



Formación Universitaria

E-ISSN: 0718-5006

citrevistas@gmail.com

Centro de Información Tecnológica

Chile

Echazarreta, Darío R.; Haudemand, Raquel E.
Resolución de Problemas Integradores en la Enseñanza de la Física para Estudiantes de
Ingeniería Civil
Formación Universitaria, vol. 2, núm. 6, 2009, pp. 31-38
Centro de Información Tecnológica
La Serena, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=373534526005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Resolución de Problemas Integradores en la Enseñanza de la Física para Estudiantes de Ingeniería Civil

Darío R. Echazarreta y Raquel E. Haudemand

Univ. Tecnológica Nacional, Fac. Regional Concepción del Uruguay, Depto. de Materias Básicas, Ingeniero Pereira N° 676, (3260) Concepción del Uruguay, Entre Ríos-Argentina
(e-mail: echazad@frcu.utn.edu.ar; haudemar@frcu.utn.edu.ar)

Resumen

El propósito de este trabajo es determinar la importancia de la propuesta de problemas integradores en el desarrollo de habilidades cognitivas y de aprendizaje de los estudiantes en la cátedra de Física de la carrera de ingeniería Civil. El tema presentado a los alumnos se refiere al confort térmico de una vivienda, y requiere para su solución del conocimiento de los contenidos de las ciencias y tecnologías básicas. La evaluación de las soluciones propuestas por los diferentes grupos de estudiantes, se realiza a través de la discusión de los informes en un debate constructivo, el que involucra una reflexión sobre las fortalezas y dificultades detectadas; mientras que la metodología de trabajo se evalúa con un cuestionario. Los resultados reflejan que la metodología usada optimiza la enseñanza de la física, permitiendo que los alumnos desarrollen habilidades cognitivas que favorecen su aprendizaje y contribuye al desarrollo de mejores competencias profesionales.

Palabras clave: enseñanza de la física, estrategias de enseñanza, problemas integradores, competencias

Integrating Problem Resolution in the Teaching of Physics for Civil Engineering Students

Abstract

The purpose of this study is to determine the importance of proposing integrating problems for the development of student's cognitive and learning skills in the subject of Physics for Civil Engineering careers. The problem that is presented to the students is related to housing thermal comfort and requires knowledge of science and basic technologies. The evaluation of the solutions proposed by different groups of students is done through discussion of the reports in a constructive debate, which involves a reflection on the strengths and challenges identified, while the working methodology is evaluated with a questionnaire. The results indicate that the methodology used optimizes the teaching of physics, allowing students to be exposed to real problems. The students develop cognitive skills that promote their learning and contribute to the development of better professional competences.

Keywords: physics teaching, learning strategies, integrating problems, engineering, competences

INTRODUCCIÓN

La enseñanza basada en problemas es la metodología que se propone en el diseño curricular de las carreras de Ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional. Ésta 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, acercando al futuro egresado al trabajo profesional. Entre las conclusiones finales de los proyectos de investigación “Transferencia de los conceptos matemáticos al campo de la física-química primeros años carreras de ingeniería” y “La relación teoría-práctica en las prácticas de enseñanza” (códigos de homologación N° 25D013 y N° 25D022 Secretaría de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación de la República Argentina) 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 (Haudemand, et al. 2003) coincidiendo con resultados de investigaciones similares referente a que “...el aprendizaje por repetición, memorización de hechos y las recetas para resolver problemas no garantizan una buena comprensión...” (Wieman y Perkins, 2005); es que se propuso entre los ciclos 2002 al 2008 inclusive, actividades innovadoras en las cátedras de Física de Ingeniería Civil.

Los problemas básicos tales como la vivienda, inundaciones, medio ambiente, riesgos en Ingeniería, son los que definen la profesión y marcan la función social del ingeniero, elemento central de la formación universitaria y profesional (UTN, 2004); las ciencias básicas van adaptándose con los avances tecnológicos, y con ellos las técnicas constructivas para optimizar la interpretación de los problemas y los fenómenos relacionados con ellas. Basándose en la concepción de Tecnología, la que se 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 Ingeniería, 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 tanto, no puede prescindirse de los problemas del país y ni de la región; deben ser el elemento básico para la organización de los contenidos (Buttiglieri y Ferrante, 1995).

Como se expresara anteriormente, el acelerado avance tecnológico cambia continuamente las técnicas constructivas ingenieriles y los medios utilizables en las soluciones; incluso las mismas ciencias básicas, han ido cambiando para mejorar la interpretación de los problemas y los fenómenos relacionados con ellas. 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” (Buttiglieri y Ferrante, 1995). Estos principios al tener un carácter integrador en la formación del ingeniero, pretenden resignificar el trabajo ingenieril. El Diseño Curricular propone ser un espacio vertebrador de la formación, para ello parte de un Tronco Integrador. Entendiendo por tronco integrador a la línea curricular que se desarrolla a lo largo de toda la carrera a través de materias integradoras. En las mismas se plantean instancias sintetizadoras con la finalidad de incluir el trabajo ingenieril partiendo de problemas básicos de la profesión.

Para estructurar esta línea curricular es necesario: Definir los problemas básicos. Seleccionar y jerarquizar los problemas básicos según los objetivos propuestos en el perfil y las características regionales. Establecer relaciones (variables comunes, interrelaciones, analogías) entre los problemas básicos afines. Secuenciar los problemas básicos teniendo en cuenta las aproximaciones sucesivas y las etapas del trabajo ingenieril (Feldman, 1992). En la estructuración del tronco integrador es necesario articular la integración horizontal y vertical con las asignaturas que se dicten paralelamente, para obtener la máxima inclusión de contenidos en la resolución de los problemas. Esto significa que los docentes del mismo nivel, para lograr los objetivos planteados en la integración de contenidos, presentan a los alumnos problemas integradores, siendo este el caso de la asignatura Física II. A modo de ejemplo se propone, bajo el título “El aislamiento térmico como situación problemática en la enseñanza de la Física”; el que 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 fortalezas y dificultades encontradas en el desarrollo de la propuesta.

El propósito de este trabajo es dar a conocer el abordaje de la enseñanza de la Física a través de problemas integradores, en las carreras de ingeniería. El tema seleccionado corresponde a Física II, asignatura 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 aula – 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 amplia. La asignatura es correlativa con Física I, Análisis Matemático I y Álgebra, e incluye temas como Termometría, Termodinámica, Electroestática, Electrodinámica y Electromagnetismo (UTN, 2004). 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.

METODOLOGÍA

La metodología de los trabajos integradores consiste en aproximarse a la totalidad del problema desde el comienzo de la carrera universitaria, en los niveles de profundidad que sean posibles, según el momento y la asignatura en que se encuentre cursando el alumno. La estrategia de enseñanza seleccionada corresponde al Método de Casos (Kenneth, 1997; Freeman, 2005), éste consiste en presentar a los estudiantes la descripción de una determinada situación real o ficticia, que tiene solución o no, para que intenten arribar a una solución individual o grupal. La propuesta resulta interesante por varias razones: como motivación, porque un problema o caso puede ser conflictivo e interpretado de diversos modos, lo cual puede conducir a la discusión e interés; para desarrollar la capacidad de análisis, de espíritu crítico y creativo; para la adquisición de nuevos conceptos e incremento de su vocabulario; para participar activamente; para que familiarizarse en la toma de decisiones.

En el análisis de un caso, es preciso prevenir al grupo que no siempre se llega a una solución convincente, ni a una solución única, aceptada por todos, para evitar frustraciones a los que toman parte en este tipo de apreciación. Una de las características del Estudio de Casos consiste en que cada uno de los miembros puede aportar una solución diferente, de acuerdo con sus conocimientos, experiencia y motivaciones; es decir que no hay una única solución. Es preciso aclarar que el estudio de casos, más que a encontrar soluciones válidas, ayuda al alumno a madurar en el campo de actividades en que tendrá que actuar como profesional. En esta oportunidad se presenta la siguiente situación real o caso problema. “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, muros y ventanas, presenta problemas de aislamiento térmico (mucho calor en verano, mucho frío en invierno), ¿ a quién tengo que reclamar: al vendedor, al proyectista, al constructor, a varios de ellos...? Y mi segunda pregunta: ¿puedo reclamar la indemnización en dinero correspondiente al valor 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 a los estudiantes comprende situaciones como: Que es un tema de la economía energética centrada en sus relaciones con la tecnología (energía) 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 en las actividades humanas. La economía energética es considerada por algunos una rama de los movimientos de la ecología, en donde el agotamiento de las fuentes de energía es un problema central. Esta problemática nos lleva a coincidir con Tainter (1996), en que 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; realzando 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 (Miller, 2009). 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 (Miller, 2009). El diseño de un edificio o viviendas Diseño Ambientalmente Consciente (DAC), (Rosenfeld, et al, 2004) 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, pero se cuenta con servicios meteorológicos a los que se puede acudir para obtener información. Entre estos datos se encuentran: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), humedad relativa (%), humedad absoluta (g/kg; mm Hg/kg; kPa/kg), radiación solar (W/m^2), frecuencia, dirección y velocidad del viento.

El confort térmico es una sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730 (2005) 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 temperatura y velocidad del aire, 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 el equilibrio térmico (Czajkowski y Corredera, 2006). 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, 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 y/o ganancias de energía térmica; propuestas de alternativas de solución.

La evaluación de la metodología propuesta se realiza través de un cuestionario anónimo, donde los alumnos responden sobre los diferentes aspectos referidos a la modalidad de trabajo la que incluye: planificación de la tarea, preparación previa, metodología de trabajo, grado de complejidad de la propuesta, recursos didácticos, integración teoría-práctica, relación docente alumno. Siendo los resultados los detallados en la figura 1.

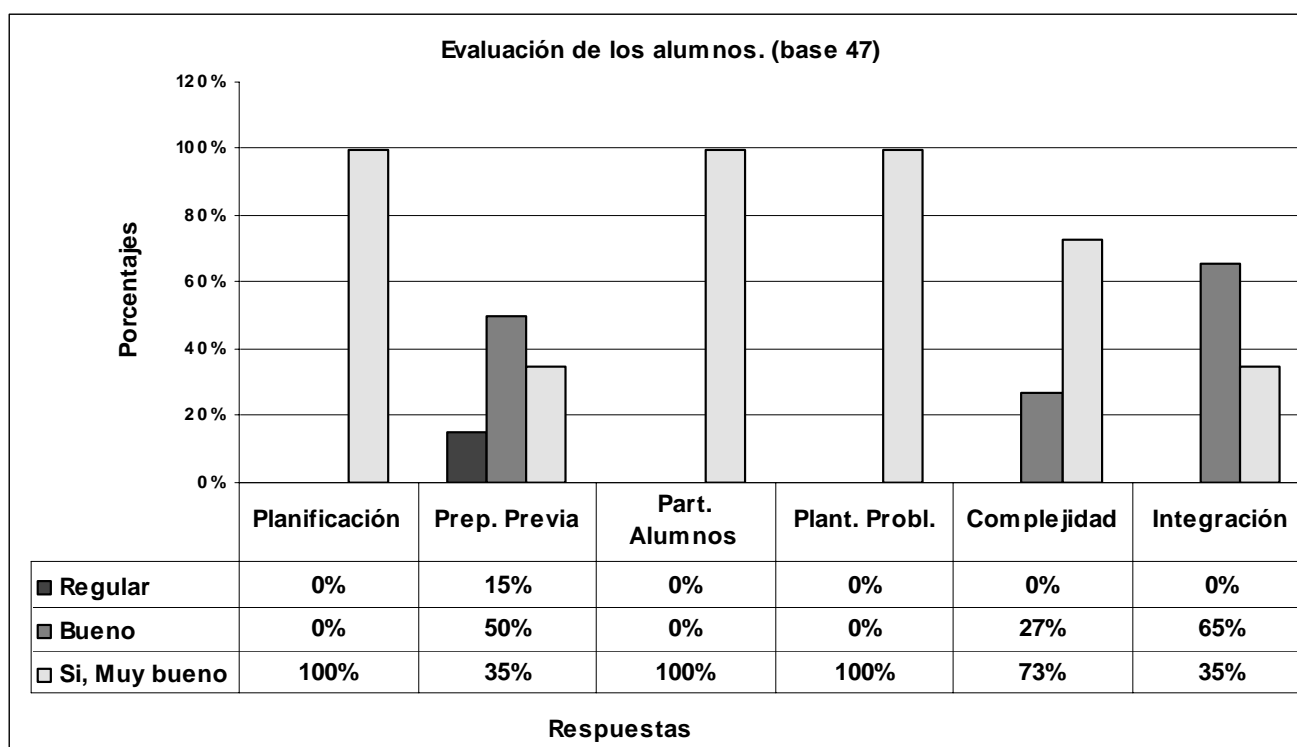


Fig.1: Evaluación de la metodología de trabajo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este apartado se analizan primero los resultados de la situación problemática planteada y a continuación el resultado de la evaluación sobre la metodología de trabajo. Las observaciones o comentarios referentes a las fortalezas, dificultades, debilidades, errores más comunes observados durante el trabajo realizado por los alumnos están organizados de acuerdo al orden establecido en las consignas y dan cuenta de lo siguiente:

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, no obstante los alumnos llegaron a un acuerdo sobre las condiciones iniciales.

Análisis y comparación de las dimensiones de los elementos utilizados: En este punto los alumnos establecieron, asistidos por el equipo docente, los espesores mínimos requeridos para lograr el aislamiento térmico; también compararon estos valores con las dimensiones de los materiales ofrecidos por el mercado local e indagaron sobre los elementos que ofrece la industria.

Cálculo de las pérdidas y ganancias de energía térmica: Los trabajos de cálculo fueron satisfactorios, porque los alumnos mediante la aplicación de ecuaciones que gobiernan el problema estudiado en la materia, llegaron resultados coherentes con los niveles de confort.

Identificación de las zonas de mayor y menor pérdidas de energía térmica: Los interrogantes de los alumnos y las recomendaciones de los docentes estuvieron centrados en lograr establecer cuáles eran los sectores de la estructura que presentaba mayores dificultades para su aislamiento.
Identificación de las zonas de mayor y menor ganancias de energía térmica: Coincidiendo con el punto anterior, pero en condiciones ambientales iniciales inversas.

Propuestas de alternativas de solución: Se solicitó 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.

En lo referente a las conclusiones sobre los resultados y propuestas de mejoras de una de las variables del confort térmico (temperatura), los grupos concluyen que por las aberturas en contacto con el exterior (vanos vidriados) se produce la mayor pérdida o ganancia de energía térmica. Entre las propuestas de mejoras, surge el rediseño de los vanos vidriados, el que incluye a modo de ejemplo doble vidrio con cámara de aire y persiana de aluminio, con esta propuesta logran reducir las pérdidas o ganancias de energía térmica en un 75%. Esta situación-problema propuesta a los alumnos los acerca al trabajo profesional, objetivo del diseño curricular. Los alcances legales y las obligaciones contractuales de las obras civiles se tratarán en asignaturas del ciclo superior, por ser el problema planteado una situación abierta.

En la Fig.1 se muestra la ponderación que realizan los alumnos sobre esta modalidad de trabajo; consideran que resulta altamente significativa porque produce aprendizajes efectivos al poseer los conocimientos previos necesarios para abordar el problema y disponer de los recursos didácticos. Opinan que, el grado de complejidad de la situación planteada es elevado, requiriendo de la integración entre la teoría y la práctica para la solución de la situación-problema; agregan que, esto es posible debido a la relación docente – alumno, permitiendo al equipo de cátedra promover la participación activa.

Las estrategias de enseñanza que engloban problemas integradores requieren para su tratamiento un sólido marco teórico en la solución práctica (Boggino, 2002); así la práctica se entiende como lugar de interacción entre el ingeniero que se forma y el campo de la ingeniería, superando de esta forma la mera aplicación teórica. Se trata de construir el conocimiento a partir de la realidad observada; los problemas y fenómenos asociados a la ingeniería no son solamente oportunidades de aplicación de conceptos teóricos, sino la fuente principal de conocimiento para la formación del profesional. No se trata de construir el conocimiento e integrarlo después, sino de construirlo integradamente (UTN, 2004). El estudiante se acerca y se forma a través de tareas como la observación e interpretación de problemas reales, la manipulación del instrumental, la ejecución de experiencias de laboratorio y de campo, la consideración de casos y la resolución de problemas de ingeniería. El proponer problemas integradores en las cátedras de Física en las carreras de ingeniería, satisface objetivos que se relacionan con el perfil del futuro profesional y ello requiere de la innovación permanente del equipo de cátedra en lo referente a la selección de actividades tendientes a lograr los propósitos del Diseño Curricular (Haudemand y Echazarreta, 2008). Con ello las ciencias básicas van adaptándose para optimizar la interpretación de los problemas y los fenómenos relacionados con ellas; aunque 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. Partiendo del concepto de estrategia, entendiéndose como tal al, “Uso deliberado y planificado de una secuencia compuesta de procedimientos dirigida a alcanzar una meta establecida”, (Pozo, 1999), se puede expresar que a través de las tareas que realizan los alumnos, como: selección y planificación de los procedimientos más eficaces en cada caso, control de su ejecución o puesta en marcha, así como la evaluación del éxito o fracaso obtenido tras la aplicación de la estrategia, se ponen de manifiesto las diferencias entre saber decir, y saber hacer, (Anderson, 1983).

Otra problemática que abarca esta propuesta de trabajo áulico, es el grado de motivación que los alumnos demuestran a través del 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. Coincidiendo con Claxton (1984) según la cual “motivar es cambiar las prioridades de una persona”, se trataría de partir de los intereses y preferencias de los alumnos para generar otros nuevos. Por otro lado también se introducen en los alcances legales de la construcción de viviendas y las obligaciones contractuales de las obras civiles en asignaturas del ciclo superior.

CONCLUSIONES

Los problemas propuestos de esta manera, constituyen un aporte al objetivo general de la carrera universitaria pues la integración resulta superadora de la visión parcial de cada una de las disciplinas científicas y técnicas aplicadas.

Las estrategias de enseñanza seleccionadas resultan de interés en la formación de los futuros profesionales pues el caso presentado puede ser interpretado de diferentes modos, lo cual conduce a un debate o discusión, permitiendo desarrollar la capacidad de análisis, la adquisición de nuevos conceptos, ampliar el vocabulario específico, participar activamente, capacitarse en la toma de decisiones, favoreciendo así el desarrollo de habilidades y destrezas cognitivas (Echazarreta y Haudemand, 2009; Freeman, 2005).

Con referencia al equipo docente se puede expresar que se concreta una nueva labor con la inclusión de estas estrategias de enseñanza pues, el profesor se constituye en facilitador del aprendizaje al ayudar a los estudiantes a acercarse a los niveles más complejos del conocimiento.

Coincidiendo con Olguín et al. (2006), "el abordaje de problemas referentes al campo profesional para el cual se forman, junto al desarrollo de competencias para analizar situaciones y operar sobre ellas constituyen necesidades formativas que será necesario asumir en la selección de nuestras estrategias".

REFERENCIAS

Anderson, JR. *La arquitectura de la cognición*. Cambridge.MA: Harvard University Press, USA (1983).

Boggino, N. y H. Huberman. "*Transversalidad, contextualización y globalización de la enseñanza*". Homo Sapiens (2002).

Buttigliero, H. y A. Ferrante. *Formación de Recursos Humanos. Capacitación docente. Universidad Tecnológica Nacional*. Buenos Aires Argentina (1995).

Claxton, C. *Liberating the Learner. Lessons for Professional Development in Education*. Editorial Routledge. USA. ISBN 0-415-131327-8 (1984).

Czajkowski, J. y C. Corredera. *Ahorro de energía en refrigeración de edificios para viviendas y propuesta de indicadores de eficiencia y valores admisibles*. Avances en energías renovables y medio ambiente. Editorial INENCO-UNSa, Salta. ISSN 0329-5184. Vol: 10, Tomo 1, (2006).

Echazarreta, R. y R. Haudemand. *The physics laboratory for facilitating skills and abilities. A didactic proposal for teaching engineering*. 90-113 Journal of Science Education. Vol.10, 2009, Special Issue. Memorias del Congreso Internacional de Educación en Ciencias, 10 años de la Revista de Educación en Ciencias, Cartagena, Colombia 15 a 18 de julio (2009).

Feldman, D. *¿Por qué estudiar las creencias y las teorías personales de los docentes?* Revista del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación, Nº 1, Año 1, F. F. y L. U.B.A., Buenos Aires Argentina (1992).

Freeman, C. H. *Uso de Casos Estudio para la Enseñanza de la Ciencia*. <http://www.actionbioscience.org/esp/educacion/herreid.html#primer> (2005). Acceso: 21 de octubre de 2009

Haudemand, R. y otros 6 autores. *Dificultades en la transferencia de conceptos matemáticos al campo de la física y química en los primeros años de las carreras de ingeniería*. Memorias de la Reunión Nacional de Educación en Física. ISBN: 987-1003-15-3, Argentina (2003).

Haudemand, R y D. Echazarreta. *Adecuación de planes de estudio y su relación con el rendimiento académico*. Memorias del Noveno Simposio de Investigación en Educación en Física. 146 -147. ISBN: 978-987-22880-4-4 Argentina. (2008). http://www.frcu.utn.edu.ar/docentes/curriculum_doc2. Acceso: 23 de abril de 2009.

ISO 7730 (2005), Condiciones para el confort térmico.<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/GuiasMonitor/Ergonomia/X/Ficheros/ex08.pdf>. Acceso: 15 de abril de 2009.

Kenneth, S. *Educación participativa. El método del trabajo en grupo*. Aula abierta-Magisterio,(1997).

Miller, P. *National Geographic. Ahorra energía. Ayuda a detener el calentamiento global. "Se empieza en casa"* pp 2- 23, (Marzo de 2009).

Olguín, A. y otros nueve autores, *En busca de las estrategias perdidas. Ensayos sobre la enseñanza en Educación Superior*. pp 97-115 Ediciones IMPREX, Argentina (2006).

Pozo, J. I. *Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional, Enseñanza de las Ciencias*, pp 513- 520- España (1999).

Rosenfeld, E.; Czajkowski J. y G. San Juan. *Diccionario de Arquitectura en la Argentina*. Editorial Clarín, Tomo 1, 157-158. ISBN 950-782-423-5 (2004).

Wieman, C y K Perkins. Transforming Physics Education
http://www.jgore.org/Wieman_PhysicsToday. Acceso: 20 de Octubre 2009

Tainter, J. *Complexity, Problems Solving, and Sustainable Societies*. Island Press. ISBN 1-55963-503-7 (1996).

UTN *Adecuación Diseño Curricular de la carrera de Ingeniería*. Ordenanza N° 1029, 2-27 Argentina, (2004).