

¿Es posible pensar en la didáctica de las ingenierías?: una aproximación al problema

Carmen Alicia Martínez Rivera*
Jorge Enrique Rodríguez Rodríguez**

Fecha recepción: 5 de diciembre de 2013

Fecha aceptación: 20 de febrero 20 de 2013

Resumen

En este artículo se presentan varios puntos de reflexión en torno a la posible consolidación de la Didáctica de las Ingenierías. Para ello tomamos como referentes algunos planteamientos que han sido básicos para que, en las últimas décadas, se dé cuenta de la Didáctica de las Ciencias como disciplina particular. Diferentes aspectos como la constitución de problemas, de objetivos compartidos, de una comunidad especializada que aborda los problemas de la formación del ingeniero, de la enseñanza y el aprendizaje de las ingenierías, llevan a proponer que la Didáctica de las Ingenierías es una disciplina emergente. Las publicaciones especializadas, los eventos realizados y los problemas abordados en diferentes investigaciones, permiten señalar que esto es posible. Esta situación plantea caminos y retos para los profesionales responsables de la investigación y la formación del ingeniero.

Palabras clave

Didáctica de las ciencias, didáctica de las ingenierías, investigación didáctica, conocimiento profesional del profesor de ingeniería.

* Profesora Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Dra Didáctica de las Ciencias. camartinezr@udistrital.edu.co

** Profesora Universidad Distrital Francisco José de Caldas. MSc. Coordinador Tecnología en Sistematización de Datos e Ingeniería en Telemática por ciclos propedéuticos jerodriguezr@udistrital.edu.co

Abstract

In this paper we present some points for reflection on the possible consolidation of the Didactics of Engineering. As a benchmark we take some theories that have been fundamental in recent decades; which show the Didactics of science as a discipline. Aspects such as the constitution for problems, shared goals, a dedicated community that addresses the problems of the formation of the engineer, of teaching and learning of engineering; they propose that the Didactics of the Engineering is an emerging discipline. The specialized publications, events and the problems dealt with in various researches are sufficient to indicate that this is possible. This raises ways and challenges for the professionals responsible for research and training of the engineer.

Keywords

Didactics of science, didactics of engineering, didactic research, professional knowledge of the engineering professor.

1. Introducción)

Como señalaba Campanario (2002), es necesario dar el “asalto al castillo” y abordar la formación didáctica de los profesores universitarios, pues la formación didáctica de los(as) docentes universitarios suele ser escasa (Moreno, 2005). Una aproximación al problema del conocimiento profesional del docente ingeniero en la Universidad (Jirón y Martínez, 2009), señala la necesidad de fortalecer los procesos de formación didáctica de los profesores universitarios, en este caso particular para los Profesores-ingenieros (as); de favorecer la reflexión sobre su propia práctica docente, así como sus concepciones epistemológicas y didácticas, y de favorecer la construcción de problemas en torno a la enseñanza y el aprendizaje en la formación de ingenieros. Igualmente se destaca la necesidad de realizar investigaciones en torno a la didáctica de la ingeniería, que permita por ejemplo com-

prender la cultura de base de los ingenieros y las relaciones con sus concepciones epistemológicas y didácticas, en la elaboración de propuestas de enseñanza, en el desarrollo de las mismas (Millicic, 2004). Como lo indica Cid (2009) es importante que emerjan las “voces ocultas” de los profesores y profesoras de ingeniería. Así, por ejemplo el abordar el proceso de formación de ingeniero como problema de investigación es considerado como un aspecto relevante para contextos particulares (Corchuelo, 2004).

Este escrito busca aportar en la reflexión sobre la pregunta: es posible aludir a la Didáctica de la Ingeniería como disciplina?, para ello retomaremos los argumentos planteados para la consideración de la Didáctica de las Ciencias como disciplina y luego haremos una aproximación a nuestro problema en el contexto específico de la enseñanza de las ingenierías.

2. Una mirada desde la didáctica de las ciencias

En los últimos años se han realizado diferentes planteamientos que llevan a señalar la constitución de la Didáctica de las Ciencias como disciplina. Diversos autores desde varias perspectivas así lo señalan (Porlán, 1998; Gil Pérez, D., Carrascosa Alís, J. y Martínez Terrades, S. (2000); Zambrano, 2002; Aduriz, 2001; Astolfi, 2001; Aduriz e Izquierdo, 2002; Moreira, 2005).

Zambrano (2002) retomando a Vergnaud (2000), ubica a la consolidación de la como disciplina autónoma en 1975 en la ciudad de Paris "Fue con la creación, en la ciudad de Paris, del Instituto de Investigación en la Enseñanza de las Matemáticas (IREM), cuando se consolido la Didáctica como disciplina científica y con autonomía relativa de las Ciencias de la Educación y de la Pedagogía" (p.218). En particular, para el caso de la Didáctica de las Ciencias, Aduriz e Izquierdo (2002), sintetizan un proceso histórico en diferentes momentos que se describen en la tabla 1.

Aduriz e Izquierdo (2002), señalan como indicadores empíricos de esta consolidación de la Didáctica de las Ciencias, los siguientes: las numerosas producciones; la consolidación de redes y congresos; la consideración de la Didáctica de las Ciencias como área de conocimiento y de titulación; el desarrollo teórico en torno a modelos didácticos.

Por su parte Porlán (1998), retoma los planteamientos de Toulmin (1972), quien señala que las características de todas las disciplinas profesionalizadas, son: "a) un conjunto de problemas específicos, conceptuales o prácticos; b) la existencia de una comunidad profesional crítica; c) un punto de vista general y compartido sobre la disciplina (metas e ideales); d) estrategias y procedimientos aceptados; y e) poblaciones conceptuales en evolución vinculadas a los problemas específicos." (p.176) En este sentido, señala Porlán, la didáctica de las ciencias es una disciplina práctica emergente y posible, "la didáctica de las ciencias es una disciplina emergente (cumple algunos de los requisitos expuestos), posible (su evolución indica que puede llegar a cumplir todos) y

Tabla 1. Fases en el desarrollo de la Didáctica de las Ciencias

Fases	Descripción
A disciplinar: 1900 - 1950	Se proponen herramientas metodológicas pero no reflexionan desde ninguna teoría propia de la didáctica.
Tecnológica: 1950 -1970 (EEUU- Europa)	Se requiere intervenir en el aula para seguir metodologías recomendadas por expertos, en general de la psicología.
Protodisciplinar: 1970-1980 (EEUU - Europa)	Ausente de una teoría de base, se gesta una comunidad de investigadores que quieren independizarse y conciben adecuado formular problemas propios y diferentes.
Disciplina Emergente: 1980 - 2000 (Europa - América)	Se reconoce un grupo de investigadores en la búsqueda de un análisis más riguroso de los fundamentos teóricos y los enfoques metodológicos. Se considera al constructivismo didáctico como base teórica común.
Disciplina Consolidada: 2000 - Hoy	Hay mayor fortaleza en cuerpo teórico y comunidad académica. La enseñabilidad de la didáctica de las ciencias surge en manuales, libros y programas de estudio. Hay incremento exponencial en producciones, se crean redes de difusión, se generan titulaciones pos graduales, se ponen a prueba modelos didácticos.

Fuente: Adúriz e Izquierdo (2002).

práctica (sus problemas específicos se refieren a la educación científica)” (p.176).

Moreira (2005), también retoma a Toulmin, para señalar que la investigación en educación en ciencias, se ha venido consolidando y puede atender a los criterios disciplinarios propuestos por Toulmin, aunque el foro institucional todavía presenta debilidades señala, por ejemplo, que son pocos los grupos de referencia y las sociedades.

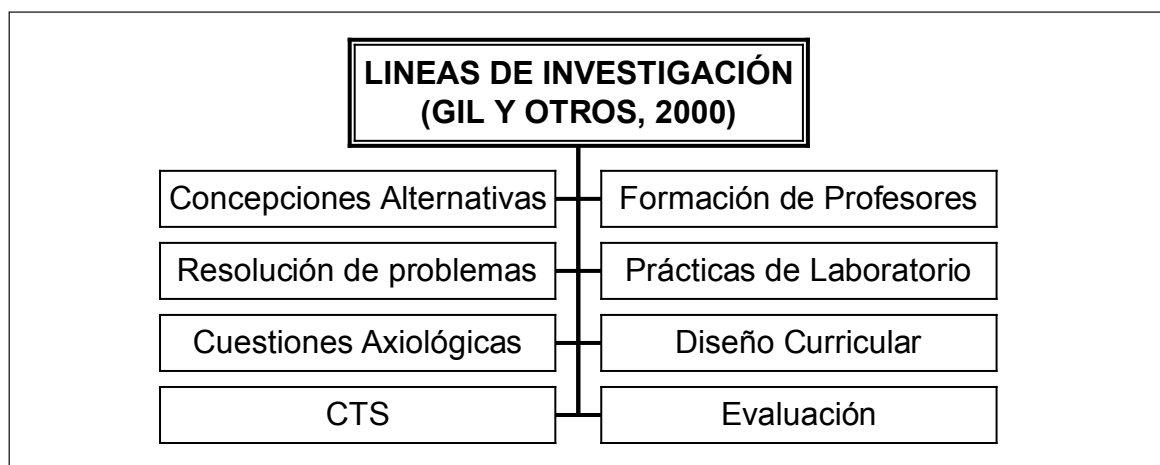
Astolfi (2001) señala que el paso de adjetivo a sustantivo para el caso de la Didáctica ha sido reciente “La introducción y el uso de la palabra “didáctica” son bastante recientes, sobre todo cuando se emplea como sustantivo en vez de cómo atributo: se habla de la didáctica de una disciplina.”(p. 73). Es de anotar que en este sentido, se diferencia Educación en Ciencias a Educación científica, en la primera se aborda como sustantivo, en la segunda como adjetivo, esta diferenciación comprende el reconocimiento de un objeto de estudio particular. Señala que el uso de la didáctica como adjetivo continúa siendo vigente, entonces se afirma que tal libro, documento es “didáctico” “lo que enfatiza su aspecto sistemático, lineal, progresivo e incluso un poco pesado (adopta entonces una coloración peyorativa)” (p. 73). El uso

como sustantivo caracteriza un movimiento de constitución de nuevos objetos de estudio “El uso reciente como sustantivo rompe con esas connotaciones y caracteriza un movimiento de constitución de nuevos campos de estudio y de análisis de los fenómenos de enseñanza-aprendizaje, en relación con un contenido de aprendizaje bien especificado” (pp. 73-74).

Astolfi retoma a Vergnaud (1983), para indicar que la investigación didáctica no comprende, como algunos lo asumían, el trabajo en torno a los medios para enseñar, sino que además cuestiona los contenidos teóricos y prácticos de la enseñanza, vive actualmente varias encrucijadas relacionada con por ejemplo las visiones dogmáticas del saber:

“La investigación en didáctica no consiste, como creían algunos de manera un tanto ingenua, en investigar los medios de enseñar un objeto de conocimiento determinado, definido de antemano e inteligible. En cambio, puede cuestionar profundamente los contenidos teóricos y prácticos de la enseñanza y los métodos y procedimientos que se les asocian. (...). Algunas de las características de la didácticas de las ciencias hoy son, según Astolfi son: se centra en campos conceptua-

Figura 1. Líneas de investigación la Didáctica de las Ciencia



Fuente: Gil y otros (2000).

les delimitados, enseñanza aprendizaje de la biología, etc.; asume que los contenidos de enseñan deben ser contruidos; por ello es necesario crear conceptos. De esta manera, señala que han venido surgiendo nuevos conceptos: representaciones, objetivo obstáculo, contrato didáctico, por ejemplo. De esta manera se ha dejado de considerar a la didáctica como el conjunto de técnicas y recursos para la enseñanza, para asumirse como una disciplina con objetos de trabajo particulares (Martínez, 2000; Martínez, C.; Calderón, A. y Guzmán, G. 2006).

Los análisis de diferentes autores ha llevado a reconocer la constitución de líneas de investigación, así por ejemplo, Gil et al (2000) señalan las siguientes: Concepciones alternativas, resolución de problemas, cuestiones axiológicas, relaciones Ciencia Tecnología y Sociedad, Formación de profesores, prácticas de laboratorio, diseño curricular y evaluación.

Otra organización presenta Porlán (1998), quien propone cuatro grandes problemas: construcción de un modelo alternativo de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, construcción de una teoría del conocimiento profesional y una teoría del conocimiento escolar, e investigación en torno a propuestas de formación de profesores y de hipótesis curriculares.

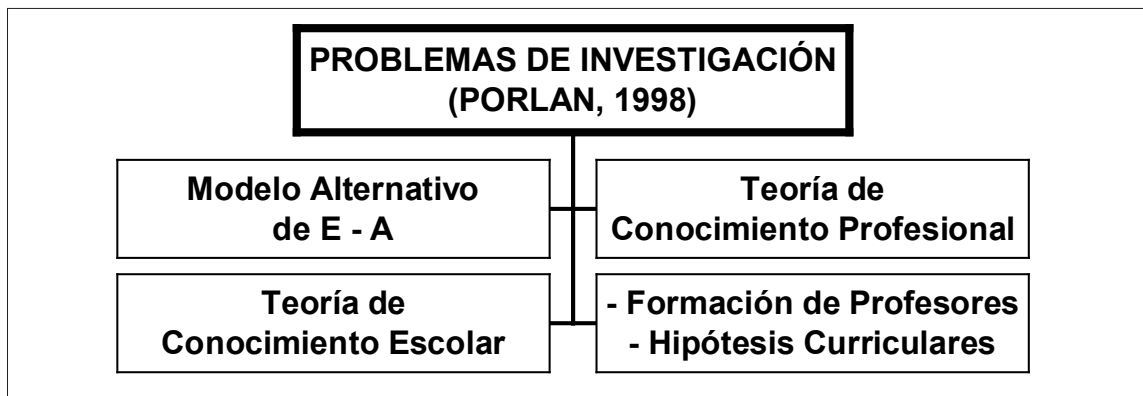
En este proceso de consolidación de la Didáctica de las Ciencias, como disciplina, Porlán (1998), señala la necesidad de cuatro importantes consideraciones: apertura interdisciplinar, la consideración de la profesión de profesor como investigador; la organización de la información disponible; la convergencia de técnicas e instrumentos.

3. Aproximaciones a “la didáctica de las ingenierías” como disciplina emergente

Es posible identificar un conjunto de problemas particulares en torno a la enseñanza y al aprendizaje de las ingenierías? Hay una comunidad de profesionales que construye conocimiento, y que comparte metas e ideales en torno a estos conocimientos? es posible identificar estrategias y procedimientos, así como poblaciones conceptuales en torno a los problemas específicos de la enseñanza y el aprendizaje en las ingenierías?, serían algunas preguntas que desde Toulmin (1972), nos aproximan al problema.

En principio cabe resaltar que se ha venido consolidando una comunidad académica que investiga sobre problemas de enseñanza y aprendizaje del ingeniero, en torno a problemas de formación del ingeniero así, por

Figura 2. Problemas de Investigación en la Didáctica de las Ciencias



Fuente: Porlán (1998).

ejemplo cabe destacar la labor desarrollada al interior de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería, organizadora del Encuentro Iberoamericano de Enseñanza de la Ingeniería, que en el 2011 realizó la VIII versión. Las conferencias centrales en este evento abordaron diferentes planteamientos en torno a la formación del ingeniero: papel del aprendizaje activo, responsabilidad social universitaria, políticas y procesos de movilidad de estudiantes. Es de anotar que el primer Encuentro se realizó en 1997 y tuvo como uno de sus objetivos “promover el intercambio de experiencias entre universidades y generar acciones comunes para apoyar el crecimiento y desarrollo en las enseñanzas de ingeniería en cada país y sentar las bases sobre temas concretos, para establecer estrategias de mejora” (<http://www.asibei.org>). En el marco de este Encuentro, se fundó la Asociación con la participación de diferentes instituciones de Brasil, Colombia, México, Chile, Argentina, Venezuela y España.

Es posible ubicar diferentes eventos que convocan a la comunidad interesada en torno a los problemas de formación del ingeniero, en torno a los problemas de enseñanza y aprendizaje del ingeniero, por ejemplo, actualmente se convocan eventos que abordan diferentes problemas: la formación de profesores de ingeniería, la educación del ingeniero y el desarrollo sustentable, la calidad en las facultades de ingeniería, el aprendizaje basado en proyectos. Por ejemplo:

- Congreso Cobenge. **Congresso Brasileiro de Educação Em Engenharia**. 2012: Engnheiro Professor e o Desafio de Educar (Brasil): que abordará el problema específico de la formación de los profesores que forman a los ingenieros.
- Foro 11° World Engineering Education Forum. 2012 (Argentina): que tratará como eje central “Educación de Ingeniería para el Desarrollo Sustentable y la Inclusión Social”
- Conferencia Nacional de Ingeniería “La Educación en ingeniería para el desarro-

llo sustentable”.2012. (México). Con tema central: “La Educación en ingeniería para el desarrollo sustentable”

- Reunión Nacional ACOFI 2012. “La calidad en las facultades de ingeniería y su impacto en el desarrollo nacional”. (Colombia).
- Fourth edition of the International Symposium on Project Approaches in Engineering education PAEE’2012 - Project Approaches in Engineering Education. (Brasil). Intercambio de experiencias del aprendizaje basado en proyectos en la educación del ingeniero.

De tal modo que podemos afirmar que hay una comunidad académica que es convocada en torno a los problemas de formación del ingeniero, en torno a la enseñanza y el aprendizaje de las ingenierías.

Respecto a las publicaciones, las diferentes asociaciones han elaborado libros y publicaciones especializadas en torno al problema de la formación del ingeniero y los problemas de enseñanza y aprendizaje de la ingeniería. Por ejemplo en el marco de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería, se ubican los siguientes títulos:

- Enseñanza de Ingeniería en Iberoamérica (Cañón, 2010)
- La formación práctica en la ingeniería (Hernández y Salvador, 2009)
- Evolución en los tres momentos de la docencia en ingeniería (Albéniz V.; Cañón, J., Salazar, J, (2009))
- Aspectos Básicos para el diseño curricular en programas de ingeniería (ASIBEI, 2007)

También se han venido desarrollando revistas especializadas que abordan problemas de enseñanza y aprendizaje de las ingenierías, tal es el caso de:

- Revista Argentina de Enseñanza de la Ingeniería. ISSN 2250-6608 <http://www.>

ing.unrc.edu.ar/raei/index.php. Número 1 marzo de 2012.

- Revista de Ensino em engenharia. ISSN: 2236-0158. <http://www.upf.br/seer/index.php/ree>
- Revista de Ensino de Ciências e Engenharia. ISSN: 2179-2933. <http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=ensinodeciencias>. V1. N1. 2010.
- International Journal of Engineering Education. ISSN 0949-149X. <http://www.ijee.ie/> Vol 28 N 3 2012
- International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP). Vol 2, No 2 (2012) eISSN: 2192-4880. <http://online-journals.org/index.php/i-jep/>

Cabría preguntarnos ¿Qué caracteriza a las diferentes publicaciones?, ¿Cuál ha sido su trayectoria?, ¿Cuál su impacto en la formación de los ingenieros?. Sobre las investigaciones publicadas en torno a la enseñanza y el aprendizaje de las ingenierías, habría que analizar: ¿Qué las caracteriza?, ¿Cuáles han sido los problemas abordados?, ¿Qué metodologías de investigación han usado?, ¿Qué

resultados han encontrado?, ¿Qué nuevos problemas plantean?.

En los últimos años se han venido desarrollando diferentes investigaciones tanto a nivel nacional como internacional, por ejemplo, Albéniz et al (2009) en su trabajo con profesores de ingeniería en Colombia, resaltan “*las deficiencias en la formación pedagógica de los docentes*”; Jirón y Martínez (2009), señalan la necesidad de investigar sobre el conocimiento profesional del profesor de ingeniería; Alameida (2003) plantea la importancia de aportar en la formación de profesores de ingeniería de modo que se contribuya en la construcción de propuesta de enseñanza que trasciendan a perspectivas mecanicistas; Mora (2007) plantea una propuesta para la ambientalización de los currículos en ingeniería, desde una perspectiva constructivista y compleja; de Cid (2009) evidencia la necesidad de realizar procesos de reflexión sobre la propia práctica del profesor de ingeniería; Hynes (2010), investiga sobre el conocimiento profesional del profesor de ingeniería en procesos de diseño ingenieril; y Melgosa (2012), desarrolla una tesis doctoral en ingeniería que abordan problemas sobre la didáctica, en particular, en torno a la enseñanza de tópi-

Tabla 2. Algunas investigaciones en Didáctica de la Ingeniería

Aspecto señalado/ investigado	Autores
Deficiencias en la formación pedagógica de los profesores de ingeniería	Albéniz et al (2009)
Escasa ambientalización de los currículos en ingeniería	Mora (2007)
Necesidad de investigar sobre el conocimiento profesional del profesor de ingeniería	Jirón y Martínez (2009)
Importancia de aportar en la formación de profesores de ingeniería de modo que se contribuya en la construcción de propuesta de enseñanza que trasciendan a perspectivas mecanicistas	Alameida (2003)
Evidencia la necesidad de realizar procesos de reflexión sobre la propia práctica del profesor de ingeniería	Cid (2009)
Conocimiento profesional del profesor de ingeniería en procesos de diseño ingenieril	Hynes (2010)
Enseñanza de tópicos específicos (la expresión gráfica en la ingeniería)	Melgosa (2012)

cos específicos, como el caso del aprendizaje de la expresión gráfica en la ingeniería.

4. A modo de conclusión

Lo anterior, nos permite concluir que hay una comunidad académica que ha venido estudiando los problemas relacionados con la formación del ingeniero y la enseñanza y el aprendizaje de las ingenierías; se organizan eventos académicos periódicos, como espacios de reflexión y de socialización de investigaciones y experiencias entorno a esos problemas de interés. Se dispone de revistas especializadas sobre enseñanza de la ingeniería y la formación de los ingenieros. Estos diferentes medios de difusión dan cuenta de diversas investigaciones que se han realizado para comprender y desarrollar alternativas frente a los problemas de formación de los ingenieros. Incluso es posible ubicar tesis doctorales en los últimos años que tratan estos problemas.

Sin embargo, se requiere de investigaciones que permitan comprender: ¿Cuáles son los problemas de interés?, ¿Desde qué perspectivas conceptuales y metodológicas se han abordado?, ¿Cuáles son las conclusiones que resaltan estas investigaciones?, ¿Por qué algunos aluden a La ingeniería en singular, otros a las ingenierías en plural?, ¿Entonces hablaremos de una Didáctica de la ingeniería o de las ingenierías?.

Referencias

- [1] Adúriz-Bravo, A. 2001. Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias. Tesis doctoral. [En línea.] Publicada por el sitio Tesis Doctorals en Xarxa el Consorci de Biblioteques Universitàries de Catalunya. <http://www.tdx.cesca.es/TD-Cat-1209102-142933>
- [2] Adúriz B. A e Izquierdo M. A. (2002). Acerca de la Didáctica de las ciencias como una disciplina Autónoma. Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol 1 N 3 (2002)
- [3] Alameida (2003). Ensino de Engenharia sobre Bases Construtivistas: Um Estudo de Caso na Disciplina de Laboratório de Sistemas Térmicos. Tese De Doutorado. Universidade Estadual De Campinas
- [4] Albéniz, V.; Cañon, J., Salazar, J. (2009). Evolución en los tres momentos de la docencia en Ingeniería. Grupo de Investigación EDUCING. ISBN: 978-958-6800-61-7
- [5] Asibei, (2007). Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería. ASIBEI: Bogotá.
- [6] Astolfi (2001). Didáctica. En: Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas. Sevilla: Díada editora.
- [7] Cid, A. (2009). Formación del profesorado de ingeniería desde la teoría de la complejidad: un estudio cualitativo. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- [8] Corchuelo, M. (2004). Una aproximación a los procesos de formación de ingenieros. Una aproximación a los procesos de formación de ingenieros. En: Revista ieRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa [en línea]. Vol.1, No.1 (Julio- Diciembre de 2004). Disponible en Internet: <<http://revista.iered.org>>.
- [9] Campanario, J. (2002). Asalto al castillo: ¿A qué esperamos para abordar en serio la formación didáctica de los profesores universitarios de ciencias?. Revista Enseñanza de las Ciencias, 20 (2), 315-325
- [10] Cañon, J. (2010). Enseñanza de la Ingeniería en Iberoamérica. Un compromiso con el desarrollo de la región. Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería. ASIBEI: Bogotá.
- [11] Gil Pérez, D., Carrascosa Alís, J. y Martínez Terrades, S. (2000). Una disciplina emergente y un campo específico de investigación, en Perales, F.J. y Cañal, P. (comps.). Didáctica de las ciencias

- experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias, 11-34. Alcoy: Marfil.
- [12] Hernández, J. ; Salvador, A. (2009). La Formación Práctica en la Ingeniería. Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería. ASIBEI: Bogotá.
- [13] Hynes (2010). Middle-school teachers' understanding and teaching of the engineering design process: a look at subject matter and pedagogical content knowledge. *Int J Technol Des Educ*. OI 10.1007/s10798-010-9142-4. Springer Science+Business Media B.V. 2010
- [14] Jirón, M. y Martínez, C. (2009). El conocimiento profesional de los profesores de ingeniería: una aproximación al problema. *Revista Tecné Episteme y Didáxis*, número especial. 4° Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias.
- [15] Martínez, C.; Calderón, A.; Guzmán, G. (2006). Educación, pedagogía y didáctica en la escuela: encuentros y desencuentros. *Lúdica Pedagógica*. Bogotá: 2,(10),113 - 120.
- [16] Martínez, C. (2000). Las propuestas curriculares sobre el conocimiento escolar en el área de conocimiento del medio: dos estudios de caso en profesores de primaria. Tesis Doctoral. Programa Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, un enfoque interdisciplinar. Universidad de Sevilla.
- [17] Melgosa (2012). Diseño y eficacia de un gestor web interactivo de Aprendizaje en ingeniería gráfica para el desarrollo de la capacidad de visión espacial universidad de Burgos. Escuela Politécnica Superior Departamento de Ingeniería Civil. Tesis doctoral.
- [18] Milicic, B. (2004). La cultura profesional como condicionante de la adaptación de los profesores de física universitaria a la enseñanza. España: Universitat de Valencia. Tesis Doctoral.
- [19] Mora, W. (2007). Inclusión de la dimensión ambiental en los Currículos y prácticas docentes del Profesorado de ingeniería. Memorias "El profesor de ingeniería, profesional de la formación de ingenieros". XXVII Reunión Nacional y VI Encuentro Iberoamericano, Cartagena de Indias (Colombia).
- [20] Moreno, M., (2005). El Pensamientos de los profesores. Evolución y estado actual de las investigaciones. En: *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Perafán, G., Adúriz-Bravo, A. (Compiladores). Universidad Pedagógica Nacional. Editorial Nomos.
- [21] Moreira M.A.(2005). Una Visión Toulminiana respecto a la Disciplina Investigación Básica en Educación en Ciencias: El Rol del Foro Institucional . *Ciencia & Educacao* V 11 n 2 p 181 - 190.
- [22] [1]Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 175-185.
- [23] Toulmin, S. (1972). *Human understanding. The collective use and evolution of concepts*. Princenton, NJ: Princenton University Press. Traducción de N.A. Míguez (1977): *La comprensión humana. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Universidad.
- [24] Vergnaud, G. *Apprendtissages et didactiques: ou en est-on?*. Paris:Hachette. 1994.
- [25] Zambrano, A. (2002). *Los hilos de la palabra: Pedagogía y Didáctica*. Cali: Nueva biblioteca pedagógica.