

January 2011

La formación investigativa del profesional en ingeniería

Jesús Alfonso Torres Ortega

Universidad de La Salle, Bogotá, jatorres@unisalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>

Citación recomendada

Torres Ortega, J. A. (2011). La formación investigativa del profesional en ingeniería. Revista de la Universidad de La Salle, (54), 199-212.

This Artículo de Revista is brought to you for free and open access by the Revistas de divulgación at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista de la Universidad de La Salle by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

La formación investigativa del profesional en ingeniería

Jesús Alfonso Torres Ortega*

■ Resumen

Educar en ingeniería es enseñar a crear, apreciar, discernir, seleccionar y analizar razonablemente, más como parte de un método pedagógico y una didáctica determinada, que como un ejercicio de laboratorio experimental; para un docente universitario, enseñar e investigar es un compromiso que contiene un gran alcance por la vocación de formación de los demás como un deber consigo mismo. Se puede enseñar la investigación cuando se ha tenido la experiencia cognitiva de esta, ya que cuando un profesor integra los procesos pedagógicos que utiliza en su trabajo de docencia con su experiencia investigativa y el aporte de sus aprendices, la investigación adquiere una condición transformadora. En el presente artículo, se hace un análisis sobre la investigación universitaria como parte de la educación del estudiante en ingeniería y el desarrollo profesional del docente universitario, tomando como base algunas reflexiones sobre la formación de investigadores planteadas en el marco del I Simposio de Experiencias Docentes y del IV Foro Pedagógico “La Formación de Maestros Investigadores”, desarrollados en 2010 en la Universidad de La Salle.

Palabras clave: docencia, investigación, pedagogía, innovación, aula, ingeniería.

* Ingeniero Químico y Magíster en Ingeniería Química de la Universidad Industrial de Santander. Doctor en Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia. Premio “Daniel Julián González Patiño” a la Excelencia en Investigación (2010) —modalidad Divulgación de la Investigación—, otorgado por la Universidad de La Salle. Profesor asociado de la Universidad de La Salle. Coordina el programa de investigación “Alternativas para el aprovechamiento energético de productos y subproductos de los llanos orientales colombianos”, y dirige el grupo de investigación Procesos en Alimentos y Biomateriales. Correo electrónico: jatorres@unisalle.edu.co

Enseñar aprendiendo

Con los considerables saltos tecnológicos, culturales y económicos que han tenido lugar en el planeta, la Universidad se ve confrontada por la apremiante necesidad de superar su tarea social consagrada, principalmente, a la transferencia de saberes. La Universidad debe incrementar sus servicios a la sociedad y orientar sus funciones a reducir la pobreza, la dependencia tecnológica y el perjuicio al medio ambiente, a través de una propuesta interdisciplinaria que permita examinar los problemas de las situaciones planteadas. Si la Universidad, como escenario apropiado para la educación superior, no realiza investigación, es difícil que otra institución de la sociedad pueda realizar la capacitación de los profesores investigadores.

Enseñando a los demás, aprendemos nosotros, "*alios docendo ipsi dicimus*", es decir, un profesor investigador desarrolla una investigación en el contexto de la praxis pedagógica cuando analiza atentamente los procesos de enseñanza y realiza estudios de caso con grupos de estudiantes aprendiendo de los participantes en el proceso educativo; esto contribuye al desarrollo del conjunto del sistema educativo, mejorando, sobre todo, la formación del personal docente, la revisión y actualización de los planes de estudio y la promoción del saber a través de la investigación en los ámbitos de la ciencia, la tecnología y la innovación (Callejas, 2002).

Viendo las acciones propias de un profesor universitario (instrucción, administración, extensión, investigación, producción intelectual, etcétera), es obvio que adquirir las competencias para tales compromisos demanda además de la experiencia, también de estudio, aplicación y práctica. En educación el problema de la relación teoría-práctica no se puede satisfacer a partir de la idea de que la realidad es determinada por la aplicación de una hipótesis, de unos conocimientos o de los resultados de una investigación (Habermas, 2008). Por lo anterior, al ser el profesor investigador consciente del contexto situacional en que desenvuelve su práctica y el estado del arte en su disciplina, la investigación adquiere un carácter transformador, además de tolerante e interpretativo, pues esto le brinda la oportunidad de integrar los procesos cognitivos que maneja en su trabajo de docencia y la experiencia investigativa que posee (Arboleda, 2000).

Concepciones sobre ingeniería e investigación

El origen de la palabra *ingenio* proviene de la expresión latina *in generare*, que significa *crear*, entonces la persona que creaba o diseñaba las máquinas llegó a ser conocida como el *ingeniator* o *ingeniero* en los albores de la Edad Media. El término *investigar* tiene significados muy diferentes, como indagar, inquirir, examinar, inspeccionar, explorar, buscar o rastrear, que son funciones propias del pensar o de la actividad racional. La palabra *investigación* proviene de las voces latinas *in-vestigium-ire* (ir tras los vestigios), que podrían interpretarse como acercarse a los signos que muestra la realidad para indagarla, cuestionarla o interpretarla. En cuanto se refiere a la investigación científica, esta es todo proceso que va a ampliar el conocimiento generalizable, o la búsqueda de nuevos conocimientos mediante la utilización del método científico.

En la práctica, la investigación se ha constituido en un camino para conocer la realidad a través de un método o procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico, que permita la interpretación de los hechos y fenómenos, el establecimiento de las relaciones, la aplicación de las leyes, el planteamiento de problemas, la búsqueda de soluciones, y la creación de las condiciones para estos cambios y transformaciones (Cerdeña, 1991).

El concepto de *investigación* aplicado a la ingeniería e inspirado en las ciencias básicas, señala que la investigación es una actividad creativa y sistemática, encaminada a acrecentar el conocimiento generalizable. También se le ha entendido como una creación intelectual universalmente reconocida y medida por los mismos cánones en todas partes.

Con el propósito de desmitificar la investigación en ingeniería, se podría decir que esta es ante todo una actividad académica que deben realizar los profesores y estudiantes para generar, según el caso, conocimientos teóricos y prácticos, crear, modificar o enriquecer las técnicas, las artes y las letras, además de contribuir a la "innovación" o a la solución de problemas de carácter tecnológico, cuyas aplicaciones tendrán implicaciones de carácter social, político, económico o cultural en el ámbito local, regional o global (Recio, 2001).

Ambas, la investigación y la ingeniería, conciben al docente en un papel principal. Su rol como guía y mediador de los aprendizajes de los estudiantes, lo coloca en un sitio sobresaliente en la función educativa. En esa misma medida, el docente investigador e innovador en el aula, laboratorio, academia o en la industria es un actor social que construye una mejor alternativa para el futuro de los jóvenes aprendices. Mediante el servicio a la comunidad, profesores y estudiantes podrán ponerse en contacto con esta para ayudar a resolver problemas sociales, económicos, ambientales y culturales, según sea el caso, en la escala que se observa en la figura 1.



Figura 1. El sector académico-investigativo es la base para la transferencia de ciencia y tecnología que brinda soluciones innovadoras a la comunidad

Fuente: elaboración propia.

Clasificación de la investigación

La investigación en las universidades se puede clasificar en tres grandes categorías: la investigación formativa, la investigación de frontera y la investigación institucional (Recio, 2002). La investigación formativa o "investigación en el aula" es el escenario para apropiarse del conocimiento a través de talleres de investigación que utilizan los docentes y estudiantes en el pregrado y las especializaciones, como una técnica para desarrollar en los alumnos sus capacidades en la temática investigativa. Dicha investigación está más dentro de campo de

la investigación aplicada, o sea aquella que usa conocimientos teórico-prácticos para remediar problemas precisos. La investigación en sentido riguroso se sitúa más en la denominada *investigación pura* o *investigación de frontera*, también nombrada *investigación básica*, cuya función es producir conocimientos novedosos, en otras palabras, correr las fronteras del conocimiento, la cual es característica en maestrías y doctorados. Una tercera categoría está referida a la llamada *investigación institucional*. Esta tiene por objeto colocar en práctica proyectos ubicados en líneas de investigación institucional. En muchas ocasiones, el profesor universitario se ve sujeto a aplicar a todas estas categorías. Una clasificación de los tipos de investigación desarrollada en las universidades de acuerdo con el objeto de estudio se puede apreciar en la tabla I:

Tabla I.
Tipos de investigación de acuerdo con el objeto de estudio

Investigación	Descriptiva (documental o preteórica)	Suministra información para emprender otras investigaciones, para reconocer vacíos en el conocimiento o para evaluar el estado del arte en una determinada disciplina.
	Epistemológica (disciplinaria)	Mediante esta, se alcanzan conocimientos básicos en una disciplina sin aplicación inmediata.
	Planeación	La información conseguida se dispone para la toma de decisiones.
	Instrumental	Es la que se orienta primordialmente al desarrollo tecnológico.
	Clínica, comunitaria o social	Se recomienda para la solución de problemas determinados en el campo de las ciencias sociales o en la solución de problemas de una comunidad en particular.
	Metainvestigación	Hace referencia a la valoración global de investigaciones experimentales para elaborar teorías interdisciplinarias, constatación de hallazgos interdisciplinarios, metaanálisis y, en general, se utiliza como herramienta para la validación de investigaciones.

Fuente: elaboración propia.

Obstáculos a la formación de una actitud investigativa

La educación universitaria vincula a sus actores a la experiencia de la producción de conocimiento a través de la investigación. Sin embargo, de acuerdo con Henao (2002), no se puede enseñar la investigación cuando no se ha tenido la experiencia cognitiva de esta; es indiscutible que la actividad investigativa está ligada a la formación académica de nivel superior, pero se encuentran algunos obstáculos aún en nuestros días, como son:

1. La enseñanza de la investigación se practica como si esta fuera un espacio académico más del plan de estudios, y se valora de la misma manera que las otras asignaturas, siendo sometida, por lo tanto, al estilo de las cátedras magistrales.
2. Las metodologías de investigación, aunque por lo general son dirigidas de manera descontextualizada en relación con los problemas específicos, son una práctica habitual a la que se reduce la enseñanza de la investigación.
3. La actividad de los grupos de investigación universitarios es separada, en la mayoría de los casos, de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las propias universidades, donde estos se encuentran inscritos, es decir, hay una total desvinculación de los grupos de investigación de los procesos de docencia.
4. Frágil capacidad infraestructural y administrativa de la institución para favorecer un ambiente propicio para la investigación, además de otro tipo de dificultades que se centran especialmente en el grado de financiación de la investigación.
5. Carencia de directrices institucionales expeditas de investigación que den orientación clara, tanto a estas, como a la integración con las funciones de docencia, extensión y proyección social.

La práctica pedagógica relacionada con la investigación y la ingeniería

“A un ingeniero se le exige ser un buen ingeniero, al igual que a cualquier profesional. Con el profesional de la educación debe ser igual. En tal dirección, el profesionalismo conduce a una constante renovación y actualización de la práctica docente” (Universidad de La Salle, 2010: 25). Mediante el tríptico docencia, investigación e ingeniería, se genera una dinámica que conforma una mezcla interdependiente; esta triada da lugar a trabajos académicos orientados a la producción intelectual (publicaciones, conferencias, trabajos de grado, tesis y otros) o innovaciones tecnológicas (registros de propiedad industrial, patentes, pasantías, asesorías o consultorías que suministrarán bienes y servicios a la comunidad, como se aprecia en la figura 2).

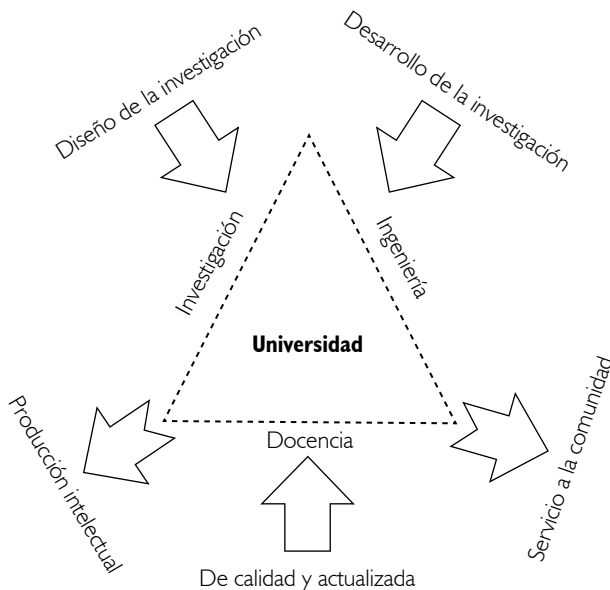


Figura 2. La enseñanza al servicio de la comunidad a través de los resultados de investigación

Fuente: elaboración propia.

La práctica docente comprometida con la investigación en ingeniería no solo es la entrega de conocimientos, los cuales deben ser lo más actualizados posibles, a través del uso de una metodología particularmente democrática y participativa, que le permita al alumno aprender, desaprender, y, desde luego, aprender a pensar y a reflexionar, sino que el ejercicio de la docencia con calidad está invitando a nuestro profesor investigador a ser un guía, un facilitador y orientador de los procesos de aprendizaje de sus estudiantes; a utilizar nuevas tecnologías de la información y comunicación, y al uso de recursos tecnológicos móviles; a manejar su saber específico; a tener un diálogo abierto y generoso, respetando las diferencias de pensamiento y acción, sin hacer excepciones de carácter religioso, étnico o político (Zabalda, 2003).

Es una docencia universitaria donde el profesor investigador trabaja en equipo con sus estudiantes, para aproximarse al saber, interpretarlo, juzgarlo, modificarlo o crear conocimientos a través de la investigación. Para esto el profesor debe poseer por lo menos los siguientes elementos:

1. El desarrollo del pensamiento racional, la capacidad de formulación de problemas de investigación y de hipótesis, así como estrategias para la solución de problemas.
2. Formación de compromiso político y una conciencia ética de respeto a los efectos sociales del desarrollo científico-tecnológico en la sociedad, en la distribución de la riqueza, en la calidad de vida.
3. Una comprensión del papel central que desempeñan los saberes científico y tecnológico en la organización y en la dinámica de la sociedad.

El acompañamiento entre tutor y dirigidos (profesor y estudiantes) potencia los intereses investigativos donde la enseñanza y la interacción son el principio de la constitución del conocimiento. De acuerdo con Pastrana (2010), la tutoría como tiempo para pensar, deliberar y reconstruir ocupa un lugar primordial, y aunque no es exclusivo, sí es muy importante porque de este dependerá el recorrido en la aventura de investigar. La tutoría conlleva a la formación de profesores investigadores, ya que presume una serie de particularidades profe-

sionales y personales que la hacen una experiencia muy compleja a la vez que trascendental en su formación, bien sea en ingeniería o en otras ramas del saber.

A través de otras prácticas docentes en el ámbito universitario, los docentes investigadores e innovadores se constituyen en profesionales creativos y comprometidos con el contexto educativo en donde se desenvuelven, pues estas prácticas pedagógicas tienen como principal característica su intención formativa; es por sus implicaciones en cuanto construcción de los actores participantes en la educación, que los profesores con sus experiencias docentes intentan buscar las articulaciones necesarias entre la teoría y la práctica (Londoño, 2010).

El currículo como estrategia para una educación transformadora

Para estructurar un currículo es necesario tener previamente definido el marco institucional de la investigación. Generalmente, en el Proyecto Educativo Institucional se expresan las intencionalidades investigativas, las cuales han sido definidas a partir del análisis serio y riguroso de los factores del entorno regional y nacional. De conformidad con la naturaleza de la institución y dado su carácter y nivel educativo, se define una manera particular para asumir la investigación mediante el trazado de las líneas y, por ende, de los proyectos de investigación. Tales proyectos pueden ser definidos como soporte curricular para fomentar los espacios de la praxis investigativa, para la vinculación de los estudiantes a los grupos de investigación (Plaza y Campuzano, 2010). Si se parte de la concepción del currículo como un proceso investigativo y del rol del docente como investigador, este debe cumplir con los siguientes criterios definidos por Castro *et ál.* (2010):

1. La transparencia curricular que demanda expresiones claras, lógicas y afines con la realidad del programa o propuesta formativa que se ofrece y su realización.
2. La integralidad de los procesos al acoplar proyectos, programas formativos, investigación y acciones sociales. La integralidad también se hace visible a través de la expresión de los perfiles y competencias en un todo armónico.

3. La cohesión entre niveles curriculares, fundamentos y componentes, y entre los discursos y prácticas.
4. La transversalidad a partir de intencionalidad formativa e investigativa de la facultad, ciclo educativo, escuela, departamento.

Creación de una cultura de investigación

De acuerdo con Vásquez (2007), los profesores universitarios tenemos que investigar para transformar, volver nuestra aula de clase un lugar para la sospecha. La necesidad de investigar en el aula para establecer una cultura de investigación plantea la realización de un conjunto de actividades, como talleres de lectura y escritura; de persuasión a la investigación mediante la generación de pequeños proyectos propios del trabajo cotidiano, de nuestra docencia convencional; el desarrollo de concursos de ensayos y de oratoria; talleres, exposiciones de pósters, realización de folletos y, en general, de documentos para la sensibilización y divulgación de los resultados de investigación (Merchán, 2002).

El desarrollo de la investigación incluye la conformación de verdaderas comunidades académicas y científicas que contribuyan a aumentar el acervo científico, cultural y social, permitiendo además establecer los cimientos para la formación de maestrías y doctorados.

Los seminarios de preparación constante para los profesores en el tema de la investigación son importantes, no solo con el fin de mantenerse actualizados, sino para permitir la reciprocidad de experiencias, así como la obtención de herramientas teóricas y prácticas para la preparación de ensayos y de proyectos de investigación (Medina, 2002).

Si en cada uno de los espacios académicos se trabajan con los alumnos ensayos de cuatro a cinco páginas, se obligará a los estudiantes a desarrollar habilidades y destrezas en el campo de la exploración y la apropiada escritura, hasta acercarse mediante esta estrategia a la creación de verdaderos artículos con carácter científico (Trujillo, 2010).

Invertir en investigación no es un gasto sino una ayuda para el conocimiento y el desarrollo armónico de las instituciones y del país en general. Una fuente muy importante que impulsa la cultura investigativa son las convocatorias por cuanto interpretan aquellas temáticas, problemas o aspectos que la política interna de las instituciones ha definido. Estas se utilizan para enmarcar las posibilidades y orientar los proyectos investigativos, para dirigir una política orientada a elevar la calidad de las instituciones educativas (Camargo y Dussán, 2002).

Es importante acrecentar la cantidad del presupuesto asignado para investigación en las instituciones, para animar el trabajo de los grupos de docentes investigadores garantes del fortalecimiento de las líneas de investigación en cada uno de los programas, asimismo, impulsar la producción intelectual que reconozca la publicación de artículos, apuntes de clase o de libros, registros de propiedad industrial, etcétera.

Otro medio que ayudará a crear la cultura de la investigación es empleando diferentes bases electrónicas, donde además de manejar los libros y revistas especializadas, se haría uso de una serie de nuevas tecnologías propias de la información, como la consulta por vía electrónica a través de motores de búsqueda como ProQuest, EbscoHost, Excite, Yahoo, Altavista, Google y Bing, como los más populares entre muchos otras más especializados.

Finalmente, si se requiere que el estudiante entienda la realidad donde ejercerá su profesión, es necesario que la diagnostique o al menos la reconozca para que pueda intervenir sobre esta; se hace necesario adoptar modelos participativos que conviertan a los investigadores en interlocutores de la comunidad para avanzar en forma conjunta en las respuestas a las necesidades detectadas (López, 2002). Es mediante el reconocimiento de las necesidades de la comunidad y del protagonismo en su solución como se puede lograr que los estudiantes se conviertan en líderes transformadores. Una excelente manera de establecer nexos con la comunidad es a través de los estudiantes de práctica, considerando que deben ser protagonistas del crecimiento y el desarrollo local o regional (Torres, 2002). Por esta razón, los programas de ingeniería, al proponer su trabajo por competencias, reconocen la pasantía como una práctica formativa que brinda un espacio de evaluación y validación para sus programas,

y como un registro para garantizar o revisar sus procesos de formación investigativa (Torres, 2002).

Reflexión final

Para hablar de manera integral de una Universidad como entidad cuestionadora y modificadora de paradigmas, es apremiante trascender más allá de la pura transmisión de conocimientos, lo que conlleva a la necesidad de un mecanismo conformador de escenarios genuinos que forme parte de los procesos de enseñanza, este mecanismo es la “investigación”.

La ingeniería, como un sistema de principios, métodos y habilidades, debe aprenderse mediante el estudio, la experiencia y la práctica profesional, por esto se debe formar un profesional en ingeniería que tenga las herramientas cognitivas fundamentales para utilizar su potencial inteligente y recursivo de innovar y crear haciendo uso permanente y crítico de la información, y de una continua actitud de aprendizaje y de apropiación de nuevos conocimientos para aplicarlos en bien de la comunidad.

La investigación en ingeniería genera conocimientos nuevos de los cuales son beneficiarios nuestros estudiantes, pero esta debe trascender los límites del aula con innovaciones transformadoras para convertirse en facilitadora de la transferencia de ciencia y tecnología hacia la sociedad.

El proceso de tutoría desempeña un papel clave para la formación de los profesores investigadores, por cuanto la asesoría genera una actitud de apoyo entre el tutor y el aprendiz, para ayudar a encontrar y desarrollar habilidades y conocimientos en el campo de su desempeño.

La actitud investigativa debe trascender en el estudiante al terminar su escolaridad, por cuanto se trata no solo de la adquisición de competencias profesionales, sino que es una disposición expresada en capacidades, técnicas y habilidades, que lo facultan para tomar y resolver de manera inteligente y analítica las diferentes circunstancias de incertidumbre y complejidad que encuentre en el transcurso de su vida académica, laboral y social. Se requieren, entonces,

académicos que no solo exploren las fronteras del conocimiento, sino que integren ideas, relacionen el pensamiento con la acción y se constituyan en fuente de inspiración para sus alumnos.

Bibliografía

- Arboleda, J. C. (2000). Lectoescritura y pensamiento investigativo. En: Arboleda, J. C. *Mapas cognitivos. Lectoescritura, aprendizaje y desarrollo del pensamiento* (pp. 177-220). Cali: Lecto Escritura e Investigación.
- Callejas, M. (2002). La investigación en la formación del profesor universitario. *Colombia: Ciencia y Tecnología* 20 (4), 3-12.
- Camargo, M.; Dussán, M. (2002). Investigación educativa e innovación pedagógica. *Colombia: Ciencia y Tecnología*, 20 (4), 33-40.
- Castro, M.; Giraldo, L.; Álvarez, C. (2010). *El currículo, estrategias para una educación transformadora*. Bogotá: Universidad de La Salle.
- Cerda, H. (1991). *Los elementos de la investigación*. Bogotá: Códice.
- Habermas, J. (2008). *Teoría y praxis: estudios de filosofía social*. Madrid: Tecnos.
- Heno, M. (2002). El papel de la investigación en la formación universitaria. *Colombia: Ciencia y Tecnología*, 20 (4), 13-18.
- Londoño, G. (2010). Práctica docente universitaria: sentido, saber y retos. En: Londoño, G. (ed.). *Prácticas docentes en el ámbito universitario* (pp. 363-373). Bogotá: Universidad de La Salle.
- López, V. (2002). La práctica pedagógica como alternativa para aumentar la resiliencia de la comunidad frente a la posible ocurrencia de un evento potencialmente catastrófico. *Colombia: Ciencia y Tecnología*, 20 (4), 233-248.
- Medina, J. (2002). El seminario académico, una experiencia pedagógica. *Colombia: Ciencia y Tecnología*, 20 (4), 190-206.
- Merchán, M. (2002). Utilización de exposiciones en grupo para desarrollar el aprendizaje colaborativo y la autonomía enfocada hacia la producción intelectual corresponsable. *Colombia: Ciencia y Tecnología*, 20 (4), 311-318.
- Pastrana, L. (2010). El lugar de la tutoría en la formación de maestros investigadores. *Revista de la Universidad de La Salle*, 53, 149-160.
- Plaza, J.; Campuzano, C. (2010). Sueños desde el territorio. Experiencias de aula en investigación. En: Londoño, G. (ed.). *Prácticas docentes en el ámbito universitario* (pp. 121-137). Bogotá: Universidad de La Salle.

- Recio, A. (2001). El docente universitario exitoso. *Revista Escuela Colombiana de Ingeniería*, 41, 24-29.
- Recio, A. (2002). El qué y el para qué de la investigación en la Universidad. *Revista Escuela Colombiana de Ingeniería*, 45, 21-27.
- Torres, A. (2010). Práctica pedagógica mediante la participación estudiantil en proyectos de investigación, en los espacios académicos de énfasis del programa de Ingeniería Civil. En: Londoño, G. (ed.). *Prácticas docentes en el ámbito universitario* (pp. 273-284). Bogotá: Universidad de La Salle.
- Torres, J. (2002). Investigación formativa en ingenierías. *Revista Ingenium*, 1, 20-21.
- Trujillo, M. (2010). Una perspectiva didáctica para la lectura del canon de los 100 libros. En: Londoño, G. (ed.). *Prácticas docentes en el ámbito universitario* (pp. 311-318). Bogotá: Universidad de La Salle.
- Universidad de La Salle. (2010). *La formación y el desarrollo profesional docente*. Bogotá: Unisalle.
- Vásquez, F. (2007). *Educación con maestría*. Bogotá: Universidad de La Salle.
- Zabalda, M. (2003). *Competencias docentes del profesorado universitario. Calidad y desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.