

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

### *ENGINEERING EDUCATION FROM THE PERSPECTIVE OF REFLECTIVE PROFESSIONAL: DEVELOPMENT OF A THEORY AND HYPOTHESIS FROM PREVIOUS RESEARCH RESULTS*

Hildebrando Ramírez Arcila y John Freddy Ramírez Casallas  
Universidad Cooperativa de Colombia, Ibagué (Colombia)

#### Resumen

Estudios exploratorios recientes sobre la forma en que las entidades evalúan a los estudiantes del programa en su periodo de práctica social (pre-service en inglés) han concluido que tienen desempeños sobresalientes, e igualmente han permitido 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 los problemas que viven los habitantes de la región.

**Palabras claves:** 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 for 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.

## Introducción

Colombia, como cualquier otro país del orbe, necesita una profunda transformación para afrontar los retos que le depara una nueva comunidad 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 del complejo entorno de actuación y formación que tiene en la actualidad el ingeniero forma parte de la producción académica desde hace varios años, a partir de diversas perspectivas, como arquitecto del país o por medio de la propuesta de diversas dimensiones que deben integrarse en su nueva concepción (Tapias, 1999), mediante la evaluación de los programas de formación que se imparten en el país (Duque, Gauthier, Gómez, Hernández & Pinilla, 1999), o de la identificación de núcleos problemáticos, retos planetarios a los que los ingenieros civiles deben hacer frente (Albéniz et al., 2011).

En este contexto, es preocupante que la injerencia de los actuales modelos de calidad en las instituciones de educación superior (IES) haya llevado a un distanciamiento que va en contra de la formación de ingenieros con 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, citado en Albéniz et al., 2011, p.43) como: alojamiento humano (inadecuado para más de cinco 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 esta problemática sobre la forma de considerar y evaluar la calidad de la formación, en un estudio reciente, realizado con quienes llevan a cabo la práctica profesional como modalidad de trabajo de grado para obtener el título como ingenieros civiles, se concluyó que su desempeño profesional es sobresaliente según lo expusieron las entidades donde estuvieron vinculados (Ramírez, Ospina & Ramírez, 2013). Simultáneamente, ha sido posible establecer como hipótesis razonable que dichas valoraciones se hacen con 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 en el que el ingeniero debe mostrar su competencia. En consecuencia, proseguir la investigación sobre las prácticas profesionales y su impacto en las empresas conlleva incluir la razonable hipótesis sobre la *racionalidad técnica* que prima en ellas. De forma consistente, el desarrollo del *profesional reflexivo* como enfoque teórico adecuado para comprender este fenómeno requiere el logro de una hipótesis y formulación del problema de mayor robustez.

## La selección del enfoque del profesional reflexivo

Se ha optado por el enfoque de Donald Schön (1998, p. 25) 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:

“[...] 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 percibidas como centrales para el mundo de la práctica profesional.”

El centro de su crítica consiste en pensar desde esta perspectiva técnica que basta con poseer un conocimiento científico que luego se aplicará a la realidad, en la que el estudiante por graduarse mostrará su desempeño (o nivel de competencia). Esto 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 parte del presupuesto de que para integrar la investigación en la cultura institucional (endogenizar) basta con preparar racionalmente para ejecutar lo propuesto (Ramírez, Morales & Salgado, 2008).
- Las sugerencias de mejora que proponen las entidades que reciben los estudiantes en 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 (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 (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 & Camacho, 2011; Albéniz et al., 2011). Frente a esta realidad algunos autores proponen mejorar la calidad aplicando exámenes con papel y lápiz (verificación del producto desde la racionalidad técnica).
- En la actualidad se acoge ampliamente el modelo Concebir, Diseñar, Implementar, Operar (CDIO) del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) (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 que se aplican en Estados Unidos. Es precisamente en este aspecto en el que se ha mostrado hasta la saciedad que los estudiantes colombianos tienen problemas.

Para hacer frente a tales problemas y superarlos se ha establecido que dichos estudiantes con dificultades heredadas del sistema educativo regional (bastante crítico en la región de impacto del programa), se pueden orientar en los primeros semestres en la construcción del artículo de investigación de tipo formativo (Ramírez, 2012, 2013), y que es posible obtener estudiantes graduados en la modalidad de investigación dirigida que participan con aportes que han tenido reconocimientos a escala nacional e internacional (Ospina y Ramírez, 2012; Ramírez y Ospina, 2010), afrontando problemas relacionados con la calidad del agua potable. A pesar de todo se reconoce que la complejidad que asume un estudiante cuando realiza una investigación formativa en primeros o últimos semestres le permite trabajar a partir de una representación de la realidad supeditada, la mayoría de 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).

## La práctica del ingeniero civil en la perspectiva del profesional reflexivo

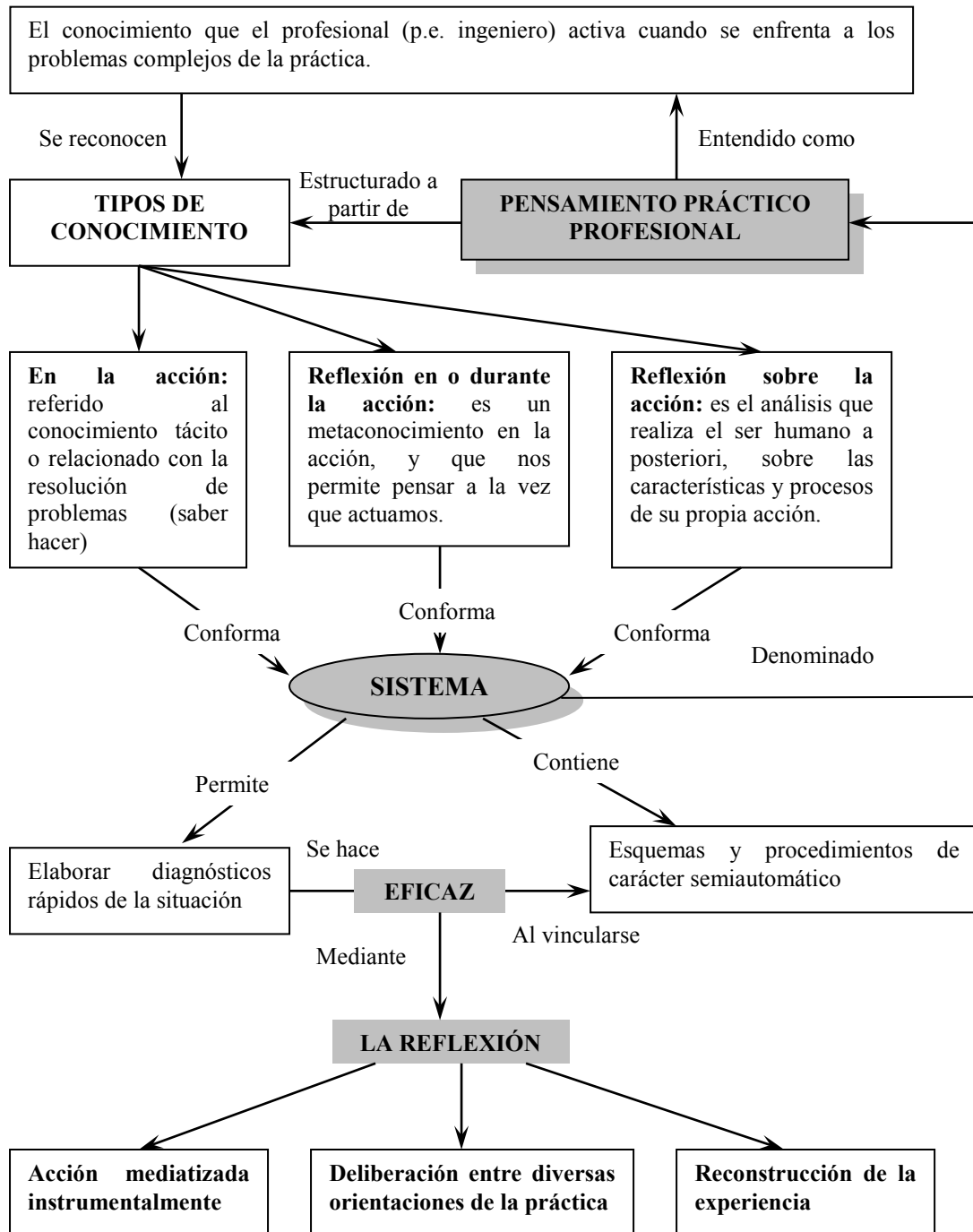
### *3.1. El pensamiento práctico profesional*

Entender al ingeniero como un profesional reflexivo (para este caso en la práctica profesional) que no solamente aplica el conocimiento científico (y tecnológico) a una realidad estándar, comprendida –supuestamente– por los conocimientos superiores de la ciencia y la tecnología, requiere aceptar que dicha aplicación no es más que una simplificación de sus procesos de pensamiento. 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 como 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 objetivos específicos; la reflexión permite tan sólo ajustarlos como lo óptimo por 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 son puestas en escena.
- 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 en que la paradoja a la que se alude en la introducción obedece, desde esta perspectiva, a una experiencia que, consciente o inconscientemente, ha sido apropiada por algunos actores (investigadores, empresarios, etc.), y con la cual se ha obtenido una calidad que desconocen en amplios sectores de la población a la que supuestamente deben beneficiar.

### ***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, en el que el reclamo por el contexto se hace importante.

En este marco general, para cada uno de los cinco criterios 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 (tabla 1), y se desarrollan de manera amplia.

- *En lo ideológico*. Es necesario aclarar la concepción de desarrollo sostenible de la que se parte 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 que también operan los niveles de organización biológico, antrópico y ecosistémico.

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.

<b>Criterios</b>	<b>(Auto)críticas</b>	<b>Hipótesis (H), problemáticas (P) y argumentos (A)</b>
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 frente a los prácticos; los procesos de asesoría a la práctica deben mostrar otras visiones de las mismas.	Las empresas regionales se orientan según una racionalidad técnica tanto en los procesos de práctica como en la orientación de sus fines (H).  ¿Pueden ubicarse asesores en el programa que discutan los problemas de los practicantes y afecten la toma de decisiones en las empresas? (P).

Criterios	(Auto)críticas	Hipótesis (H), problemáticas (P) y argumentos (A)
2. Despierta, favorece y desarrolla el deseo de aprender, impulsando el compromiso hacia el aprendizaje nuevo.	Las memorias de las prácticas no favorecen la construcción de conocimiento, por ahora.	¿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 los propios aprendizajes como practicante, sino los que puede aplicar en el futuro en el desenvolvimiento profesional.	Es evidente en el entorno regional que varios problemas de vías, agua, vivienda y corrupción siguen presentes sin que sean considerados como parte integrante del proceso de formación de ingenieros.	¿Puede la historia marcar un componente fundamental en el proceso de formación del 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 una crítica fundamentada, haciendo una simbiosis entre teoría y práctica.	Existen avances relevantes en investigación que hoy en día afectan la propuesta curricular, pero se requiere profundizar el enfoque del profesional reflexivo 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?, ¿la normativa 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 la necesidad de un desarrollo sostenible ambiental y social; creativo para afrontar el reto de construir una sociedad más justa y democrática, con justicia social para un nuevo ordenamiento internacional.	<p>Es conveniente generar un acercamiento formal entre las entidades y el programa de formación en la medida en que los ingenieros se forman para el contexto de entidades y programas de formación, conformados por ciudadanos.</p> <p>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 Estados Unidos.</p>	¿Cómo integrar otras dimensiones a 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).

### Conclusiones

Es sabido que se está formando a ingenieros de sobresaliente calidad, de acuerdo con las valoraciones

obtenidas en las entidades donde realizan las prácticas sociales, pero la indagación ha llevado a reconocer que dicha calidad puede ser cuestionada en la medida en 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 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 aportan mayor claridad en los caminos por seguir en los procesos de formación de ingenieros en la región (acciones, diseño de instrumentos, autoevaluación, argumentos, hipótesis), e igualmente 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. (eds.), 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*, 17(14), pp. 22-34. Recuperado de <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/239> el 21 de febrero de 2013.
- Duque, M., Celis, J. & Camacho, A. (2011). Cómo lograr alta calidad en la educación de los ingenieros: una visión sistémica. *Revista Educación en Ingeniería*, 6(12), pp.48-60. Recuperado de <http://www.educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/122> el 26 de febrero de 2013.
- 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*, 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*, 85, pp. 35-45.
- Pérez Gómez, Á.I. (1992). La función y la formación del profesor 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*. Primer Congreso Internacional de Investigación Educativa, Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de <http://www.investigacionformativa.org>.
- Ramírez, H. & Ospina, O.E. (2010). Diagnóstico y evaluación de los sistemas comunitarios en el municipio de Ibagué. *Memorias*, 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*, 17(2), pp. 415-433. Recuperado de [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*, 1(1).
- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. Barcelona: Paidós.
- Tapias, H. (1999). Un ingeniero para el futuro de Colombia. *Colombia: Ciencia y Tecnología*, 17(2), pp.13-25.
- Turiel, A. (2012). El declive energético. *Mientras Tanto*, 117, pp.11-26. Recuperado de <http://www.energia2012.es/sites/default/files/El%20declive%20energ%C3%A9tico%20-%20Antonio%20Turiel.pdf> el 15 de abril de 2013.

## 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.  
hildebrando.ramirez@campusucc.edu.co

### **John Freddy Ramírez Casallas.**

Licenciado en Matemáticas y Física de la Universidad del Tolima. Doctor 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.  
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.