

APLICACIONES DE LAS TIC's EN EL LABORATORIO DE FÍSICA

Análisis de una experiencia con aplicación de sensores de fuerza y posición

Ema Aveleyra, José Lipovetzky, María Teresa Garea
Departamento de Física – Facultad de Ingeniería – Universidad de Buenos Aires.
Paseo Colón 850, (1063), Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
eaveley@fi.uba.ar; jlipove@fi.uba.ar; tgre@df.uba.ar

Palabras clave: Física-sensores-interface-modelo-aprendizaje colaborativo

RESUMEN

El empleo de herramientas informáticas requiere de un trabajo integral de diseño, implementación y evaluación de las estrategias de enseñanza. En el presente trabajo se realiza la evaluación de una experiencia didáctica en la que se aplicaron nuevas tecnologías en el contexto del laboratorio de física. La misma tiene como eje el uso de sensores de posición y fuerza como medio de adquisición de datos y su análisis por medio de programas de computación. Los resultados obtenidos se triangulan a través de una encuesta a alumnos, de los informes de trabajos prácticos presentados por los mismos y de la observación participante de los docentes. El desarrollo de este trabajo se realizó en el primer ciclo de una Facultad de Ingeniería y la temática corresponde a la conservación de cantidad de movimiento y a las fuerzas impulsivas.

INTRODUCCIÓN TEÓRICA

Con la aparición de las TIC's se inicia una nueva revolución educacional. Diversos autores caracterizan a esta sociedad emergente como la "sociedad del aprendizaje", que se presenta acompañada con innovaciones organizativas, sociales y jurídicas. Los nuevos contextos afectan la labor educativa. Se requieren más y diferentes competencias en donde es más valioso la capacidad de usar creativamente el conocimiento y en especial el ligado al tecnológico (Brunner, Tedesco, 2003).

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación permiten actividades que promueven la comprensión y el análisis crítico de modelos para la construcción del conocimiento (Cámara, Giorgi, 2005). Desempeñan una función: a) motivadora en la medida que, con su aplicación, hagan más atractiva la experiencia de aprendizaje y promuevan el interés del alumno, b) investigadora, porque a través de su aplicación pueden ofrecerse entornos en los que el alumno indague, controle variables y tome decisiones, c) formativa, porque apoyan la presentación de los contenidos integrando diversas actividades sobre los mismos (Cabero, 2000). En esta propuesta se promueven dos enfoques diferentes y complementarios de su uso: como recurso informático por medio de un programa que interpreta los datos adquiridos por sensores, y desde la informática como recurso para el análisis de los datos a través de una planilla de cálculo (Muraro, Pérez, 2001).

En función de la experiencia docente en el aula y de los resultados obtenidos por los alumnos en las evaluaciones, en una asignatura de Física básica de una Facultad de Ingeniería, se detectaron dificultades conceptuales y procedimentales en la aplicación de los teoremas de conservación. Esto

motivó la búsqueda de estrategias de enseñanza, que faciliten a los alumnos la comprensión de los conceptos involucrados, para dar respuesta a dicha dificultad.

Los materiales educativos, a implementarse en forma integrada con las nuevas tecnologías, pueden ser herramientas de producción, de organización de la información o de resolución de problemas. Para seleccionarlos el docente debe plantearse si constituyen un puente de comunicación entre pensamiento y acción, si fomentan la creatividad y la autonomía y si permiten variar procedimientos ampliando los espacios didácticos. Para la construcción del conocimiento es necesario que el alumno realice determinadas operaciones sobre dicho material. Se pueden cambiar los recursos sin cambiar su uso pedagógico o su significado (Muraro, Pérez, 2001).

El uso de las nuevas tecnologías ayuda a la creación de entornos de aprendizaje en un marco constructivista potenciando las expectativas de los alumnos y su capacidad de operar sobre modelos (Chacón, 1997). La técnica de adquisición de datos por medio de sensores es un campo potencial para los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Gran cantidad de tareas profesionales y científicas giran en torno al procesamiento de datos. Para ello es imprescindible construir un modelo adecuado. Las planillas de cálculo son un instrumento poderoso y efectivo para organizar datos, categorizar información, identificar variables, establecer relaciones, plantear hipótesis y predecir resultados (Álvarez, 1996).

La estrategia didáctica presentada en este trabajo fue diseñada teniendo en cuenta tres niveles: conceptual, de interacciones con el alumno y experimental. Con respecto al primero se trabajó con la conservación de cantidad de movimiento y fuerzas impulsivas, respecto al segundo se elaboraron una guía abierta de laboratorio y técnicas de trabajo expositiva y grupal. En el nivel experimental se diseñaron detalles específicos del trabajo en el laboratorio.

MARCO METODOLÓGICO

La investigación realizada es de tipo exploratoria e interpretativa. La observación participante es un método interactivo de recogida de información que requiere una implicación del investigador en la situación que está observando. De ese modo desempeña un doble rol de docente y de investigador. Dicha metodología fue empleada para el análisis de esta experiencia didáctica, en que se aplicaron varios tipos de triangulaciones, teórica, metodológica y del investigador (Rodríguez Gómez et al, 1999). Se diseñó un instrumento: una encuesta con cuatro preguntas abiertas para recabar la opinión de los alumnos respecto del diseño de la práctica y su desarrollo. Las respuestas fueron categorizadas y sus resultados fueron un complemento de la observación realizada durante la experiencia.

DISEÑO EXPERIMENTAL ¹

Para el desarrollo de la práctica se utilizó un equipo experimental con dos móviles Pasco ME-9554, un carril inclinado, dos sensores de posición Pasco CI-6742, un sensor de fuerza Pasco CI-6537, una interface adquisidora de datos Pasco 750 y una computadora. El sistema para medir, grabar y

¹ El detalle del diseño de la experiencia de laboratorio asociada a este análisis fue presentado en el Segundo Congreso Iberoamericano de "Educación y Nuevas Tecnologías". Buenos Aires, Julio de 2005.

analizar datos está controlado por la computadora a través del programa Science Workshop. El programa posee una ventana principal a partir de la cual se puede acceder a otras con funciones claramente definidas, y su manejo es simple e intuitivo. El programa fue previamente evaluado de acuerdo con los siguientes criterios: la información que contiene, el tipo de interface, la comunicación propuesta y las características de la interactividad.

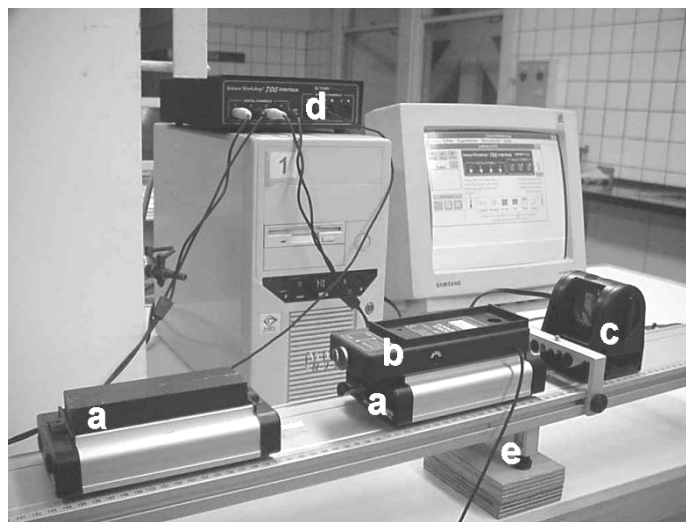


Figura 1. Dispositivo experimental formado por: (a) móviles Pasco ME-9554, (b) sensor de fuerza Pasco CI-6537 (c) uno de los sensores de posición Pasco CI-6742, (d) interface de adquisición de datos Pasco 750 y (e) carril inclinado.

DESARROLLO DE LA EXPERIENCIA

En esta experiencia didáctica, con la utilización de un carril lineal, dos móviles, una PC con una interface y un programa para la adquisición de datos, se realizaron colisiones entre los móviles, de modo de estudiar la conservación de la cantidad de movimiento y su relación con las fuerzas actuantes para distintos intervalos de tiempo. Para el análisis de los resultados se propuso a los alumnos el uso de una planilla de cálculos.

Una vez diseñada la experiencia, probado el material de trabajo y analizados los resultados de las mediciones, llevadas a cabo por los docentes, se redactó una guía abierta para orientar el trabajo áulico. En esta instancia se trabajó con dos grupos de alumnos, de formación diferente, para evaluar el diseño y aplicación de la práctica. Uno de ellos, integrado por alumnos que estudiaron en un colegio universitario y de los cuales algunos son ayudantes de laboratorio en la actualidad, el otro más heterogéneo provenían de escuelas diferentes.

Antes de comenzar el trabajo experimental en el laboratorio, se analizaron con los alumnos las condiciones que deben cumplirse para que se conserve la cantidad de movimiento de un sistema durante una interacción. Se plantearon luego distintos tipos de colisiones de modo que pudieran realizar predicciones de los resultados. La discusión fue realizada con cada grupo de trabajo, de manera que todos los alumnos pudieran participar activamente. Después de la discusión teórica realizaron el experimento, que consistió en lanzar dos móviles sobre un carril levemente inclinado para hacerlos colisionar entre sí. Con los sensores de movimiento montados sobre el carril se monitoreó la posición y velocidad de los móviles. Con el sensor de fuerza se midió la magnitud de la fuerza impulsiva que aparecía entre ellos durante la interacción. Los sensores estaban conectados a una computadora personal a través de una interfaz de adquisición de datos. Por medio del

programa Science Workshop se controló el sistema de medición. El programa permitió además analizar los datos obtenidos, graficar los resultados y realizar cálculos. Para que la complejidad del equipo no perturbara el desarrollo de la práctica y los alumnos pudieran concentrarse en los aspectos principales de la misma, ya habían realizado varias semanas antes otra experiencia sencilla relativa a Cinemática con los mismos sensores.

Como resultado de las mediciones los alumnos obtuvieron gráficos y tablas de datos de velocidad y fuerza en función del tiempo. Luego determinaron los intervalos de tiempo para los cuales iban a modelizar y, por medio de una planilla en Excel, realizaron los cálculos necesarios para estudiar la conservación en cada colisión. En las figuras 2 y 3 se muestran los gráficos obtenidos por los alumnos en una medición.

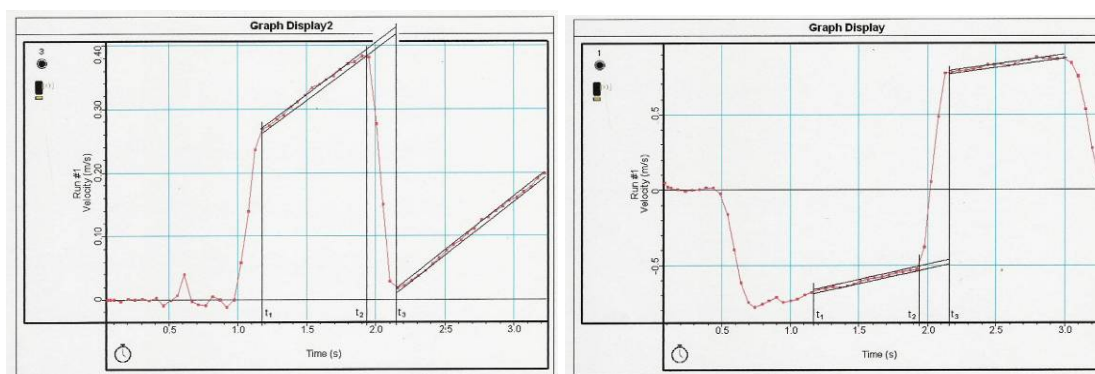


Figura 2. Gráficos de velocidad en función del tiempo obtenidos por los alumnos. En el mismo gráfico identificaron los intervalos correspondientes a la colisión.

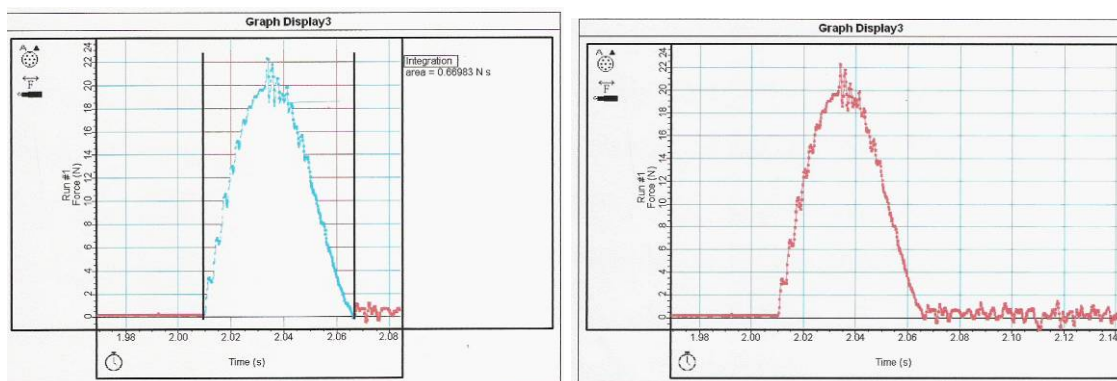


Figura 3: Gráficos de fuerza en función del tiempo obtenido por los alumnos. Usando el programa podían calcular numéricamente el impulso de la fuerza durante la colisión.

Por otro lado, desarrollaron un modelo teórico para explicar cada colisión y contrastaron los resultados obtenidos a través de este modelo con los hallados experimentalmente. Toda esta elaboración se volcó en un informe grupal que fue evaluado y discutido posteriormente con los docentes.

ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA

A través de la experiencia realizada se integró, en una única estrategia didáctica, el recurso informático (sensores, interface y programa) y la informática como recurso (planilla de cálculo) para el análisis e interpretación de una situación real cumpliéndose ampliamente los objetivos planteados.

El hecho que el carril estuviera inclinado permitió estudiar una colisión, con una fuerza externa distinta de cero, en la que se podía seguir aplicando el modelo teórico desarrollado. El impulso de dicha fuerza resultó despreciable frente al impulso de la fuerza debida a la colisión entre ambos móviles en ese intervalo de tiempo.

Finalizada la experiencia se realizó una encuesta a los alumnos que participaron de la misma. A través de este instrumento, del análisis de los informes presentados y de la observación participante de los docentes se obtuvieron algunos resultados que se comentan a continuación.

➤ OBSERVACIÓN PARTICIPANTE

En una primera etapa los docentes ensayaron y analizaron la experiencia. En una segunda etapa, en la interacción con los alumnos, y a través de una metodología de observador participante se pudo validar que la estrategia didáctica era adecuada para la comprensión del tema colisiones.

Cabe destacar el interés mostrado por los alumnos en el desarrollo de toda la experiencia. Pudieron relacionar los datos obtenidos experimentalmente con los conceptos teóricos vistos anteriormente y, en particular, los sorprendió la posibilidad de obtener curvas similares a las que presentan los textos y la guía de ejercicios. No tuvieron inconvenientes en la manipulación del instrumental.

La realización de la práctica les permitió realizar predicciones, con respecto a la conservación de la cantidad de movimiento de cada móvil y del sistema en distintas situaciones, con una interpretación y aplicación adecuadas del modelo sustentado.

➤ ANÁLISIS DE ENCUESTAS (Anexo)

Se recogieron las respuestas que fueron categorizadas en función de tres parámetros, los dos primeros en relación al diseño, comprensión e integración de los temas y el tercero respecto a las dificultades experimentales.

- A) Comprensión del tema: consideran que les ayuda a comprender la conservación de la cantidad de movimiento y la posibilidad de realizar la experiencia en donde, habiendo una fuerza externa pueden despreciarla. Es decir les permite trabajar la interacción entre situación real y modelo físico. El análisis a través de dos caminos (cálculo de la conservación de cantidad de movimiento y de la fuerza impulsiva) los ha ayudado para interrogarse y fijar conceptos.
- B) Encuentran que esta experiencia está relacionada con ciertos problemas de la guía de la materia (los mencionan) de modo que ven ciertos conceptos y situaciones que se pueden analizar desde diferentes contextos. Respecto de la integración con la teoría consideran que la necesitaron para comprender la práctica, esto está de acuerdo con el marco epistemológico sustentado por los docentes en cuanto a que el experimentador trabaja en función de su marco previo. Los alumnos

reconocen que otras experiencias realizadas con anterioridad en el laboratorio, errores de medición y uso de sensores, sirvieron de base en el desarrollo de ésta.

- C) Manifiestan haber tenido dificultades en la obtención de gráficas adecuadas, para definir el modelo, debido al ajuste en las condiciones experimentales. Las mismas se tendrán en cuenta para su próxima implementación.

Como comentario final consideran que es importante la realización de prácticas menos pautadas.

➤ ANÁLISIS DE INFORMES

Los alumnos presentaron un informe grupal, en que expusieron los resultados del experimento. Se observó que trabajaron con más motivación que en otras prácticas de laboratorio, lo que se tradujo en la presentación de informes más elaborados. Esto ocurrió con ambos grupos, sin distinción respecto a las diferencias en las formaciones previas de los alumnos.

Para justificar las predicciones hechas incluyeron introducciones teóricas en las que desarrollaron análisis completos acerca de la conservación de cantidad de movimiento, mostrando una sólida comprensión del tema. Incluyeron junto a sus explicaciones ejemplos sacados de la vida cotidiana, mostrando además la capacidad de construir modelos físicos para representar sistemas reales.

Con respecto al análisis del experimento, se observó que los alumnos pudieron comparar los resultados obtenidos experimentalmente con sus predicciones. Tuvieron una actitud crítica acerca de cómo la incerteza en las mediciones afecta el rango de validez de los modelos propuestos, lo cual es muy importante en el contexto de la Física.

La posibilidad de comparar la variación de cantidad de movimiento de los móviles con gráficos de fuerza en función del tiempo les permitió comprender mejor qué sucedía durante la colisión. Pudieron entonces relacionar toda la información recolectada durante la experiencia, mostrando un grado de comprensión más completo del tema.

Por último, respecto del uso de la informática como herramienta, los grupos realizaron por su discusiones acerca de la forma en que los programas utilizados presentan los datos al usuario. La aplicación de la misma les permitió acercarse más a una situación real de trabajo en el ámbito de la Ingeniería.

CONCLUSIONES

Se enfatiza la importancia de los pasos seguidos en el diseño de la experiencia, la prueba experimental realizada por los docentes, el trabajo inicial con dos grupos diferentes y la triangulación de los datos obtenidos. Esto permitió el rediseño posterior de la experiencia. Esta estrategia didáctica, aplicada a un tema que resulta conflictivo para los alumnos que cursan esta asignatura, va a continuar implementándose mejorada, (en relación a la evaluación realizada por los docentes) y extendida a diferentes cursos de la asignatura.

Es necesario tomar conciencia que se construyen conocimientos en un contexto social, en relación con los otros. Por lo tanto, se deben privilegiar las situaciones de aprendizaje en el aula universitaria que favorezcan la interacción entre alumnos, entre alumnos y profesores y entre profesores entre sí (de la Barrera, 2003).

Las prácticas de laboratorio de esta materia cubren diversos aspectos de medición (ejemplo: uso de calibres, cronómetros). Hay que saber dónde y cuándo es útil la tecnología para poder aplicarla criteriosamente.

La forma de trabajo propuesta está de acuerdo con una concepción de currículum actual en que se trata de integrar el trabajo experimental y las situaciones problemáticas (Gil Pérez y Valdés Castro, 1997). Debe tenerse en cuenta que no es suficiente el uso de un determinado recurso informático para producir buenos resultados. Depende de su aplicación y de su articulación en los desarrollos curriculares. Expresa Mariana Azocar "*ser rigurosos, equilibrados, puesto que nuestra meta es la educación y no la novedad tecnológica*" (Brunner-Tedesco, 2003, p.150).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁLVAREZ, H., (1996). Tecnologías de información como soporte a modelos didácticos novedosos: Las hojas de cálculo como herramienta didáctica. *Informática Educativa*, 9(2), pp. 103-121.
- AYLWIN AZOCAR, M. (2003). Educación, tecnología y política: el caso de Chile, en: Las nuevas tecnologías y el futuro de la educación. Brunner, J.J., Tedesco, J.C. Septiembre, Buenos Aires.
- BRUNNER, J.J., TEDESCO, J.C. (2003). Las nuevas tecnologías y el futuro de la educación. Septiembre, Buenos Aires.
- CABERO J., SALINAS J., DUARTE, A., DOMINGO, J. (2000). Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación. Síntesis, Madrid.
- CÁMARA, GIORGI, (2005). Educación en Ciencias e Ingeniería. *Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas*, pp.263-271.
- CHACÓN F. (1997). Contribución pedagógica de las Tecnologías de Computación en Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación en la Enseñanza. Fainholc B. (comp.). Aique, Buenos Aires.
- de la BARRERA S. (2003). Práctica docente y pedagógica en la Universidad. En Docencia universitaria. Miradas críticas y prospectivas. Mancini, A., Macchiarola, V. (compiladoras). Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba.
- GIL PÉREZ, D. y VALDÉS CASTRO, P. (1997). La resolución de los problemas de física: de los ejercicios de aplicación al tratamiento de situaciones problemáticas. *Revista de Enseñanza de la Física*, 10, 2, 5-20.
- MURARO, C. PEREZ, A. Programa de Formación Continua. F.C.E. (2001). Aportes de las Tecnologías de la Información y la Comunicación a la Enseñanza Universitaria. Enseñando en Ciencias Económicas. (F.C.E.), Buenos Aires.
- RODRÍGUEZ GÓMEZ G., GIL FLORES J., GARCÍA GIMÉNEZ E. (1999). Metodología de la investigación cualitativa. Aljibe, Málaga.

ANEXO - ENCUESTA

1- ¿ La realización de la experiencia relativa a colisiones con el uso de sensores, te ayudó a comprender mejor conceptos relativos: a) la conservación de la cantidad de movimiento de un sistema, b) pares de interacción, c) fuerzas impulsivas ?

2- ¿Encontraste relaciones entre el desarrollo de esta práctica y: a) ¿los problemas de la guía?, ¿cuáles?, b) ¿los temas abordados en la clase teórica?, c) ¿otras prácticas de laboratorio?

3- ¿Hubo problemas para realizar la experiencia?, ¿cuáles?

4- ¿Hay algún otro comentario o sugerencia que desees hacer?