

# Los Enunciados de Problemas Integradores de Física en Carreras de Ingeniería

Rodrigo Agosta <sup>1</sup>, Gloria Alzugaray<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Becario Grupo GIEDI – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe  
Dr. Benjamin Lavaisse 610 - Ciudad de Santa Fe - Provincia de Santa Fe - Argentina

<sup>2</sup> Directora del Grupo GIEDI – Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe  
Dr. Benjamin Lavaisse 610 - Ciudad de Santa Fe - Provincia de Santa Fe - Argentina  
email: galzugar@frsf.utn.edu.ar

**Resumen** - En la formación universitaria de futuros ingenieros la resolución de problemas constituye una actividad relevante para el desarrollo de competencias profesionales. En los cursos básicos universitarios la resolución de problemas debe contribuir a que el estudiante identifique, plantee y resuelva cuestiones relacionadas con elementos significativos de su entorno.

El presente trabajo tiene por finalidad compartir las implicaciones didácticas que surgen del diseño de enunciados de problemas integradores planteados a un grupo de estudiantes en las clases de tutorías en la signatura Física Mecánica.

**Palabras clave:** Educación, interdisciplinariedad, resolución de problemas

## *The formulation of Integrating Problems to Physics courses to careers in engineering*

**Abstract** - In the university education of future engineers, the resolution of problems is a relevant activity to improve the professional competence. In the basic courses, the resolution of problems must help the students to identify, set out and solve things related to the significant elements of their environment.

This article aims to share the didactic implications that emerge from the design of the formulation of Integrating Problems, set up to a group of students who receive tutoring in Mechanical Physics.

**Key words:** Education, interdisciplinary, resolution of problems

## INTRODUCCIÓN

La ingeniería, como un cuerpo especializado de conocimientos y de prácticas, es una profesión que puede ser analizada por referencia a sus fundamentos disciplinarios y por referencia al campo de las prácticas tecnológicas en el cual debe intervenir.

Desde este punto de vista son diversos los aspectos que demanda el establecimiento del currículo de la formación del ingeniero.

En la formación universitaria de futuros ingenieros la resolución de problemas constituye una actividad relevante para el desarrollo de competencias profesionales, involucrando no sólo un adecuado y específico conocimiento declarativo, sino el conocimiento de formas de actuación para una buena ejecución (conocimiento procedimental) y su puesta en práctica de manera controlada y autorregulada (metaconocimiento) (Chi, 1987).

La adquisición de conocimientos, tanto declarativos como procedimentales y actitudinales, está moldeada por las situaciones y problemas previamente abordados, teniendo en cuenta que ese conocimiento tiene ca-

racterísticas contextuales y contribuye a la organización de esquemas que pueden activarse al encarar nuevas problemáticas (Becerra Labra et al., 2005). En particular los cursos básicos universitarios que abordan el tratamiento conceptual de los contenidos deben desarrollar nuevos esquemas para enfrentar situaciones más complejas, donde el lenguaje y los signos específicos adquieren relevancia tanto en los procesos de codificación de información como en los de procesamiento y comunicación.

Los profesionales de la Ingeniería deben asumir y afrontar diversos desafíos en el ámbito laboral; entre ellos la de resolver situaciones problemáticas de diferente índole, en particular deberán estar no sólo capacitados para dichos fines sino fundamentalmente entrenados en prácticas que requieran reflexión, entrecruzamiento de información e integración de conocimientos.

La integración de contenidos y los mecanismos puestos en juego para lograrla incorporadas a la enseñanza favorecen la comprensión, la creatividad, el trabajo interdisciplinario, la capacidad de abstracción y el trabajo en equipo. Estas características son deseables para el desarrollo de competencias en la formación del futuro profesional.

Las dificultades observadas en la integración de diferentes contenidos que se requieren y surgen de los desarrollos curriculares tales como modelización de los sistemas físicos, su formalización y resolución matemática, así como también la experimentación, interpretación de los resultados obtenidos y la aplicación de los mismos lleva a realizar una propuesta en donde se discuta y analice la resolución de problemas integradores.

Se considera el aprendizaje, básicamente, como un proceso de construcción de conocimientos en el que las representaciones de los alumnos juegan un papel importante y se ponen de manifiesto cuando razonan, explican y desarrollan actividades que comprometen respuestas para resolver una situación problemática. En este sentido, la Resolución de Problemas supone un conocimiento “en acción” (Watts, 1994) que tiene lugar en cualquier nivel del proceso de enseñanza-aprendizaje donde el estudiante encuentra una dificultad que se le presenta como un desafío y que lo incentiva para superarla y entenderla.

Al investigar acerca de la Resolución de Problemas realizada por estudiantes en contextos integradores resulta de gran importancia contar con el marco teórico adecuado para interpretar y sacar conclusiones válidas. En particular dicho marco deberá ofrecer elementos que permitan analizar el proceso de construcción que acompaña la comprensión del enunciado y los procedimientos organizados para alcanzar la solución o logro de la meta.

Sin embargo la interacción entre los procesos de integración, modelización, habilidades y conocimientos en el Ciclo de Conocimientos Generales Básicos requieren un profundo estudio, base para la generación de metodologías de enseñanza y materiales tendientes a lograr competencias en los alumnos. Las actividades de Resolución de Problemas integradores en el Ciclo General de Conocimientos Básicos de las carreras de Ingeniería deben estar en esa dirección e implican tareas de interacción entre el conocimiento declarativo y el procedimental.

En especial los cursos de ciencias básicas correspondientes a los Ciclos Generales Básicos Universitarios ofrecen un espacio particularmente interesante para el aprendizaje de estructuras conceptuales y procedimientos, para transitar desde situaciones concretas hacia modelizaciones de las mismas, para orientar diseños de dispositivos y proyectos, para producir explicaciones fundamentadas y predecir comportamientos. Esto requiere encarar investigaciones que estudien la efectividad de determinadas orientaciones didácticas destinadas a:

- Contribuir a que el estudiante identifique, plantee y resuelva cuestiones relacionadas con elementos significativos de su entorno, utilizando estrategias progresivamente más sistemáticas y complejas, sustentadas en la modelización de la situación planteada;
- Acercar el trabajo del alumno al del especialista desde los primeros cursos universitarios;
- Incorporar herramientas y conocimientos actualizados, satisfaciendo demandas de la profesión.

Por lo anteriormente expuesto se indagará qué opinan los estudiantes respecto de los problemas integradores para luego organizar y generar los enunciados de problemas integradores.

## DESARROLLO

Las actividades de integración de contenidos y de modelización tienen como propósito proveer a los estudiantes de una mejor comprensión de las asignaturas básicas (Física, Matemática), estimular la formulación y resolución de problemas en contextos específicos despertando su sentido crítico y creativo, conformando una actitud positiva hacia las ciencias básicas y hacia la capacidad de abstracción que genera su estudio (Buteler & Coleoni, 2007). En este sentido la Resolución de Problemas integradores sería parte del marco de formación deseada del ingeniero, tanto en la generación de modelos propios como en el estudio y uso de modelos desarrollados por otros.

Con respecto a las competencias (Villa & Poblete et al., 2007), estas actividades de integración de contenidos y de modelización no sólo favorecen el aprendizaje individual sino que también pueden utilizarse para propiciar el trabajo en equipo. De esta manera la inserción de una instancia de resolución de problemas integradores en la enseñanza de las ciencias básicas cobra relevancia como preparación para el desenvolvimiento en el medio profesional.

Las diferentes formas de razonamiento y conocimientos involucrados en la integración de contenidos requieren aún un profundo estudio para posibilitar el desarrollo de recursos didácticos y recursos humanos tendientes a lograr las competencias deseadas en los alumnos.

La difusión y capacitación entre docentes de ciencias básicas, de los resultados de la investigación, serán pasos fundamentales para generar los cambios necesarios.

En el trabajo realizado la cuestión que interesó investigar fue, ¿qué tipo de problemas integradores se consideran más propicios para el aprendizaje?

La actividad se centró en situaciones didácticas presentadas a los estudiantes en una clase de tutoría de la asignatura Física Mecánica. La situación didáctica (Brousseau, 1999) presentada a los alumnos consistió en una tarea (resolución de problemas). Para llevarla a cabo se diseñaron enunciados de problemas integradores, considerando la dificultad cognitiva involucrada en la resolución de la situación, el reconocimiento de los obstáculos que habitualmente encuentra el estudiante, el repertorio de procedimientos disponibles por el sujeto al abordar la situación, la significación social de los dominios de experiencia a los cuales hace referencia y la puesta en escena.

El estudio se realizó en un curso del CGCB de la Facultad Regional Santa Fe de la Universidad Tecnológica Nacional.

## METODOLOGÍA

El estudio comprendió tres etapas:

**Etapa I:** Para recabar datos sobre la implementación de guías de problemas integradores se realizó una encuesta de opinión a 107 alumnos del segundo al quinto nivel de Ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Santa Fe.

Según las tendencias marcadas, aunque solo el 5% de los alumnos manifestaron que los conocimientos de las materias básicas no tienen aplicación laboral, más de la mitad del alumnado considera que solamente algunos contenidos la tienen.

La mayoría de los alumnos admitió que al extrapolar lo aprendido con las guías de problemas a otras situaciones, suelen conseguir resultados positivos luego de algunas complicaciones. Casi la cuarta parte admite que los resultados que obtienen no siempre son satisfactorios.

La receptividad de una guía de trabajos prácticos que integre conocimientos de las materias básicas con

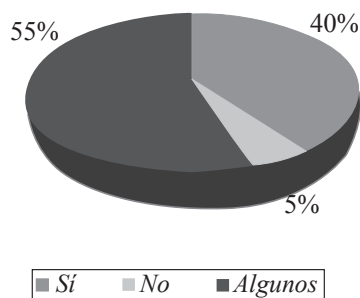
casos de aplicación práctica fue muy alta.

Aproximadamente las tres cuartas partes de los alumnos encuestados manifestó interés, mientras que del resto la mitad no se encontraba interesado en la propuesta y el resto de ellos no emitió opinión.

Al consultar a estos mismos alumnos sobre el ámbito en que podría desarrollarse dicha Guía de Problemas Integradores, las respuestas se focalizaron en la aplicación directa en las materias básicas o en la materia Integradora de la carrera.

En las Figs. 1 y 2 se organizaron los resultados de las encuestas.

¿Son aplicables los contenidos de las materias básicas en la práctica laboral de la ingeniería?



Al momento de aplicar los conceptos de la guía de problemas a una situación distinta:

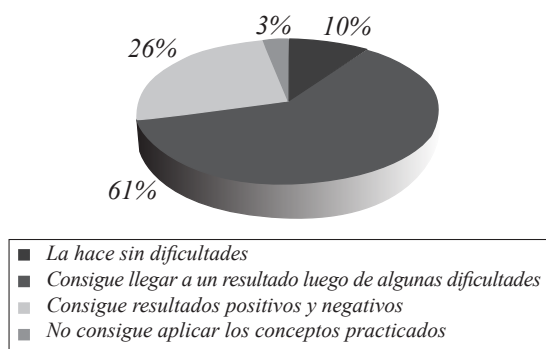
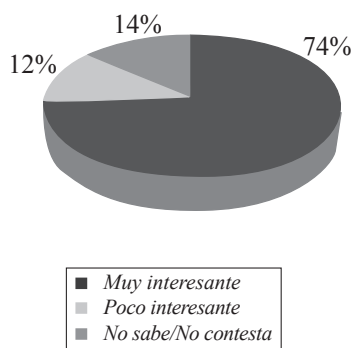


Figura 1 – Preguntas sobre problemas tradicionales

¿Qué impresión tiene acerca de una Guía de Problemas que integre los conocimientos de las materias básicas con casos de aplicación práctica?



¿Dónde sugiere usted que puede aplicarse dicha Guía de Problemas integradores?

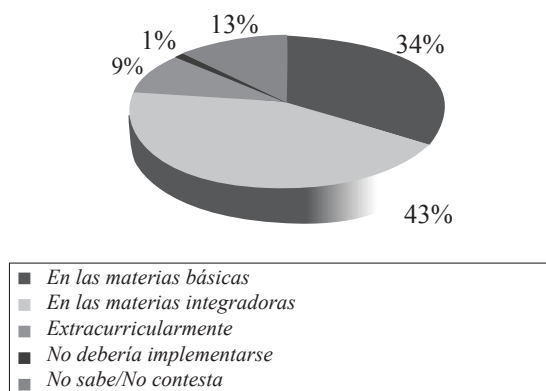


Figura 2 – Preguntas sobre problemas integradores

**Etapa II:** En la segunda etapa se tomaron en cuenta los resultados de la encuesta de la etapa I y se trabajó en el diseño de problemas integradores considerando las siguientes fases:

**Fase I: Recolección y Organización de la información:**

Se delimitaron las problemáticas específicas a estudiar en el caso de identificación y delimitación de

procesos y competencias para la resolución de problemas integradores. Para ésto se determinó un cronograma orientativo del avance de los temas estudiados en las materias comunes a los estudiantes de primer año de las carreras de Ingeniería de la UTN - Facultad Regional Santa Fe.

Por otra parte se realizó la revisión documental y la elaboración de acuerdo a los problemas específicos a ser tratados. Se idearon situaciones para plantear a los alumnos y se recopilaron diseños reales de mecanismos utilizados en la práctica, catálogos, datos prácticos y todo tipo de información afin.

Con el material recopilado se diseñaron los enunciados que se presentaron a los alumnos junto con la información adicional necesaria, organizado en forma de cuadernillo y entregado como material didáctico.

**Fase II: Elaboración de enunciados de Problemas Integradores:**

El proceso de redacción de un problema integrador debe ser objeto de un profundo análisis para su comprensión. Por tal motivo en esta instancia de la investigación se hizo énfasis en el diseño de los problemas integradores.

La Fig. 3 resume el proceso desarrollado para la redacción del enunciado de los problemas. Se parte de los dos puntos fundamentales en los que se sustenta un Problema Integrador: Casos Reales que puedan ser analizados y modelizados por los alumnos, y Materias Básicas, que otorgan las herramientas para poder realizar estas tareas.

A partir de las Materias Básicas se determinan los ejes temáticos perseguidos y se genera un Calendario que permita la implementación adecuada de los problemas. Empleando sus terminologías, procedimientos, conceptos y contenidos, se procede a la Modelización de un Caso Real y la construcción de un Enunciado.

El proceso completo, hasta la implementación de un Problema Integrador (PI), sufre continuas retroalimentaciones que tienen como objetivo acercar la resolución del mismo a las capacidades de los alumnos.

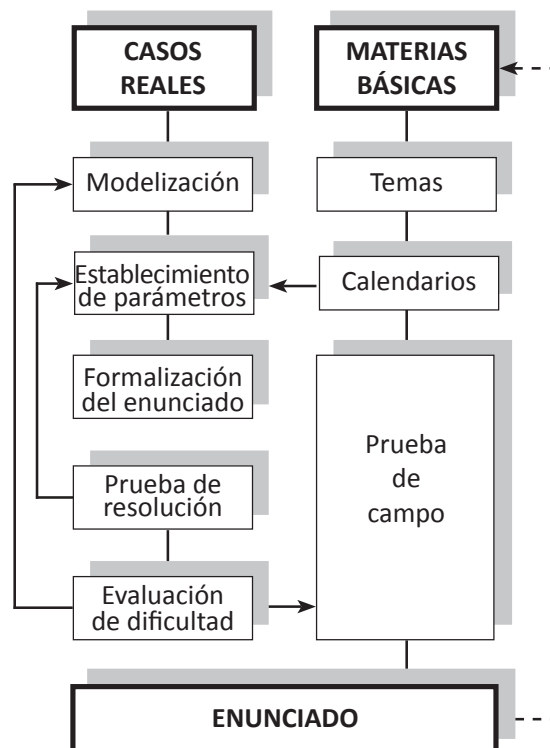


Figura 3 – Etapas del diseño de un PI

**Etapa III: Recolección de datos:** Para el estudio de campo se contó con la colaboración de alumnos voluntarios pertenecientes al proyecto Tutoría de Pares (Proyecto Tutoría de Pares) de la Facultad Regional Santa Fe - UTN. El mismo proyecto cuenta con un estudiante avanzado de la carrera (Tutor-par) que asiste y guía a un grupo no mayor a 8 alumnos para mejorar sus desempeños individuales tanto en una materia en particular como en la gestión estudiantil.

Durante la presentación de los problemas ante los alumnos se realizó una minuciosa observación de sus metodologías de trabajo, inquietudes, fortalezas y debilidades a la hora de resolverlos.

### ENUNCIADO DE PROBLEMA INTEGRADOR:

#### Dimensionamiento del brazo palanca de una válvula con flotador

A continuación se transcribe parte de uno de los problemas desarrollados. Se trata de un problema con Resolución Cerrada, con datos No Redundantes, que admite más de un método para alcanzar los resultados finales.

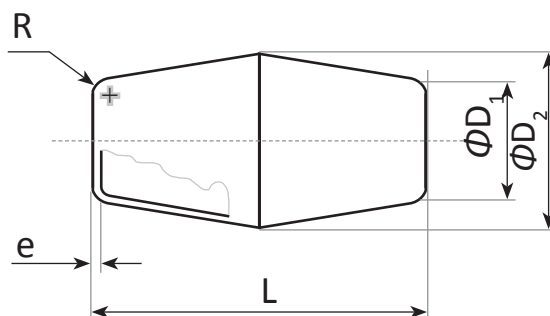
El alumno se encontrará con un problema en el cuál deberá determinar las fuerzas que actúan sobre el sistema. Para ésto podrá realizar algunos cálculos directamente con los datos proporcionados, mientras que para otros deberá realizar hipótesis y simplificaciones.

#### A- Enunciado: Rediseño de una válvula con flotador.

Una fábrica de válvulas desea ampliar su catálogo de productos estándar ofreciendo una nueva válvula con flotador para la gama de caños de 1" de diámetro.

Por cuestiones de economía la gerencia insiste en que no es conveniente fabricar una nueva matriz para un flotador de dimensiones mayores, y pretende utilizar su línea de flotadores habituales (Fig. 4). Por lo tanto, para adaptarse a las condiciones de servicio de la nueva válvula, se debería cambiar el brazo palanca del comando de la válvula (Fig. 5, dimensión  $d_2$ ).

La normativa interna de la empresa exige que las válvulas estén diseñadas para una presión equivalente a 15 m de columna de agua, y con un coeficiente de seguridad de 1,5. Además es recomendable que sólo el 50% del flotador se encuentre sumergido al momento del cierre del ingreso de agua.



| Dimensiones: |                 |                |
|--------------|-----------------|----------------|
| $e = 1$ [mm] | $D_1 = 50$ [mm] | $L = 100$ [mm] |
| $R = 3$ [mm] | $D_2 = 40$ [mm] |                |

Figura 4 – Flotador Estándar

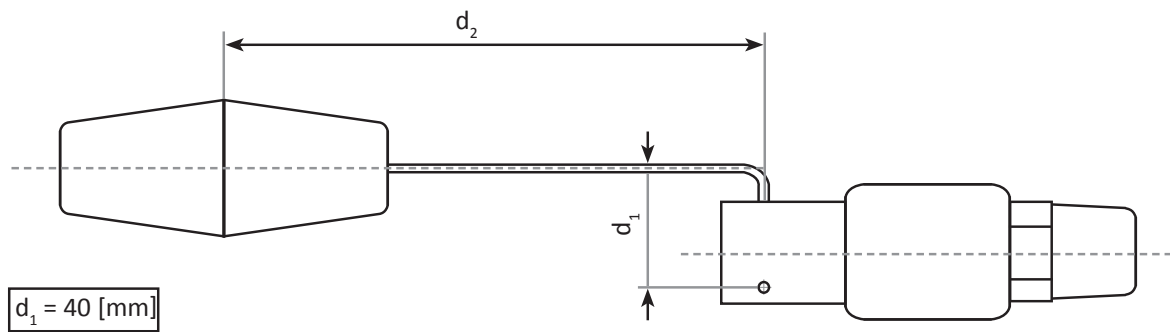


Figura 5 - Flotador con dimensión  $d_2$

### B - Tarea encomendada:

A partir de los elementos expuestos determinar si es factible el rediseño solicitado por la gerencia. Realizar los cálculos dimensionales apropiados y emitir las recomendaciones del caso.

### C- Preguntas previas:

- ¿Cómo funciona una válvula de comando por flotador?
- ¿Puede dar algún ejemplo de su uso?
- ¿Qué simplificaciones puede realizar para facilitar el cálculo?
- ¿Qué efecto tendría un flotador mucho más grande que el necesario? ¿Y qué efecto tendría uno demasiado pequeño?
- ¿Esta válvula a flotador es apropiada para controlar grandes volúmenes de líquido? ¿Cuándo lo es y cuándo no?
- ¿Por qué el diámetro de la cañería está dada en “pulgadas”?

### D- Conocimientos requeridos:

Cálculo de volumen del flotador:

- Determinación de ecuaciones que definen la forma geométrica del flotador (Álgebra y Geometría Analítica).
- Integrales (Análisis Matemático).
- Alternativa: Uso de software para la determinación del volumen. Se puede realizar el diseño en softwares de CAD (Autocad, SolidWorks, CATIA, Inventor), y realizar la medición directa o mediante una formulación apropiada en una Planilla de Cálculo.

Conceptos y leyes involucrados para el cálculo de las fuerzas actuantes:

- Empuje del flotador: Hidrostática - Ley de Arquímedes (Física).
- Presión de la columna de agua en el tapón: Hidrostática (Física).

Cálculo de brazo palanca:

- Equilibrio (Física).

## CONCLUSIONES

La presentación de un problema cuyas características incluyen el análisis y modelización de un caso práctico tiene una recepción muy positiva del alumnado.

Durante la prueba de campo se comprobó que el interés manifestado es genuino despertando curiosidad por la posibilidad de resolver otros casos de la vida cotidiana.

El salto entre la resolución de problemas típicos y un problema integrador puede desorientar al alumno que habitualmente busca en el enunciado una referencia directa de cómo proceder en la resolución.

La guía y el material presentado establecen un conjunto de parámetros que enmarcan la resolución del problema, pero no deja de ser importante la instrucción verbal en cuanto a las formas y condiciones en la que deberá trabajar el alumno, así como la presentación final del trabajo.

Problemas que integren los conocimientos de las Materias Básicas con casos reales pueden contribuir a afianzar la confianza del alumno en sus conocimientos y su aplicabilidad despejando las dudas preexistentes.

En este sentido utilizar como eje central a Física Mecánica otorga enormes beneficios por su origen como materia modélica y experimental que estudia fenómenos reales y los analiza a través de herramientas de cálculo.

## REFERENCIAS

Chi, *Representing knowledge and metaknowledge: implications for interpreting metamemory research*. En F.E. Weinert y R.H. Kluwe (eds.), *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, (1987).

Becerra Labra, Gras-Martí, Martínez Torregrosa, *¿De verdad se enseña a resolver problemas en el primer curso de física universitaria? La resolución de problemas de "lápiz y papel" en cuestión*. *Revista Brasileira de Ensino de Física* vol. 27 N° 2, (2005).

Watts, *Describing problem solving: a core skill in the curriculum*, in M. Watts (ed.), *Problem solving in Science and Technology; extending Good Classroom Practice*, chap. 1, David Fulton, London, (1994).

Buteler y Coleoni, "Una estrategia de enseñanza para la resolución de problemas en Física a partir de lo que los estudiantes sí saben". 92ª Reunión de la Asociación Física Argentina, Salta, Argentina, (24 al 28 de setiembre 2007).

Villa & Poblete et al., "Aprendizaje basado en competencias: una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas", U. de Deusto, Bilbao, pp. 143 – 145, (2007).

Brousseau, "Educación y Didáctica de las matemáticas", en *Educación Matemática*, México, (1999).

*Proyecto Tutoría de Pares: El proyecto consiste en un Alumno-Tutor que guía a un grupo de alumnos del ciclo básico de enseñanza para mejorar sus desempeños académicos.*