

Congreso Iberoamericano de Educación

METAS 2021

Un congreso para que pensemos entre todos la educación que queremos
Buenos Aires, República Argentina. 13, 14 y 15 de septiembre de 2010

TIC Y EDUCACIÓN

Innovación de la enseñanza y el aprendizaje de la Física con el empleo de recursos tecnológicos actuales (sensores-interfases-computadora; videofilmación a alta velocidad; y modelado con software) en los laboratorios curriculares y de investigación del Bachillerato.

**Virginia Astudillo Reyes
Javier Ramos Salamanca
Ramón Pérez Vega¹**

¹ Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
virgastu@servidor.unam.mx
jramoss@servidor.unam.mx
ramperorient@yahoo.com

TÍTULO

Innovación de la enseñanza y el aprendizaje de la Física con el empleo de recursos tecnológicos actuales (sensores-interfases-computadora; videofilmación a alta velocidad; y modelado con software) en los laboratorios curriculares y de investigación del Bachillerato

AUTORES

Virginia Astudillo Reyes
Javier Ramos Salamanca
Ramón Pérez Vega

INSTITUCIÓN

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

DIRECCIÓN POSTAL

Cerezo 9, Colonia Ciudad Jardín, Delegación Coyoacán. C. P. 04370, México.

DIRECCION DE CORREO ELECTRÓNICO

virgastu@servidor.unam.mx
jramoss@servidor.unam.mx
ramperorient@yahoo.com

SECCIÓN DEL CONGRESO EN EL QUE SE ENCUADRA

TIC y educación

PALABRAS CLAVE

TIC, sensores, interfases, videograbación, modelado, experimentación, simulación, tecnología, computadora, laboratorio, laboratorio curricular, laboratorio de investigación, Física, bachillerato.

RESUMEN

El Grupo Laboratorio Asistido por Computadora (LAC) integrado por profesores de Física del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), subsistema de Bachillerato de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), desde 1991 se ha preocupado por incorporar recursos tecnológicos modernos a nuestros cursos curriculares y a partir de 1998 ofrecemos a los alumnos un espacio de trabajo que responda a su interés por ampliar sus conocimientos en el campo de la Física, en la planeación y desarrollo de investigaciones, fundamentalmente experimentales, con el empleo de recursos tecnológicos modernos. Para ello contamos con el LAC del SILADÍN equipado con sensores, interfases, computadoras y cámaras de videofilmación tanto comerciales como de alta velocidad; softwares como Modellus y Logger Pro que les permite, a través del análisis de sus resultados experimentales, modelar los sistemas físicos estudiados, encontrar las ecuaciones que relacionan las variables involucradas, trabajo que les ayuda a interpretar el significado físico de los parámetros involucrados siendo capaces, inclusive, de recrear simulaciones que contrastan con el evento real que les permite verificar la validez o no de sus resultados. Adicionalmente el trabajo desarrollado en el LAC ha permitido a los estudiantes contar con más elementos para definir sus vocaciones en el campo científico o técnico, y a los profesores del Grupo LAC a mantenernos actualizados en el empleo de estos recursos a través de nuestra participación en Proyectos que han sido aprobados y apoyados económicamente por la UNAM, para equipar los laboratorios curriculares de Física y el LAC-SILADÍN; hemos producido materiales de apoyo con el empleo estos recursos y ofrecido cursos de formación a profesores. Consideramos que los resultados que hemos obtenido a

los largo de nuestro trabajo en los últimos 19 años muestran nuestra contribución en torno a la educación que se requiere para formar mejores ciudadanos.

ANTECEDENTES

El Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) fue creado en 1971 como una de las dos opciones de Bachillerato que ofrece la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) basado en capacidad de los alumnos para realizar aprendizajes independientes: aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser. Después de 20 años de trabajar haciendo ajustes tanto en la temática abordada en los diferentes cursos de Física como en la planeación y el desarrollo del trabajo realizado por los docentes apoyándose en cursos de actualización y de formación docente ofrecidos por la misma Universidad y por el Colegio, se dieron discusiones entre ellos sobre la viabilidad y pertinencia de los programas, y la necesidad de revisar el Plan de Estudios y el enfoque y contenidos de los programas de las asignaturas. Sin embargo esto no se dio hasta principios de la década de los noventa en que la directiva del Colegio decidió que este proceso de revisión y actualización del Plan y Programas de estudios debía y podía realizarse.

A partir del trabajo desarrollado por comisiones de profesores y de una consulta hacia la comunidad de docentes en la que también participaron algunas Escuelas y Facultades de la Universidad, se reformuló el Plan de Estudios, modificando en nuestro caso, el número de cursos de la asignatura de Física (dos obligatorios y dos optativos), así como los Programas de Estudio de las cuatro asignaturas ubicadas dos de ellas, las obligatorias en el 2° y 3^{er} semestres, y las optativas en 5° y 6° semestres. Una de las aportaciones de estos trabajos fue la explicitación de los elementos que definen la Misión del CCH: el promover en los alumnos el aprendizaje sistemático de conocimientos de la disciplina; propiciar que los alumnos apliquen en la práctica los conocimientos y formas de pensar científicos; dotar a los alumnos de una creciente autonomía intelectual, apoyar el desarrollo de habilidades del pensamiento y desarrollar los valores de responsabilidad social y de capacidad para incidir positivamente en su entorno.

Lo mismo ocurrió en relación con las Áreas en las que estamos organizados. En el caso de Física que pertenece al Área de Ciencias Experimentales, se destacaron las siguientes orientaciones: imprimir a los cursos una orientación cultural, enfocarse al desarrollo de las habilidades intelectuales y a los conceptos básicos necesarios así como la aplicación de los conceptos y principios de estas disciplinas en su entorno, de manera que obtenga una interpretación científica, sistemática, creativa y responsable de la naturaleza; promover que el estudiante reconozca cómo se construye la relación Hombre-Ciencia-Naturaleza de tal manera que dicha relación sea más armónica y responsable, enfatizando la interacción entre ciencia y tecnología, y entre medio ambiente y sociedad.

En Física, al igual que en otras disciplinas de la misma Área, se parte de las vivencias propias del estudiante y las situaciones recreadas en el laboratorio como fundamento de los aprendizajes, promoviendo así su aplicación a procesos reales; se promueven la explicación de los fenómenos naturales, las aplicaciones tecnológicas y la interpretación de los modelos que expliquen tanto la naturaleza de los fenómenos observados; y se propician aprendizajes útiles y de aplicación a su entorno.

Un elemento importante en la formación de nuestros estudiantes radica en ofrecerles recursos tecnológicos actuales que les permitan conocer y comprender su entorno, desarrollar habilidades paralelas como el mejorar su habilidad para observar el

sistema de estudio, seleccionar aquellas magnitudes que le permiten describir mejor los sistemas físicos y sus cambios, recolectar y sistematizar mejor la información que obtiene, así como la manera en que puede analizar e interpretarla de tal manera que formule hipótesis que le permitan verificar o no su validez para formular modelos, matemáticos o no, que le expliquen el fenómeno estudiado.

DESARROLLO

El año de 1991 presentamos el proyecto *"El uso de la computadora como un apoyo a los cursos de Física y de Química"* para aplicarse en los laboratorios curriculares de Física y de Química de nuestro Plantel, con el cual pretendíamos incorporar el uso de nuevas herramientas como apoyo al trabajo experimental cotidiano con nuestros grupos: usamos la computadora para el registro y análisis de la información obtenida de las investigaciones experimentales.

Consideramos que el incorporar la computadora como una herramienta de trabajo más al equipo del laboratorio, permitiría reducir el tiempo de registro y procesamiento de la información obtenida de los experimentos que realizaban nuestros alumnos en la asignatura de Física, para enfocar su atención al análisis e interpretación de la información. Así, en una primera etapa, se incorporó la computadora al laboratorio de Física en el que los alumnos emplearon el software LOTUS para el registro de información obtenida de su trabajo experimental (Fig. 1), trazado de sus gráficas y la obtención de los modelos matemáticos que relacionan las magnitudes involucradas.



Fig. 1 Alumno trabajando en LOTUS al inicio del LAC.

En una segunda etapa basados en nuestra experiencia adquirida en cursos para docentes donde conocimos una nueva aplicación de las computadoras, podía emplearse como un instrumento de medición de una gran variedad de magnitudes apoyado en interfases y sensores (Fig. 2), ofreciendo además un software que permitía cuantificarlas a intervalos de tiempo que podían ser establecidos de acuerdo a las necesidades particulares de la investigación que se realizaba, desplegar las gráficas que relacionan las magnitudes involucradas y, adicionalmente el uso de herramientas que permiten el análisis de la información obtenida como los parámetros estadísticos, ajuste de curvas, cambios de variables, entre otras.



Fig. 2 Alumna trabajando con el Aparato de Hope empleando sensores de temperatura y el Logger Pro.

En una tercera etapa, además del empleo de sensores, interfases y la computadora, enfocamos nuestro trabajo al empleo del software *Modellus* para hacer el trabajo de modelado y animación sobre los sistemas físicos estudiados tanto en cursos curriculares como en las Estancias LAC en el SILADÍN (Fig. 3) donde alumnos participan extracurricularmente desarrollando investigaciones fundamentalmente experimentales empleando estos recursos tecnológicos en sesiones semanales hasta completar 20 h de trabajo por semestre. En el ciclo escolar que finalizó a mediados de este año concluimos la 12^a Estancia LAC en sus dos etapas semestrales, lo que implica 12 años ininterrumpidos trabajando con nuestros alumnos en las Estancias.



Fig.3 Alumnos trabajando durante las Estancias LAC empleando sensores.

Recientemente incursionamos en otra alternativa más: la videograbación de eventos relacionados con el estudio de diferentes sistemas físicos y sus cambios. Inicialmente empleamos videocámaras comerciales y después de alta velocidad que son capaces de grabar de 240 fps a 1000 fps, una de ellas en blanco/negro y la otra a color (Fig. 4).

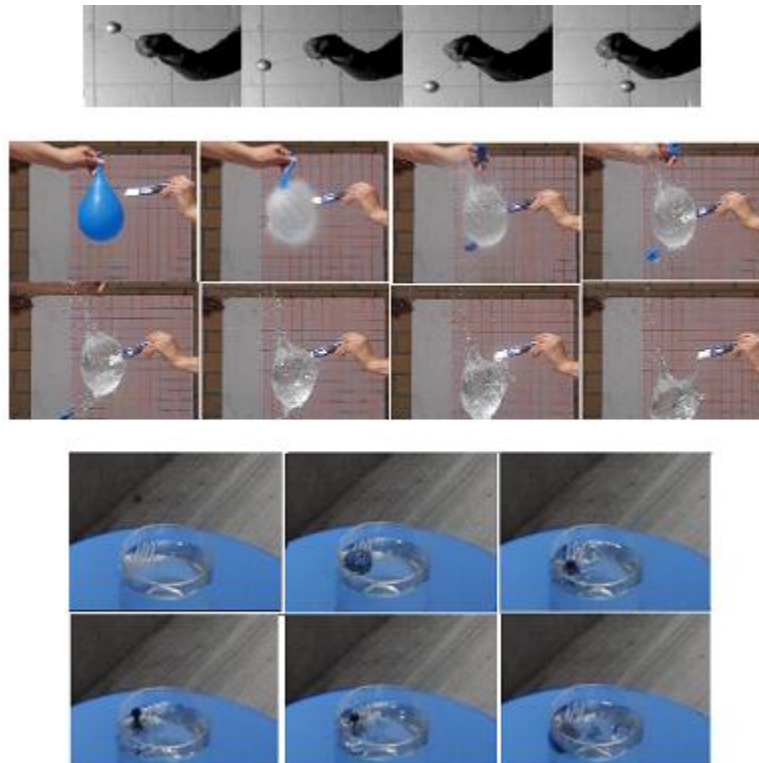


Fig. 4 Imágenes sucesivas empleando la videograbación de alta velocidad.

Este recurso tecnológico ha permitido a nuestros alumnos observar eventos que jamás imaginaron que sucederían y que serían capaces de filmarlos, de observarlos y analizarlos para modelarlos y generar animaciones que coinciden con el hecho real empleando el software Modellus y el Logger Pro (Fig.5).

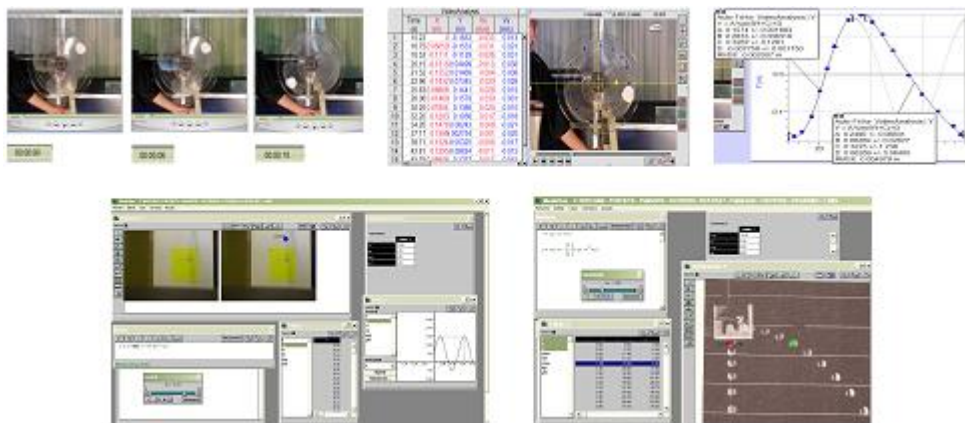


Fig. 5 Modelado con Logger Pro de la videograbación del movimiento de un ventilador y el software Modellus para la videograbación de un resorte oscilando y para la fotografía estroboscópica de una caída libre y un lanzamiento horizontal.

PROGRAMAS DE APOYO Y EQUIPAMIENTO DE LOS LABORATORIOS

Hemos contado con el apoyo económico de 3 Programas Institucionales (PAPIME, PAECE, INFOCAB) que nos ha permitido equipar los laboratorios curriculares de Física y del Laboratorio Asistido por Computadora (LAC) en el SILADÍN con computadoras, interfases, sensores, cámaras de videofilmación, con nuestra participación en 4 Proyectos en 11 años de trabajo y que han sido evaluados positivamente por las instancias universitarias correspondientes. Estos Proyectos son:

- “*Innovación de los Laboratorios de Física con el empleo de sensores, interfases y la computadora*” (1996-2000) en el **PAPIME** (Programa de Apoyo para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza),
- “*Automatización del laboratorio de Creatividad de Física*” (2000-2003) en el **PAECE** (Programa de Apoyo para la Enseñanza de las Ciencias Experimentales),
- “*Elaboración y aplicación de Estrategias de Aprendizaje empleando los métodos de: videograbación, realización de experimentos en tiempo real con sensores y la computadora, y modelado matemático con el software Modellus, en el LAC SILADIN CCH Oriente*” (2006-2008) en el Programa **INFOCAB** (Iniciativa para el Fortalecimiento de la Carrera Académica en el Bachillerato)
- “*Elaboración de videograbaciones a alta velocidad y de estrategias para el modelado matemático de fenómenos mecánicos que apoyen el desarrollo de los cursos curriculares de Física I, II y III*” (2008-2010) en el Programa **INFOCAB**.

METAS LOGRADAS

En lo general podemos hacer una evaluación de nuestro trabajo con resultados positivos dado que hemos logrado alcanzar buena parte de las finalidades que nos hemos propuesto; entre ellas podemos mencionar los siguientes indicadores:

- 1) Se han dado asesorías a profesores con sus grupos académicos con actividades de aprendizaje diseñadas por el Grupo LAC que apoyan los aprendizajes y temáticas abordadas en los Programas de las Asignaturas de Física.
- 2) Se han impartido Cursos-Taller de actualización en el empleo de estos recursos tecnológicos para profesores
- 3) Hemos logrado motivar a estudiantes en el estudio de la Ciencia, particularmente en la Física, como muestra la respuesta a nuestra convocatoria para participar en las Estancias LAC, que se ha mantenido atendiendo un promedio de 6 grupos de 25 alumnos por grupo cada semestre durante los últimos 12 años, que corresponde a una población aproximada de 3600 estudiantes en una actividad extracurricular.
- 4) Hemos producido materiales de apoyo para la enseñanza y aprendizaje de la Física (Fig. 6) con el empleo de estos recursos tecnológicos modernos:



Fig. 6 Materiales de apoyo elaborador por los integrantes del Grupo LAC.

- 5) Hemos trabajado en la difusión de nuestro trabajo en diferentes foros sobre Enseñanza de la Ciencia y de la Física.
- 6) Algunos de los alumnos de las Estancias han participado con sus trabajos de investigación en eventos que se realizan en el CCH y en la UNAM en general, así como en concursos a nivel nacional como los Concursos Metropolitano y Nacional de Aparatos y Experimentos de Física organizado por la Sociedad Mexicana de Física donde contamos con 17 Equipos Finalistas en las categorías de Experimento y Aparato Didáctico.

CONCLUSIONES

Consideramos que los resultados que arroja nuestra experiencia del trabajo con los alumnos, tanto en los laboratorios curriculares, como en las Estancias LAC y en las asesorías a profesores y alumnos, reflejan un creciente interés de su parte por participar y conocer más, tanto en diferentes área el campo de conocimiento de la Física como en el uso de estos modernos recursos tecnológicos que facilitan la realización del trabajo experimental, la recolección, análisis e interpretación de la información, y proporcionan información más rápida, precisa y confiable.

Con el uso de estos recursos tecnológicos modernos apoyados con los materiales de apoyo que hemos diseñado, creemos que la realización de experimentos ha resultado más atractiva para los alumnos como muestra la respuesta a la invitación para participar en la Estancia, una actividad de carácter extracurricular. Hemos comprobado que los alumnos comprenden mejor los conceptos físicos, son capaces de planear sus diseños experimentales para resolver problemáticas específicas, se tornan más hábiles para analizar, entender y explicar otros fenómenos naturales que ocurren en la naturaleza y que están relacionados con su vida cotidiana, y son capaces de relacionar las magnitudes físicas que están involucradas en ellos hasta ajustar a modelos matemáticos las relaciones existentes entre ellas e, inclusive, llegan a desarrollar simulaciones con las herramientas computacionales que aprenden a emplear con nosotros, tanto en los cursos curriculares como en las Estancias, que les permiten validar o no sus hipótesis de trabajo y los modelos que proponen.

Actualmente estamos realizando una investigación en colaboración con la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) para comparar el desempeño de los alumnos de bachillerato que emplearon estos recursos tecnológicos y quienes no tuvieron acceso a ellos a partir de una prueba de razonamiento científico que recién aplicamos a una muestra de estos dos grupos de estudiantes, esperando encontrar diferencias significativas en sus resultados.

BIBLIOGRAFÍA

- Astudillo Reyes, Virginia y Ramos Salamanca, Javier. Manual de Actividades Experimentales para los Cursos de Física I y II con el Empleo de Sensores y la Computadora de la Laboratorio de Física. CCH-UNAM. México, (2002).
- Astudillo Reyes, Virginia y Ramos Salamanca, Manual de estrategias didácticas con videograbación, sensores y modelado-simulación en Física. INFOCAB.UNAM. México, (2008).
- Astudillo Reyes Virginia, Ramos Salamanca Javier, “Guía de Experimentos y del empleo de sensores (versión ULI, Vernier)”, UNAM, México. (1980).
- Cabero, J: Tecnología educativa: Utilización didáctica del vídeo. PPU, Barcelona, España, (1989).
- Frade, Laura. Planeación por competencias. Inteligencia educativa, México. (2008).
- Giere R. N. Un nuevo marco para enseñar el razonamiento científico. Enseñanza de las ciencias, número extra, 63-70. España. (1999).
- Holton, G. Metaphors in Science and Education. Metaphors of Education, W. Taylor (Ed.), Cap. 7o, 91-113. EUA. (1984).
- Pérez V. R., Astudillo R. V. y Ramos S. J. Estrategias Didácticas empleando videograbaciones a alta velocidad, sensores, interfases y la computadora para el análisis de fenómenos mecánicos que apoyan el desarrollo de los cursos curriculares de Física I, II y III. UNAM. México (2009).
- Perner. Comprender la mente representacional. Ediciones Paidós. España. (1994).
- Pozo, J. I. Psicología y Didáctica de las Ciencias de la naturaleza: ¿concepciones alternativas? Infancia y Aprendizaje. España. (1993).

Pozo, Juan Ignacio. Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la Ciencia como cambio representacional. Revista Enseñanza de las Ciencias. Universidad Autónoma de Madrid. España. (1999).