

# **EVALUACION DEL CUADERNO DE TRABAJO DE FISICA PARA INGRESANTES A CARRERAS DE INGENIERÍA**

**MEZA, S; LUCERO, I; AGUIRRE, MA S.**

**Dpto de Física. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. UNNE  
Av. Libertad 5600. 3400. Corrientes. (03783)473931. sjmeza@exa.unne.edu.ar**

## **RESUMEN**

Entre las acciones de articulación nivel medio – universidad encaradas en el marco de un proyecto de investigación, figuran talleres desarrollados en el ámbito de la Facultad de Ciencias Exactas - UNNE para alumnos del último año del nivel medio y la elaboración de un cuaderno de trabajo. Este material orienta el proceso de construcción del conocimiento. En este trabajo se presentan los resultados preliminares de la evaluación de ese material de trabajo, encarado en dos etapas en correspondencia con los niveles definidos por la teoría de la transposición didáctica de Verret(1975). La primera, centrada en la adaptación del conocimiento científico en enseñable. La segunda, centrada en lo enseñable y lo que se enseña, a partir de los primeros resultados de su implementación en el curso de ingreso a la FRRe UTN, actualmente en desarrollo.

## **1 - INTRODUCCION Y PLANTEO DEL PROBLEMA**

Para iniciar el nivel universitario, son requeridos saberes previos, conceptuales, procedimentales y actitudinales, de las disciplinas que conforman el basamento científico de la carrera elegida. En el caso de las ingenierías, la Física es una de esas disciplinas. Trabajos previos (Meza y otros, 2006) han mostrado que de los alumnos que cursan la primera Física, (Mecánica y Termodinámica, MyT), en primer año de las carreras Ingeniería en Electrónica e Ingeniería Eléctrica de la FaCENA, el 30% proviene de escuelas técnicas, el 11% de Polimodal en Ciencias Naturales y el resto (59 %) de polimodales de otras orientaciones donde la Física tiene una carga horaria mínima o nula dentro del plan de estudios. Independientemente del polimodal al que hayan asistido la mayoría de estos alumnos ingresantes no posee las competencias básicas requeridas para el aprendizaje de contenidos de Física, dando lugar a un defasaje entre lo adquirido y lo requerido. Este defasaje se traduce en un déficit académico que comprende saberes conceptuales y procedimentales propios de la Física y que posee rasgos deficitarios en cuanto a lo actitudinal para el aprendizaje dentro del campo científico tecnológico.

Esta situación llevó a que se diseñen acciones de compensación del déficit detectado en el marco del proyecto: Diseño, implementación y evaluación de acciones de compensación para superar el déficit académico del ingresante en el estudio de la Física, PI N° 017- F-134 Secretaría de Ciencia y Técnica de la UNNE. Entre las acciones de compensación figuran talleres de estudio en Física para alumnos del último año del nivel medio, desarrollados en el ámbito de la Facultad de Ciencias Exactas - UNNE y la elaboración de un cuaderno de trabajo que pretenden una articulación nivel medio – universidad.

El cuaderno de trabajo pensado como material didáctico, orienta el proceso de construcción del conocimiento y por ello cobra un papel preponderante en el acto de enseñar y aprender, esto conlleva necesariamente a realizar una evaluación del mismo,

más aún cuando la intención del equipo investigador es editarlo como material bibliográfico de estudio para aquellos estudiantes que desean ingresar a una carrera científica tecnológica, que tenga a la Física como una de sus materias básicas.

En este trabajo se presentan los resultados preliminares de la evaluación del cuaderno de trabajo para el aprendizaje de la Física que fuera diseñado y utilizado en los talleres preuniversitarios vocacionales en Física, dictados en la Facultad de Ciencias Exactas en el año 2007, para potenciales ingresantes a las carreras de Ingeniería Eléctrica y en Electrónica.

## **2 - OBJETIVO**

Evaluar el cuaderno de trabajo para el aprendizaje de la Física diseñado como material didáctico de articulación nivel medio- universidad.

## **3 – METODOLOGIA**

La evaluación del cuaderno se encara en dos etapas, en correspondencia con los niveles definidos por la teoría de la transposición didáctica de Verret (1975, citado en Solarte 2006). La primera etapa, centrada en la adaptación del conocimiento científico en enseñable, se realiza haciendo un análisis intrínseco desde lo didáctico, asumiendo a la didáctica como una ciencia auxiliar que se ocupa de seleccionar, secuenciar y adaptar los contenidos a un sistema educativo, buscando que los conceptos sean comprensibles para el sistema donde se va a implantar (Solarte, 2006).

Esta mirada en un primer nivel toma en cuenta las siguientes categorías:

- Curricular, basado en demandas del ámbito de la formación general y procedimientos asociados al campo científico tecnológico con el que se vincula la carrera elegida y a los que el estudiante debe responder al iniciar estudios universitarios
- Disciplinar, se refiere a los contenidos específicos que se trabajan
- De los sujetos, referida a los destinatarios y sus dificultades en el aprendizaje
- Complejidad: referida a los requerimientos de la solución de las situaciones planteadas
- Estructural: referida al tipo de situaciones problemáticas presentadas
- Pictórica: vinculada a las ilustraciones presentadas en el cuaderno

La segunda etapa, centrada en lo enseñable y lo que se enseña, se realiza con un acercamiento al aula donde se enseña, por medio de los resultados obtenidos con el uso del cuaderno en otro contexto diferente de donde fuera gestado, pero con características similares de los destinatarios. Ese contexto es el curso de ingreso a la UTN, Regional Resistencia, para las carreras de Ingeniería Electromecánica, actualmente en desarrollo.

## **4 - RESULTADOS**

### **Primera etapa de evaluación**

El análisis intrínseco desde lo didáctico es realizado como una forma de evaluar este material justificando las decisiones adoptadas para su elaboración. Esta justificación está anclada en la transformación del conocimiento científico en enseñable.

El cuaderno de Física se halla organizado en cinco capítulos correspondientes al área de la Mecánica. El Capítulo 1 Introdutorio, el 2 - Medición. Medidas directas e indirectas, el 3 – Medición. Magnitudes relacionadas, el 4 - Fuerzas y el 5- Movimiento.

Cada capítulo está anclado en lo conceptual, organizado de manera de orientar el recorrido del alumno por los distintos contenidos y consta de actividades sencillas a fin de facilitar la comprensión de los mismos en una continua relación teoría-práctica. Se estructuran partiendo de un primer análisis de situaciones cotidianas vinculadas a fenómenos físicos presentadas en forma de imágenes, para luego avanzar en desarrollos conceptuales básicos y situaciones problemáticas de distinta índole para resolver, terminando con otros problemas propuestos.

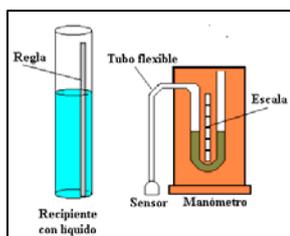
Desde lo **curricular**, las actividades permiten el entrenamiento y afianzamiento de las competencias del área científica-tecnológica asociadas a la Física, y que son requeridas al ingresante, como ser: identificar y aplicar estrategias de resolución de problemas a situaciones físicas, comprender las relaciones entre magnitudes físicas en sistemas mecánicos sencillos, elaborar caminos alternativos para adquirir valores confiables de magnitudes físicas en experimentos sencillos, recolectar adecuadamente los datos e interpretar mediciones de magnitudes físicas, abordar con solvencia problemas sobre diversos núcleos temáticos, analizar cualitativamente una situación física.

En el ámbito **disciplinar** contempla contenidos del área de la Mecánica, seleccionados porque son los temas tratados en la mayoría de los espacios de física en el nivel medio, constituyéndose entonces en los saberes conceptuales previos que se requieren para el estudio universitario (Resol. N° 434/04, Competencias y los contenidos básicos requeridos para el ingreso a la universidad). Además, son los que generalmente se incluyen en la primera evaluación parcial de física en el nivel universitario básico. Entonces, es de esperar que los estudiantes puedan abordarla exitosamente después de su adiestramiento previo con el cuaderno de trabajo y las tareas propias de la asignatura, obteniendo así una sensación de éxito frente a los estudios universitarios y disminuyendo la posibilidad de deserción.

Desde el punto de vista **de los sujetos**, el material está destinado a ingresantes a ingeniería provenientes de escuelas medias con muy variadas orientaciones. En investigaciones anteriores (Lucero y otros, 2005; Meza y otros, 2006) se había construido un mapa de dificultades generales de alumnos ingresantes. Entre las dificultades, se han detectado la existencia de conceptos básicos que estarían actuando como núcleos de dificultad dado que se suponen comprendidos cuando en realidad no lo están. Entre ellos pueden mencionarse: unidades, trazado de gráficos, variables dependientes e independientes, sistema de referencia. También, en el ámbito de los contenidos aparece como una constante, el no poder dar explicaciones claras y fundamentadas de las situaciones que les son planteadas; realizan descripciones imprecisas, ambiguas, ancladas en esquemas incompletos o muy simplificados de casos generalmente sencillos, desconexión entre las representaciones gráficas cartesianas de las magnitudes físicas relacionadas con el comportamiento real del sistema estudiado, limitaciones para expresar verbalmente los conceptos. Es así entonces que las actividades propuestas en el cuaderno de trabajo guardan un perfil cuyas características se relacionan también con las competencias que se pretenden lograr al finalizar la carrera de ingeniería (Lucero y otros, 2005). Las actividades tienden a poner al alumno en situación de: explicitar el fenómeno en estudio, identificar las variables relevantes, fundamentar el comportamiento de un sistema físico, interpretar una fórmula y justificar su empleo, relevar datos experimentalmente efectuando mediciones, organizar e interpretar datos experimentales.

A continuación se muestra una de las actividades diseñadas para superar la dificultad de los alumnos para realizar el tratamiento de datos experimentales cuando la relación entre las magnitudes medidas es lineal.

**Trabajo Práctico N° 2 del Capítulo 3** - *Establece experimentalmente la relación que existe entre la presión de un punto en el seno de un líquido en reposo y la profundidad a la que se encuentra. Elementos: Manómetro, probeta graduada, tubo flexible, líquido.*



**FIGURA 1:** Elementos a emplear en la determinación experimental de la relación presión – profundidad.

- ¿Qué tipo de gráfica se obtiene?
- ¿Cuáles son las dos magnitudes físicas que están relacionadas en este fenómeno?
- ¿Cuál es la variable independiente y cuál la dependiente?

En cuanto a la **complejidad**, los contenidos son desarrollados partiendo de situaciones simples para llegar a otras más complejas e integradoras de conceptos, cuyas soluciones requieren del uso de relaciones conceptuales y manejo de datos recogidos.

De consignas simples, donde la solución de las mismas requiere básicamente de la aplicación directa de conceptos y/ o de relaciones matemáticas entre magnitudes.

- *Escribe las unidades de velocidad para los tres sistemas de unidades.*
- *Una fuerza  $F$  forma un ángulo de  $35^\circ$  con el eje  $x$  y su componente en esa dirección es de 25 kgr. ¿Cuál es la intensidad de la fuerza  $F$ ?*

En cambio, otras actividades recuperan trabajos prácticos realizados anteriormente y solicitan la obtención de parámetros físicos que involucran nuevos análisis. Un ejemplo lo constituye la actividad final del capítulo 3 que retoma los datos experimentales obtenidos en actividades anteriores (citadas como ejemplo en la categoría sujetos):

- *¿Te animas a explicar cómo obtener la densidad del líquido de la probeta usando la gráfica trazada anteriormente. Redacta la explicación*
- *Halla la densidad del líquido de la probeta, con los valores experimentales que relevaste.*

Desde lo **estructural**, las actividades responden a situaciones problemáticas cualitativas, cuantitativas y experimentales (Perales Palacios y otros, 2000) en el entendimiento que la resolución de problemas es la estrategia favorita para la enseñanza-aprendizaje de la Física. El tratamiento matemático, en los desarrollos explicativos y las actividades propuestas es elemental, pero respetando la rigurosidad que cada tema requiere. Hay que tener presente que aprender Física es poder explicar el comportamiento de un fenómeno basándose en las leyes y teorías científicas y no una mera resolución de situaciones aplicando fórmulas sin sentido alguno. Se dan a continuación un ejemplo de cada tipo.

Cualitativo. La respuesta es verbal como consecuencia de una elaboración conceptual.

- *¿Por qué se dice que la medida depende de la unidad elegida, que cambia el número pero no la cantidad?*

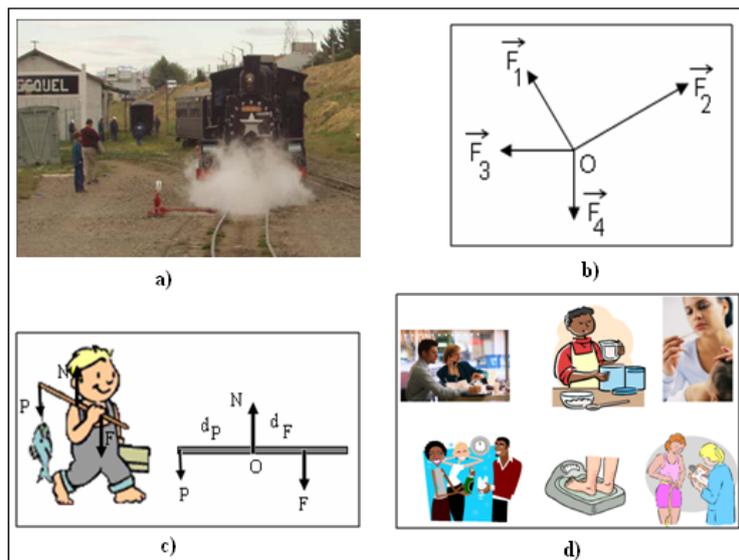
Cuantitativo. Se deben realizar procedimientos matemáticos para arribar a un resultado numérico a partir del reconocimiento del tipo de movimiento.

- *¿Cuánto tiempo tardará en detenerse un automóvil que se desplaza a 90 km/h si desacelera a razón de 1,2 m/s en cada segundo? ¿cuánto recorrerá hasta detenerse?*

Experimental. Requiere de un dispositivo experimental, procedimientos, mediciones de magnitudes involucradas y tratamiento de datos para arribar a la solución.

- *Establecer experimentalmente la relación entre el estado de carga de un resorte y el alargamiento que experimenta.*

Desde lo **pictórico**, se asume que las ilustraciones se presenten para ayudar a comprender el texto, en este caso comprender los contenidos específicos de Física que se están enseñando. No sólo muestran el mundo sino que lo transforman con la intención de evidenciar relaciones o ideas no evidentes por sí mismas, a fin de facilitar su comprensión por parte del lector. Las ilustraciones están destinadas a describir fenómenos o a explicar situaciones a fin de facilitar su comprensión.



**FIGURA 2:** Tipos de ilustraciones incluidas en el cuaderno de trabajo.

Algunas son de carácter pictórico, Figura 2 a), otras emplean códigos simbólicos alejándose de la realidad, Figura 2 b); estas últimas, generalmente se emplean en Física y demandan una abstracción del fenómeno físico para su interpretación a través del modelo teórico. Para facilitar ese proceso, se presentan otras que tratan de establecer un correlato entre ambas, Figura 2 c).

También, se destacan las ilustraciones que hacen referencia a hechos de la vida diaria, conocidos por el alumno, Figura 2 d). Éstas, acompañadas de cuestiones como:

- *Describe brevemente los procedimientos sugeridos en las figura,*
- *¿Cuál crees que es la finalidad que se persigue en cada caso?*
- *Establece los elementos comunes entre ellos*

para recuperar conceptos y/o procedimientos para hacer posible superar las dificultades identificadas y fortalecer las competencias requeridas, entre ellas las lingüísticas.

### **Segunda etapa de evaluación**

En esta etapa se analiza el cuaderno desde su uso en las aulas tomándose otro contexto, similar pero diferente del que fuera gestado. Este cuaderno de Física está siendo empleado en el curso de ingreso a la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Facultad Tecnológica Nacional Regional Resistencia. El curso de ingreso tiene una carga total de 30 horas y se establecieron dos turnos de dictado. El primero, actualmente en desarrollo, se inició en setiembre de 2008, se dicta los días sábados con una carga horaria semanal de 1,5 hs. El segundo turno, intensivo, se inicia el 26 de enero de 2009. Consta de dos exámenes parciales con sus respectivos recuperatorios, siendo obligatoria su aprobación para el ingreso a la carrera.

La evaluación del potencial de contribución de este cuaderno al aprendizaje, se encara a través del análisis de las producciones de los estudiantes de este curso de ingreso, tratando de detectar sus logros y si las habituales deficiencias de saberes conceptuales y procedimentales que le dieron origen, son saneadas.

Dado que el primer turno del curso de ingreso no ha concluido y que los alumnos recién han realizado la primera evaluación, se presenta en esta oportunidad el análisis de las producciones correspondientes a esa instancia. Incluye los temas que se trabajan en los capítulos 1 y 2 y consiste en la resolución escrita de tres situaciones problemáticas presentes en el cuaderno, que no fueran trabajadas exclusivamente en las clases presenciales y que están referidas a reducción de unidades, análisis dimensional, trazado y lectura de gráficos.

Para analizar las respuestas se consideraron categorías que remiten a los núcleos de dificultad involucrados en esos capítulos. En la Tabla 1 figuran los resultados en porcentajes de respuestas correctas (N = 65). En los casos en que la categoría aparece en más de un ítem se indica el rango de variabilidad de respuesta correcta.

Categorías empleadas en el análisis de las producciones de los alumnos	%
Tratamiento de unidades	9% - 24%
Análisis dimensional	37% - 54%
Identificación de variables en el trazado gráficas	75%
Identificación de variables y escalas de un gráfico	68%
Lectura de valores en ejes	92%
Respuesta a situaciones usando datos extraídos de un gráfico	58% - 77%
Descripción de una situación concreta con datos extraídos de gráficos	58%

**TABLA 1:** Resultados del análisis de la producción realizada por los alumnos en la primera evaluación.

## **5 – CONCLUSIONES**

Las Ingenierías tienen a las ciencias exactas como materias básicas, cualquiera sea la orientación de las mismas, es así que la Matemática, Física y Química se convierten en obstáculos en el primer año de la carrera, generándose un alto índice de deserción que hace que la articulación nivel medio- universidad cobre vigencia cada vez más.

Este material de estudio para el curso de ingreso tiene por finalidad afianzar los conocimientos mínimos y las destrezas propias del “pensar y el hacer en Física”, para

poder abordar las asignaturas de Física básica de las carreras de Ingeniería a fin de contribuir a la retención estudiantil, constituyéndose en una acción que permita disminuir el fracaso académico del ingresante.

Estos primeros resultados de la aplicación de este cuaderno en el contexto elegido para su evaluación estarían evidenciando rasgos positivos respecto de la potencialidad de aprendizaje de la Física en los ingresantes. En esta primera aproximación se obtuvo más del 50% de respuestas correctas en las actividades que involucraban dificultades relacionadas con unidades, gráficos y comunicación verbal explicativa. Queda por ver la respuesta de los alumnos de este turno del curso de ingreso y del próximo, en las temáticas que se trabajan en los otros capítulos y especialmente en aquellas que involucran integración de contenidos trabajando experimentalmente. Sólo a partir de allí se podrá hablar de la efectividad de este material para entrenar a los estudiantes en las destrezas básicas para el aprendizaje de la Física.

Aprender Física no es fácil, pero tampoco imposible. Es el deber de los docentes actuar de facilitadores en ese proceso de aprendizaje, que se ve agravado por las condiciones en que se encuentra actualmente el sujeto que aprende. Dentro de las tareas docentes está la de seleccionar adecuadamente los materiales didácticos y es por ello que se elaboró cuidadosa y pedagógicamente pensado este cuaderno de trabajo para el aprendizaje de la Física. Este quipo está convencido que no es la única herramienta, ni que solucionará todas las dificultades pero pretende ser una contribución no azarosa sino fundamentada en resultados salidos de las propias aulas universitarias.

Desde los docentes, se tiene un aporte más, sólo queda esperar que los estudiantes sepan aprovechar, porque “nadie aprende por otro” y el sujeto que aprende es el constructor de sus verdaderos conocimientos; sólo con conocimientos sólidos podrán obtener el diploma de INGENIERO.

## 6 - BIBLIOGRAFIA

- Lucero, I.; Meza, S.; Aguirre, M.S. (2005). Construyendo un perfil de actividades para la enseñanza de la física básica en ingeniería, Memorias Congreso Latinoamericano Ingeniería y Ciencias Aplicadas, San Rafael, Mendoza, 349-355.
- Meza, S.; Lucero, I.; Aguirre, M.S.; Concari, S. (2006). Un aporte inicial para la problemática de la permanencia en el primer curso de física de ingeniería, Memorias IX Conferencia Interamericana sobre educación en la Física. San José Costa Rica.
- Meza, S.; Lucero, I.; Aguirre, M.S. (2006). Física en Ingeniería: Actividades superadoras de dificultades del Ciclo Básico de Ingeniería. Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería, 7 (12), 7-14
- Perales Palacios, F.J. y otros. Resolución de problemas. 1era edición Resolución de problemas. Ed. 1era. Madrid, Síntesis.
- Perales F. J.; Jiménez, J.(2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. Enseñanza de las ciencias 20 (3), 369-386
- Resol. N° 434/04 FaCENA. Competencias y los contenidos básicos requeridos para el ingreso a la universidad
- Solarte, M.C. (2006) Los conceptos científicos presentados en los textos escolares: son consecuencia de la transposición didáctica. Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa [en línea]. 1 (4). Disponible en Internet: <http://revista.iered.org>. ISSN 1794-8061
- <http://www.frre.utn.edu.ar/descargas/ingresantes/ProgramadeFisica.pdf>.