



Encuentro Internacional de  
Educación en Ingeniería ACOE 2014

Nuevos escenarios  
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014  
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

# LA FORMACIÓN DEL INGENIERO DESDE LA PERSPECTIVA DEL *PROFESIONAL REFLEXIVO*. DESARROLLO DE TEORÍA E HIPÓTESIS A PARTIR DE RESULTADOS PREVIOS DE INVESTIGACIÓN

Hildebrando Ramírez Arcila, John Freddy Ramírez Casallas

Universidad Cooperativa de Colombia  
Ibagué, Colombia

## Resumen

Estudios exploratorios recientes sobre la forma en que los estudiantes del programa son evaluados por las entidades en su periodo de práctica social (pre-service en inglés) ha llevado a concluir que tienen desempeños sobresalientes, pero igualmente también a establecer de forma razonable que dichas valoraciones se hacen desde una *racionalidad técnica*. A partir de estos resultados, se ha optado por el enfoque del *profesional reflexivo* para desarrollarlo teóricamente, definiendo hipótesis, problemas, (auto)críticas que esclarecen el tipo de transformaciones que se deben adelantar desde los procesos investigativos con el propósito de formar ingenieros que brinden los mayores beneficios en la solución de las problemáticas que viven los habitantes de la región.

**Palabras clave:** calidad educativa; formación de ingenieros; investigación formativa; calidad educativa; cambio social

## Abstract

Recent exploratory studies on how students in the program are assessed by enterprises in their social practice period has led to the conclusion that they have well performance, and too far to establish a reasonable belief that such assessments are made from a technical rationality. From these results, taking the conception the reflective practitioner to develop theoretically the problem, at service of process of define hypotheses, the (self-) criticism for clarify the type of transformations that must be carried from the investigation process in order to form engineers with the capacity for solving the problems that the people living in the region.

**Keywords:** educational quality; engineering education; teaching based in research; educational quality; social change

## 1. Introducción

Colombia, como cualquier otro país del orbe, necesita una profunda transformación para enfrentar los retos que le depara una nueva sociedad en todos sus aspectos, incluidos los que corresponden al proceso de formación de nuevos profesionales que esta sociedad (de la información y el conocimiento) demanda. La mención al complejo entorno de actuación y formación que tiene en la actualidad el ingeniero hace parte de la literatura académica desde hace varios años, desde diversas perspectivas, como arquitecto del país o a través de la propuesta de diversas dimensiones que deben integrarse en su

nueva concepción (Tapias, 1999), a través de la evaluación de los programas de formación que se imparten en el país (Duque, Gauthier, Gómez, Hernández y Pinilla, 1999), o mediante la identificación de núcleos problemáticos, retos planetarios a los que los ingenieros civiles deben hacer frente (Albéniz, Cañón, Corchuelo, Salas, Salazar, Silva, 2011).

En este contexto, es preocupante que la injerencia de actuales los modelos de calidad en las instituciones de educación superior (IES) haya llevado en la actualidad a un distanciamiento que va en contra de la formación de ingenieros bajo un criterio de equidad en relación con la nación a la que servirán profesionalmente. Al investigar programas de ingeniería ofrecidos por instituciones de educación superior con acreditación institucional (de alta calidad) ofrecida por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia Albéniz et. al. (2011, p. 43) concluyen que “los programas de ingeniería se ofrecen en especialidades cuyos contenidos, estrategias y objetivos no necesariamente coinciden con las áreas de desarrollo en las cuales tiene la sociedad sus principales intereses y expectativas. [...]”; áreas que en el 2005 (DANE, 2011; citados en Albéniz, et. al., 2011, p.43) como: alojamiento humano (inadecuado para más de 5 millones de colombianos); 11,1% de la población en hacinamiento crítico; 7,4% de los pobladores del país hospedados en viviendas con servicios inadecuados.

En el marco de estas problemáticas sobre la forma de considerar y evaluar la calidad de la formación, en un estudio reciente con estudiantes que realizan la práctica profesional (pre-servicio) como modalidad de trabajo de grado para obtener la titulación de ingenieros civiles en el programa al que pertenecen los autores, se ha concluido que tienen un desempeño profesional Sobresaliente de acuerdo con las entidades donde han realizado la práctica (Ramírez, Ospina & Ramírez, 2013), pero simultáneamente ha sido posible establecer como hipótesis razonable que dichas valoraciones se hacen desde una *racionalidad técnica* (Schön, 1998) desde la cual se supone que los profesionales se forman a partir del conocimiento científico que debe ser aplicado a la realidad; es en este proceso de *aplicación* donde el ingeniero debe mostrar su *competencia*. En consecuencia, proseguir la investigación sobre *las prácticas profesionales* y su impacto en las entidades de práctica, conlleva incluir la razonable hipótesis sobre la existencia de una *racionalidad técnica* que prima en ellas. De forma consistente, el desarrollo del *profesional reflexivo* como enfoque teórico adecuado para comprender este fenómeno requiere del logro de una hipótesis y formulación del problema de una mayor robustez.

## 2. La selección del enfoque del *profesional reflexivo*

Se ha optado por el enfoque de Donald Schön (1998) como prometedor en el cuestionamiento de dicha racionalidad técnica en la medida que reconoce la complejidad del mundo real en el ejercicio mismo de las profesiones; sostiene que (p.25):

“[...] Por regla general, su valoración es que el conocimiento profesional se aviene mal con el carácter cambiante de las situaciones - complejidad, incertidumbre, inestabilidad, carácter único y conflictos de valores, que son crecientemente percibidos como centrales para el mundo de la práctica profesional.”

El centro de su crítica, pensar desde esta perspectiva técnica que basta con poseer un conocimiento científico que luego será aplicado a la realidad, donde el estudiante a graduarse mostrará su desempeño (o nivel de competencia) se ve ilustrado en los siguientes indicios (resultados de estudios, propuestas curriculares, textos de entidades, etc.):

- En el marco del modelo de Investigación Formativa que ha venido desarrollando uno de los grupos de investigación, la presencia de una macroestructura en la que se asume que para integrar (endogenizar) la investigación en la cultura institucional basta con *Preparar Racionalmente para Ejecutar lo propuesto* (Ramírez, Morales y Salgado, 2008).
- Las sugerencias de mejora que proponen las entidades que reciben los estudiantes que realizan la práctica profesional operan en una lógica semejante al solicitar actualizaciones (en programas, técnicas de construcción, normatividad, administración y gestión de recursos) para su posterior aplicación (Ramírez, et. al., 2013). Cabe destacar que alguna de las evaluaciones (de 60 en total) sugería la necesidad de *formar para participar en proyectos de investigación en ingeniería*.
- La creciente literatura que se ha venido elaborando en el país sobre los procesos de formación de ingenieros ha llevado a que algunos autores sostengan diversas propuestas curriculares que proponen una formación por competencias (p.e. De Zan y Paipa, 2012) que recuerdan los enfoques tecnológicos que en el siglo pasado imperaron en los sistemas educativos latinoamericanos. Destaca que, desde diferentes perspectivas, se exponga como uno de los principales factores de la calidad de la formación el tipo de estudiante que se recibe en las IES, con bajo desempeño académico (Duque, Celis y Camacho, 2011; Albéniz, et. al., 2011). *Frente a esta realidad algunos autores*

*proponen mejorar la calidad mediante la aplicación de exámenes de lápiz y papel (verificación del producto desde la racionalidad técnica).*

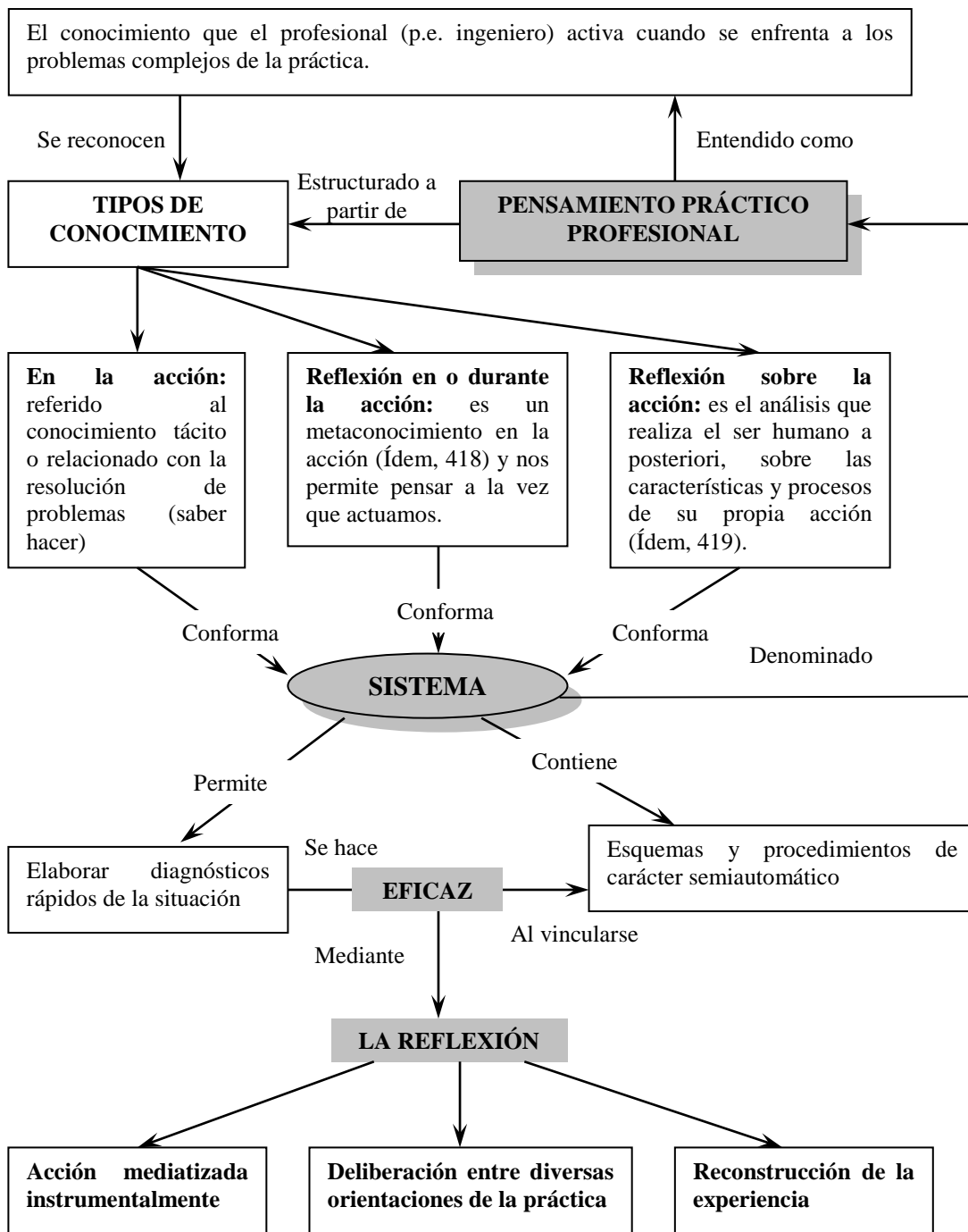
- En la actualidad se acoge ampliamente el modelo CDIO [Concebir, Diseñar, Implementar, Operar] del MIT [Instituto Tecnológico de Massachusetts] (Brodeur, 2010). La primera etapa, Concebir, exige la elaboración de planes conceptuales como punto de partida. Lo que se olvida para aquellas instituciones que acogen sin mayor cuestionamiento esta propuesta, interesante por demás, es que los estudiantes del MIT ingresan con una mínima de 90 puntos sobre 100 en las pruebas nacionales que aplica los Estados Unidos. Precisamente donde se ha mostrado hasta la saciedad que los estudiantes colombianos tienen problemas.

Para hacer frente y superar tales problemas se ha podido mostrar que dichos estudiantes, con dificultades heredadas del estado del sistema educativo regional (bastante crítico en la región de impacto del programa), se pueden orientar en los primeros semestres en la construcción de artículo de investigación de tipo formativo (Ramírez, 2012 2013), y que es posible obtener estudiantes graduados en la modalidad de investigación dirigida que participan de aportes que ha tenido reconocimientos a nivel nacional e internacional (p.e. Ospina y Ramírez, 2012; Ramírez y Ospina, 2010), enfrentando problemas relacionados con la Calidad del Agua Potable. A pesar de todo se reconoce que la complejidad que enfrenta un estudiante cuando realiza una investigación formativa en primeros o últimos semestres permite trabajar a partir de una representación de la realidad se supedita, muchas de las veces, a un marco conceptual particular; por lo que no se puede considerar equivalente a la realidad de la práctica, llena de complejidad e inestabilidad, como lo plantea acertadamente Donald Schön (1998).

### 3. La práctica del ingeniero civil en la perspectiva del *profesional reflexivo*

#### 3.1. El pensamiento práctico profesional

Entender el ingeniero como un profesional reflexivo (para este caso en la práctica profesional) que no solamente realiza *aplicaciones del conocimiento científico (y tecnológico)* a una realidad estándar, ya comprendida —supuestamente— por los conocimientos superiores de la ciencia y la tecnología requiere aceptar que dicha aplicación no es más que una simplificación de los procesos de pensamiento de los profesionales. El *pensamiento práctico profesional* se nutre de tres tipos de conocimiento (derivados de la acción, reflexión en o durante la acción, y reflexión sobre la acción) que configuran un sistema particular que puede caracterizarse de eficaz (figura 1), al vincularse a esquemas y procedimientos de carácter semiautomático que pueden evolucionar mediante la reflexión.



**Figura 1.** El pensamiento práctico profesional en la perspectiva de Donald Schön. Red de ideas elaborada con base en el documento de Pérez Gómez (1992).

Ajustando lo propuesto por Pérez Gómez (1992) al caso de los ingenieros, es posible sostener que dicha reflexión se puede incluir de tres formas diferentes:

- Como *Acción mediatizada instrumentalmente*. Se proponen unos objetivos específicos que deben ser logrados, la reflexión permite tan sólo ajustar a éstos como un óptimo a lograr. Se aleja del proceso de aplicación en que al menos aquí se acepta que el ingeniero puede reflexionar.
- Como *Deliberación entre diversas orientaciones de la práctica*. Diferentes formas de realizar la práctica profesional pueden ser puestas en escena, siendo posible practicar cada una de ellas.
- Como *Reconstrucción de la Experiencia*. En este caso el profesional se considera sujeto de conocimiento que puede contribuir de forma legítima sobre la realidad de la práctica. En consecuencia, se acepta la posibilidad de que el conocimiento práctico profesional también sea fuente de problemas de investigación científica y tecnológica legítimos, pero que la ciencia y la tecnología actual “no han podido ver”.

Se considera que el último enfoque es el más adecuado en la medida que los la paradoja comentada en la Introducción obedece, desde esta perspectiva, a una *experiencia que —consciente o inconscientemente— ha sido apropiada por algunos actores (investigadores, empresarios, etc.), obteniendo una calidad que desconoce amplios sectores de la población a la que supuestamente deben beneficiar*.

### 3.2. Criterios sobre la pertinencia de la práctica y desarrollo de hipótesis de trabajo

Los criterios primarios seleccionados para valorar las prácticas profesionales (Ramírez et. al., 2013) son coherentes con un enfoque de la evaluación orientado hacia la comprensión, la reflexión y la mejora; donde el reclamo por el contexto se hace importante.

En este marco general para cada uno de los cinco criterios (tabla 1) se han planteado (auto) críticas [C], hipótesis [H], problemáticas [P] y argumentos [A] que complejizan teóricamente el estudio de la racionalidad técnica en relación con la formación de ingenieros. A continuación se exponen las líneas centrales de la valoración de tales criterios en la tabla citada, donde aparecen desarrolladas de manera amplia.

- *En lo ideológico*. Se hace necesario clarificar la concepción de desarrollo sostenible que se posee y derivar criterios concretos para valorar la formación de los ingenieros en el espacio de las prácticas profesionales.
- *En lo epistemológico*. Convertir el conocimiento práctico profesional pasa por darle verdaderos espacios en la vida universitaria y la dinámica (normativa, ética, legislativa, administrativa) de las empresas y otros tipos de organizaciones (sociales, comunitarias, etc.). En particular, los *esquemas y procedimientos de carácter semiautomático* que han mostrado ser efectivos —en las líneas ideológicas propuestas— u obstaculizan el desempeño eficaz en la práctica profesional.
- *En lo Ontológico*. Profundizar en la realidad como una construcción social diversa, que en el caso especial de las obras de ingeniería, no obedece tan sólo a los grados de libertad que impone el mundo social sino donde también operan los niveles de organización biológico, antrópico y ecosistémico.

Criterios	(Auto)críticas	Hipótesis [H], problemáticas [P] y argumentos [A]
1. Posibilita aprendizajes flexibles, significativos y con sentido. Por ello, la universidad no puede ser un simple mecanismo de transmisión hegemónico e indiscutible de un conocimiento considerado objetivo.	Los instrumentos de evaluación de las prácticas (Ramírez et. al., 2013) priorizan los conocimientos tecnológicos y científicos, por encima de los prácticos; los procesos de asesoría a la práctica deben mostrar otras visiones de las mismas.	Las empresas regionales se orientan bajo una racionalidad técnica tanto en los procesos de práctica como en la orientación de sus fines [H]. ¿Pueden ubicarse asesores desde el programa que discutan los problemas de los practicantes y, de una u otra manera, afecten la toma de decisiones al interior de las empresas? [P]
2. Despierta, favorece y desarrolla el deseo de aprender, impulsando el compromiso hacia el aprendizaje nuevo.	Las memorias de las prácticas por ahora no favorecen la construcción de conocimiento.	¿Cuáles son las orientaciones de las memorias de práctica en este enfoque? [P]
3. Se constituye en una práctica moral, social, cooperativa, solidaria y política, ya que no sólo implica	Es evidente en el entorno regional que problemas varios de vías, agua, vivienda, corrupción siguen	¿Puede la historia marcar un componente fundamental en el proceso de formación del

Criterios	(Auto)críticas	Hipótesis [H], problemáticas [P] y argumentos [A]
los propios aprendizajes como practicante, sino los futuros aprendizajes que puede aplicar en el desenvolvimiento profesional.	presentes sin que sean considerados como parte integrante del proceso de formación de ingenieros.	ingeniero? [P]. Varios de los problemas que impiden lograr una mayor cultura investigativa poseen un carácter regional (Ramírez et. al., 2008). [A].
4. Ofrece criterios para hacer una crítica fundamentada, haciendo una simbiosis entre teoría y práctica.	Existen avances relevantes en investigación que hoy día afectan la propuesta curricular, pero se requiere profundizar el enfoque del <i>profesional reflexivo</i> y la legitimidad del conocimiento del práctico profesional.	¿Qué entendemos por desarrollo?, ¿cómo afecta la organización del Territorio? ¿Son las empresas y los integrantes de los programas de formación los únicos actores legítimos para intervenir la realidad? ¿Las normativas de las empresas aceptan este enfoque? [P].
5. Propicia la formación de un ingeniero solidario y sensible socialmente, participativo y tolerante en lo político, respetuoso de los derechos humanos, consciente del valor y necesidad de un desarrollo sostenible ambiental y social; creativo para enfrentar el reto de construir una sociedad más justa y democrática, con justicia social para un nuevo ordenamiento internacional.	Es conveniente generar un acercamiento formal entre las entidades y el programa de formación en la medida que los ingenieros se forman para el contexto de entidades y programas de formación, conformados por ciudadanos. El desarrollo sostenible se trabaja, pero es posible obtener una mayor profundidad en dichos aspectos desde una perspectiva de desarrollo e ideológica amplia y diversa, especialmente en el contexto de un proceso de formación que se ve afectado por el Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos.	¿Cómo integrar otras dimensiones la práctica profesional, aparte de la técnica? ¿Cuál es el tipo de desarrollo ambiental y social al que apuestan las entidades? [P] ¿Cuál es el tipo de ordenamiento al que le estamos apostando? ¿Estamos de acuerdo? ¿Es posible a la luz de los problemas de abastecimiento de energía que se vienen haciendo más críticos? (Turiel, 2012) [P,A]

**Tabla 1.** Evaluación de la práctica profesional a la luz de criterios coherentes con un enfoque del *profesional reflexivo* en la perspectiva de *Reconstrucción de la Experiencia*.

## Conclusiones

Sabemos que formamos ingenieros de una sobresaliente calidad, de acuerdo con las valoraciones que hacen las entidades donde se realizan las prácticas sociales, pero el trabajo de indagación nos ha llevado a reconocer que dicha calidad puede ser cuestionada en la medida que se ajusta a un único significado desde una *racionalidad técnica* que, al parecer, se ha ido mostrando hegemónica.

El desarrollo conceptual del ingeniero como *profesional reflexivo* nos permite ubicar los avances formativos en la línea de *Reconstrucción de la Experiencia* que tiene unos retos específicos en las dimensiones Ideológica, Epistemológica y Ontológica. Tales retos nos aportan mayor claridad en los caminos a seguir en los procesos de formación de ingenieros en la región (acciones, diseño de instrumentos, autoevaluación, argumentos, hipótesis), pero también revela que dichos caminos son de una complejidad poco desdeñable.

## Referencias

- Albéniz, V.; Cañón, J.C.; Corchuelo, M.; Salas, R.; Salazar, J.; Silva, E. (2011). Educación en Ingeniería en Colombia: Brecha y Giro, en: Callejas, M.M. (Edit.), *VI Cátedra Agustín Nieto Caballero*. Bogotá: ASCOLFA, pp. 38-55.
- Brodeur, D. (2010). Reforma de la formación en Ingeniería: Propuesta CDIO, pp.103-115. En *El compromiso de las facultades de ingeniería en la formación para el desarrollo regional*. Bogotá: ACOFI, pp. 103-115.
- De Zan, A.; Paipa, L.A. (2012). Elementos de Diseño de un Currículo basado en el Enfoque de Procesos. *Revista Educación en Ingeniería*, Vol. 17, N°14, pp.22-34. Consultado el 21 de febrero de 2013 en <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/239>
- Duque, M.; Celis, J.; Camacho, A. (2011). Cómo lograr alta calidad en la educación de los ingenieros: Una visión sistémica. *Revista Educación en Ingeniería*, Vol. 6, N°12, pp.48-60. Consultado el 26 de febrero de 2013 en <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/122>
- Duque, M; Gauthier, A.; Gómez, R.; Hernández, J.T.; Pinilla, A. (1999). Formación de ingenieros para la innovación y el desarrollo tecnológico en Colombia. *Dyna*, N° 128, pp.63-82.

- Ospina, O.E.; Ramírez, H. (2012), Sostenibilidad Ambiental Urbana mediante predicción de patologías en sistema de alcantarillado. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*. N°85, pp. 35-45.
- Pérez Gómez, Á.I. (1992). La función y la formación del profesor/a en la enseñanza para la comprensión. Diferentes perspectivas. En Gimeno, J.; Pérez, A.I. *Comprender y transformar la enseñanza*. España: Morata.
- Ramírez, H.; Ospina, O.E.; Ramírez, J.F. (2013). Evaluación de las entidades a las prácticas profesionales realizadas por estudiantes del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia – sede Ibagué. *1er Congreso Internacional de Investigación Educativa*, Universidad Autónoma de Nuevo León, 2013. Disponible en <http://www.investigacionformativa.org>
- Ramírez, H.; Ospina, O.E. (2010), Diagnóstico y evaluación de los sistemas comunitarios en el municipio de Ibagué. *Memorias*, N°14, pp. 103-113.
- Ramírez, J.F. (2012). Conocimiento Práctico Profesional sobre la evolución de un curso de Física universitario en el enfoque de Investigación Escolar, a la luz de la Hipótesis de Gradualidad. *Investigações em Ensino de Ciências*. Vol. 17, N°2, 415-433. Disponible en [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID298/v17\\_n2\\_a2012.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID298/v17_n2_a2012.pdf)
- Ramírez, J.F. (2013). Estrategia de Enseñanza en Física: Desde los problemas de siempre hasta la construcción de artículos con estudiantes de Física... Exigencias y Posibilidades para el profesor. *Revista Educación en Ingeniería*, 8(16), pp.62-69.
- Ramírez, J.F.; Morales, A.; Salgado, D. (2008). Identificación de los problemas que experimenta la Investigación Formativa en la Universidad Cooperativa de Colombia-Seccional Ibagué –Hacia la consolidación de una propuesta formativa-. *Perspectivas Educativas*, Vol. 1, N°1.
- Schön, D. (1998). *El Profesional Reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona, Paídos.
- Tapias, H. (1999). Un ingeniero para el futuro de Colombia. *Colombia: Ciencia y Tecnología*, Vol. 17, N°2, pp.13-25.
- Turiel, A. (2012). El Declive Energético. *Mientras Tanto*, N°117, pp.11-26. Consultado en línea el 15 de abril de 2013 en <http://www.energia2012.es/sites/default/files/El%20declive%20energ%C3%A9tico%20-%20Antonio%20Turiel.pdf>

### Sobre los autores

- **Hildebrando Ramírez Arcila**. Licenciado en Biología y Química. Magíster en Investigación y Docencia Universitaria de la Universidad Santo Tomás de Aquino. Docente Investigador del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia – sede Ibagué. Líder del grupo de investigación *AQUA: Ingeniería, Agua y Desarrollo Sostenible*. Correo electrónico: [Hildebrando.ramirez@campusucc.edu.co](mailto:Hildebrando.ramirez@campusucc.edu.co).
- **John Freddy Ramírez Casallas**. Licenciado en Matemáticas y Física. DEA de Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Sevilla. Docente Investigador y profesor de Física del programa de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia – sede Ibagué. Líder del grupo *Investigación Formativa*. Correo electrónico: [john.ramirez@campusucc.edu.co](mailto:john.ramirez@campusucc.edu.co).

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)