

La Física en la formación y el desempeño del ingeniero

Lucero, Irene^a, Meza, Susana^a, Aguirre, Ma. Silvia^a

^a *Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Departamento de Física. Corrientes, 3400, Argentina*

*Lucero, Irene. irmairene2005@yahoo.com.ar; ilucero@exa.unne.edu.ar

Resumen

La estructura curricular de las carreras de ingeniería en el país contempla asignaturas agrupadas en dos ciclos, el General de Conocimientos Básicos y el de de Especialización. Las asignaturas que conforman el ciclo básico de las ingenierías aseguran una sólida formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas contribuyendo a que los estudiantes adquieran los conocimientos necesarios para poner en evidencia competencias que servirán de base para el desempeño eficiente de la profesión.

La resolución de problemas aparece asociada al ingeniero y es a su vez la estrategia favorita para la enseñanza de la Física, presente en el ciclo básico. Es así que las clases de Física son un espacio de vital importancia para el desarrollo de competencias relacionadas con la teorización y modelización de procesos, con la actividad experimental, con el análisis de situaciones encaradas como sistemas, generando la actitud abarcativa y sistémica que un ingeniero debería tener frente a un problema. Sin embargo, ello sería posible en tanto las estrategias didácticas, y las actividades a trabajar sean el resultado de una serie de decisiones pedagógicas coherentes con la formación del ingeniero del siglo XXI en la región.

Se presentan en este trabajo el marco referencial que sustenta el diseño de las actividades para la enseñanza de la Física en el primer año de ingeniería y algunos ejemplos específicos que permiten visualizar qué desempeños se ponen en juego al trabajar estas actividades, que aportan al desarrollo de las competencias propias de la carrera.

Palabras clave: formación - Física – enseñanza - decisiones pedagógicas

Introducción

Con el sistema de acreditación de las carreras universitarias impuesto por la Ley de Educación Superior N° 24.521, las diferentes carreras de ingeniería del país fueron adecuando sus diseños curriculares a las pautas generales estipuladas en la resolución 1232/01 del Ministerio de Educación. Siguiendo esa normativa los diseños curriculares de las carreras de ingeniería en el país contemplan asignaturas agrupadas en dos grandes ciclos, el General de Conocimientos Básicos y el de de Especialización, agrupadas en cuatro bloques de asignaturas: Ciencias Básicas, Tecnologías Básicas, Tecnologías Aplicadas y Complementarias.

La definición de ingeniería que adopta el CONFEDI (2001) expresa: *“Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, los materiales y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de restricciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, legales, políticas y culturales”*, por ello ya no es discutible pensar en el ingeniero como alguien que resuelve problemas en beneficio de la humanidad, haciendo uso de las ciencias exactas y naturales.

Las Ciencias Básicas, entre ellas la Física, aseguran una sólida formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas, proporcionando los conocimientos fundamentales de los fenómenos de la naturaleza, con sus expresiones cuantitativas,

para desarrollar la capacidad de su empleo en la Ingeniería (Diseño Curricular Ingeniería en Electrónica, 2001, 8).

Acorde con esta postura los diseños curriculares de las carreras de ingeniería definen el perfil del graduado en término de un conjunto de competencias que deben adquirirse en el trayecto de formación por las aulas universitarias. Estas competencias aluden a capacidades complejas e integradas que abarcan conocimientos, habilidades y actitudes para un desempeño eficiente y contextualizado.

Quienes estamos a cargo de las diferentes asignaturas somos responsables de generar los espacios de formación para desarrollar en los estudiantes esas competencias y por ello las decisiones pedagógicas que se tomen deben ser coherentes con la formación del ingeniero que se pretende en este siglo XXI. La Física, por la estructura misma de la disciplina y por la forma en que se construyen los conocimientos en ella, es una asignatura que brinda posibilidades para el desarrollo de ciertas competencias esperables en el egresado de ingeniería.

A continuación se transcriben del perfil del graduado de Ingeniería en Electrónica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (Diseño Curricular, 2001, 6) las competencias que son posibles impulsar desde el proceso enseñanza-aprendizaje en las aulas de Física de los primeros años:

1. Identificar, evaluar y resolver problemas de ingeniería electrónica con creatividad o innovación dentro de los límites de su propio conocimiento.
2. Aplicar conocimientos de Matemáticas, Ciencias Básicas y Ciencias de la Ingeniería para resolver problemas de la ingeniería eléctrica con capacidad de análisis y síntesis.
3. Planificar y conducir investigaciones y experimentos, analizando e interpretando resultados.
4. Tener condiciones para ejercer en una sociedad contemporánea utilizando los recursos de la informática y otros métodos (...) evaluando los resultados.
5. Comunicarse efectivamente por escrito y oralmente sabiendo exponer públicamente sus ideas.
6. Desempeñarse en un ambiente multidisciplinario (...) con aptitud para el planeamiento, la organización, la conducción y el control.

En este trabajo se presentan el marco referencial que sustenta el diseño de las actividades para la enseñanza de la Física en el primer año de ingeniería y algunos ejemplos específicos que permiten visualizar qué desempeños se ponen en juego al trabajar estas actividades, que aportan al desarrollo de las competencias propias de la carrera.

Materiales y Métodos

El diseño curricular de la carrera expresa como objetivo general de la Física: “Proporcionar los conocimientos fundamentales de los fenómenos de la naturaleza, incluyendo sus expresiones cuantitativas y desarrollar la capacidad de empleo en la Ingeniería”, apuntando a “una sólida formación conceptual en la disciplina que sirva de sustento a las disciplinas específicas...” Estos dos aspectos actúan como macro criterios para el diseño del proceso de enseñanza y evaluación (Celman, 2006) dado su carácter de referentes en la visión de profesional que se pretende formar. La Física busca la explicación de los fenómenos naturales, construyendo modelos explicativos que son el resultado de la concordancia entre lo empírico y lo teórico y una de las finalidades primordiales de la enseñanza de la física es el aprendizaje comprensivo de los fenómenos

física (Lucero y otros, 2008). En este contexto, la estrategia de enseñanza más usual en las aulas de Física es la de resolución de problemas, de tipo cualitativo, cuantitativo o experimentales (Pozo- Gómez Crespo, 2000; Perales Palacios, 2000), y el marco del modelo de enseñanza para la comprensión (Stone Wiske, M, 2006) brinda los elementos que sustentan el diseño y la elaboración de las actividades de enseñanza-aprendizaje. Estos elementos, son:

- *Temas importantes a desarrollar:* los contenidos conceptuales corresponden al área de la mecánica, la termodinámica, los procedimentales hacen referencia a aquellos acordes con la metodología científica y entre los actitudinales los que hacen referencia a la valoración de la Física, del lenguaje preciso, de los procedimientos matemáticos como herramienta, respeto al pensamiento ajeno, por las fuentes de datos, entre otros.
- *Metas de comprensión.* Definen aquello que el alumno habrá de comprender de los temas elegidos y abarca conceptos claves y la manera de pensar de una disciplina.
- *Los desempeños de la comprensión.* Permite presentar de manera activa aquello que los alumnos han comprendido del tema en cuestión. Según Perkins (1999) comprender un contenido significa ser capaz de desempeñarse flexiblemente en relación con el mismo; ese desempeño flexible abarca acciones como explicar, interpretar, analizar, justificar, relacionar, comparar, extrapolar, vincular y aplicarlo de manera que va más allá del conocimiento y la habilidad rutinaria. Así entonces, cuando obtienen la solución de una situación problemática estarían realizando más de una de las acciones citadas.
- *Las evaluaciones continuas.* Permite a los alumnos la revisión de sus avances en la comprensión de los temas a través de instancias de autoevaluación con actividades de selección múltiple, de completamiento o de relación entre conceptos.
- *Trabajo en grupo.* La resolución de actividades de lápiz y papel, experimentales y la elaboración de informes en comisiones, constituyen instancias que estimulan la interacción alumno – alumno y brindan oportunidad para el desarrollo de aptitudes para el planeamiento, la organización, la conducción y el control de las acciones encaradas.

Resultados y Discusión

A modo de ejemplo se presentan actividades planteadas que permiten que el estudiante identifique situaciones, aplique con creatividad las leyes para buscar las soluciones y comunique por escrito sus resultados y/o explicaciones, procesos todos que guardan coherencia con los desempeños a desarrollar estipuladas en el perfil. A su vez, las situaciones experimentales permiten que analice e interprete datos extraídos de trabajos realizados en clase u otros presentados como ya recogidos. Estas actividades son parte del material didáctico de las clases de trabajo prácticos de la materia Mecánica y Termodinámica. En esas clases los alumnos se organizan en comisiones entre 4 y 5 integrantes para abordar las situaciones presentadas en el material, bajo la coordinación del docente. La carga horaria destinada a estas actividades es de 4,5 horas semanales. En cada ejemplo se identifican:

- a) Los temas seleccionados para ser desarrollados en la actividad.
- b) Las metas propuestas para dichos temas.
- c) Los indicadores que pondrían en evidencia la comprensión de los mismos.
- d) Las competencias del egresado de ingeniería cuyo desarrollo se ven beneficiados con estas actividades y que son identificadas con la numeración dada anteriormente.

Actividad 1

Se desea identificar el tipo de movimiento de una esferita que se desplaza a lo largo de un riel y establecer la ley de movimiento correspondiente.

Se cuenta con los siguientes elementos: Un riel de 2 m de largo y una munición, cronómetro, cinta métrica, soporte para el riel.



- Realice un análisis de la situación planteada y establezca un procedimiento a seguir para identificar el tipo de movimiento del cuerpo y determinar los parámetros cinemáticos que le permitirán establecer la ley de movimiento correspondiente.
- Ponga en práctica el procedimiento establecido, vuelque las medidas experimentales en un cuadro, realice el tratamiento de datos correspondientes.
- ¿Puede adelantar el tipo de movimiento que tendrá la esferita? ¿Por qué?
- Calcule los parámetros cinemáticos correspondiente al movimiento del móvil con el menor error posible.
- Escriba la ley de movimiento del cuerpo
- Redacte el informe correspondiente.

Temas a desarrollar: Movimiento en una dimensión. Medición. Errores. Representaciones gráficas. Ajuste de curvas.

Metas propuestas: Se pretende que el alumno diseñe un procedimiento a seguir que le permita obtener información de tipo conceptual a fin de predecir la evolución del movimiento estudiado, a partir de la lectura y discusión de gráficas experimentales.

Desempeños de la comprensión que involucra:

Interpretar la consigna
Identificar las variables relevantes
Establecer relaciones de dependencia entre variables
Identificar el marco teórico de referencia.
Modelizar la situación a estudiar.
Diseñar un procedimiento para medir las variables relevantes
Diseñar un procedimiento para el tratamiento de datos
Definir un sistema de referencia
Leer escalas de instrumentos
Relevar y organizar datos experimentales
Realizar tratamiento de datos analítica y gráficamente
Manejar de PC y planilla de cálculo
Explicitar las ideas teóricas que subyacen en la representación gráfica
Responder la consigna redactando un informe con explicaciones fundamentadas

Competencias en el egresado de ingeniería a las que contribuye: 1,2,3,4,5 y 6

Las acciones realizadas por el alumno para poder responder esta actividad de carácter experimental colaboran al desarrollo de competencias referidas al abordaje de situaciones problemáticas, con elementos del trabajo científico, herramientas informáticas, aplicando conocimientos de las ciencias básicas, comunicando resultados de manera fundamentada e interactuando en grupos de trabajo.

Actividad basada en una experiencia de laboratorio.

Actividad 2

En una experiencia de laboratorio, dos grupos de alumnos determinan la aceleración de la gravedad empleando el péndulo de Borda. De acuerdo a indicaciones previas suministradas, el período del péndulo debe ser calculado con un error menor a 0,001 s.

Los valores obtenidos experimentalmente por cada uno de los grupos son los siguientes:

Grupo I

Longitud del alambre que soporta el péndulo: $(180,9 \pm 0,1)$ cm

Para el cálculo del período se contaron 400 oscilaciones obteniéndose un tiempo de 18'16" con un cronómetro al 1/5 de s.

Grupo II

Longitud del alambre que soporta el péndulo: $(198,0 \pm 0,1)$ cm

Para el cálculo del período se contaron 100 oscilaciones obteniéndose un tiempo de 4' 48" con un cronómetro al 1/10 s.

- Analice los valores experimentales obtenidos por cada grupo.
- Calcule la aceleración de la gravedad empleando los valores hallados por el grupo que se ajuste a las indicaciones dadas previamente.
- Cuál es a su juicio, la razón por la que se establece la condición de error máximo de T?
- Calcule el error porcentual cometido en el cálculo de "g"

Temas a desarrollar: Movimiento armónico simple. Péndulo de Borda. Mediciones. Errores. Propagación de errores

Metas propuestas: Se pretende que el alumno determine la aceleración de la gravedad empleando determinaciones experimentales adecuadamente seleccionadas en base a criterios previamente establecidos referidos a los errores que afectan a las mediciones.

Desempeños de la comprensión que involucra:

Interpretar la consigna
Interpretar la condición previa impuesta en la actividad
Identificar el marco teórico de referencia
Modelizar la situación a resolver.
Identificar las medidas directas e indirectas
Identificar el error que afecta a cada una de las mediciones
Analizar los datos en el marco de la teoría correspondiente y a la condición impuesta.
Operativizar la condición impuesta, determinando los datos que darían cuenta de ello.
Seleccionar los datos del grupo que mejor se ajuste a la condición impuesta.
Calcular la aceleración de la gravedad-
Elaborar una explicación fundamentada sobre la condición impuesta.
Aplicar el procedimiento adecuado para la determinación del error porcentual de la medida realizada.
Responder la consigna con explicaciones fundamentadas

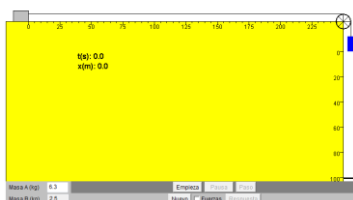
Competencias en el egresado de ingeniería a las que contribuye: 1,2, 5 y 6

En esta actividad se desarrollan competencias para delinear criterios de selección y discernir entre determinaciones experimentales en base a condiciones que les son impuestas, poniendo en juego no solo conocimientos del tema específico (Péndulo de Borda) sino también habilidades referidos al proceso de medición y al cálculo de errores.

Actividad de lápiz y papel anclada en una experiencia de laboratorio

Actividad 3

Determine el coeficiente de rozamiento cinético entre un bloque la superficie de apoyo empleando la simulación del Física con ordenador. Curso interactivo de Física en Internet. Ángel Franco García



I. Ingrese a la dirección:

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/rozamiento/dinamico1/dinamico1.htm>

II. Lea para interiorizarse de los contenidos involucrados y del manejo de la simulación.

III. Realice la simulación para responder las siguientes cuestiones

- Describa cualitativamente la situación planteada en la simulación y lo que se observa en la pantalla, mencionando los elementos, conceptos y leyes involucrados.
- A partir de los datos obtenidos, luego de realizar la simulación, calcule el coeficiente de rozamiento dinámico. Justifique desde la teoría el procedimiento empleado.
- Determine la aceleración del bloque B luego que deja de actuar la cuerda.
- Entregue por escrito las respuestas a las cuestiones planteadas junto al informe del trabajo experimental realizado.

Temas a desarrollar: Fuerzas. Fuerza de rozamiento. Coeficiente cinético de rozamiento. Movimiento rectilíneo uniformemente variado.

Metas propuestas: Se pretende que el alumno analice cualitativamente una situación simulada y determine un parámetro físico del fenómeno involucrado a partir de mediciones realizadas.

Desempeños de la comprensión que involucra:

Interpretar la consigna
Interactuar con la simulación
Observar criteriosamente la simulación
Identificar las variables que describen la situación planteada
Identificar el marco teórico de referencia
Interpretar la modelización del fenómeno en estudio.
Describir el fenómeno simulado en base a las variables relevantes y las leyes que se verifican.
Predecir las relaciones entre las variables involucradas para diversas condiciones iniciales
Realizar mediciones
Calcular el coeficiente solicitado
Responder cuestiones planteadas en base a la simulación realizada.
Responder la consigna con explicaciones fundamentadas.

Competencias en el egresado de ingeniería a las que contribuye: 1,2,4,5 y 6

Esta actividad basada en el empleo de una situación física simulada, como lo es el desplazamiento del cuerpo sobre una superficie horizontal, contribuye al desarrollo de competencias relacionadas con la teorización y modelización de procesos, con la actividad experimental, con el análisis de situaciones encaradas como sistemas.

Actividades basadas en simulaciones

Actividad 4

Un cuerpo se arroja al interior de un recipiente que contiene agua. En un principio se sumerge totalmente y luego una parte de él emerge sobre la superficie libre del líquido.

- Esquematice la situación planteada y grafique las fuerzas actuantes
- Explique por qué la esfera emerge.

Temas a desarrollar: Flotación.

Metas propuestas: Se pretende que el alumno modelice una situación planteada y elabore una explicación fundada de la misma.

Desempeños de la comprensión que involucra:

Interpretar la consigna
Identificar el marco teórico de referencia
Modelizar la situación a resolver.
Identificar las variables relevantes
Establecer relaciones entre las variables relevantes
Elaborar una explicación fundamentada, en base a las variables relevantes y las leyes que se verifican.

Competencias en el egresado de ingeniería a las que contribuye: 1, 2, 5 y 6

Esta actividad contribuye al desarrollo de competencias relacionadas con la teorización y modelización de fenómenos físicos y la elaboración de argumentos.

Actividad de lápiz y papel

Conclusiones

Las actividades planteadas en este trabajo están referidas a contenidos correspondientes a la asignatura Mecánica y Termodinámica de la carrera de Ingeniería en Electrónica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (FaCENA) de la UNNE, dado que es el contexto en el que se las ha gestado. Están ancladas en contenidos propios de la Física y las competencias básicas hacen referencia a identificar y aplicar estrategias de resolución de problemas o 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 los problemas sobre diversos núcleos temáticos, analizar cualitativamente una situación física.

En todas ellas se intentó que se hallaran presentes los diversos rasgos que caracterizan el estudio de un fenómeno físico:

- el análisis cualitativo, a fin de indentificar las variables que permiten al fenómeno en cuestión.
- el experimental, a fin de cuantificar las variables relevantes y manipular instrumentos
- el matemático, a fin de establecer las relaciones entre las variables relevantes y poder de esa manera predecir la evolución del fenómeno.

Entre los procedimientos específicos muy empleados en física se encuentran los relacionados con gráficas, representación y análisis de datos. La gráfica es una de las herramientas más útiles en el estudio de la mayoría de las disciplinas, ya que permite una visión de conjunto del fenómeno sometido a investigación, más rápidamente perceptible que la observación directa de los datos numéricos. (Minnaard, V. y otros, 2002).

Hay que tener en cuenta que toda carrera de ingeniería incluye a la Física entre las asignaturas de su diseño curricular y los contenidos de toda física universitaria básica

incluye los vistos en esta ocasión. Por otra parte, las competencias básicas mencionadas, que en este caso apuntan a ser desarrolladas en un ingeniero en electrónica, son las deseadas en cualquier carrera de ingeniería, dentro de la especialidad correspondiente. Es decir que, poniendo la mirada en los objetivos generales propuestos para la física y el espíritu de las competencias básicas a desarrollar en una carrera de ingeniería, podría decirse que estas actividades tendrían cierto carácter universal por cuanto podrían ser empleadas en un curso de física básica universitaria, independientemente de la orientación.

Este tipo de actividades ya fueron probadas por este equipo como favorecedoras de aprendizajes comprensivos de Mecánica. El aprendizaje comprensivo, tanto de los conceptos como de los procedimientos propios de la Física, le asegurarán al estudiante abordar situaciones en diversos contextos, a lo largo de su formación de grado y en el campo profesional una vez que haya egresado.

Se asume que no es posible formar en competencias desde una sola asignatura y es por ello que esta postura para el diseño de las actividades de Física debería ser tenida en cuenta a lo largo de las otras asignaturas que completan la formación básica en Física de los ingenieros.

Referencias

- 1) Celman, S. 2006. Notas de las clases conferenciales del primero y tercer encuentro del curso de posgrado "La evaluación en la Universidad". Programa de Formación Docente- Universidad Nacional del Nordeste.
- 2) CONFEDI . 2001. "Estudio del vocablo ingeniería". Informe de Comisión Especial. [on line]. Disponible en www.faceia.unr.edu.ar/inicio/images/PDF/Vocablo.pdf [22 Sep.2010]
- 3) Franco García, A. Física con ordenador. Curso interactivo de Física en Internet. [on line]. Disponible en <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/rozamiento/dinamico1/dinamico1.htm> [15 Sep. 2010]
- 4) Ingeniería en Electrónica. Plan de estudios 2001. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. UNNE. Corrientes.
- 5) Lucero, Irene; Meza, Susana; Aguirre, Ma Silvia. Justificación didáctica de las actividades de aprendizaje en un primer curso de Física en Ingeniería. Memorias I Congreso Internacional de Didácticas Específicas. Debates sobre las relaciones entre las Didácticas Específicas y la producción de materiales curriculares. San Martín. 18, 19 y 20 de junio de 2008. UNSAM. Campus Miguelete. ISBN 878-967-23259-6-1
- 6) Minnaard, V.; Rabino, C.; Garcia, M.; Moro, L. C. 2002. El uso de gráficas en la escuela: otro lenguaje de las ciencias. La Revista Iberoamericana de Educación. Experiencias e Innovaciones. [on line]. "Disponible en <http://www.rieoei.org/experiencias34.htm> [30 May.2010].
- 7) Perkins, D. (1999). ¿Qué es la comprensión? (1999) en Stone Wiske, M. (compiladora). La enseñanza para la comprensión. Buenos Aires: Paidós SAICF.
- 8) Perales Palacios, F. J. 2000- "Resolución de problemas". Madrid. Editorial Síntesis, S.A.
- 9) Pozo, J.I.- Gómez Crespo, M. A. 2000. "Aprender y enseñar ciencia". Segunda edición. Madrid. Morata.
- 10) Stone Wiske, M, Franz, K. Breit, L. 2006. Enseñar para la comprensión con nuevas tecnologías. Buenos Aires: 1era edición. Paidós.