/o el aprendizaje de los conocimientos de forma sencilla, así como, la aplicación de la teoría que lo fundamenta. Los programas no solo sirven de apoyo en el aprendizaje de la física sino que también pueden ser el punto de partida para una educación (en general) virtual y

activa que nos permita intervenir en la aplicación de las ciencias. Con este sistema, se logra un radical cambio de actitud en el estudiante; al realizar la parte correspondiente a la práctica real, la realiza no solo con el objeto de comprobar sino con el afán de investigar el comportamiento del sistema físico, lo que conduce a una posición heurística por parte del alumno.

De nuestros resultados en los que logramos cambiar en promedio del 15% de aprobados al 82% podemos concluir que el uso de los simuladores, logra estimular al estudiante en cursos de física a aprender, esto nos permite seguir mejorando los simuladores y los applets.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Programa Integral de Fortalecimiento Institucional de la SEP (PIFI), por los apoyos otorgados a la Facultad de Ciencias de la UASLP, en proyectos de fortalecimiento a los laboratorios, de donde se deriva este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Rojano T., *Revista Iberoamericana de Educación*. No. 33, 135-140 (2003).
- [2] Landazabal, M.C.P., Moreno, J.M. y García-Gallo, J., *Enseñanza de las Ciencias*, No. Extra III Congreso Internacional, 238 (1989).
- [3] Rodríguez, A.M., Lorenzo, R. y Cid-Arjona, O., *Revista Cubana de Física*, **18**, No. 2, 115 (2001).
- [4] Pedradas-Rodríguez, C., y Velasco-Toscano, J., *Enseñanza de las Ciencias*, No. Extra, V Congreso Internacional, 261 (1997).
- [5] Gil, D., y Carrascosa, J., *Science Education*, **78**, 301 (1994).
- [6] Oñorbe, A. y Sánchez, J.M., *Enseñanza de las Ciencias*, **14**, 251 (1996).