



RESOLUCIÓN DE UNA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE TIC

SOLVING A PROBLEM SITUATION USING ICT

Exequiel R. Frías, Graciela S Monzón y José Di Paolo

Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), Buenos Aires (Argentina)

Resumen

La resolución de problemas abiertos, orientados a situaciones y competencias pertinentes a su futura profesión, siempre genera en quienes ingresan a ingeniería un incentivo al autoaprendizaje, a la vez que facilita la evaluación de sus fortalezas y debilidades cognitivas. Más aun cuando la actividad incorpora herramientas novedosas como la cámara fotográfica digital, con la cual la mayoría de los alumnos está familiarizada. En el marco de los “Proyectos de innovación e incentivo a la docencia” de la FI-UNER en 2012, se realizó un trabajo práctico de laboratorio en física mecánica, en el que durante ocho semanas los estudiantes debieron resolver una situación problemática relativa a la dinámica de las rotaciones en total acuerdo con sus saberes previos. Se trabajó intensa y colaborativamente, incluso fuera de clases, mediante la utilización de la plataforma Moodle de la UNER. Los resultados del trabajo práctico se socializaron –por escrito y oralmente– en el curso y las resoluciones fueron calificadas para su aprobación. Analizando los desafíos y logros obtenidos, se considera que la propuesta merece continuar por los incentivos que proporciona a quienes son partícipes del proyecto, fundamentalmente en los estudiantes.

Palabras claves: problemas abiertos; TIC; trabajo práctico de laboratorio

Abstract

The open problem solving, situations relevant and competence oriented to their future profession, always produces in new students to engineering an incentive to self-learning, at the same time facilitates the evaluation of strengths and weaknesses cognitive. Still more when the activity incorporates innovative tools like digital photographic camera, with which most of students are familiar. In the framework of the “Innovation Projects and Incentives to Teaching” of the FI-UNER for 2012, we performed a laboratory practical work in Physics Mechanics, wherein during 8 weeks the students solved a problem situation on the dynamics of rotations in total agreement with their previous knowledge. Are worked intense and

collaboratively even outside of class using Moodle Platform of the FI-UNER. The results of practical work were socialized -written and orally - to the interior of the course and the resolutions were qualified for approval. Analyzing the challenges and achievements obtained, is considered that the proposal deserves to be continued by the incentives that provoke in all participants in the project, mainly students.

Keywords: open problems; ICT; practical laboratory work

Introducción

Los estudiantes, como seres sociales y futuros profesionales, oportunamente deberán responder a interrogantes de problemáticas diversas, que requerirán una profunda labor cognitiva. En este sentido, si bien cotidianamente quien ingresa a una carrera de ingeniería se enfrenta a situaciones problemáticas, es más interesante cuando se le estimula a encontrar soluciones a problemas inherentes a su formación curricular y a resolverlos con saberes idóneos para su preparación universitaria. Esta situación no es habitual en los cursos de primer año de ingeniería. Atento a ello, la cátedra de Física Mecánica se propuso que los jóvenes mejoraran el aprendizaje de los contenidos físicos involucrados, aplicando la potente estrategia de resolución de problemas.

En este trabajo se expone la metodología utilizada de acuerdo con dichas premisas y se presentan los resultados obtenidos al remplazar un trabajo práctico de laboratorio (TPL) tradicional (diseñado de manera conductista, tendiente a aplicar procedimientos de medición) por otro en el que se plantea específicamente la resolución de una situación problemática, en el contexto del desarrollo de la asignatura y utilizando diversas TIC en su implementación.

Tal como lo expone el trabajo de Campanario et al. (1999) existen diversas formas de enseñar las ciencias. Este trabajo plantea una situación de aprendizaje basado en problemas –no estrictamente como lo definen la mayoría de los autores– en la que se exhorta a los estudiantes a un trabajo interdisciplinario que permite optimizar los recursos humanos y didácticos disponibles. Esta tarea se vuelve menos compleja cuando se realiza a partir de la preparación básica lograda en un curso de nivelación en Física, luego de haberse desarrollado el primer cuatrimestre en forma simultánea con las demás asignaturas del currículo.

Los propósitos fundamentales del trabajo práctico son: fomentar la enseñanza y aprendizaje de la aplicación de la estrategia de resolución de problemas en el desarrollo de un TPL, evaluar sus potencialidades con contenidos propios de la asignatura y propiciar que los estudiantes desarrollen competencias que les permitan afrontar un problema abierto. Estas últimas incluyen: utilizar diversos recursos de las TIC (cámara digital, plataforma virtual Moodle y *software* adecuado para el procesamiento de imágenes, entre otros), trabajar colaborativamente, identificar y valorar conocimientos disponibles, distinguir variables y constantes físicas involucradas en el proceso de medición, presentar información recabada de forma clara, concisa y gráfica, ordenar y socializar datos, establecer conclusiones de la resolución obtenida, confeccionar informes y autoevaluar el trabajo desarrollado.

En cuanto al enfoque de las competencias en TIC, coincidimos con la visión de los estándares fijados por la Unesco (2008), que expone:

Las nuevas tecnologías (TIC) exigen que los docentes desempeñen nuevas funciones y también, requieren nuevas pedagogías y nuevos planteamientos en la formación docente. Lograr la integración de las TIC en el aula dependerá de la capacidad de los maestros para estructurar el ambiente de aprendizaje de forma no tradicional, fusionar las TIC con nuevas pedagogías y fomentar clases dinámicas en el plano social, estimulando la interacción cooperativa, el aprendizaje colaborativo y el trabajo en grupo. Esto exige adquirir un conjunto diferente de competencias para manejar la clase.

Metodología

Se llevó a cabo un trabajo durante ocho semanas del segundo cuatrimestre del año 2012, mediante un

cronograma de actividades de interacción estudiante-docente, como muestra la tabla 1. En la misma se pueden distinguir tres momentos fundamentales: clases iniciales o disparadoras (dos semanas), desarrollo del TPL (cinco semanas) y evaluación (una semana). El trabajo se desarrolló como último TPL del año. Se debía resolver una situación problemática (SP) con la consideración que tenía el mismo tenor de aprobación a los demás TPL del curso anual, y el mismo beneficio del tiempo curricular que los anteriores pero con mayor posibilidad en cuanto al tiempo extracurricular por las clases de consulta presencial y virtual que se dispuso desde la cátedra.

Participaron en total 74 alumnos organizados en 21 grupos de trabajo (integrados por un número de 3 a 5 alumnos, elegidos libremente al inicio del año). Corresponde destacar que dichos grupos, en su mayoría, se mantuvieron estables en cantidad de integrantes durante el curso anual.

Dado que esta modalidad y metodología habían sido implementadas un año antes, cohorte 2011, con objetivos, métodos y resultados similares, se contaba con un valioso antecedente propedéutico desde donde plantear y estructurar esta propuesta.

Tabla 1. Cronograma de actividades desarrolladas para la implementación de la metodología propuesta.

Semana 1	Clase 1	Desarrollo de una clase en el Laboratorio de Informática. Introducción a la resolución de problemas abiertos. Planteamiento de una situación problemática específica. Simulacro de resolución, con utilización de la plataforma Moodle de la Fiuner.
Semana 2	Clase 2	Socialización de las actividades grupales destinadas a la resolución definitiva de la situación problemática planteada en la clase 1. Autoevaluación y cierre. Planteamiento de la situación problemática por resolver a partir de la semana 3.
Semanas 3 y 4	Etapas 1	Búsqueda bibliográfica para el diseño y resolución de la experiencia elegida.
Semana 5	Etapas 2	Planteamiento de los objetivos, materiales por utilizar y procedimientos elegidos para la realización de la experiencia.
Semana 6	Etapas 3	Desarrollo de la experiencia seleccionada, en el Laboratorio de Física de la FI-Uner. Ajustes necesarios.
Semana 7	Etapas 4	Redacción del informe correspondiente. Presentación del informe por escrito, en forma grupal y siguiendo pautas precisas como inclusión de análisis de errores de medición y conclusiones.
Semana 8	Evaluación	Socialización del trabajo realizado, en forma oral y en grupo ante sus compañeros y docentes, justificando lo realizado. Autoevaluación, coevaluación y evaluación por parte de los docentes.

Las dos clases iniciales se aprovecharon en su totalidad (1,5 h cada una), para aplicar con los estudiantes y a la vez explicar la metodología de trabajo, la cual difiere de la que habitualmente se desarrolla en ésta y otras asignaturas. Para ello se utilizó la siguiente situación problemática: *¿Cómo podemos determinar la rapidez de un balón?*

Luego se realizó el “simulacro” de resolución con la siguiente organización: reconocimiento de la SP,

formulación de hipótesis, identificación de conocimientos necesarios, diseño de tareas, recopilación y sistematización de la información, así como elaboración de conclusiones con el propósito de favorecer el reconocimiento de los posibles requerimientos de su utilización. Se hizo énfasis en el análisis de la SP y el razonamiento que puede llevar a una posible solución, tal como lo plantean Leonard et al. (2002). Utilizando un dispositivo de péndulo balístico que posee la cátedra y sugiriéndoles la utilización de una

cámara fotográfica digital (CFD) con un *software* de uso libre para el tratamiento del video, fue posible esbozar propuestas de solución a la situación planteada, con la guía permanente, mediante pautas y preguntas orientadoras. Estas actividades fueron realizadas con mayor facilidad, con el uso de la plataforma Moodle de la FI-Uner, en la cual se incluyeron las actividades de cada clase, cronograma, tutorial del *software*, enlaces de descarga y la habilitación de un foro de discusión para la interacción de los docentes y los estudiantes. Esta propuesta plantea un entorno de trabajo diferente, como lo expone Salinas (2012), destinado a fortalecer las competencias necesarias para abordar la resolución de problemas abiertos y lograr una participación más activa del estudiante en su propio aprendizaje.

Al final de las clases iniciales se les solicitó a los estudiantes el desarrollo del TPL, con el objetivo de establecer –con el mayor grado de precisión– la relación planteada en la segunda Ley de Newton para rotaciones (SLNR), y hubo que desarrollar una experiencia de laboratorio en la que se estableciera el nivel de comprobación y se utilizara la teoría de errores en las mediciones, incluyendo mediciones realizadas con una CFD.

La CFD posee un sensor de 1,3 megapíxeles (Mp) y toma 30 fotogramas por segundo (FPS). Las imágenes obtenidas se utilizaron básicamente como “cronómetro digital”, midiendo posición y tiempo inicial en un fotograma y posición y tiempo final en otro, mediante un sistema de referencia diseñado especialmente (ver más adelante). Con lo que se obtiene una incerteza de 1/30 s. Si bien la precisión en la medida del tiempo es menor que la de un cronómetro digital (generalmente 1/100 s), disparado por un sensor de fotopuerta, esta metodología les permite a los estudiantes incursionar en una temática novedosa e incluso comparar las mediciones obtenidas por ambos métodos.

Cada grupo de estudiantes tuvo acceso a diferentes dispositivos de laboratorio (en función de la experiencia que plantearan) tales como: riel, carros, pesas o el sistema rotacional (marca Pasco), sistema de referencia acondicionado para la medición –sobre una polea y una trayectoria rectilínea-, polea maciza, disco sólido y además el *software* de licencia gratuita (Super©

v2012) que permite transformar el archivo de video en una secuencia de imágenes.

En todo momento se prestó la atención necesaria para cumplir con la modalidad del trabajo y el desarrollo mediante el cronograma establecido, para lo cual los docentes cumplieron con una ardua tarea de actividades de coordinación, tutoría y guía para complementar el trabajo grupal de los estudiantes. Se respondieron interrogantes y se realizaron correcciones o modificaciones en los horarios de las clases prácticas, recurriendo a las vías de comunicación que posee la cátedra.

Se realizó un seguimiento de cada etapa planteada para cada grupo, mediante una carpeta de control. Se tomó nota de las interacciones presenciales y virtuales entre docentes y estudiantes. Sólo podían avanzar a la siguiente etapa una vez culminara la anterior. De esta manera se podía estimular a los grupos más rezagados y compartir la información en el ámbito de la cátedra.

Como corolario de la última etapa, la cuarta, con los aportes de mejora necesarios para optimizar las acciones realizadas, cada grupo presentó un informe escrito de sus trabajos, que luego expusieron a sus pares y a los docentes. De esta manera, se concretó una evaluación final centrada en un proceso de autoevaluación por parte de cada estudiante y en el ámbito de su grupo de trabajo (McDonald et al., 1995).

Resultados y discusión

El desarrollo de las dos clases iniciales (o disparadoras) utilizando la plataforma Moodle, permitió un amplio intercambio de información entre los estudiantes y los docentes. Esto se debió principalmente a la utilización del foro, en el que se incluyeron el conocimiento simultáneo de las soluciones propuestas por los pares y el intercambio de apreciaciones, y se logró mayor certidumbre y efectividad en la búsqueda de soluciones para un mismo problema, tal como la metodología lo permitía.

En el desarrollo del TPL, la mayoría de los estudiantes demostró interés y motivación por realizarlo. En las instancias de consulta se manifestó en varios grupos la pregunta: *¿Cuándo podemos hacer las mediciones?*

Si bien todavía no tenían desarrollada por completo la metodología de la experiencia, estaban prestos a realizarla.

La mayoría de los grupos comenzó a trabajar más tarde de lo previsto en el cronograma, por lo que se deduce que tuvieron dificultades para acordar la organización del tiempo. Fueron reiteradas las preguntas sobre ajustes en la metodología de la experiencia, pero no así sobre elaboración del informe, cálculos realizados, conclusiones por establecer y organización de la presentación.

En cuanto a la cantidad de integrantes, se constató que los grupos de trabajo se mantuvieron durante todo el proceso, y presentaron el informe, la exposición y la defensa frente a los pares y los docentes.

Se relevaron variadas propuestas, algunas innovadoras y originales, otras no tanto, en relación con la resolución de la SP respecto de las sugeridas por la cátedra, lo cual dio muestras del aprovechamiento de las licencias otorgadas por la estrategia de resolución de problemas.

Figura 1. Porcentajes de tipos genéricos de trabajos prácticos seleccionados por los estudiantes.



En cuanto a las presentaciones escritas y orales, se contabilizaron nueve situaciones con variedad de soluciones halladas e implementadas por los estudiantes. Hubo grupos que mostraron iniciativa, como el uso de poleas diferentes y concéntricas conectadas a pesas, o una barra giratoria impulsada por una cuerda conectada a una pesa. Sin embargo, se constató que aproximadamente 2/3 de los grupos propusieron experiencias clásicas: tirar un carrito con una cuerda unida a una pesa (siete grupos) y la máquina de Atwood (siete grupos), como se muestra en la figura 1.

Se considera que esto último se originó porque ambas tienen una alta frecuencia de aparición en la bibliografía utilizada, en las páginas web relevantes e incluso en las guías de problemas que utiliza la cátedra. Otra causa

probable es que en el tercer TPL de la asignatura se implementa la misma experiencia (carro tirado por una cuerda), por lo que los estudiantes recurren a ella por un criterio de familiaridad y simplificación del análisis. A pesar de ello, es importante destacar que, aún tratándose de la misma situación, la medición de valores por comparar evidenció que no siempre eran los mismos.

En las imágenes de la figura 2, que corresponden a experiencias con la máquina de Atwood, se puede ver en la imagen de la izquierda a los estudiantes en el momento de realizar la experiencia, utilizando la CFD y dispositivos de referencia diseñados para realizar la medición de la posición y del tiempo. En la misma imagen, se puede apreciar un marcador de referencia para el movimiento rotacional de la polea

(considerada como disco sólido) y la cámara frente a ella. En la imagen de la derecha se observa, además,

un sistema de referencia para el movimiento lineal de las pesas.

Figura 2. Izq. Estudiantes durante el desarrollo de la experiencia. Derecha: detalle de los dispositivos de referencia para el movimiento rotacional y lineal.



Recordemos que la SLNR (ecuación 1) para un cuerpo en rotación respecto de un eje fijo, establece que

$$\sum_{i=1}^n \tau_i = I\alpha \quad (1)$$

Las formas de planteamiento en cuanto a la comparación de resultados que se realizaron en el TPL fueron diversas, pero se las puede agrupar en:

- Determinación del módulo de aceleración angular (α) o lineal (ya que siempre existe una relación entre ellas) al menos de dos maneras: mediante la SLNR, en función de las masas y momentos de inercia; y mediante la cinemática, con la CFD.
- Determinación del valor de cada uno de los miembros de la SLNR (lado derecho e izquierdo de la ecuación) determinando aceleraciones lineales y angulares, masas y momentos de inercia de cada sistema particular, de forma similar a los grupos anteriores y buscando verificar la igualdad.

Si bien ambas formas son equivalentes, la primera es más precisa ya que no arrastra las incertezas propias de los cálculos indirectos de cada miembro. Tal comparación es sencilla a los ojos de un experto, pero no es obvia a la vista de los novatos estudiantes. El acompañamiento oportuno de los docentes resultó esencial para reestructurar, cuando fue necesario, las propuestas de trabajo hechas por los estudiantes, lo que permitió aclarar o modificar la metodología de las experiencias planteadas. Ejemplo del mismo fue el incentivo para realizar comparaciones entre las medidas de una misma magnitud física, logradas por diferentes métodos. A pesar de que en trabajos prácticos anteriores suele hacerse énfasis en ello, se los motivaba para generar por este procedimiento su autocritica y autoevaluación.

En la evaluación integral y final de esta última etapa –semana ocho– formalizaron la socialización de sus trabajos. Mediante la presentación y defensa oral, superaron un desafío nuevo, ya que debieron prepararla para que fuera clara, concisa, académica e ilustrativa

para un público numeroso conformado por los artífices de todo el proyecto, con el riesgo que esto conlleva, pues quedan expuestos tanto errores como aciertos.

Es destacable que, a pesar de dichas condiciones específicas, se presenciaron exposiciones correctas, descripciones con ayuda de soporte audiovisual que incluían esquemas, tablas de valores, fotos y videos, entre otros, además de comentarios –independientes de la lectura de cada transparencia– con argumentación y uso de mecanismos in situ: dispositivos de laboratorio propios del grupo.

Desde la visión de la cátedra se pudo inferir que esta última etapa requirió mucho esfuerzo grupal y tiempo de dedicación, pero resultó muy fructífera la presencia de cada grupo y, en consecuencia, muestra cabal del protagonismo y compromiso que dadas la idoneidad y soltura cada integrante tuvo en la realización del trabajo.

Como cierre de las actividades se le solicitó a cada estudiante diligenciar una encuesta durante la presentación. En ella surgieron comentarios que se pueden resumir así:

- La ubicación temporal del TPL es adecuada.
- El cronograma debería ser más flexible para permitir el ajuste del trabajo de los estudiantes.
- El nivel de complejidad del planteamiento del problema está acorde con el nivel de preparación.
- La metodología y el planteamiento de la tarea son adecuadas y resolubles con los saberes previos.
- El compromiso total de los estudiantes en la realización de las actividades se logró en las últimas semanas.
- Gran parte del tiempo lo consume la elaboración del informe. Además, en muchos casos, las primeras etapas no se realizaron de acuerdo con el cronograma.
- Existieron dificultades para el encuentro grupal, en el que se ponían a consideración de todos los integrantes las acciones por realizar.
- La ayuda de los docentes fue esencial para reestructurar las propuestas iniciales de trabajo.
- La utilización de la CFD no presentó inconvenientes.
- El *software* para el procesamiento de las imágenes

fue accesible para la mayoría de los estudiantes (sólo dos grupos optaron por trabajar con otro). Disponer de un tutorial en la plataforma y la posibilidad de responder consultas por varios medios, se consideró crucial para evitar sobresaltos en esta parte del trabajo.

- Las participaciones en el foro fueron escuetas y menos frecuentes que las presenciales.

Conclusiones

Respecto de formas tradicionales, la implementación de la estrategia de resolución de problemas en el desarrollo de un trabajo práctico de laboratorio, permitió evidenciar el mejor aprendizaje de un concepto físico complejo como la dinámica de un cuerpo rígido.

Con el desafío de una evaluación permanente del proceso de construcción de saberes en los estudiantes de primer año, desde distintos referentes como los docentes y pares, se pudo comprobar que la exigencia de utilizar el recurso cámara fotográfica de alta resolución complementó el acceso y aplicación de numerosas competencias pertinentes para el ingeniero, en lo cual se destacó el trabajo colaborativo.

Reconociendo que se necesita hacer ajustes, en tanto tiempo previsto/disponible y equilibrio entre los compromisos de los estudiantes, la cátedra considera que el logro aceptable de los propósitos planteados incentivan la persistencia en propuestas similares, sobre la base de su potencial y en función de la proyección de sus beneficios en el desarrollo de la carrera.

Agradecimientos

Los autores le agradecen a la Facultad de Ingeniería de la UNER, que financió este trabajo a través de un Proyecto de Innovación e Incentivo a la Docencia durante el año 2012. A nuestros compañeros de tareas, ingeniera Cristina Dall’Ava y Bioing. Javier O. Romagnoli, por su colaboración en la realización de este trabajo.

Referencias

- Campanario, J. M. y Moya A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17 (2), pp. 179-192. Recuperado el 31 de julio de <http://www2.uah.es/jmc/an11.pdf>.
- McDonald, R., Boud, D., Francis, J. & Gonczi, A. (1995). Nuevas perspectivas sobre la evaluación. Sección para la Educación Técnica y Profesional. Unesco, París. *CINTERFOR-OIT. Boletín Técnico Interamericano de Formación Profesional*, 149, mayo -agosto de 2000. Recuperado el 31 de julio de http://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_articulo/rodajog.pdf.
- Leonard, W. J., Gerace, W. & Dufresne, R. J. (2002). Investigación. Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 387-400. Recuperado el 31 de julio de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/articulo/download/21828/21661%E2%80%8E>.
- Salinas, Jesús. (2012). La investigación ante los desafíos de los escenarios de aprendizaje futuros. *RED (Revista de Educación a Distancia)*, 32. Recuperado el 30 de julio de <http://www.um.es/ead/red/32/salinas.pdf>.
- Unesco. (2008). *Estándares de competencias en TIC para docentes*. Recuperado el 30 de julio de <http://www.eduteka.org/pdfdir/UNESCOEstandaresDocentes.pdf>. pp. 7

Autores

Exequiel R. Frías

Bioingeniero (UNER), Jefe de Trabajos Prácticos de las asignaturas Física mecánica y Sistemas de Representación de la FI-UNER, Ruta 11 km 10 Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.
efries@bioingenieria.edu.ar

Graciela S. Monzón

Profesora universitaria de física (UADER-UCU), Profesora Adjunta de la asignatura Física mecánica

de la FI-UNER, Ruta 11 km 10 Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.
gmonzon@bioingenieria.edu.ar

José Di Paolo

Ing. Mecánico, (FRSF-UTN), Mag. en Tecnología Química (FIQ-UNL) y Dr. en Ciencias de la Ingeniería (FCEFNU-UNC), Profesor Asociado Ordinario dedicación Exclusiva de la FI-UNER para el área Mecánica. Ruta 11 km 10 Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.
jdipaolo@bioingenieria.edu.ar

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.