

# LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA EN INGENIERÍA CIVIL

## Resolución de Problemas - Problemas Integradores

**Ing. Echazarreta, D R & Lic. Haudemand, R E**

**Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional**  
**Ingeniero Pereira 676. Tel 03442-423803**  
[echazad@frcu.utn.edu.ar](mailto:echazad@frcu.utn.edu.ar) , [haudemar@frcu.utn.edu.ar](mailto:haudemar@frcu.utn.edu.ar)

### **1.- Resumen**

El Diseño Curricular de las carreras de Ingeniería de la Universidad Tecnológica Nacional, propone desde lo metodológico la enseñanza basada en problemas que acerquen a los futuros ingenieros al trabajo profesional. Esta se operativiza a través de las Materias Integradoras, cuyo objetivo es permitir al alumno abordar la relación teoría-práctica como forma de construcción de conocimientos.

Entre las conclusiones finales del proyecto de investigación: "La relación teoría-práctica en las prácticas de enseñanza" se observa que, la naturaleza de las actividades planteadas en las prácticas docentes se reducen a la resolución de algoritmos en los tres primeros años de las carreras y sólo en los dos últimos se proponen situaciones problemáticas.

Como propuesta de mejora se plantearon durante los ciclos 2006 al 2008 inclusive, actividades en las cátedras de Física I y II como las que se presentan en este trabajo, con los resultados expuestos al final.

El por qué de esta propuesta es el acelerado avance tecnológico, él hace que cambien continuamente las técnicas constructivas ingenieriles y los medios utilizables en las soluciones.

Las ciencias básicas van adaptándose para optimizar la interpretación de los problemas y los fenómenos relacionados con ellas; pero los problemas básicos no cambian. Problemas tales como la vivienda, inundaciones, medio ambiente, riesgos en Ingeniería, son los que definen la profesión y marcan la función social del ingeniero.

El presente trabajo parte de la definición de Problemas Básicos en Ingeniería, y se propone a modo de ejemplo un trabajo en Física II de la carrera de Ingeniería Civil, bajo el título " El aislamiento térmico como situación problemática en la enseñanza de la Física".

El mismo abarca el estudio referente al confort térmico de una vivienda, y requiere para su solución el conocimiento de los contenidos conceptuales y procedimentales, especialmente de Física, Matemática y Tecnologías Básicas. La propuesta comprende el análisis de las partes que componen la estructura de una vivienda, las condiciones ambientales, la comparación de las dimensiones, las zonas de pérdidas y ganancias de energía térmica y finalmente una propuesta de solución al problema planteado. La evaluación de las soluciones propuestas por los diferentes grupos se realiza a través de la discusión de los informes en un debate constructivo, el que involucra una reflexión sobre las dificultades encontrada en el desarrollo de la propuesta.

A modo de conclusión, trabajar sobre las estrategias de enseñanza de la Física en una modalidad que podría definirse como una pequeña investigación, resulta motivador para los alumnos pues le permite entender el por qué de la Física en la carrera.

Las fortalezas y debilidades de hacer frente a problemas integradores desde los primeros años de estudio de la carrera profesional, en el que los alumnos deben poner de manifiesto la interdisciplinariedad de las cuestiones o problemas dan lugar a la labor del ingeniero.

## **2.-Introducción**

Basándonos en la concepción de Tecnología en la que se la define a partir de los problemas sociales a satisfacer, concibiendo el accionar tecnológico como un desarrollo científico-técnico destinado a resolverlos, un Diseño Curricular de enseñanza de la Ingeniería<sup>1</sup> no puede elaborarse a partir de las ciencias básicas seguidas de sus aplicaciones. Por el contrario, debe estructurarse alrededor del “para qué” de la formación. Por lo tanto, no puede prescindirse de los problemas del país y la región, ni tocarlos tangencialmente, deben ser el elemento básico para la organización de los contenidos. Obviamente, no aparecerán en la carrera en los años superiores como aplicación de lo ya visto, sino como elemento integrador, dándole significado a lo que se va aprendiendo desde el primer año y marcando la necesidad de conocer lo aún no visto.

El acelerado avance tecnológico cambia continuamente las técnicas constructivas ingenieriles y los medios utilizables en las soluciones; incluso las mismas ciencias básicas (matemática, física, química), vistas alguna vez como inmovibles, han ido cambiando para mejorar la interpretación de los problemas y los fenómenos en ellas intrincados.

Lo que no cambia son los problemas básicos, ellos conforman la raíz y núcleo de la existencia de la actividad profesional y, consecuentemente, de las carreras universitarias. Problemas como vivienda, inundaciones y riesgo en Ingeniería Civil, son los que definen la profesión, constituyen un campo de acción social y marcan por lo tanto la función social del ingeniero, elemento central de la formación universitaria y profesional.

Estos problemas han mantenido su esencia a lo largo de la historia y han cambiado en grado de complejidad creciente con el avance tecnológico.

En el Diseño Curricular de la Universidad Tecnológica Nacional, al tratar el concepto de Problemas básicos en ingeniería, lo define del siguiente modo:

*“Se entiende por problemas básicos aquellos de índole social cuya existencia han dado origen y sostienen la profesión. Lo cual asigna a éstos un carácter integrador en la formación del ingeniero”.*<sup>2</sup>

Nuestra pregunta conductora *¿cómo se da la relación teoría práctica en las Materias Integradoras en las carreras de Ingeniería?*

## **3.- Objetivos**

Dar a conocer el abordaje de la enseñanza de la Física a través de problemas básicos de la ingeniería es el propósito de este trabajo.

Abordamos el tema de los problemas básicos de la Ingeniería Civil enfocados desde la enseñanza de la Física, en especial de Física II, correspondiente al segundo año de la carrera.

---

<sup>1</sup> En el presente trabajo nos concentraremos en la enseñanza de la Ingeniería Civil.

<sup>2</sup> Formación de Recursos Humanos. Cuadernillo Universidad Tecnológica Nacional.

La asignatura Física II está ubicada en el segundo año, segundo cuatrimestre de la carrera Ingeniería Civil, con una carga horaria de diez horas semanales en un total de diecisiete semanas.

La cátedra propone como metodología de trabajo el Curso – Taller, esta experiencia no se restringe a la implementación de algunas rutinas o técnicas grupales y de participación de los alumnos, sino que implica modificaciones en todos los aspectos del curso con respeto a la enseñanza tradicional, que va desde una reformulación de roles de docentes y alumnos hasta la implementación de modalidades de evaluación en una perspectiva más abarcativa.

La asignatura es correlativa con Física I, Análisis matemático I y Álgebra, y abarca temas como Termometría, Termodinámica, Electroestática, Electrocínética y Electromagnetismo.

Está en relación con el perfil y las incumbencias profesionales aportando los conocimientos científicos para que el alumno pueda resolver problemas básicos, planteados en las materias integradoras y así acercarse desde los primeros años a la práctica ingenieril. Hace su aporte a la formación del área de conocimientos mecánicos (sistemas, equipos y componentes térmicos, frigoríficos) y al área de conocimientos eléctricos (utilización de la energía eléctrica), entre otros.

#### **4.- Metodología**

4.1 La metodología de los trabajos integradores consiste en aproximarse a la totalidad del problema desde el comienzo en los niveles de profundidad que sean posibles, según el momento de la carrera y la asignatura en que se encuentre el alumno.

La estrategia de enseñanza seleccionada corresponde al Método de casos. Se presenta la siguiente situación real.

*“El Aislamiento Térmico como Situación Problemática en la enseñanza de la Física”*

Un Ingeniero Civil recibe el siguiente planteo de un cliente:

*“Mis dos preguntas son las siguientes:*

*Si compro una casa y ésta, por defectos en la construcción del techo, presenta problemas de aislamiento térmico (mucho calor en verano, mucho frío en invierno), a quien puedo/tengo que demandar, al vendedor, al proyectista, al constructor, a varios de ellos...? Y mi segunda pregunta: puedo reclamar la indemnización en dinero correspondiente a la valoración de los daños o tengo que solicitar la reparación de los mismos?”*

Las consignas del trabajo consisten en: Realizar el estudio correspondiente para determinar los niveles de confort térmico de la vivienda en cuestión, enfocándolo desde un punto de vista multidisciplinar: desde la Física, la Técnica Constructiva, los Ensayos de Materiales y desde el Derecho, entre otros. Aquí nos concentraremos en los contenidos propios de la Física.

El relato por parte del docente del caso a los estudiantes comprende problemáticas como: La economía energética es un tema de la economía que se centra en sus relaciones con la energía (tecnología) como base de todas las demás relaciones. Es un problema de la economía ecológica en cuanto asume que la cadena alimenticia en la ecología tiene una analogía directa a la cadena de suministro de energía para las actividades humanas.

La economía energética es considerada por algunos una rama de los movimientos de la ecología, compartiendo la opinión de que la humanidad, en el peor de los escenarios

posibles, puede sufrir su desaparición cuando las fuentes de energía se agoten, considerando que esto no tiene alternativa. En consecuencia, el principio fundamental de la economía energética es la conservación de la energía.

La Ingeniería intenta reducir al mínimo las consecuencias negativas para el medio ambiente en la construcción de viviendas; realizando la eficacia y moderación en el uso de materiales de construcción, del consumo de energía y del espacio construido manteniendo el confort.

Los sistemas de acondicionamiento de ambientes son un foco primario para la ingeniería, ya que típicamente son los que más consumen energía en las construcciones habitacionales. Los edificios deben ser concebidos mediante un diseño que incorpore la inercia térmica mediante el uso de materiales de construcción que permitan la acumulación del calor en su masa térmica como el hormigón, la mampostería de ladrillos comunes, el suelo cemento, el agua, entre otros. Además, es necesario utilizar el aislamiento térmico para conservar el calor acumulado durante un día soleado. Para minimizar la pérdida de calor se busca que los edificios sean compactos, lo cual se logra mediante una relación baja entre superficie de muros, techos y ventanas respecto del volumen que contiene.

Las ventanas se utilizan para maximizar la entrada de la luz y energía del sol al ambiente interior mientras se busca reducir al mínimo la pérdida de calor a través del vidrio (un muy mal aislante térmico). En el hemisferio sur implica generalmente instalar mayor superficie vidriada al norte para captar el sol en invierno y restringir al máximo las superficies vidriadas al sur.

El sector de la vivienda y de los servicios (compuesto en su mayoría por edificios), absorbe más del 50 % del consumo final de energía primaria.

El diseño de un edificio o viviendas DAC (Diseño ambientalmente consciente) requiere de información cuantitativa sobre el sitio donde vaya a implantarse para incorporar las medidas adecuadas. Conseguir datos bioclimáticos no es sencillo en especial en los países no desarrollados. Entre estos datos se encuentran: temperatura (°C), humedad relativa (%), humedad absoluta (g/kg; mm Hg/kg; kPa/kg), radiación solar (W/m<sup>2</sup>), frecuencia, dirección y velocidad del viento. Los países cuentan con servicios meteorológicos a los que se puede acudir para obtener la información.

El confort térmico es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730 el confort térmico “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. El confort térmico depende de varios parámetros globales externos, como la temperatura del aire, la velocidad del mismo y la humedad relativa, y otros específicos internos como la actividad física desarrollada, la cantidad de ropa o el metabolismo de cada individuo.

Para llegar a la sensación de confort, el balance global de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo conservando de esta forma nuestra temperatura normal, es decir se alcanza el equilibrio térmico.

A continuación exponemos algunos intervalos de valor de los parámetros de confort externos que interactúan entre sí para la consecución del confort térmico: Temperatura del aire ambiente: entre 18 y 26 ° C. Velocidad del aire: entre 0 y 2 m/s. Humedad relativa: entre el 40 y el 65 %.

4.2-Para desarrollar esta actividad de aprendizaje e integración de los conocimientos, se presenta al alumno la guía de trabajo con los siguientes ítems: Breve comentario de la vivienda a estudiar. Consignas en forma secuencial de los contenidos. Análisis de cada

una de las partes que componen la estructura aislante. Análisis de las condiciones ambientales internas y externas. Análisis y comparación de las dimensiones de los elementos utilizados. Cálculo de las pérdidas y ganancias de energía térmica. Identificación de las zonas de mayor y menor pérdidas de energía térmica. Identificación de las zonas de mayor y menor ganancias de energía térmica. Propuestas de alternativas de solución.

## **5.- Resultados**

Se detalla a continuación una breve descripción de las dificultades, debilidades, errores más comunes y fortalezas observadas durante el trabajo realizado por los alumnos. Estas observaciones o comentarios están organizados de acuerdo al orden establecido en las consignas del trabajo anterior.

Análisis de cada una de las partes que componen la estructura aislante: los alumnos encuentran cierta dificultad para identificar las distintas capas que conforman el aislamiento térmico y el aislamiento hidrófugo.

Análisis de las condiciones ambientales internas y externas: Para la determinación de las condiciones ambientales iniciales, el docente intervino para fijar pautas y criterios sobre las condiciones ambientales iniciales, tanto en el interior de la vivienda como en el exterior de la misma, no obstante los alumnos llegaron a un acuerdo sobre las mismas.

Análisis y comparación de las dimensiones de los elementos utilizados: En este punto los alumnos establecieron, asistidos por el docente, los espesores mínimos requeridos para lograr el aislamiento térmico requerido. También compararon estos valores con los ofrecidos por el mercado local. Los alumnos buscaron información sobre los elementos que ofrece la industria.

Cálculo de las pérdidas y ganancias de energía térmica: Los trabajos de cálculo fueron satisfactorios, en las que los alumnos mediante la aplicación de ecuaciones que gobiernan el problema estudiadas en la materia, llegaron a buenos resultados.

Identificación de las zonas de mayor y menor pérdidas de energía térmica: Las preguntas de los alumnos y las recomendaciones de los docentes estuvieron centradas para lograr establecer cuales eran los sectores de la estructura en cuestión que presentaba mayores dificultades para su aislamiento.

Identificación de las zonas de mayor y menor ganancias de energía térmica: Igualmente al punto anterior, pero con condiciones ambientales iniciales inversas.

Propuestas de alternativas de solución: Se solicita a los alumnos que de acuerdo al trabajo y los cálculos realizados propongan alternativas realizables para solucionar el problema del acondicionamiento de ambientes en viviendas.

## **6.- Conclusiones**

Los alumnos demuestran interés en conocer en profundidad las necesidades a satisfacer para lograr los objetivos planteados. Especialmente en lograr el confort en las viviendas de uso familiar. Por otro lado también se introducen en los alcances legales de la construcción de viviendas y las obligaciones contractuales de las obras civiles.

En lo referente a los problemas integradores o situaciones problemáticas, sostienen que es de suma importancia conocerlos desde los primeros años de la carrera.

A modo de síntesis, podemos expresar que estas estrategias de enseñanza resultan motivadoras por el hecho de que el caso presentado puede ser interpretado de diferentes

modos, lo cual conduce a un debate o discusión; permitiéndoles desarrollar la capacidad de análisis, la adquisición de nuevos conceptos, ampliar el vocabulario específico, a participar activamente, a capacitarse en la toma de decisiones.

### **Agradecimientos**

A los integrantes del Grupo de Estudio sobre el Diseño Curricular -GESDC  
Rodríguez Quiñones, M.T; Echagüe, J.M, Haudemand, N. Y, Carbone, D.A.

### **7.- Bibliografía**

- Tipler, P. (1993) Física I y II . Ed. Reverté.  
Moran - Shapiro. (1995) . Fundamentos de las Termodinámica Técnica. Ed. Reverté  
Resnik y otros.( 2000) Física.Tomos I y II. CECSA.  
Mc Kelvey y otros. (1992).Física para Ciencias e Ingeniería. Tomos I y II.  
Alonso Finn. ( 1998) Física. Edisson Whesley.  
Feyman . (2005) Física. Tomo II.  
Rodríguez Quiñones, M.T; Haudemand, Raquel E. y otros. La tensión Teoría- Práctica en las Prácticas Docentes.(2006) Simposio De Investigación En Educación En Física-Sief 8gualaguaychú . Entre Ríos. Isbn:  
Haudemand, R; Echazarreta, D. (2008) Adecuación de planes de estudio y su relación con el rendimiento académico. Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física. Pag 146. ISBN: 978-987-22880-4-4.  
Haudemand, N; Haudemand, R. (2008). La afectividad en el aula. Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física. Pag 135. ISBN: 978-987-22880-4-4.  
Haudemand, R; Echazarreta, D y otros.(2003) Dificultades en la transferencia de conceptos matemáticos al campo de la física y química en los primeros años de las carreras de ingeniería. Reunión Nacional de Educación en Física. ISBN: 987-1003-15-3  
Haudemand, R y otros. (2007) Las Prácticas de laboratorio de Física Clásica mediadas por las TIC´s y su relación con el rendimiento académico en carreras de Ingeniería. Centro De Convenciones Bolívar. Universidad Central “Marta Abreu”, de Las Villas, Santa Clara, Cuba.XIII Convención de Ingeniería Eléctrica” .ISBN: 978-959-250-352-6  
Giordano,M.; Comelta,A.; Guyot,V. “ Enseñar y Aprender Ciencias Naturales Editorial Troquel, pág 17.Buenos Aires.  
Feldman, D; (1999) “Ayudar a enseñar” Relación entre la didáctica y enseñanza. Editorial AIQUE.  
Boggino, N; Huberman, H; (2002) ”Transversalidad, contextualización y globalización de la enseñanza”. Homo Sapiens Ediciones.  
Feldman, D, (1992).¿Por qué estudiar las creencias y las teorías personales de los docentes? Revista del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación, N° 1, Año 1, F. F. y L. U.B.A., Buenos Aires.  
Ferry, G. (1990)El trayecto de la formación. Los enseñantes entre la teoría y la práctica. Paidós, México.  
Gimeno Sacristán, J (1990). Teoría de la enseñanza y desarrollo del currículo. Reí, Buenos Aires.  
Formación de Recursos Humanos. Cuadernillo Universidad Tecnológica Nacional.1995.