

# EL PERFIL DEL INGENIERO ELECTRÓNICO: COMPETENCIAS COMO UNA RED DE RELACIONES DE ACTORES OFERTA-DEMANDA EDUCATIVA

Antonio García, Javier Jiménez y Constanza Pérez

Miembros Grupo Tecnología y Sociedad, Facultad de Ingeniería. Universidad de los Andes, Bogotá (Colombia)

## Resumen

Este artículo propone una perspectiva del perfil como un sistema de competencias que se co-construye a partir de la relación entre actores de la oferta educativa, la demanda e intermediarios. Se plantea un modelo sistémico de competencias que involucra cuatro dimensiones articuladas como una red: laboral, ocupacional, personal y académica.

El modelo es aplicado a la comprensión de los procesos de construcción del perfil del ingeniero electrónico, partiendo de los resultados de una investigación promovida durante los años 2004 y 2005 por el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines, seccional Cundinamarca (Colombia)<sup>1</sup>, en la que participaron los autores de este artículo.

Para el caso evaluado de la ingeniería electrónica se encontró que las diferencias entre la oferta educativa y las demandas sociales están asociadas a problemas de conectividad de los actores relacionados.

**Palabras claves:** Ingeniería electrónica, educación, perfil, competencias, red, currículo

## Abstract

This paper proposes a perspective in which a profile is a system of competences that is constructed from a relationship between the education offer, the demand and the intermediaries among these two sectors. The article shows a systemic model of competences that involves four dimensions that are articulated as a network; the labour, the occupational, the personal and the academic competences.

This model is applied to the comprehension of the process by which the profile on the electronic engineer is constructed. The analysis began with a research developed by the authors of this article, during the years 2004 to 2006. This research was promoted by the National Council of Professional Electric and Mechanic Engineer and Other Similar Professions- section belonging to Cundinamarca (Colombia).

The authors found that the differences among the educational offer and social demands is associated to a problem of connectiveness between the related actors.

**Key words:** Electronic engineering, education, network, competences, profile, curriculum.

<sup>1</sup> El Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines – Seccional Cundinamarca promovió y financió durante los años 2004 y 2005 la investigación “Definición del Perfil del Ingeniero Electrónico que la Sociedad Demanda”. Los resultados de ese estudio son tomados como punto de partida para la propuesta realizada en este artículo.

## Introducción

La educación en ingeniería en los últimos años ha evidenciado la necesidad de combinar las habilidades duras tradicionales con habilidades blandas que promuevan la integralidad del profesional (Shuman, Besterfield – Sacre, McGourty, 2005). De una educación basada en conocimientos se ha dado el paso a una orientada a la formación de competencias. Por ello la definición de las competencias requeridas a partir de las demandas sociales es uno de los principales cuestionamientos que enfrentan actualmente los programas de ingeniería. En ese sentido, un elemento adicional que surge está asociado a los contextos en los cuales se desarrollan esas competencias en un proceso de articulación de actores.

Este artículo presenta un modelo de perfil por competencias, que articula en una red a los actores de la oferta y la demanda educativa. Dicho modelo se aplica al caso de la ingeniería electrónica, partiendo de los resultados del estudio elaborado por el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines – Seccional Cundinamarca (2005). La red del perfil por competencias del ingeniero electrónico involucra las visiones de tres actores relevantes: universidades, asociaciones de egresados y empresas.

### 1. Marco teórico

Uno de los elementos fundamentales para abordar las preguntas que motivan este trabajo es la noción de perfil, comprendida como un conjunto de competencias de un profesional que le permiten una adecuada adaptación al entorno laboral. Dichas competencias se constituyen en un saber, un saber estar y un saber hacer en cuatro dimensiones: laboral, ocupacional, personal y académica.

La dimensión laboral comprende aquellas capacidades asociadas a los recursos cognitivos fundamentales para enfrentar un tipo de situación específica. La competencia laboral es una construcción contextual que combina varios recursos como los conocimientos, las redes de información, las redes de relación y el saber hacer (OIT, Cinterfor 2000).

La dimensión ocupacional representa las capacidades, habilidades y comportamientos que permiten que el empleado pueda adaptarse a las exigencias del entorno laboral eficazmente (Hernández 1999; Gómez 1998). Las competencias hacen posible que los elementos del conocimiento operen en función del conjunto de capacidades que le permiten al ser humano integrar y movilizar sistemas de saberes, habilidades, hábitos, actitudes y valores para el cumplimiento adecuado de las funciones cognitivas y profesionales.

La dimensión personal incluye todas aquellas actitudes y habilidades inherentes a la persona, requeridas para lograr que se realice con calidad una determinada función productiva en un ambiente determinado (Barrios 2000; OCDE 1999).

La dimensión académica se refiere a las habilidades teórico-prácticas adquiridas en los procesos de aprendizaje y a través de la experiencia, es el saber-hacer entendido como la capacidad para realizar una tarea según criterios estándar de rendimiento, definidos y evaluados en condiciones específicas.

Otro elemento conceptual importante para este estudio está asociado a la forma como se desarrollan las competencias. Según Mertens (1996) existen tres perspectivas de competencias: la conductista, que hace referencia al cumplimiento de unos objetivos en un contexto determinado; la funcionalista, que analiza las relaciones entre la organización y los resultados; y la constructivista que considera las relaciones mutuas y las acciones entre los grupos y su entorno, no solo a partir de la función que nace del mercado, sino que concede igual importancia a la persona, a sus objetivos y posibilidades, así como a la relatividad de los contextos y la necesidad de generar un perfil que integre las competencias en un sistema coherente. La postura de competencia que se toma en este estudio es la constructivista, porque considera los contextos y los actores asociados.

### 2. Metodología propuesta

La metodología propuesta en este artículo tiene como base conceptual el enfoque del actor red (Latour, 2005; Callon y Law, 1998), una de las principales

opciones teóricas que permiten identificar problemáticas con énfasis explicativo cuando se tienen relaciones divergentes entre actores sociales.

Bajo esa perspectiva se pueden establecer las relaciones sistémicas que se dan en las instituciones sociales, las cuales son estudiadas desde las narrativas de los actores relacionados con su gestión, mediante la identificación de sus discursos y prácticas, evidenciando las interacciones entre ellos, para construir un mapa cualitativo de las instituciones sociales, estableciendo cómo y por qué están organizadas en el plano social.

La construcción de narrativas se hace aplicando el esquema de la sociología de la traducción (Callon, 1995). La traducción es una estrategia narrativa que da cuenta de los acuerdos, controversias y disidencias que se producen en los procesos de apropiación de los recursos materiales y simbólicos por parte de los actores sociales para alcanzar unos propósitos determinados.

El modelo propuesto para acercarse a la definición de un perfil por competencias profesionales articula las dimensiones tratadas (ocupacional, laboral, académica y personal) con las necesidades, intereses y percepciones de actores del lado de la oferta educativa (Academia), del lado de la demanda (Empresas) y actores mixtos (Asociaciones de Egresados). Dicho modelo se ilustra en la figura 1.

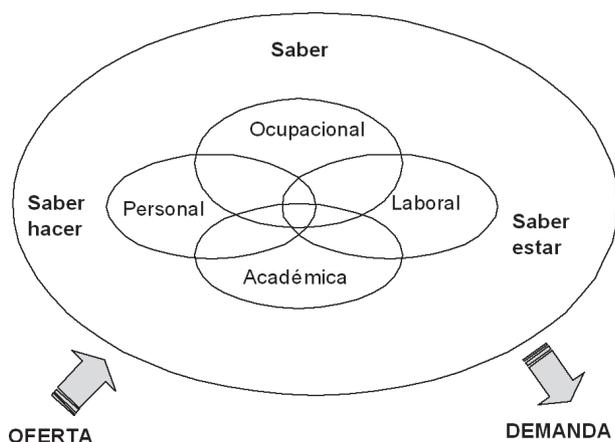


Figura 1. Modelo propuesto de perfil por competencias  
Fuente: Figura elaborada por los autores

Para la aplicación del modelo se utilizan técnicas de análisis de redes<sup>2</sup> sociales (Hanneman, 2001). En la construcción de las redes los grupos de actores involucrados (universidades, empresas y asociaciones de egresados) y cada uno de los elementos encontrados en las dimensiones del perfil se toman como los nodos. Las relaciones representarán la selección del elemento por parte del actor. Las gráficas de redes se elaboran con el software Ucinet<sup>3</sup>.

### 3. Aplicación del modelo al caso de la ingeniería electrónica

El modelo propuesto es aplicado al caso de la ingeniería electrónica, partiendo de los datos arrojados por el estudio del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesionales Afines – Seccional Cundinamarca, Colombia (2005). Dicho estudio comprendió un trabajo de campo en Bogotá – Región con universidades que ofrecen el programa de ingeniería electrónica, asociaciones de egresados y empresas de sectores con fuertes componentes en electrónica. Además involucró una revisión de la totalidad de planes de estudio de ingeniería electrónica ofrecidos en Colombia. Los resultados de la aplicación del modelo se presentan según las cuatro dimensiones tomadas del perfil (ocupacional, laboral, académico y personal), para luego mostrar una síntesis.

#### 3.1. Red de la dimensión ocupacional del perfil del ingeniero electrónico

La red de la dimensión ocupacional del perfil tiene una mayor concentración en las competencias de adaptación de tecnologías, diseño e investigación y desarrollo (I&D). Así mismo los actores coinciden en que los cargos con componentes administrativos están tomando gran relevancia para el ingeniero electrónico. Los puntos de articulación entre los actores de oferta y demanda educativa pueden observarse en el gráfico 1.

<sup>2</sup> Las redes comprenden un conjunto de elementos (nodos) con unas relaciones.

<sup>3</sup> El software Ucinet puede ser descargado y usado de manera libre por 30 días. Se encuentra en la página web: <http://www.analytictech.com>

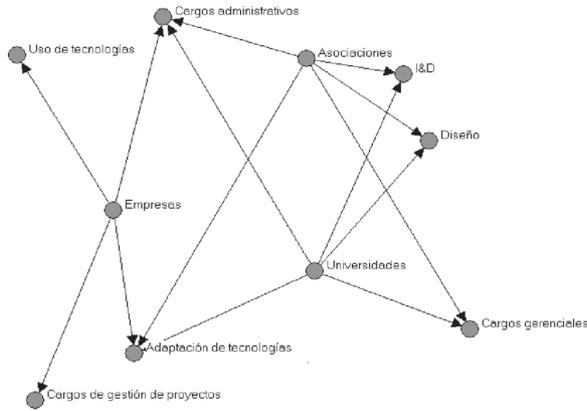


Gráfico 1. Red de la dimensión ocupacional del perfil del ingeniero electrónico  
 Fuente: Elaborado por los autores a partir de los resultados del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesionales Afines – Seccional Cundinamarca (2005)

**3.2. Red de la dimensión laboral del perfil del ingeniero electrónico**

En la dimensión laboral del perfil la red muestra una coincidencia de universidades, asociaciones de egresados y empresas en la relevancia que tiene para el ingeniero electrónico el desarrollo de competencias en sistemas de comunicaciones y electrónica industrial, dirigido a satisfacer necesidades de la empresa mediana, en el subsector industrial. Esto se evidencia en el gráfico 2 porque estos nodos involucran una mayor cantidad de relaciones.

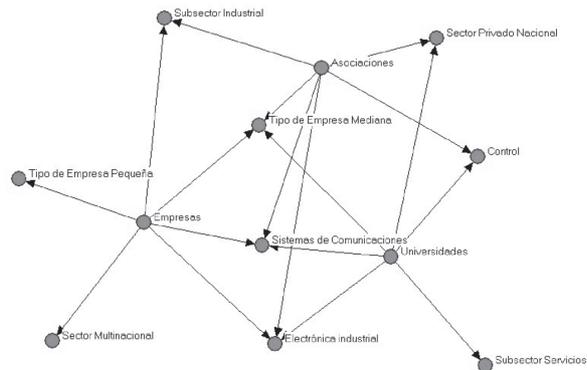


Gráfico 2. Red de la dimensión laboral del perfil del ingeniero electrónico  
 Fuente: Elaborado por los autores a partir de los resultados del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesionales Afines – Seccional Cundinamarca (2005)

**3.3. Red de la dimensión académica del perfil del ingeniero electrónico**

La red de la dimensión académica del perfil del ingeniero electrónico ilustra la relevancia que tiene el dominio de una segunda lengua y la capacidad de adaptación de tecnologías en esta disciplina. Esto se puede observar en el gráfico 3.

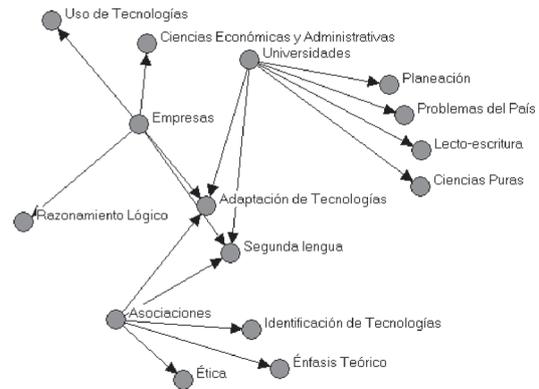


Gráfico 3. Red de la dimensión académica del perfil del ingeniero electrónico  
 Fuente: Elaborado por los autores a partir de los resultados del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesionales Afines – Seccional Cundinamarca (2005)

**3.4. Red de la dimensión personal del perfil del ingeniero electrónico**

La dimensión personal del perfil del ingeniero electrónico evidencia la relevancia que tienen las competencias asociadas al liderazgo. Otros elementos importantes son la aptitud para aprender y aplicar conocimientos ante nuevos problemas, la capacidad de análisis y de toma de decisiones. Esto puede observarse en el gráfico 4.

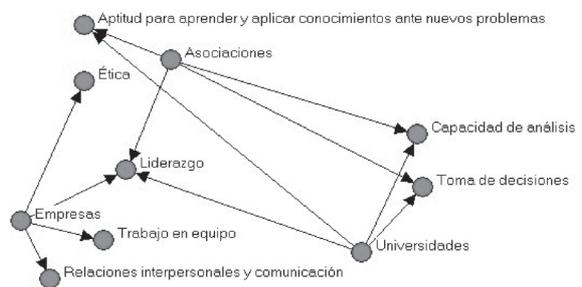


Gráfico 4. Red de la dimensión personal del perfil del ingeniero electrónico  
 Fuente: Elaborado por los autores a partir de los resultados del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesionales Afines – Seccional Cundinamarca (2005)

### 3.5. Resultados generales

Los resultados generales del perfil del ingeniero electrónico se ilustran en la tabla 1. Allí pueden observarse las categorías tomadas en cada una de las dimensiones. En la ocupacional se evalúan las funciones relevantes, los cargos y los conocimientos requeridos para los cargos. En la dimensión laboral se incluyen áreas del conocimiento, sectores y subsectores, así como el tipo de empresa que en mayor medida está demandando esta área de la ingeniería. La dimensión académica contempla los elementos intelectual, organizacional y tecnológico, además de las áreas de conocimiento. En lo referente a la dimensión personal se tratan las competencias.

DIMENSIÓN PERSONAL DEL PERFIL
Liderazgo, capacidad de análisis, toma de decisiones, aptitud para aprender y aplicar conocimientos ante nuevos problemas, relaciones interpersonales y comunicación, trabajo en equipo, ética

Tabla 1. Síntesis del perfil del ingeniero electrónico en las dimensiones

Fuente: Elaborado por los autores a partir de los resultados del Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines – Seccional Cundinamarca (2005)

DIMENSIÓN OCUPACIONAL DEL PERFIL		
Funciones relevantes	Cargos	Conocimientos para los cargos
- I & D - Adaptación de tecnologías - Uso de tecnologías - Diseño	- Gerenciales - Comerciales - Gestión de proyectos	-Campos específicos ingeniería electrónica con énfasis en nuevas tecnologías -Interacción personal, humanidades manejo de personal -Administrativos, jurídicos y segunda lengua.
DIMENSIÓN LABORAL DEL PERFIL		
Áreas del conocimiento	Sectores y Subsectores	Tipo de empresa
- Sistemas de comunicaciones - Control y Electrónica Industrial	Privado Nacional. Subsector servicios.	Mediana.
DIMENSIÓN ACADÉMICA DEL PERFIL		
Dimensión intelectual	Dimensión organizacional	Dimensión tecnológica
• Razonamiento lógico • Lecto-escritura • Razonamiento lógico	Planeación y diseño, administración de recursos y análisis de sistemas de producción.	Adaptación tecnológica
Áreas del conocimiento		
Segunda lengua -Ciencias puras -Ciencias económicas y administrativas -Ciencias humanas y sociales		

### Discusión de resultados y conclusiones

- Este trabajo ilustra divergencias entre los actores relacionados con la oferta educativa en ingeniería electrónica (universidades) y aquellos del lado de la demanda (empresas) en el tema del perfil del ingeniero requerido por la sociedad. Si bien actualmente los programas académicos se diseñan según un estudio de las demandas sociales, todavía se evidencia por parte de la academia el desarrollo de perfiles guiados por los consensos de lo que debe ser un profesional y no por lo que el sector productivo realmente necesita. Las asociaciones de egresados que se piensan como agentes intermediarios y articuladores de la oferta y la demanda educativa, manejan una visión de perfil muy ligada a la de las entidades educativas. Esto se evidencia en el análisis elaborado a partir del cual surgen en las redes grandes coincidencias entre las universidades y asociaciones.
- Al evaluar las redes de las diferentes dimensiones del perfil se identifica que las habilidades blandas toman gran relevancia y hacen parte de la integralidad de la educación profesional en el área de la ingeniería electrónica. Estos resultados muestran la necesidad de reforzar las habilidades no duras que le permitan al ingeniero el diseño y gestión competente de sistemas socio-técnicos en sus áreas. Sin embargo, las universidades siguen resaltando el componente temático y técnico, sin hacer énfasis en competencias personales o áreas de desempeño que propenden por una formación integral. Esto hace que frecuentemente los ingenieros desempeñen laborales netamente técnicas. Esto se ve agravado además por la

tendencia que muestran muchos estudios recientes en los cuales se evidencia que el sector electrónico requiere cada vez menos profesionales y más técnicos (García, 2003, Duque y otros, 1999), en contradicción con la pirámide invertida que se presenta, en la cual existe una amplia cantidad de ingenieros, soportada por un deficiente número de técnicos y tecnólogos. Debido a la liberalización del sector educativo colombiano en los años noventa la oferta y el número de egresados tanto en la ingeniería como en la técnica/ tecnológica ha tenido una tendencia al crecimiento, generando un efecto de estandarización inverso, es decir, por exceso de oferta el ingeniero está haciendo las labores del técnico y el técnico las del tecnólogo llevando a que coexistan diferencias prácticas entre los tres (Tecnos, 2005). Además de ello, el mercado electrónico incluye una gama amplia de pymes y mipymes dedicadas a la importación e implementación de soluciones tecnológicas, para las cuales existe la idea que el ingeniero y el técnico/ tecnólogo realizan las mismas labores en la práctica, por lo que para algunos esta diferencia es superficial (Tecnos, 2005).

- El campo de acción de los ingenieros electrónicos es cada vez más competido, pues deben compartir sus actividades con los ingenieros de telecomunicaciones y en ocasiones con los ingenieros de sistemas, dada la convergencia tecnológica en telecomunicaciones e informática (García, 2003). Frente a esos retos la aptitud para aprender y aplicar conocimientos ante nuevos problemas surge como una de las competencias personales más relevantes que se destaca en las redes analizadas. Es así como se requiere un fortaleci-

miento de estructuras de aprendizaje que fomenten estas competencias.

- La evolución tecnológica en el área de la electrónica hace que para las empresas la capacidad que debe tener este profesional para seleccionar, priorizar y adaptar tecnologías sea altamente relevante. Esto se convierte en un desafío para el ingeniero electrónico: lograr la pertinencia en la toma de decisiones frente a la tecnología.
- Las demandas de un perfil con capacidades de gestionar proyectos puede estar asociado a la estructura que está tomando el sector electrónico debido al énfasis de la subcontratación de actividades.
- Las áreas más prioritarias del perfil del ingeniero electrónico identificadas en este trabajo coinciden en gran medida con los resultados de otros estudios recientes (Centro Nacional de Consultoría, 2002). El aporte fundamental que aquí se hace es no sólo destacar áreas relevantes a desarrollar por este profesional en ingeniería, sino también asociarlas a unos contextos de relaciones sociales en los cuales emerge el perfil. En ese sentido el perfil surge como una propiedad emergente<sup>4</sup> del sistema oferta-demanda educativa. Bajo esa concepción, un perfil profesional pertinente sólo puede generarse si los actores de interés operan sistémicamente.
- La perspectiva constructivista del perfil profesional tomada en este estudio muestra cómo las competencias profesionales no se dan en el vacío. Surgen de la interrelación de actores que conforman redes. Las deficiencias en las relaciones de dichos actores generan una educación descontextualizada.

## Referencias

SHUMAN, Larry; BESTERFIELD – Sacre, Mary & McGourty, Jack (2005). The ABET “Professional Skills” – Can They Be Taught? Can They Be Assessed? *Journal of Engineering Education*, January, Vol. 94, N° 1, pp 41 – 55

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines – Seccional Cundinamarca (2005). Definición del perfil del ingeniero electrónico que la sociedad demanda, Marzo, Bogotá.

<sup>4</sup> Una propiedad emergente es aquella que surge en un sistema en acción e involucra la interacción entre sus partes. Si las partes se separan desaparece la propiedad. Bajo esa concepción, un perfil profesional pertinente sólo puede surgir si los actores de interés operan sistémicamente.

- OIT, Centro Interamericano de Investigación y Documentación sobre Formación Profesional, Cinterfor (2000). Conceptos básicos de competencias laborales. [www.cinterfor.org.uy](http://www.cinterfor.org.uy)
- HERNÁNDEZ Arroyave & Juan Carlos (1999). Los procesos de estructuración de programas de formación para el trabajo para jóvenes. Aproximaciones. Corporación País Joven, Bogotá.
- GÓMEZ BUENDÍA (1998). Educación, la agenda del siglo XXI. Tercer Mundo Editores, Bogotá.
- BARRIOS, Edgar (2000). Gestión de Competencias, INTECAP, Febrero, Guatemala.
- OCDE (1999). Definition and selection of key competence. Paris.
- MERTENS, Leonard (1996). Competencia laboral: Sistemas, surgimiento y modelos. Cinterfor, Montevideo.
- LATOUR, Bruno (2005). Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network- Theory (ANT), Oxford University Press.
- CALLON, Michel; LAW John, Easton (1998). De los intereses y su transformación. Enrolamiento y contraenrolamiento. En Doménech; Tiradop, *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona: Editorial Gedisa pp 51- 62.
- CALLON, Michel (1995). Algunos elementos para una sociología de la traducción. La domesticación de las viterias y los pescadores de la bahía de St. Brieuc. En J.M Iranzo, J.R Blanco y otros, *Sociología de la ciencia y la tecnología*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, pp 259-282.
- HANNEMAN, Robert (2001). Introduction to Social Network Methods. Department of Sociology. University of California.
- GARCÍA, Antonio (2003). La Industria Electrónica en Colombia: Una necesidad social apremiante. *Impulso*, Edición N° 2, Noviembre, p. 1-3.
- DUQUE, Mauricio; GAUTHIER, Alain; GÓMEZ, Rafael; LOBOGUERRERO, Jaime; PINILLA, Alvaro; Rafael AUBAD; LÓPEZ, Hugo (1999). Formación de ingenieros para la innovación y el desarrollo tecnológico en Colombia. [www.minas.unalmed.edu.co/facultad/publicaciones/dyna/128/formacion.html](http://www.minas.unalmed.edu.co/facultad/publicaciones/dyna/128/formacion.html)
- TECNOS (2005). Brechas tecnológicas en educación superior Área electro-electrónica. Documento de Trabajo, Bogotá.
- Centro Nacional de Consultoría (2002). Percepción de imagen que tienen las empresas empleadoras en Bogotá, de las universidades que ofrecen carreras de ingeniería. Fase Cuantitativa, Bogotá.

## Sobre los autores

### Antonio García

Ingeniero Electrónico de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. Perfeccionamiento: C.B - Consejo Británico Administración Universitaria. M.I.T. - Massachusetts Institute of Technology Diseño Avanzado Vlsi. Especialización en Alta Gerencia de la Universidad de los Andes. Profesor Titular Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Facultad de Ingeniería, Universidad de los Andes, Bogotá.  
[angarcia@uniandes.edu.co](mailto:angarcia@uniandes.edu.co)

### Javier Jiménez

Economista de la Pontificia Universidad Javeriana. Master en Verificación Medioambiental del I.I.E. de Málaga. Magíster en Desarrollo regional del CIDER de la Universidad de los Andes. Docente e Investigador Universitario.  
[jajimene@uniandes.edu.co](mailto:jajimene@uniandes.edu.co)

### Constanza Pérez

Ingeniera Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Magíster en Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes. Docente e Investigadora Universitaria.  
[cperez@uniandes.edu.co](mailto:cperez@uniandes.edu.co)

### Grupo Tecnología y Sociedad

Universidad de los Andes  
Facultad de Ingeniería. Bloque W.  
Cra 1 N° 18A - 10 Bogotá, Colombia.  
<http://tecnologiaysociedad.uniandes.edu.co>

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