

## USO DE SITUACIONES PROBLEMATICAS ABIERTAS EN LAS CLASES PRÁCTICAS DE FISICA: UNA INNOVACIÓN

*NATALI, OSVALDO<sup>1</sup>; ALANIZ ANDRADA, HORACIO; BARCENA, CARLOS; MENENDEZ,  
PABLO; DURAN, MARÍA GABRIELA*

Facultad de Ciencias Exáctas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba,  
<sup>1</sup>nataliosvaldo@hotmail.com.ar

### RESUMEN

Los fracasos en el examen final y el alto porcentaje de repitentes de la asignatura Física del primer año de las carreras de Ingeniería, requieren una revisión del desarrollo de las clases. En la actualidad la asignatura se instrumenta esencialmente en: clases teóricas, para abordar los conceptos básicos, clases prácticas en las que se resuelven ejercicios y clases de laboratorio en donde se verifican principios y/o leyes desarrolladas en las clases teóricas. Tanto en las clases prácticas como en las de laboratorio, los estudiantes cuentan con guías que contienen ejercicios y problemas cerrados. Con el objeto aportar una solución para paliar el problema planteado, en este trabajo se describe el desarrollo de un proyecto de innovación en las clases prácticas basado en la inclusión de situaciones problemáticas abiertas y las apreciaciones realizadas por los estudiantes de la nueva propuesta.

**Palabras clave:** problemas abiertos, innovación, enseñanza, ingeniería

## INTRODUCCIÓN

Durante muchos años, las clases de Física en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba se han desarrollado mediante clases teóricas a manera de seminarios, en donde se abordan los temas del programa y luego las clases prácticas con problemas y ejercicios de la misma temática. El docente de las clases prácticas habitualmente, antes de la resolución de los ejercicios, realiza una breve introducción teórica de las expresiones matemáticas (fórmulas) que se van a utilizar, propone una metodología de resolución, se resuelve un problema modelo y finalmente los estudiantes abordan la resolución de otros ejercicios similares. Cabe aclarar, que los problemas planteados en la guía de los estudiantes, tienen solución y se plantean de manera *cerrada*, sin un contexto que lo acerque a una situación real. En este sentido, Palacios y Zambrano (1993) definen a estos problemas de la siguiente manera: *“Los problemas cerrados son enfocados como aquellas tareas que contienen toda la información precisa y son resolubles mediante el empleo de un cierto algoritmo por parte del solucionador...”*. Reforzando esta idea, Bertoglia (1990) afirma que en los problemas cerrados, *“la solución se deduce en forma lógica a partir de la información que aparece en el planteamiento del problema y que resulta suficiente para encontrar la respuesta correcta. El resolutor dispone de toda la información para encontrar la respuesta correcta. Solo necesita integrarla aplicando recursos de la lógica...”*. Con esta modalidad el estudiante tiene poca participación, sus intervenciones en general, tienen la intención de ver si las expresiones que están utilizando son las correctas o si la secuencia que están siguiendo lo acerca a la solución deseada. Finalmente si no se arriba al resultado indicado, el profesor lo resuelve en la pizarra. Esta forma de trabajo se instrumenta en todas las unidades del programa. Así, el docente resulta el protagonista principal de la clase, dejando al estudiante en segundo plano. En los exámenes finales se plantean, en general, los mismos ejercicios trabajados en clase (de dos ejercicios, uno se trabajó en clase), sorprendiendo el hecho de que no todos los estudiantes pueden resolver los ejercicios ya resueltos en las clases.

En la etapa del examen final la cantidad de estudiantes reprobados es alta, como así también el porcentaje de repitentes, lo cual lleva a cuestionar la pertinencia de la metodología utilizada. Si bien la situación planteada anteriormente se debe a muchas causas, con el objeto de aportar un intento de solución para revertir esta situación, se propone un proyecto de innovación que se enmarca en lo pedagógico-didáctico y que consiste en trabajar con problemas *abiertos*. Palacios y Zambrano (1993) se refieren a ellos de la siguiente manera: *“Los problemas abiertos implican la existencia de una o varias etapas de resolución que deben ser aportadas por el solucionador mediante la acción del pensamiento productivo...”*. En este mismo camino, Bertoglia (1990) afirma que en *“los problemas abiertos el resolutor necesita ir más allá de la información recibida utilizándola de manera y/o modificando los significados atribuidos a los elementos del problema...”*.

En una primera instancia, se realizaron reuniones con docentes investigadores del Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología de la Facultad, en donde se analizaron distintas herramientas didácticas y causas de la problemática descripta. Esto fue necesario, ya que en general los profesores de ingeniería no tienen carrera docente. A estos talleres asistieron la

mayoría de los profesores que conforman la Cátedra de Física I. En síntesis, los motivos más importantes que fundamentan la necesidad de una innovación, son:

- Propiciar un “*cambio en la mentalidad de profesores y estudiantes*. Esto es, en las representaciones que se tienen sobre la enseñanza y el aprendizaje: pasar de una concepción más *tradicional* a otra más constructivista. (Pozzo *et al.*, 1997).
- Generar acuerdos entre los docentes, priorizando el proceso de construcción de conocimientos, teniendo presente siempre al estudiante como eje o centro de dicho proceso. De esta manera, “*el docente planifica y organiza su actuación, regula sus propósitos y propuestas en función de las interacciones con los estudiantes y es capaz de tomar decisiones de manera reflexiva e intencional.*”(Astudillo y Rivarosa, 2003)
- Valorar diferentes estrategias para promover la comprensión y aprehensión de nuevos aprendizajes logrando de esta manera *estudiantes responsables* de su propio aprendizaje por ejemplo, provocando un *desequilibrio cognoscitivo* a partir de lo *desconocido*, usándolo como disparador para el desarrollo de un nuevo concepto.
- Promover, “*la creación de estructuras organizativas que permitan y reconozcan el trabajo en equipos, potenciando así la cooperación entre los docentes, posibilitando desarrollar culturas profesionales de cooperación y colaboración*” (Hagreaves, citado por Lecumberry *et al.* 2001).

Este trabajo de innovación se fundamenta en la *interacción entre pares*, en lo que llamamos, *trabajo colaborativo* y en la *interacción constructiva* entre profesor y estudiante ya que, “*en estas condiciones de verdadero aprendizaje, los educandos se van transformando en sujetos reales de la construcción y de la reconstrucción del saber enseñado, al lado del educador también sujeto del proceso*” (Freire, 1996).

Lo anterior implica “*una ruptura con el estilo didáctico habitual que diferencia la innovación de otras modificaciones que se dan en el aula universitaria...*” (Lucarelli, 2004). Desde la perspectiva pedagógica “*se busca afectar a los aspectos que conforman una situación de formación: componentes técnicos, organización de espacio y tiempo para la enseñanza y el aprendizaje*” (Lucarelli, 2004).

Además de los cambios en la formas de trabajo de los estudiantes se trata, con esta innovación de “*conseguir un cambio en la mentalidad del profesor-educador en sus representaciones*” (Gimeno Sacristan 1998; Martim *et al.*, 2004, citados por Astudillo *et al.*, 2007).

## METODOLOGÍA

La innovación consistió en diseñar y presentar una situación problemática *abierta* del tema Estática: cálculo de reacciones (anexo I). La situación presenta elementos conocidos por el estudiante y otros que todavía no ha trabajado. La idea es que, entre otras cosas, pueda identificar esos elementos desconocidos y los analice. Con los elementos conocidos debería poder realizar los cálculos básicos. Se insiste en que este tipo de situaciones no están contempladas en la guía

de ejercicios; por lo tanto supone en este marco, una *innovación importante*. La propuesta se implantó en tres comisiones de trabajos prácticos; cada comisión con 50 estudiantes. Una comisión correspondía al turno mañana y dos al turno tarde. Al momento de la presentación de la propuesta, todas las comisiones ya habían recibido la clase teórica correspondiente al tema mencionado anteriormente. Las otras comisiones (seis) trabajaron el tema en la forma tradicional. Se dividió al grupo de clase en equipos de cinco integrantes. La finalidad de trabajar en esta forma, es que entre los integrantes de cada equipo pudieran discutir, defender y acordar estrategias para encarar la situación. Se dio un tiempo de dos horas (la clase completa dura tres horas), para que analizaran la situación interactuando de manera *colaborativa* entre ellos. Se pidió a cada equipo que eligiera un encargado para registrar los debates realizados en los grupos. En esta instancia el profesor no tomó el protagonismo sino que fue un orientador y cuando se lo requería participaba en las discusiones de los grupos pero sin brindar una ayuda *directa*; más bien intervenía fomentando la *curiosidad* ya que “*el ejercicio de la curiosidad convoca la imaginación, a la intuición, a las emociones, a la capacidad de conjeturar, de comparar, para que participen de la búsqueda del perfil del objeto o del hallazgo de su razón de ser*” (Freire, 1996). En la hora restante se presentaron los trabajos y se debatió sobre la situación problemática entre los grupos, cumpliendo el docente el rol de moderador. Finalmente hicieron entrega del trabajo grupal al docente. La devolución se daría en la próxima clase. Para la evaluación de la actividad se utilizó una *rúbrica*. (Anexo II).

Además se instrumentó un cuestionario (anexo III) para que los estudiantes se expresaran sobre la metodología de trabajo. Cabe aclarar, que en el semestre que se implementó esta innovación, el curso de Física I estaba compuesto por recusantes que podían comparar la nueva metodología implementada con la que se venía utilizando con anterioridad en las clases. El total de estudiantes encuestados fue de 90.

## RESULTADOS

- Con respecto a la primera pregunta, al 80% de los encuestados le pareció interesante la propuesta vinculada a la implementación en el aula situaciones problemáticas abiertas
- Para el 75% de los encuestados la clase fue ordenada, para el 10% poco ordenada y el 15% desordenada.
- En lo referido a la participación del profesor el 90% opinó que fue buena y el resto pensó que fue regular.
- Dentro de los aspectos positivos, el que más mencionado fue el del trabajo colaborativo entre estudiantes, principalmente el intercambio de opiniones y como el docente hizo las veces de consultor, dejando actuar por completo a los estudiantes.
- En lo referido a los aspectos negativos se destaca la poca explicación del docente durante la implementación de la innovación. Sin embargo aclaran que quizás se deba a que esta forma de encarar la clase implica poca intervención del docente.

- El 90% estuvo de acuerdo en la inclusión de situaciones problemáticas abiertas en las diversas unidades que conforman el programa. De este porcentaje, el 60% opinó que se debería aplicar al final de cada unidad como cierre de la misma. Los que no están de acuerdo con la inclusión, esgrimen la falta de tiempo.
- Finalmente, se destaca la interacción entre pares, como cada grupo de trabajo, encaró y realizó acuerdos para arribar a la solución en forma similar a situaciones de su futura vida profesional.

## CONCLUSIONES

- La innovación propuesta permitió observar cambios, tanto en docentes como en estudiantes:
  - ✓ Los docentes modificaron la actitud expositiva y protagonista, por una actitud orientadora, de carácter participativo, colaborativo, motivador y comprometido. Este proceso de cambio fue bastante difícil, ya que durante 20 años no se realizaba una innovación de estas características.
  - ✓ Los estudiantes participaron activamente, dejando el carácter *pasivo* característico de las clases tradicionales: ya no tenían que arribar a un resultado conociendo el camino, tuvieron que *actuar, acordar y resolver* una situación con elementos desconocidos.
- Los estudiantes recusantes pudieron comparar la innovación áulica implementada con la forma tradicional de trabajo, concluyendo que la propuesta innovadora se asemeja más a una situación real y por consiguiente a los posibles desafíos de su vida profesional.
- Los docentes comenzaron a trabajar en conjunto *cooperativamente y colaborativamente* lo cual implicó una predisposición para el encuentro y la planificación.
- Trabajar con *situaciones problemáticas abiertas y/o semi-abiertas* estimuló a los docentes a enfrentar con otra mirada la evaluación de los estudiantes, considerando aspectos *procedimentales y actitudinales*. Además algunos docentes percibieron la necesidad de formarse en didáctica de las ciencias y pedagogía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Astudillo, M y Rivarosa, A (2003). Contextos de Formación para la Innovación Educativa en Ciencias. Primer Encuentro de Innovadores Críticos. ADBIA. Huerta Grande, Córdoba.

Astudillo, M., Clerici, J. y Ortiz, F. (2007) Estudio sobre las representaciones de docentes universitarios en torno a la formación pedagógica y las innovaciones en la enseñanza. Informe de Investigación presentado en las I Jornadas Nacionales de Investigación Educativa, de la Facultad de Educación Elemental y Especial. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza.

Bertoglia, L. (1990). *Psicología del Aprendizaje*. Universidad de Antofagasta, Chile. P. 111.

Palacios, C. y Zambrano, E. (1993). *Aprender y enseñar ciencias: una relación a tener en cuenta*. En Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe. Boletín 31. UNESCO/OREALC. Santiago de Chile.

Proyecto Principal de Educación en América Latina y el Caribe. Boletín 31 UNESCO/OREALC. Santiago de Chile.

Lecumberry G; Castro, S; Dalerba, L.; Fabra, A; Orlando, S.; Ortiz, F.; Quintero, T.; Santo, M. (2004). Enseñanza Cooperativa integrada en Física y Biología en la Universidad. Trabajo Presentado en las Terceras Jornadas de Innovación Pedagógica en el Aula Universitaria. Univ. Nac. Del Sur.

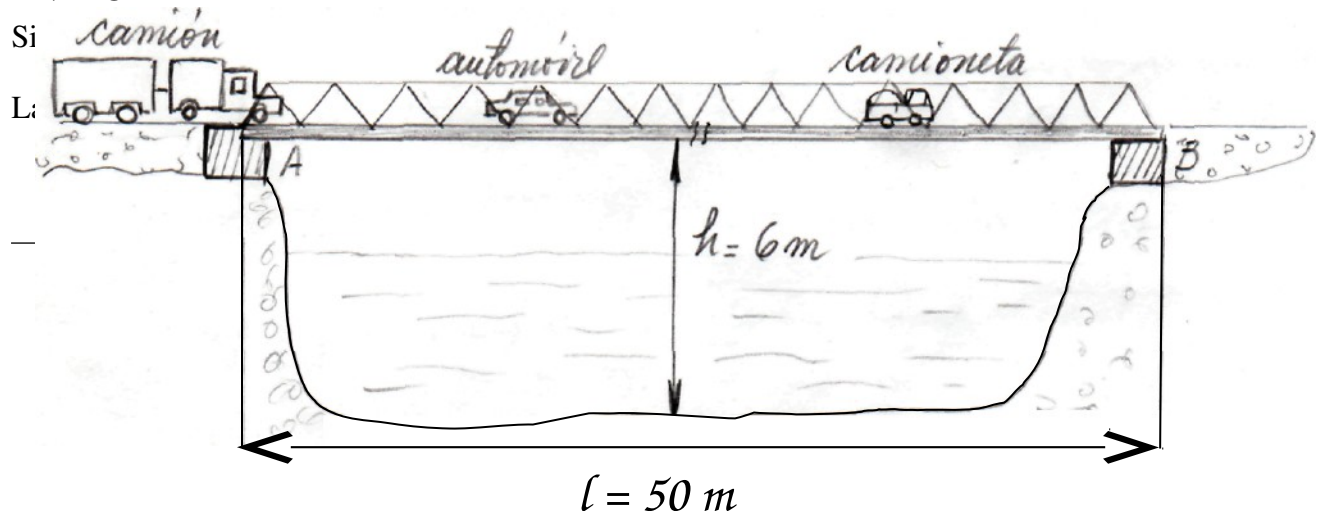
Freire, P. (1996) *Pedagogía de la Autonomía*. Siglo XXI Editores.

Freire, P. (1969) *La educación como práctica de la libertad*. Ed. Tierra Nueva.

Pozo, J.I.; Scheuer, N.; Perez Echeverria, M.P.; Mateos, M. (1997). El cambio de las concepciones de los profesores sobre el aprendizaje. En *Educación Científica*. Madrid. Universidad de Alcalá.

Lucarelli, E. (2004). Las innovaciones en la enseñanza. ¿Caminos posibles hacia la transformación de la enseñanza en la Universidad? Trabajo presentado en la Terceras Jornadas de Innovación Pedagógica en el aula Universitaria. Universidad Nacional del Sur.

## ANEXO I



En el instante mostrado un automóvil se encuentra a 10 m. del extremo A, una camioneta va frenando justo 5 m. antes de llegar al extremo B, mientras que un camión está ingresando al puente por el extremo A.

El puente tiene un largo de 50 m, una distancia al lecho del río de 6 m, está apoyado en el extremo A por medio de un apoyo que restringe el desplazamiento vertical y horizontal y en el extremo B por un apoyo que restringe el movimiento vertical solamente.

El camión tiene un peso de 14700 N, el automóvil un peso de 2940 N y la camioneta un peso de 3430 N llevando una carga de 490 N, el puente pesa 10 Tn. y el coeficiente de rozamiento entre las ruedas de la camioneta y el suelo es de 0,3, despreciándose el rozamiento en los otros dos vehículos.

Bajo esta situación se solicita:

- a) Analizar, con sus compañeros de equipo, si con los datos propuestos es posible calcular las reacciones en los extremos A y B. De no ser así indicar que datos o información necesitaría para realizar el cálculo.
- b) Si los datos son suficientes, determine el valor de las reacciones en los extremos A y B, realizando previamente un esquema de cuerpo libre equivalente a la situación planteada.
- c) Si el suelo en el extremo A resiste una presión máxima de 50 kPa determinar el área mínima de apoyo, suponiéndola cuadrada, que soporte el peso del camión sin que se caiga. Como en el ítem a), reflexionar si los datos son suficientes para realizar el cálculo propuesto. Si no son suficientes, propóngalos y realice el cálculo.

d) Si en un instante dado los tres vehículos se encuentran cerca de la parte media del puente, ¿éste se romperá? Reflexione con sus compañeros.

e) Determinar cuánto se alarga el puente ( $\Delta l$ ) bajo la acción de la fuerza de roce entre la camioneta y el puente.

f) Si usted fuera ingeniero y debe construir el puente, que otra información además de la dada en el problema, necesitaría para realizar el cálculo del mismo.

**Para esta actividad, armar equipos de 5 alumnos y elegir un secretario que anote las reflexiones realizadas en el seno del equipo para luego hacer la puesta en común (plenario de discusión).**

## ANEXO II

### RUBRICA PARA MEDIR EL PLANTEO Y RESOLUCIÓN DE UNA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

	<b>Satisfactorio</b>	<b>Regular</b>	<b>Mal</b>
<b>Definición y utilización de conceptos</b>	Utiliza correctamente los conceptos de FUERZA, FUERZA DE ROZAMIENTO, MOMENTO DE UNA FUERZA Y CONDICION DE EQUILIBRIO. Justifica sus procedimientos y los aplica consistentemente. Aplica correctamente el análisis dimensional y unidades	La explicación de la utilización de los conceptos es parcial, pero es consistente con las notaciones y gráficos. Las unidades utilizadas no corresponden al mismo sistema.	La explicación demuestra un entendimiento muy limitado de los conceptos subyacentes.
<b>Terminología y notación.</b>	Utiliza correctamente la notación de fuerzas, fuerzas de rozamiento, momento de una fuerza. Identifica correctamente	Omite los subíndices cuando quiere describir las componentes de cada fuerza, y el centro de	Hay poco uso o mucho uso inapropiado de la terminología y la notación.



	las reacciones de apoyo de acuerdo a su tipo.	momento, pero resuelve consistentemente a pesar de la omisión.	
<b>Cálculo</b>	Aplica correctamente las propiedades y los procedimientos de cálculo durante la resolución de la situación planteada, arribando a resultados correctos.	Comete algunos errores en la utilización de los procedimientos, pero es consistente con el procedimiento general.	No utiliza adecuadamente los procedimientos, o los modifica incorrectamente durante la resolución.
<b>Aplicaciones</b>	Se ubica correctamente en el aspecto central de la problemática, pese a no conocer acabadamente los tópicos necesarios para resolver la situación; y propone un método para hacerlo.	Si bien se ubica en la problemática, no logra conectar los resultados obtenidos con una propuesta de solución.	No se ubica en la problemática como para sugerir aplicaciones.

### ANEXO III

#### Cuestionario

1. ¿Fue interesante para usted esta nueva propuesta para las clases?

No ( ) Si ( )

2. ¿Cuál es su opinión general de esta nueva forma de trabajo en las clases?

Buena ( )

Regular ( )

Mala ( )

3. El desarrollo de la clase con esta nueva forma de trabajo fue:

Ordenada ( )

Poco Ordenada ( )

Mal ordenada ( )

4. La participación e intervención del profesor fue:

Sitio web: <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/III-2012>

La Plata, 26, 27 y 28 Septiembre 2012 – ISSN 2250-8473

Buena

Regular

Mala

5. Indique aspectos positivos de esta propuesta.

6. Indique aspectos negativos de esta propuesta.

7. ¿Estaría de acuerdo que en la guía de ejercicios existan situaciones problemáticas abiertas, por lo menos una, en cada unidad didáctica?

No

Si

8. ¿Qué fue lo que más le impactó de esta propuesta? (marque tres opciones)