

El desarrollo de prácticas de laboratorio de física básica mediadas por las NTIC's, para la adquisición y análisis de datos, en una experiencia universitaria con modalidad b-learning

Adrián Ferrini, Ema E. Aveleyra

Departamento de Física – Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de Buenos Aires.

Resumen

En el siguiente trabajo se analiza una experiencia realizada en un curso de física básica, de una facultad de ingeniería, en el que se está ensayando una plataforma de e-learning integrada al aula.

Tanto en la formación como en la vida profesional (planta, obra, peritajes,...) el ingeniero debe manejar instrumentos de medición manuales y también mediados por TIC's, buscar y seleccionar información, trabajar en equipo y tomar decisiones.

A través del diseño e implementación de una estrategia didáctica, referida al estudio de la variación temporal de la fuerza de tensión para el modelo del “*Péndulo Simple o Ideal*”, se analiza cómo los estudiantes desarrollan ciertas competencias para la interpretación y explicación de fenómenos físicos. La propuesta de trabajo incluye el recurso informático que, a través de un programa el Science Workshop, permite la adquisición y representación de datos obtenidos con un sensor de fuerza, y la informática como recurso, a través de una planilla de cálculo y de diversas herramientas proporcionadas por una plataforma de e-learning. Los primeros resultados muestran cómo los estudiantes se acercan al trabajo del profesional, al tomar decisiones en los arreglos experimentales, al estimar posibles resultados, contrastando el modelo teórico y el experimental, y trabajando en forma colaborativa con otros estudiantes y docentes.

Palabras claves: b-learning, plataforma, sensores, interface, trabajo colaborativo.

1. Introducción

El acceso al conocimiento supone asumir los desafíos que plantean las nuevas tecnologías a las instituciones y a los métodos de enseñanza. La reconversión permanente obligará a las universidades a modificar sus

diseños curriculares y a formar más en el dominio de los conocimientos "sobre conocimientos" (Tedesco, 2004). Esta actitud frente al saber, en especial en el marco de las ciencias fácticas, muestra una tendencia que puede favorecer en el alumno la comprensión de modelos físicos.

Gracias a las herramientas informáticas hoy es posible trabajar con problemas abiertos, en los cuales los alumnos pueden estudiar con mayor profundidad los fenómenos naturales mediante la modificación de variables y parámetros. El diseño de propuestas didácticas con experiencias realizadas en el laboratorio con NTIC's, en las que el estudiante toma conciencia de los modelos para su estudio a través de: a) la combinación de experiencias reales tradicionales con virtuales, b) la capacitación en el manejo de instrumentales y, c) la inclusión de experimentos que impliquen cierta complejidad, puede favorecer el desarrollo de la capacidad de análisis crítico en los estudiantes (Cámara, Giorgi, 2005).

Con la incorporación de las NTIC's, para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, caben formularse las siguientes preguntas: ¿qué aporta a la experiencia tradicional el uso de estos recursos tecnológicos a la hora de modelizar?, ¿cómo se pueden trabajar en el aula integrada, a través de una modalidad b-learning, las experiencias de laboratorio?, ¿qué herramientas del entorno fomentan un trabajo más colaborativo? Dada la creciente integración de soluciones numéricas, mediante ordenador y software asistente, a las situaciones problemáticas y experimentales ¿qué competencias es conveniente priorizar, en los estudiantes, desde el comienzo de los cursos básicos de ciencias?

2. Marco Teórico

Distintas investigaciones sobre el aprendizaje de conocimientos científicos indican que es un proceso activo en el que los estudiantes construyen

y reconstruyen su propio entendimiento a la luz de sus experiencias (Hodson, 1994). Al hacer selecciones y llevar a cabo estrategias, los científicos utilizan un tipo adicional de conocimiento que sólo puede ser adquirido con la práctica de la ciencia, esencia del saber hacer del científico creativo. Si el objeto de elaborar teorías científicas es la explicación y predicción, entonces los estudiantes deberían ser estimulados de modo de poner a prueba la propia capacidad de explicación y predicción. A su vez, al facilitar que los alumnos lleven a cabo sus propias investigaciones se contribuye a desarrollar su comprensión sobre la naturaleza de la ciencia y su reflexión sobre el propio aprendizaje personal (Novak, 1990). Por ello puede resultar más productivo comenzar por los problemas tipo ingeniería, con apoyo tecnológico, y luego pasar a los más científicos.

Aprender ciencia debe ser una tarea de comparar y diferenciar modelos. Jiménez Aleixandre y Sanmartí (1997) establecen cinco metas a lograr con la educación científica: a) el aprendizaje de conceptos y construcción de modelos, b) el desarrollo de destrezas cognitivas y razonamiento científico, c) el desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas, d) el desarrollo de actitudes y valores, e) la construcción de una imagen de la ciencia. La meta de la educación científica debe ser que el alumno conozca diversos modelos para la interpretación y comprensión de la naturaleza. Debe ayudar a que el alumno construya sus propios modelos pero también a que pueda interrogarlos o redescubrirlos, a partir de los elaborados por otros, ya sean sus propios compañeros o científicos eminentes. Cada persona construye un modelo representacional del mundo que le permite darle sentido. Estos modelos están compuestos por una serie de constructos personales interrelacionados o hipótesis provisionales del mundo (Pozo, Gómez Crespo, 2000). Un modelo conceptual en física es concebido, entonces, como una representación posible del mundo real. De ese modo, gran parte de la comunidad científica y educativa en ciencias, acepta la idea del conocimiento no como aproximación a la verdad sino como un acceso al mundo (Lombardi, 1999).

La introducción del medio informático, para la realización de experiencias reales en los laboratorios, posibilita modificar la situación de las actividades en donde predominan el diseño cerrado, el montaje experimental de acuerdo a una determinada rutina y los procedimientos tediosos de toma de datos. La dotación básica de equipamientos de un proyecto LAO (Laboratorio Asistido por Ordenador) está formado por elementos informáticos (ordenador-impresora-programa de gestión) y periféricos (interfaz-sensores y actuadores). El impacto didáctico de la aplicación de esta tecnología está relacionado con: 1) la ampliación de una gama de experiencias realizables, como las que

requieren medir intervalos de tiempo muy pequeños, 2) el incremento de la calidad de las medidas respecto a las experiencias tradicionales, por la rapidez de adquisición de datos significativos, 3) la facilidad en la toma de datos, 4) la cantidad de datos registrables, compatible con la memoria del sistema y, 5) la seguridad en la adquisición de datos, pues limita la influencia de elementos distorsionantes. El "registro de datos informático", cuya adquisición va unida a la representación gráfica de los mismos, implica mayor facilidad y rapidez en su interpretación, permitiendo la constitución de bibliotecas de registros experimentales. El efecto notable de la aplicación de sensores-interfaz-PC se manifiesta en las fases de registro, análisis de datos, elaboración y comunicación de conclusiones. Este efecto provoca un cambio cualitativo importante, respecto a las aportaciones pedagógicas de las experiencias de laboratorio realizadas tradicionalmente. Como las actividades se agilizan y simplifican, hay una nueva redistribución temporal de las sesiones de prácticas, en las que se produce una enfatización de las etapas del trabajo experimental como ser: la discusión acerca del diseño de las experiencias y la elaboración de conclusiones a partir del análisis de datos (Martínez, Parrilla Parrilla, 1994).

El hecho que los alumnos conozcan los principios tecnológicos de la automatización de experimentos, los acerca al conocimiento de las bases del control automatizado de los procesos productivos y les muestra la estrecha relación entre ciencia, técnica y sociedad. Ello presupone el conocimiento de una serie de dispositivos como sensores, puertos de entrada-salida, convertidor analógico-digital, interfaz de conexión. Las experiencias con alumnos preuniversitarios, en las que se plantearon problemas abiertos, con búsqueda de estrategias de resolución y toma de decisiones sobre las aproximaciones, fórmulas y disposición experimental, han resultado muy positivas (Valdés Castro R., Valdés Castro P., 1994).

Sin embargo, en un enfoque decididamente constructor de la educación, Seymour Papert alertó sobre el énfasis puesto en la función comunicativa de las nuevas tecnologías digitales, en desmedro de su potencialidad en la construcción del conocimiento. Sus afirmaciones son apoyadas por otros pedagogos, como Mariana Maggio (2000), quien plantea que "la transformación de las formas de enseñar no se produce por la renovación de artefactos sino por la reconstrucción de los encuadres pedagógicos de dicha renovación" (Kofman, 2004). La presencia en sí de las nuevas tecnologías no será el cambio a observar más importante, sino el asociado a las nuevas modalidades para la enseñanza y el aprendizaje: semi-presencial, a distancia, formación a través de la red. A partir de estos contextos se generan nuevos formatos didácticos para organizar la información, y facilitar el aprendizaje (Zabalza, 2002).

A través de las modalidades e-learning y b-learning el estudiante tiene que desarrollar competencias vinculadas a la búsqueda de información en la red, al desarrollo de criterios para valorar información, al trabajo en equipo y a la toma de decisiones. Se fomenta de este modo el aprendizaje autónomo y la culturalización tecnológica. El b-learning es la combinación de los paradigmas educativos presencial y a distancia, en un sistema que integra la enseñanza tradicional con el uso de recursos educativos basados en tecnología web. No se trata de reemplazar las formas de educación tradicionales sino de complementarlas y suplir sus limitaciones. Pero más que mezcla se propone hablar de integración, en referencia a la complejidad que implica el diseño, desarrollo e implementación de una solución b-learning (García Aretio, 2005).

3. Desarrollo de la Experiencia

3.1. Situación inicial

Durante el desarrollo de la unidad de dinámica del punto, los alumnos ya realizaron un estudio de la isocronicidad del péndulo ideal utilizando cronómetros de accionamiento manual. Las habilidades aprendidas en esa práctica sirven de estructura previa para rearmar esta experiencia, centrándose ahora en la variación de la tensión en el hilo y con el apoyo del recurso tecnológico e informático.

La experiencia se realizó en un curso de física básica en una facultad de ingeniería. En la primera fase del trabajo, el grupo de estudiantes tomó conocimiento del tipo de sensor de fuerza que iba a utilizar y de sus características, los soportes, la interfase y el software; de esta manera lograrían armar los equipos para la experiencia de una manera planificada dirigida a los objetivos. En esta etapa no contaron con una guía de trabajos prácticos y se utilizaron los manuales del

fabricante y registros previos de experiencias realizadas, en cursos anteriores, en forma presencial en el laboratorio. Luego, en el desarrollo propiamente dicho, se buscó la manera más eficiente de medir y estimar incertezas.

La propuesta didáctica que se presenta combina, por un lado, experiencias reales tradicionales con transductores electrónicos y, por otro lado, complementa la actividad de la clase tradicional con la utilización de una plataforma e-learning. El programa, asociado a la interface, permite obtener no sólo los datos de las variables numéricamente en tablas, sino que las grafica permitiendo visualizar y estudiar sus relaciones. La experiencia puede repetirse la cantidad de veces que se considere necesario con diferentes condiciones iniciales.

3.2. Estructura del e-ambiente

El ambiente para soporte de enseñanza y aprendizaje a distancia utilizada es la plataforma de acceso libre "TelEduc" (Universidad Estatal de Campinas, Brasil). La misma está instalada en el dominio de la institución. Posibilita la selección de diferentes recursos para emplearse en el desarrollo del curso. Así permite contar con un portafolio personal que puede ser visualizado por otros integrantes (estudiantes y/o docentes, accesos que se modifican a voluntad). De ese modo se facilita la producción grupal, por ejemplo, en los trabajos experimentales. Otras herramientas proporcionadas por el ambiente son: propuesta de actividades, soporte de material de apoyo, sección de lecturas administradas por los docentes, apartado de preguntas frecuentes, mural. Permite desarrollar foros de discusión y salas de conversación sincrónicas (chat), que se establecen por agenda. Cuenta con un correo interno y con herramientas administrativas que permiten realizar diversas actividades (control de frecuencia y número de accesos de los participantes a las diferentes herramientas).

3.3. Contenidos, objetivos, modalidad y comentarios, respecto a la experiencia concreta.

Modelo físico del péndulo ideal (Meriam J., Kraige L., (1998). Dinámica. Mecánica para Ingenieros. Reverté. Barcelona). Estudio de la variación temporal de la fuerza de tensión.

Objetivos	Modalidad presencial/ ambiente	Comentarios
a) Adquirir destreza en la obtención y análisis de datos, por intermedio de interface y ordenador. b) Organizar situaciones concretas, explicarlas y contrastarlas. c) Estimar la apreciación de cada instrumento de medición y aprender su utilización. d) Trabajar en forma colaborativa en el laboratorio y a través de las herramientas de la plataforma	Gerenciamiento del contenido en el ambiente (lectura en pantalla, descarga). Desarrollo en el laboratorio. Redacción de informes. Evaluación personalizada del informe escrito y oral	La modalidad b-learning se logra: a) mediatizando el contenido de la guía/consultas vía plataforma, uso del portafolio personal del alumno para las ediciones previas de su informe. b) con la interacción, en forma presencial, de docentes y alumnos. c) a través de foros de discusión para consultas e intercambio.

3.3.1. Descripción del material

Para el desarrollo de la práctica se utilizó un equipo experimental de uso didáctico; un sensor de fuerza Pasco CI-6537, barrera infrarroja para disparo de cronómetro, una interface Pasco 750 y una PC (Pentium II). El sistema para medir, grabar y 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.

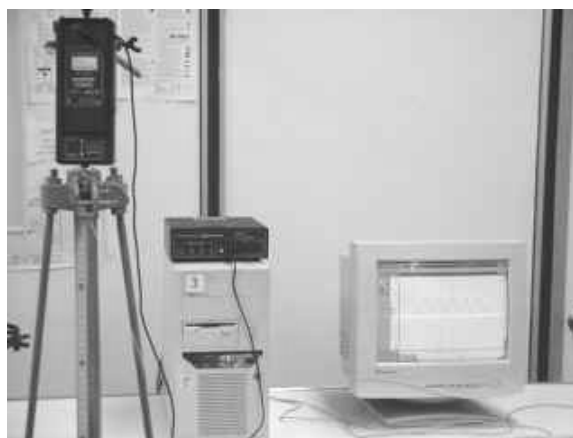
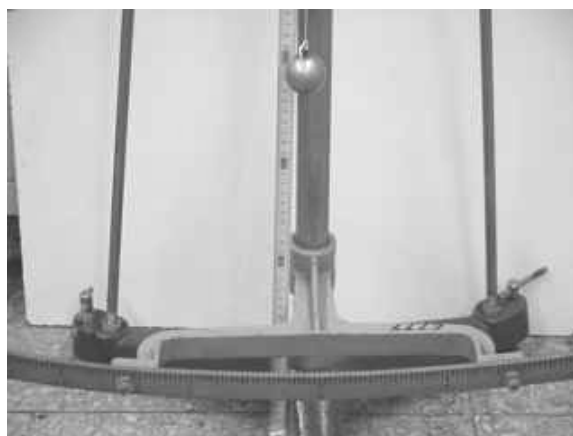


Figura 1

Montaje del dispositivo experimental,

a la derecha arriba: sensor, interface y PC,

a la derecha abajo: soporte y masa colgada del hilo.



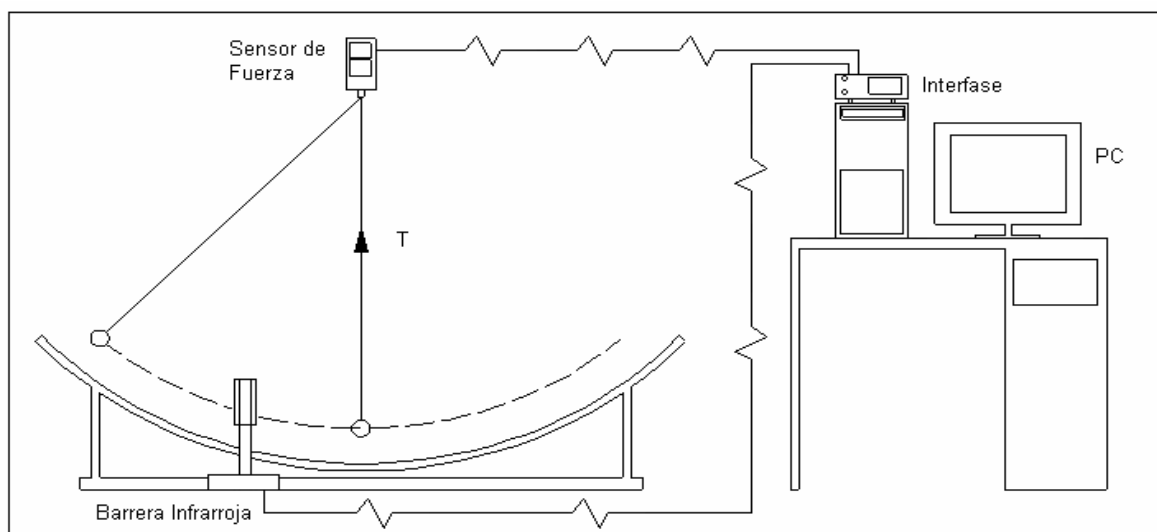


Figura 2. Esquema de la experimentación

En la figura 2 se muestra el diseño experimental utilizado para analizar y aplicar el modelo físico de péndulo ideal integrado a un sensor de fuerza analógico. Por medio de una interfase conectada a una placa SCSI (del acrónimo inglés *Small Computer System Interface* es una interfase estándar para la transferencia de datos entre periféricos en el bus del ordenador) ingresa a la PC datos sobre el comportamiento temporal de la tensión del hilo cada 0,1 segundos (en realidad la colección de datos se hace 100 veces más velozmente). En una entrada digital se conecta lógica y físicamente una barrera infrarroja que detecta cada paso de la esfera por la misma. La barrera acciona el cronómetro digital programable, incorporado en el software, que permite ignorar pasajes de la esfera intermedios obteniéndose así el período. Se puede verificar la adquisición de datos en tiempo real (gráficamente para el sensor de fuerza y mediante display programado para el cronómetro) y controlar pausas y detenciones en este procedimiento. Los datos se almacenan mediante un software específico y, se guardan las tablas y gráficos en un formato determinado.

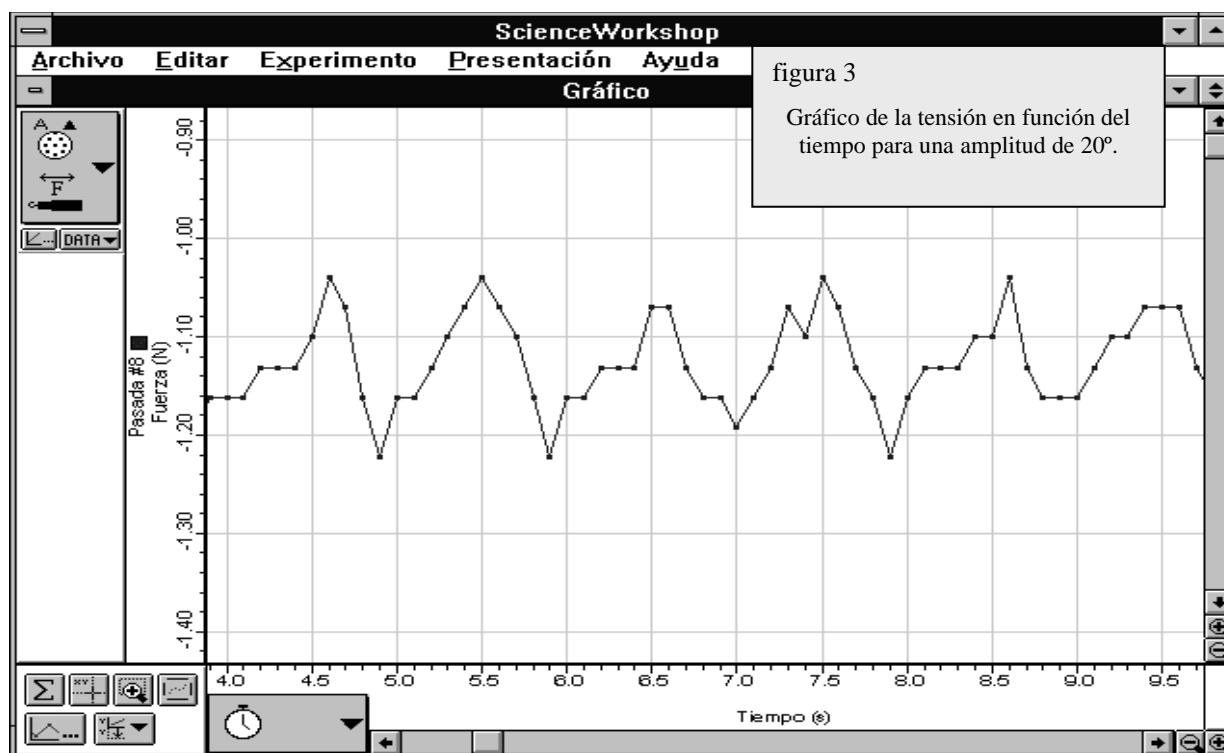
En función de una estrategia didáctica de diseño conceptual, experimental y de interacción grupal, los alumnos realizaron el análisis del armado de la práctica, seleccionando las variables a estudiar y planificando el proceso de medición, para finalmente desarrollar la experiencia propiamente dicha.

3.3.2. Respecto a la experiencia concreta

Los estudiantes realizaron mediciones: a) del período de oscilación del péndulo y, b) de la fuerza de tensión en el hilo. Los datos sensados fueron exportados a una planilla de cálculo para crear y estudiar gráficos.

Mediante cronómetro disparado por barrera infrarroja, conectado a la interfase, se determinó que el período es $(2,00 \pm 0,01)$ segundos (para la longitud del ejemplo, fig.3).

Para determinar la periodicidad de la tensión, en el movimiento de oscilación del péndulo, se hicieron corridas con amplitudes y longitudes variables. Se obtuvieron diversos gráficos de tensión en función del tiempo. El sensor analógico mide directamente la tensión en el hilo en la dirección de su eje vertical. Por dicho motivo, los estudiantes buscaron y hallaron la solución de guiar el hilo mediante un orificio pasante en el soporte. El sensor-soft distingue si es traccionado o comprimido. Los picos de menor módulo corresponden a los tiempos en que el péndulo está apartado su máxima elongación. Los de mayor módulo, a los que el péndulo pasa por la posición de equilibrio. La periodicidad de los valores obtenidos es del orden de $(1,0 \pm 0,1)$ s.



3.4. Trabajo con la utilización de la plataforma

Las diferentes herramientas del ambiente que se utilizaron para esta experiencia fueron:

3.4.1. Portafolio

A través de esta herramienta los participantes del curso pueden almacenar textos y archivos para ser utilizados en el desarrollo. Esos datos personales pueden ser compartidos sólo con el profesor o con todos los participantes del curso. Cada participante puede visualizar los portafolios de los demás, pudiendo aún hacer comentarios sobre ellos. Esta posibilidad se utilizó en la etapa de composición de tablas y gráficos, edición y corrección a distancia del informe final.

3.4.2. Foro de Discusión

Permite el acceso a una página, que contiene los tópicos en discusión, con la visualización de manera estructurada de los mensajes recibidos y enviados. Fue utilizado por los estudiantes y profesores para plantear consultas y comentarios en forma asincrónica.

3.4.3. Correo

Es un sistema de correo electrónico que es interno al ambiente. Se utilizó junto con la herramienta portafolio

para intercambiar los archivos de edición y procesamiento de textos.

3.4.4. Material de Apoyo

Los profesores presentaron informaciones útiles, para guía y apoyo en el desarrollo de las actividades propuestas, durante la elaboración del trabajo práctico.

4. Evaluación de la experiencia

4.1. De los docentes

A las ventajas de la utilización de sensores en las prácticas de laboratorio: a) rapidez en la adquisición de datos, b) posibilidad de disponer de tablas y gráficos confeccionados por el programa inmediatamente de realizar la experiencia, en este caso de fuerza en función de tiempo, c) posibilidad de elegir y variar las escalas y, ampliarlas convenientemente, se adicionan las ventajas del trabajo adicional con la plataforma. Se coincide con Twigg (2003) respecto a los incrementos significativos en la relación entre enseñar-aprender con una modalidad b-learning, respecto a las siguientes características: a) proceso más activo y centrado en el alumno, b) evaluación continua a través de un constante feed-back con los estudiantes, c) mayor interacción entre los estudiantes, d) tutoría presencial mejor desarrollada, e) mayor posibilidad de compartir recursos (Bartolomé, 2005).

4.2. De los estudiantes

4.2.1. Respecto al armado experimental

“Comenzamos estudiando el material de trabajo. Observamos y verificamos la posición de la barrera infrarroja y discutimos el largo del hilo ya que éste afectaba la medición. Una vez comenzada la experiencia notamos que al inicio de la medición la computadora registraba variaciones un tanto absurdas, esto era porque no le dábamos tiempo al péndulo a que pase regularmente por la barrera infrarroja una vez después de soltarlo. Para ángulos muy chicos la barrera infrarroja debía estar centrada, ya que si estaba muy sobre el final del recorrido del péndulo la computadora registraba dos períodos.”

4.2.2. En cuanto a resultados y uso de la plataforma

“En cuanto a los resultados obtenidos plasmados en los gráficos pudimos deducir que la tensión es máxima cuando pasa por el centro, donde el peso es colineal con el eje radial y la aceleración normal es máxima. En ese punto la V es máxima.

“...Utilizamos la clase presencial para ponernos de acuerdo en las divisiones del trabajo y en las pautas a seguir para el armado del mismo. Luego fuimos presentando diferentes versiones del práctico en el portafolio personal/grupal que ofrece la plataforma. La implementación de Teleduc acertó distancias, debido a que los integrantes del grupo somos de lugares bien distanciados geográficamente. ... Gracias a este mecanismo de corrección, pudimos encuadrar bien los objetivos del trabajo. Es decir, se partió de lineamientos muy generales y fuimos focalizando los objetivos a medida avanzaba el práctico. El docente nos orientaba en forma constante. Los inconvenientes no fueron muchos. Tal vez el mayor problema de este método es acostumbrarse a otra forma de trabajar, por parte de alumnos y docentes. Como conclusión de la experiencia, creemos que es un excelente complemento para las prácticas siempre y cuando se consiga una buena organización de trabajo”.

Comentario final

¿El perfil del ingeniero se comienza a formar desde los cursos de formación básica en ciencias?

En busca de una respuesta a este interrogante se realizó una búsqueda de perfiles propuestos por diversas universidades latinoamericanas. Como resultado del análisis y síntesis de dicha búsqueda se podría convenir en una definición resumida de este profesional, diciendo que "el ingeniero es un profesional que desarrolla, construye, interpreta, mantiene dispositivos y objetos

que utilizan ciencia aplicada, en función de sus conocimientos sobre los fenómenos naturales y los modelos que la ciencia propone para su estudio, con el fin de obtener beneficios para la comunidad, y con responsable observación de las normas, leyes y ética profesional”.

Las universidades y, en general, todo el sistema educativo deben preparar a ciudadanos para desempeñarse en un medio profesional propio de la sociedad del conocimiento. En dicho ámbito es prioritario la aplicación de las NTIC's, el desarrollo de criterios para selección y tratamiento de la información, y la formación en competencias que promuevan el trabajo colaborativo y cooperativo.

Referencias

- [1] Bartolomé, A. Blended learning. Conceptos básicos. www.sav.us.es/pixelbit/indicecompleto.htm, N° 23, abril, 2004.
- [2] Cámara C., Giorgi S. La potencialidad de las herramientas informáticas en la enseñanza de la física en carreras de ingeniería. *Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicadas*, 2005, pp.263-271.
- [3] García Aretio, L. Citado en Informe especial: ¿Es el Blended Learning la respuesta? *Learning Review*, N°9, Oct-Nov. 2005, p.4.
- [4] Herrán Martínez, C. Parrilla Parrilla, J.L. La utilización del ordenador en la realización de experiencias de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 12, nov. 1994, N°3.
- [5] Hodson, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 1994, 299-313.
- [6] Kofman, H. Integración de las funciones constructivistas y comunicativas de las NTIC's en la enseñanza de la Física Universitaria y la capacitación docente. *Revista de Enseñanza de la Física*. Vol.17, 2004, N°1, pp. 51-62.
- [7] Lombardi, O. La noción de modelo en ciencias. *Educación en Ciencias*, 2(4), 1999, 5-13.
- [8] Novak, J.D. *The Student Laboratory and the Science Currículo*. Londres. Routledge. 1990.
- [9] Pozo, J.I.Gómez Crespo, M.A *Aprender y enseñar ciencia*. Capítulos 1, 5, 8. Madrid. Morata. 2000.
- [10] Tedesco, J.C. *Educación en la sociedad del conocimiento*. Buenos Aires: FCE. 2004.
- [11] Valdés Castro, R. Valdés Castro, P. Utilización de los ordenadores en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 12, 1994, N°3.
- [12] Zabalza, Miguel Angel. *La enseñanza universitaria. El escenario y sus protagonistas*. Narcea, S. A. De Ediciones, Madrid. 2002.

Dirección de Contacto de los Autores:

tel.: (0054)(11) 4343 0891 int: 219

Adrián Ferrini
Av. Paseo Colón 850. (C.P. 1063)
Ciudad Autónoma de Bs.As.
República Argentina
e-mail: ferradrian@gmail.com
tel.: (0054)(11) 4343 0893 int: 211

Adrián Ferrini. Ingeniero Naval. Postgrado Esp. Higiene y Seguridad. (FIUBA). Prof. Universitario (U.C. de Salta). Docente de física en la FIUBA.

Ema Elena Aveleyra
Av. Paseo Colón 850. (C.P. 1063)
Ciudad Autónoma de Bs.As.
República Argentina
e-mail: eaveley@fi.uba.ar

Ema Elena Aveleyra. Profesora de Matemática y Física, con especialización en Informática Educativa. Investigadora del Gabinete de Desarrollo de Metodologías de la Enseñanza y docente de Física en la FIUBA.
