

INFLUENCIA EN EL APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS USANDO UN LABORATORIO VIRTUAL DE FÍSICA

G. Ortega-Zarzosa, H. Medellín-Anaya y J.R. Martínez. Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de San Luis Potosí 78000 San Luis Potosí, S.L.P., México

RESUMEN

Se analiza la influencia que sobre el aprendizaje de los alumnos produce la utilización de un laboratorio asistido por computadora como herramienta de un indudable interés didáctico en el campo de las ciencias experimentales. El laboratorio asistido por computadora que se utiliza en este trabajo fue desarrollado en la Facultad de Ciencias de la UASLP y, en su primera etapa, utiliza 6 simuladores en ambiente windows que tratan los temas de vectores, cinemática, caída libre, tiro parabólico, plano inclinado y riel de aire. A este sistema de simuladores, diseñado para contrastarse con experimentos reales, le denominamos Laboratorio Virtual de Física. 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.

ABSTRACT

The influence on the knowledge of the student when a physics virtual lab is used was analysed in a didactic view. The virtual lab was developed in the FC-UASLP and include 6 simulated experiments at windows ambient. The simulated systems were designed to be used with a real experiment, in order to developed a real practice and a virtual practice in each interactive activity.

INTRODUCCIÓN

La dificultad que presenta la enseñanza de la física por sus formalismos y el uso de matemáticas, en la mayoría de nuestros alumnos, constituye un obstáculo en el proceso enseñanza-aprendizaje, aunado a la dificultad para interpretar gráficas y poder relacionar sus datos con los hechos reales, dificultad para realizar una adecuada toma de datos, entre otros. En años recientes la utilización de la computadora en 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 una computadora se pueda disponer de un laboratorio y poder efectuar prácticas experimentales en forma virtual. 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 [1]. Las posibilidades de simulación interactiva que ofrecen las computadoras abren un amplio abanico de posibilidades didácticas. Muchos de los fenómenos físicos escapan a la posibilidad de constatación experimental, ya que es imposible llevarlos a cabo por sus limitaciones técnicas. Sin embargo, la computadora puede simular el aspecto experimental del fenómeno, pudiendo los alumnos variar parámetros de la

simulación, analizar resultados y discutir conclusiones [2].

El escenario epistemológico en el que se construye un conocimiento es de especial importancia para lograr un aprendizaje significativo. En el caso de los alumnos que ingresan a licenciatura, al menos en el caso de San Luis Potosí, carecen de una apropiada enseñanza experimental en física, por lo que su familiarización tanto con la comprensión de conceptos de fenómenos físicos, por un lado, como los procesos técnicos de análisis experimental, por el otro, presentan serias deficiencias [3]. Estos hechos obstruyen la enseñanza de la física en los cursos de introducción en nuestra licenciatura. Con el fin de interrelacionar diversos escenarios se ha diseñado un sistema que involucra el uso de la computadora con simuladores que organizan una práctica virtual combinado con el uso de un laboratorio real. De este modo se optimizan las ventajas de ambos sistemas y le dan forma a las experiencias que posteriormente son utilizadas como ideas previas para lograr un cambio conceptual.

El laboratorio asistido por computadora que se utiliza en este trabajo fue desarrollado en la Facultad de Ciencias y utiliza, en esta primera etapa, 6 simuladores en ambiente windows que tratan los temas de vectores, cinemática, caída libre, tiro parabólico, plano inclinado y riel de aire. Este sistema de simuladores está diseñado para

constatarse 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 los simuladores predispone al estudiante al experimento obteniendo mejores resultados en la construcción de los conceptos y sobre todo en el interés que despierta en estudiantes de los primeros cursos de física en carreras de 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.

INTERRELACIÓN DE ESCENARIOS

Tomando en cuenta la diferenciación de escenarios epistemológicos, en lo que se refiere a la construcción de conocimientos, en conocimiento cotidiano, escolar y científico [4], tratamos de construir un sistema interactivo que tiene la característica de ordenar las ideas que sobre un concepto tiene el alumno a fin de enriquecer sus experiencias cotidianas y en base a este enriquecimiento, pueda acceder a la construcción de conocimiento escolar. El factor que potencia la interrelación de estos escenarios lo constituye la ambivalencia de laboratorio virtual y laboratorio real. De esta manera se diseñan actividades que requieren el continuo paso del laboratorio virtual al laboratorio real. Esta situación nos permite manipular el escenario epistemológico de trabajo del alumno. Esta manipulación de escenarios está planteada desde la perspectiva del constructivismo diferencial, que a diferencia del unitario, los escenarios se diferencian, no sólo por aspectos de contenido, sino sobre todo por aspectos epistemológicos de fondo [5]. Así el cambio conceptual no se da como una simple sustitución del conocimiento cotidiano por el científico, aunque el primero sigue siendo un anclaje conceptual importante para la construcción del conocimiento escolar [6].

Los aspectos cognoscitivos necesarios para determinados conceptos de la física, requieren tomar en cuenta las ideas previas de los estudiantes, las cuales están regidas, en parte, por el conocimiento adquirido a través de la observación y la experimentación [7]. Para facilitar la construcción de conceptos físicos es necesario familiarizar al estudiante con fenómenos físicos. Esta familiarización requiere que el estudiante observe al menos el fenómeno. A partir de la

observación el alumno enriquece su conocimiento inicial. Cuando los alumnos adquieren el conocimiento inicial o cotidiano, la meta principal de la interacción maestro-alumno es reconstruirlo de tal manera que se acerque, tanto como sea posible, al conocimiento científico. La situación en la enseñanza escolarizada es crítica en el sentido de que si bien el estudiante tiene un conocimiento inicial, basado en la mayoría de las veces en el sentido común, éste no necesariamente implica la observación previa de fenómenos físicos y al desecharse la realización de demostraciones o experimentos físicos en el salón de clase se le exige al estudiante "imagine" toda una serie de situaciones físicas, por lo que se requiere emplear un modelo mental para representar la realidad lo cual en la mayoría de las veces conduce a que el alumno no lo pueda descifrar por que no tiene esquemas mentales que le permitan interpretarlo; con esto, la comunicación educativa es cortada y el proceso del aprendizaje estudiantil fracasa [3]. En lugar de desarrollar primero las experiencias directas y las ideas sensibles acerca de los fenómenos físicos y después introducir palabras y definiciones técnicas, el alumno está expuesto, desde el principio, a ideas abstractas que no es capaz de comprender y lo único que puede hacer es rechazar la física, y en el mejor de los casos, construir un sentido equivocado o memorizar y repetir palabras sin sentido para el examen [8]. En este punto las dificultades para armar un arreglo experimental que permita acceder a esta observación es facilitada por la simulación en computadora.

De esta manera el desarrollo de un sistema interactivo a manera de laboratorio virtual permite familiarizar al estudiante, a través de la simulación y la experimentación virtual y real con fenómenos y principios físicos, con los cuales, en teoría, deberían ya estar familiarizados y, que en la práctica no se da. Las actividades de nuestro sistema virtual están diseñadas para manipular el escenario epistemológico en que se sitúa el alumno.

El sistema ha sido probado en los cursos regulares de física en los primeros semestres de licenciatura, como material auxiliar; de igual forma ha sido probado con estudiantes de otros niveles educativos previos a la licenciatura, fuera de un curso formal como actividad extraescolar. En la siguiente sección describimos en forma general el LVF plantándonos en un escenario escolar.

LABORATORIO VIRTUAL DE FÍSICA

A fin de poder manipular el escenario epistemológico, se desarrollo 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 cognitivas 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.

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 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 el área de mecánica básica. Los programas fueron desarrollados en una plataforma con las siguientes características: procesador Pentium MMX a 200 MHz, con 32 MB de Ram, monitor SVGA, tarjeta de sonido compatible con Sound Blaster. Cada programa ocupa de 250 a 400 KB no siendo, por tanto, necesario mucho espacio en disco. Se recomienda tener Windows 95 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 [9].

La parte del LVF desarrollada hasta el momento consta de seis 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

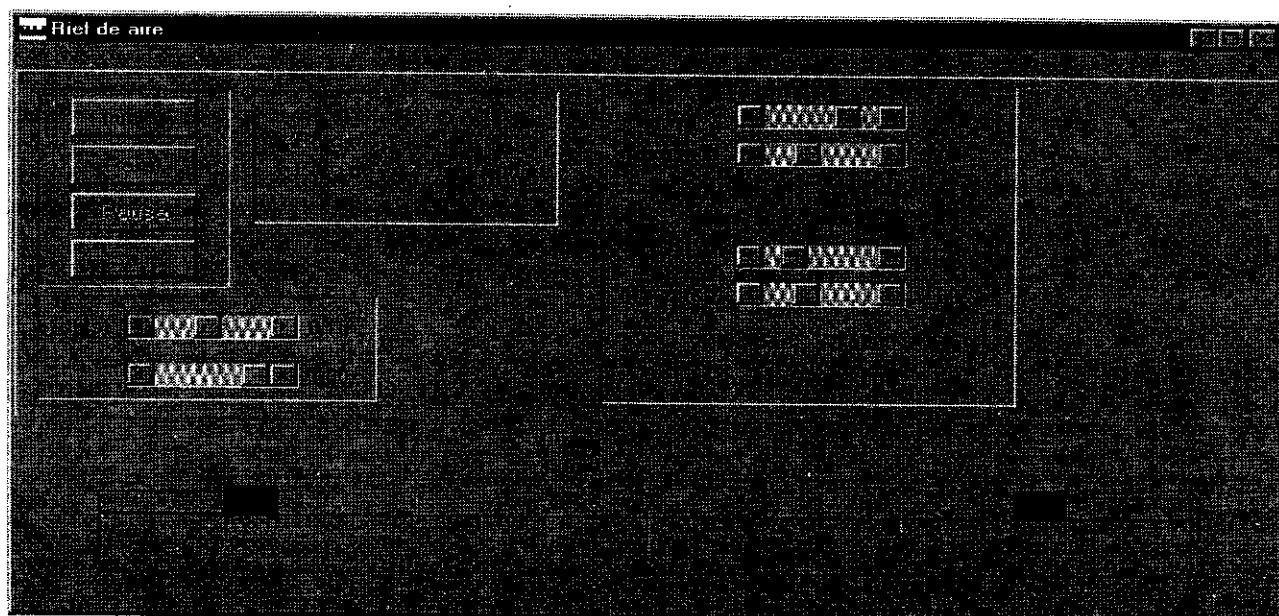


Fig 1. Esquema gráfico animado interactivo para el experimento que involucra el uso del riel de aire.

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.

CONCLUSIONES

La parte del LVF desarrollado hasta el momento, pretende dar un conjunto de herramientas que puedan ser usadas para la construcción de conocimiento cotidiano y/o escolar, de tal forma que se pueda dar un mayor entendimiento a los conceptos que forman la mecánica básica. En esta primera parte del LVF se tratan de cubrir algunos de los aspectos más importantes.

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.

El uso del LVF ha mostrado ser de gran ayuda. La experiencia que se llevó a cabo en los cursos de Física I para repetidores (cursos que son asignados a estudiantes que lo reprobaron en una ocasión), significó una mejora del aprovechamiento de los alumnos. El rendimiento fue muy superior al de su primer curso. Además, con la aplicación de algunos elementos del "Office" (Word y Excel) los alumnos adquirieron un entrenamiento muy valioso.

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.

REFERENCIAS

- Landazabal, M.C.P., J.M. Moreno y J. García-Gallo, (1989): *Enseñanza de las Ciencias*, No. extra, III Congreso Internacional, 238
- Pedrajas-Rodríguez C. y J. Velasco-Toscano, (1997): *Enseñanza de las Ciencias*, No. extra, V Congreso Internacional, 261
- J.R. Martínez y S. Palomares-Sánchez, (1995): *Bol. Soc. Mex. Fís.*, 9-2, 89
- Rodrigo, M.J., A. Rodríguez y J. Marrero, (1994): *Aprendizaje Visor*,
- Rodrigo, M.J. (1994): *Investigación en la Escuela*, (23), 7

Pérez, D.G., (1994):*Investigación en la Escuela*, (23), 17

Martínez, J.R., B. A. Trujillo-Colorado y S. Palomares-Sánchez, (1996):en *Divulgación de la Ciencia y enseñanza escolarizada*, Memorias del V Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia, (1996) 169; M. Mirabal-García, S. Palomares-Sánchez y J.R. Martínez, en *Divulgación de la Ciencia y enseñanza escolarizada*, Memorias del V Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia, México 145

Slisko J., (1995):*El Cronopio*, FC-UASLP, (3), 38

Medellín-Anaya H. y G. Ortega-Zarzosa, (1999):*Prácticas virtuales de física*, FC-UASLP,