

SIDEF: Sistema Interactivo Didáctico para la Enseñanza de la Física.

Autores: Lic. Carlos A. Alejandro Alfonso calfonso@uclv.edu.cu

Dr. José M. Perdomo Vázquez perdomo@uclv.edu.cu

Revista Quaderns Digital_s.net 20 de Mayo.

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Departamento de Física.
Carretera a Camajuaní Km 5.5, Santa Clara. Villa Clara. Cuba.

Resumen

Se explican las particularidades de un sistema sustentado en la interacción del alumno con materiales didácticos, dirigido esencialmente a los estudiantes de la asignatura Física de las carreras de ingeniería de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. El sistema se aplica desde el año 2002 con muy buenos resultados ya que garantiza la información que puede necesitar el estudiante de estas carreras para lograr su preparación teórica necesaria para desarrollar las prácticas de laboratorio de Física General. En el sistema propuesto el alumno puede utilizar la información de forma presencial o en la modalidad virtual. El material apoya el desarrollo de las conferencias, clases prácticas, seminarios, y las actividades de estudio independiente; en él se muestra gran cantidad de simulaciones lo cual permite sustituir prácticas reales de elevado costo. En cada práctica virtual aparece un resumen, donde se especifica si es filmada o elaborada a través de *applets*, aparecen además los fundamentos teóricos y las orientaciones metodológicas necesarias para su realización.

En las Orientaciones Metodológicas se encuentran tres aspectos: a) Descripción (particularidades del applet que se utilizará), b) Montaje experimental (el applet), y c) Tareas (actividades que deben realizar los estudiantes de manera independiente).

Los applets confeccionados en el Departamento de Física de la universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, y las prácticas filmadas presentan una posibilidad inédita en las simulaciones públicas en los sitios de Internet consultados, la posibilidad de aplicar la teoría de errores, ya que se proponen instrumentos de medición cuya escala es parecida a la de los instrumentos reales.

Las tareas propuestas, en la gran mayoría de las prácticas de laboratorio del sistema que se presenta, son situaciones restringidas y de enunciado abierto, (Gil Pérez D.) por lo general de

naturaleza cualitativa, donde la mayor parte de la información que se requiere para su realización no aparece explícitamente en su enunciado. Se ha demostrado que estas tareas que favorecen el aprendizaje, crean actitudes positivas en los educandos, los familiarizan con aspectos de la metodología de la investigación en las ciencias y contribuyen al desarrollo de una percepción más integral de la realidad circundante por parte de ellos.

Este sistema puede aplicarse en el Modelo de Universalización de la Educación Superior que se desarrolla en Cuba y también se puede ser aplicado con éxito en otros niveles de enseñanza (secundaria y bachillerato), para lo cual solo se requiere adecuar las tareas a estos fines.

El material presenta enlaces con otros sitios que han sido confeccionados por miembros del Departamento de Física de nuestra universidad, entre los cuales se encuentran tres libros electrónicos y el Sistema de Enseñanza de la Física Asistido por Computadora (SEFISAC)-

Introducción:

La Física es una de las asignaturas de formación general incluida en la gran mayoría de las carreras tecnológicas de las universidades cubanas y dentro de esta el trabajo con las prácticas de laboratorio juegan un papel fundamental en el proceso de enseñanza aprendizaje dado que dicho proceso debe estar vinculado con la adquisición, por parte de los alumnos, de nuevos conocimientos, el desarrollo de habilidades de medición, la utilización de la información científico técnica, el procesamiento de datos y la elaboración y defensa de informes de investigación de forma independiente.

El auge y necesidad de dominio de contenidos sustentados en la relación estrecha entre ciencia y la tecnología, hacen que la informática y los métodos de trabajo de la ciencia y la tecnología hayan pasado a formar parte de la vida cotidiana, por ende la necesidad de su dominio. Esto exige que las asignaturas que lo permitan introduzcan contenidos informáticos y aproximen sus métodos de estudio a la forma como se trabaja en las ciencias.

Las prácticas de laboratorio pueden desarrollarse de manera que el alumno esté en contacto directo con los medios de laboratorio mediante la manipulación de los dispositivos e instrumental requeridos para el experimento (laboratorio real) o utilizando simulaciones interactivas programadas con el empleo de las computadoras personales (laboratorio virtual). Ambas formas requieren del estudio previo de materiales relacionados con los contenidos del trabajo experimental por parte de los estudiantes para lo cual comúnmente se emplean materiales impresos (textos o folletos), o en formato electrónico. Algunas experiencias muestran que el trabajo en ambos ambientes es complementario (Lucero, I. Y otros. 2000).

En la actualidad, la computadora personal (PC) se emplea frecuentemente en los laboratorios de Física. Su función es muy diversa pero puede resumirse en:

- El procesamiento de los los datos experimentales obtenidos en el trabajo de laboratorio real (tabulación, cálculos, gráficas, etc.), empleando para ello utilitarios apropiados como puede

ser cualquier planilla de cálculo o un programa específico como el Origin, el Marhcad, entre otros.

- La realización de prácticas virtuales (Alejandro, C., Ruiz, F., García, M. 2003).
- El complemento de trabajo con la información para el trabajo experimental

La planificación, diseño y desarrollo de las prácticas de laboratorio depende de varios factores:

- a) posibilidad de realización en forma real (equipamiento, infraestructura, disponibilidad de accesorios y materiales).
- b) objetivos que se persiguen con cada trabajo experimental.
- c) presupuesto de tiempo disponible y ubicación en el horario.
- d) relación con las actividades teóricas.
- e) materiales didácticos destinados a la preparación del experimental.
- f) Infraestructura teórica sobre el contenido.

Una de las necesidades educativas detectadas en los estudiantes que han recibido la asignatura Física en nuestra universidad se relaciona con la adecuada orientación para la preparación durante el trabajo independiente previo al desarrollo de las actividades prácticas de laboratorio de Física.

Con la intención de mejorar la preparación de los estudiantes para las actividades de trabajo en el laboratorio en la asignatura Física de las carreras de Ingeniería se proponen dos sistemas didácticos de tipo interactivo, concebidos sobre el empleo de las posibilidades de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Con estas propuestas se ha pretendido dar solución a dificultades relacionadas con la renovación de los textos y folletos dedicados a la preparación de los alumnos para el trabajo experimental, los cuales se han deteriorado por su empleo de forma intensiva.

Los trabajos se han concebido teniendo en cuenta las reflexiones expuestas (Aceituno, J., Alejandro, C., Mújica, V. 2003), acerca de las características que deben tener las actividades que se realicen para que el proceso de enseñanza - aprendizaje en Física se torne atractivo y enriquecedor de los contenidos que necesita dominar el alumno.

- Sistema que permita la autopreparación y el posterior desarrollo de las prácticas de laboratorio de Física General que pueden realizarse actualmente en nuestros laboratorios.
- Sistema que permite realizar un buen número de prácticas de laboratorio, de forma virtual, sin necesidad del acceso a Internet y que por naturaleza propician tareas que favorecen el aprendizaje significativo.

Desarrollo.

Comencemos por explicar los nexos comunes entre ambos sistemas:

- . Breves orientaciones. Página web que explica brevemente las características del sitio, los temas y prácticas de laboratorio que aborda, etc.

. Teoría de errores. Página web sobre el tratamiento estadístico de los datos obtenidos en las mediciones. Incluye la fundamentación y ejemplos sobre el cálculo de errores y la presentación de los resultados mediante los conocidos intervalos de confianza, y el ajuste de curvas.

. Modelo del informe. Documento donde se muestra y explica las características de un modelo típico para la confección de los informes de las prácticas de laboratorio. (basado en normas cubanas)

. En los fundamentos teóricos de las prácticas se utilizan simulaciones (confeccionadas en nuestro departamento o bajadas de Internet e incluidas en nuestro sitio previa autorización de sus autores) de experimentos, procesos, instrumentos de medición, etc., todas programadas en JAVA, ya que este programa presenta, entre otras, dos ventajas muy oportunas para la propuesta:

1. Es compatible con los navegadores de Internet, por lo que cualquier persona con acceso a la red de redes puede acceder remotamente a las simulaciones en cualquier momento.

2. Utilizando la tecnología "máquina virtual de Java" de Sun Microsystems, perfectamente integrada en todas las plataformas actuales, las simulaciones son ejecutadas a la perfección desde cualquier sistema operativo, desde Windows (en todas sus versiones) hasta Linux, pasando por otros de uso minoritario (como Solaris, OS/2, etc. Asimismo las simulaciones son totalmente compatibles con cualquier versión de MacOS para Macintosh.

.Por otra parte es posible vincular el contenido de las prácticas de laboratorio propuestas con los contenidos de los libros de Física General en su versión digital. Mediante un hipervínculo el estudiante accede a tres libros de Física General (Ruiz, F., Alejandro, C., García, M. 2003), confeccionados en nuestro centro.

Además es totalmente posible el empleo del **Sistema de Enseñanza de la Física Asistido por Computadora** (SEFISAC): Mediante un hipervínculo el estudiante accede al sitio donde se encuentra (García, M., Alejandro, C., Ruiz, A. 2003), confeccionado en nuestro departamento

En las figuras 1 y 2 mostramos la página principal sobre Teoría de Errores y acerca del Modelo del informe del trabajo de laboratorio respectivamente.



Fig. 1: Teoría de errores.



Fig.2: Modelo del informe de la práctica de laboratorio.

Acerca del **Sistema para la autopreparación y el desarrollo del laboratorio real.**

Este sistema incluye actualmente la mayoría de las prácticas que están disponibles en los tres laboratorios de nuestro departamento, las cuales están distribuidas en tres temas. Las prácticas abordadas en cada tema se relacionan a continuación:

Mecánica: Capacidad calorífica, choque elástico, movimiento de proyectiles, coeficiente de fricción, ley de Boyle – Mariotte, máquina de Atwood, momento de Inercia, péndulo simple, resonancia en cuerda y viscosidad de un líquido.

Electromagnetismo: Circuito RC, ley de Ohm y Pouillet, campo electroestático, puente de Wheastone y transformador eléctrico.

Óptica: Anillos de Newton, índice de refracción, polarización de la luz, red de difracción y experimento de Young.

En cada una de las prácticas se informa: Objetivos, fundamentos teóricos, preguntas, materiales, técnica operatoria y bibliografía.

En los Fundamentos teóricos: Explicación de los contenidos físicos relacionados con la práctica, demostración de ecuaciones de trabajo, etc. se insertan simulaciones afines con el contenido que se está tratando.

Mostramos en la figura 3 la página correspondiente al movimiento de proyectiles, y en la figura 4 el Applet que visualiza y ayuda a la comprensión de este fenómeno.

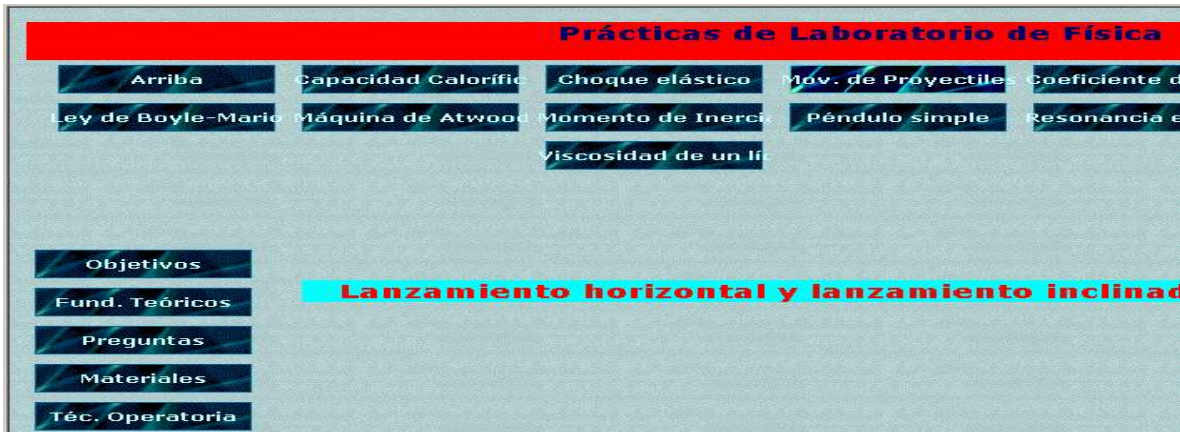


Figura 3. Movimiento de proyectiles.

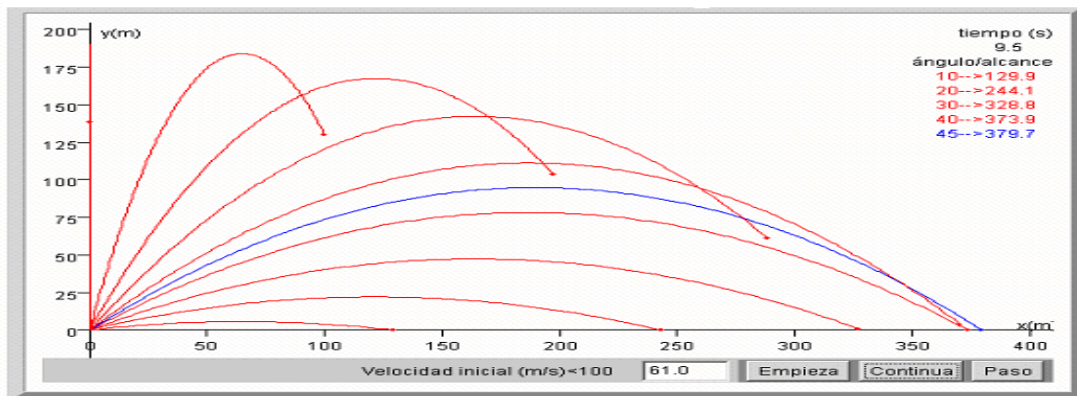


Fig. 4: Applet sobre el movimiento de los proyectiles.

Utilizando este sistema el estudiante tiene la posibilidad de autoprepararse teóricamente y recibir toda la información de la práctica que va a realizar, incluyendo las tareas que individualmente debe desarrollar en su puesto de trabajo. Además recibe las orientaciones necesarias para la confección de los informes.

En las técnicas operatorias de las prácticas de laboratorio que se incluyen en estos momentos en el sistema propuesto se trabajan las dos formas ya tradicionales del trabajo experimental (real y virtual). Se recomienda realizar previamente la práctica de laboratorio virtual como un medio para relacionar al alumno con los contenidos y la problemática que encontrará posteriormente cuando trabaje en la forma presencial. El orden puede invertirse y se puede optar por la forma de trabajo virtual para ampliar la información, analizar nuevas variantes no disponibles en el dispositivo real o cuya ejecución ocuparía un tiempo demasiado prolongado (no adecuado para una práctica de laboratorio insertada en los planes de estudio) así como para analizar gráficamente la dependencia funcional entre magnitudes físicas, etc.

El Sistema destinado a las prácticas virtuales.

Contiene una página principal (Figura 5), donde aparecen las prácticas virtuales que se abordan en la actualidad, además se brinda un rápido acceso a varios materiales en formato electrónico (incluye el sistema anteriormente analizado).



Figura 5. Página principal de nuestro sitio

En cada práctica de laboratorio aparece un resumen, donde se especifica si es filmada o a través de Applets, cuales son sus fundamentos teóricos y las orientaciones. En la figura 6 se muestra el experimento de Thomson.

Departamento de Física

★ Experimento de Thomson

Resumen:

Con la práctica se simula el experimento realizado por Thomson a finales del s XIX. Consta de dos fases: La determinación de la velocidad del haz de electrones en su desplazamiento bajo la acción de los campos eléctrico y magnético y luego de suprimir el ca. magnético, se mide la desviación de los electrones y se calcula el valor de la relación carga / masa de estos.

Fundamentos teóricos

Orientaciones

Figura 6. Experimento de Thomson.

En las Orientaciones para esta práctica de laboratorio encontramos tres aspectos: **Descripción** (particularidades del Applet que va a utilizar), **Montaje Experimental** (el Applet), y **Tareas** (actividades que deben realizar los estudiantes. Las tareas, en la gran mayoría de las actividades prácticas, son situaciones no acotadas y de enunciado abierto, por lo general cualitativo, donde la mayor parte de la información que se requiere para su realización no aparece explícitamente en su enunciado.

Estas tareas han demostrado que favorecen el aprendizaje, crean actitudes positivas en los educandos, los familiarizan con aspectos de la metodología de la investigación en las ciencias y contribuye al desarrollo de una percepción más integral de la realidad circundante por parte de ellos.

Beneficio Social

El gran deterioro de los equipamientos de los Laboratorios de Física de nuestra universidad y la imposibilidad de imprimir nuevos textos o materiales complementarios para la autopreparación, puso en peligro la posibilidad de que los estudiantes que reciben la Física General como asignatura básica (un alto porcentaje de las carreras que se imparten en este centro), pudiesen desarrollar las actividades de Practicas de Laboratorio, lo que traería consigo una insuficiencia considerable en el proceso de enseñanza aprendizaje, puesto que los objetivos referidos a la actividad práctica concebidos dentro del plan de estudio de la disciplina Física, no podrían cumplirse. Este aspecto tributa negativamente a la formación de los futuros ingenieros, en específico por el perfil técnico que deben desarrollar, y en el que las prácticas de laboratorio juegan un papel fundamental.

Otro beneficio está en que al desarrollar un sistema de Practicas de Laboratorio Virtuales, para la enseñanza de la Física, no solo se alivia el déficit de equipamiento real para realizar estas actividades, sino que también permite que un mayor número de estudiantes puedan acceder y realizarlas simultáneamente, en el momento que mejor les convengan, sin tener que asistir al local del Laboratorio en el horario laborable.

Además, este sistema se convierte en una de las posibilidades reales para el desarrollo de la Universalización de la Educación Superior, teniendo en cuenta que existe un número cada vez mayor de carreras involucradas en este proceso donde se imparte la Física, y que aún no existe la infraestructura material adecuada para asumir esa gran matrícula de forma presencial.

Es considerable también el desarrollo de las habilidades de navegación, de interactividad y manejo de la información virtual, que adquieren mientras desarrollan estas actividades en los primeros años de sus carreras, lo que favorece su formación integral y los ubican en un lugar privilegiado dentro del proceso de informatización que abarca ya, todas las esferas de la vida contemporánea.

Beneficio Económico

Para dar solución a la problemática del laboratorio real, ya en estos momentos inutilizables por deterioro, es necesario la adquisición de nuevos instrumentos y accesorios para el montaje de las prácticas, o módulos automatizados (computador, interfase, sensores y utensilios de laboratorios), cada uno con un valor promedio de \$ 4200 USD según la casa productora Phywe en el 2005

Si tenemos en cuenta que en cada laboratorio se necesitan un promedio de seis prácticas (\$ 25 200 USD) y considerando que en los Centros de Educación Superior existen, como regla general, tres laboratorios (Mecánica, Electromagnetismo, y Óptica y Física Moderna) la suma puede llegar a los \$ 75 600 USD, por cada centro de educación superior del país donde se imparta la disciplina Física, a groso modo, sin considerar que existan además, los locales duplicados.

En cambio por la vía que hemos desarrollado, las prácticas son confeccionadas con una computadora (\$ 700 USD), una cámara digital (\$ 600 USD) y almacenadas en otra computadora que actúa como servidor, todo a un total aproximado de \$ 2000 USD.

Incluyendo los gastos en salario de los autores y colaboradores (MN), los de electricidad y algunos insumos, es evidente el favorable impacto económico que se logra con este trabajo, que llega a representar un ahorro de alrededor de más de \$ 70 000 USD en cada centro de la educación superior de nuestro país.

Conclusiones.

Se estima oportuno y conveniente destacar que al desarrollar los aspectos de la Física General que mencionamos a continuación las conferencias se adecuen y las prácticas de laboratorio de forma presencial ocupen un papel mas determinante en el sistema de enseñanza aprendizaje de esta disciplina, a saber: Cinemática de la traslación, leyes de Newton, tipos de fuerzas, choques, movimiento oscilatorio, movimiento ondulatorio, teoría electrónica clásica, representación del campo electroestático, circuito RC, ley de Faraday, interferencia de la luz, redes de difracción y polarización de la luz.

Los sistemas interactivos analizados están aplicándose en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas desde el año 2002, con muy buenos resultados. Estos garantizan toda la información que puede necesitar un estudiante de nivel universitario para realizar adecuadamente las prácticas de laboratorio de Física General, tanto de forma presencial como de forma virtual (desde cualquier lugar del mundo), apoyan la impartición de las conferencias, muestran una gran cantidad de simulaciones y permiten sustituir prácticas reales de elevado costo.

Estos sistemas tributan al Proyecto del Ministerio de Educación Superior (MES) “Laboratorio Virtual de Física”, cuya primera versión en Disco Compacto (CD) se distribuyó recientemente por todas las universidades de nuestro país. Pueden fácilmente aplicarse a otros niveles de enseñanza, como secundaria o universitaria, basta con adecuar convenientemente las tareas y la profundidad del tema.

Bibliografía

ACEITUNO, J.A., ALEJANDRO, C.A., MUJICA, V.M. (2003). Propuesta de Sistema de Orientación Integrado para la realización del Laboratorio de Física General, basado en las NTIC. *En las memorias de la II Conferencia Internacional "Problemas Pedagógicos de la Educación Superior"*. UCLV. Villa Clara. Cuba.

ALEJANDRO, C.A. (2003). Física experimental en Internet. *Revista Iberoamericana de Educación*. Ene-Abr.

ALEJANDRO, C.A. (2003). El experimento de Young: Una nueva visión. *Revista Chilena de Educación Científica*, 2(2), 32-36.

ALEJANDRO, C.A., SANCHEZ, R., HERRERA, .K. (2004). Familiarización de los estudiantes con la actividad científico- investigadora: Método dinámico para caracterizar el movimiento de traslación de un cuerpo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*. Volumen 3 Número 1

CUBERO ALLENDE, JOSÉ. Y otros (1985). Los medios de enseñanza en la Educación Superior. Universidad de La Habana.

GIL, D. (1996). Temas escogidos de didáctica de la Física. Editorial Pueblo y Educación.P.122.

GALVIS, ALVARO H. (1997). Ingeniería de software educativo. Ediciones Uniandes. Colombia.

GONZÁLEZ, FERMÍN Y NOVAK, J. (1993). Aprendizaje significativo. Cincel SA. Argentina.

LUCERO, I., Y otros. (2000). Trabajo de laboratorio de Física en ambiente real y virtual. Memorias Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. UNNE. Argentina.

MONEREO, CARLES y otros (1994). Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Editorial GRAO. Barcelona.

POZO, J.I. (2001). "Aprender y enseñar ciencia". Ediciones Morata. Madrid.

SALINAS, J., GIL, D., Y C. DE CUDMANI, L. (1995). La elaboración de estrategias educativas acorde a un modelo científico de tratar las cuestiones. Novena Reunión Nacional de Educación en la Física. (Salta, APFA).

