



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOF 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

UNA RADIOGRAFÍA AL ESTADO DE LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA EN COLOMBIA

Edgar Serna M.

Corporación Universitaria Remington
Medellín, Colombia

Alexei Serna A.

Instituto Antioqueño de Investigación
Medellín, Colombia

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados de una investigación acerca del estado de la formación en ingeniería, que se realizó con el objetivo de analizar, comprender y divulgar las causas de la situación actual de esta área del conocimiento. Se trata de 3371 encuestas, realizadas a estudiantes de grado once, a universitarios de cuarto y séptimo semestre, y a ingenieros de primer año de graduación. El proceso también requirió una amplia consulta a las bases de datos del Ministerio de Educación Nacional (MEN), del Sistema Nacional de Información de Educación Superior (SNIES) y del Observatorio Laboral para la Educación. Posteriormente, y de acuerdo con las respuestas de los estudiantes de grado once, surgió la necesidad de consultar el Ranking U-Sapiens Colombia 2011-2, para seleccionar una muestra de las 20 primeras universidades, con el objetivo de averiguar si describen claramente el perfil del ingeniero que forman, y si la información que se encuentra en sus sitios web es suficiente para que los estudiantes puedan tomar la decisión de inscribirse en una carrera de este campo de formación. La información encontrada en las bases de datos y las respuestas presentadas por los encuestados se tabularon, analizaron y proyectaron estadísticamente. Los resultados demuestran que en el país se necesita hacer un replanteamiento a los procesos formativos relacionados: los estudiantes de grado once no comprenden adecuadamente lo que es una determinada ingeniería, y la información que consultan no les brinda claridad específica y por el contrario los confunde; los estudiantes que se encuentran estudiando alguna ingeniería se desaniman fácilmente, porque no reciben de la academia suficientes incentivos formativos como para continuar, y terminan cambiándose a otras áreas de formación; pero lo que más preocupa es lo que expresan los ingenieros recién graduados, porque la mayoría no recomienda estudiar estas carreras.

Palabras clave: formación; ingeniería; perfil profesional; carreras profesionales

Abstract

In this work are presented the results of an investigation about the state of engineering education, which was conducted in order to analyze, understand and disclose the causes of the current situation in this area of knowledge. It is 3371 surveys, conducted to eleven year students, university fourth and seventh semester, and engineers first year of graduation. The process also required an extensive consultation with the databases of the Ministry of National Education (MEN), National Information System of Higher Education (SNIES) and Labour Education Centre. Subsequently, according to the responses of eleventh grade students, the need arose to consult the U-Sapiens Ranking Colombia 2011-2, to select a sample of the top 20 universities, in order to find out if clearly describe the profile of the engineer that form, and if the information found on their websites is enough for students to

make the decision to enroll in a career in this field. The information found in databases and responses submitted by respondents were tabulated, statistically analyzed and projected. The results show that the country needs to rethink training processes related: eleventh grade students do not adequately understand what a particular engineering is, and the information they consult does not provide them specific clarity and contrast confuses them; students who are studying any engineering are easily discouraged, because they receive the training academy sufficient incentives to continue, and end up switching to other areas of training; but what most concerned is what is expressed by newly graduated engineers, because most do not recommend studying these programs.

Keywords: training; engineering; professional profile; careers

1. Introducción

Desde hace algún tiempo, los investigadores vienen publicando artículos científicos e informes de organismos internacionales, en los que se afirma que la ingeniería está en crisis en el mundo (Time Magazine, 1952; Weir, 1952; Noeth, *et al*, 2003; Monastersky, 2004; Benioff y Lazowska, 2005; Article, 2005; Matthews, 2005; Jackson, 2007; NAE, 2008; Sevo, 2009; UNESCO, 2010; Serna y Serna, 2013), y Colombia no es ajena a esa situación (Aldana, 1999; Valencia, 2010; Giraldo y Páez, 2010; Ulloa, 2010; Cañón y Salazar, 2011; Serna y Serna, 2014). Esto es preocupante para el país, porque debido a los Tratados de libre Comercio (TLC) y a las iniciativas de apertura para el ingreso de industrias extranjeras, se requiere suficiente recurso humano formado adecuadamente para responder a esos desafíos.

Para conocer la situación de la formación en ingeniería en Colombia, se realizó una investigación que consistió de: 1) una encuesta a estudiantes de grado once de bachillerato, en la que se consultaron sus intenciones de estudio profesional, 2) una encuesta a estudiantes universitarios de cuarto y séptimo semestre, con el objetivo de conocer su opiniones y percepción del área de formación que seleccionaron, 3) una encuesta a profesionales graduados en ingeniería de primer año, para conocer su sentir y determinar la situación en la que se encontraban como ingenieros, y 4) una consulta a las bases de datos del MEN, del SNIES y del Observatorio Laboral para la Educación, en las que se buscaron los datos representativos en relación con el número de matriculados y egresados en ingeniería en el país, el número de programas que se imparten en el área, y otros datos estadísticos necesario para lograr los objetivos trazados en la investigación. La información recolectada permitió estructurar una radiografía de la situación de la formación en ingeniería en el país, y se utilizó para realizar el análisis estadístico que se detalla en este trabajo.

2. Metodología

La metodología aplicada en esta investigación consistió en encuestas en línea. Se diseñó una página con cuatro encuestas y con diferentes preguntas, abiertas y cerradas. Cada encuesta se dirigió a un público objetivo y de acuerdo con el nivel de estudio del participante, y se aplicaron en orden y con una separación de quince días.

3. Resultados

3.1 Encuesta a estudiantes de grado once

Esta encuesta la respondieron 1542 estudiantes, provenientes de colegios públicos y privados. La información recolectada como respuesta a la pregunta 1: *Con base en qué selecciona una carrera*, se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables para seleccionar carrera

Variable	Cantidad	%
Futuro	522	33,9%
Universidad	287	18,6%
Recomendación	241	15,6%
Publicidad	123	8,0%
Otras	87	5,6%
Costos	49	3,2%

Conocimientos previos	45	2,9%
Orientación Profesional	36	2,3%
Poca matemáticas	35	2,3%
Visita facultad	34	2,2%
Experiencia previa	31	2,0%
Feria	29	1,9%
Orientación psicológica	23	1,5%

Las respuestas a la pregunta 2: *Con base en qué selecciona una universidad*, se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2. Variables para seleccionar universidad

Variable	Cantidad	%
Instalaciones	319	20,7%
Laboratorios	244	15,8%
Publicidad	223	14,5%
Reconocimiento	143	9,3%
Recomendación	119	7,7%
Costos	92	6,0%
Profesores	87	5,6%
Otras	66	4,3%
Egresados	51	3,3%
Visitas	48	3,1%
Clasificación	41	2,7%
Experiencia previa	40	2,6%
Ferías	39	2,5%
Apoyo económico	30	1,9%

En la Figura 1 se describen las respuestas a la pregunta 3: *Qué carrera profesional que estudiará*.

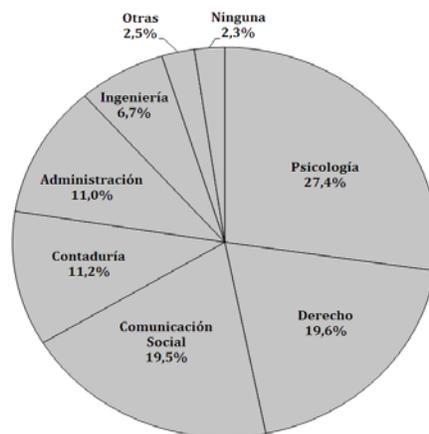


Figura 1. Carrera profesional elegida

A quienes no eligieron Ingeniería se les hizo la pregunta 4: *Por qué no elige ingeniería*, y en la Figura 2 aparecen los resultados.

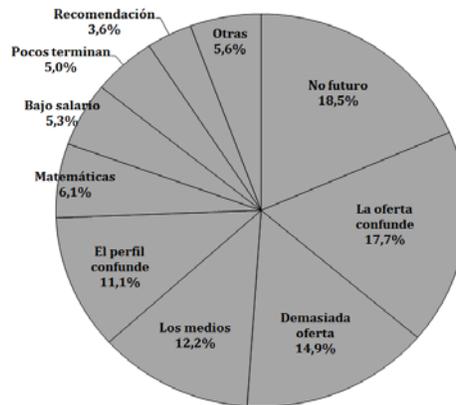


Figura 2. Por qué los encuestados no eligen ingeniería

La información recibida en las respuestas denota que los estudiantes no ven futuro en la profesión, y esta opinión la refuerzan con conceptos como: *las obras en el país la están ejecutando empresas extranjeras; Colombia es un país consumidor y no desarrolla tecnología propia de importancia; las empresas prefieren contratar extranjeros; los salarios son para técnicos o tecnólogos, no para ingenieros; el ingeniero no infunde respeto en la sociedad; otras profesiones tienen mayor acogida social; el ingeniero colombiano es un técnico para el mundo*, entre otras. Esta situación se sustenta en otras opiniones que llaman la atención en las respuestas, como que *la oferta confunde (17,7%), hay demasiada oferta (14,9%) y el perfil confunde (11,1%)*, lo que puede ocasionar que los estudiantes no se interesen por la ingeniería y prefieran carreras de las cuales encuentren información más clara, y de las que posiblemente haya menos oferta. Debido a que los porcentajes que se reflejan en las gráficas llaman la atención se tomó la decisión de verificar esa información. Para hacerlo se consultaron las bases de datos del MEN, del SNIES, y del Observatorio Laboral para la Educación, con el objetivo de validar o negar las afirmaciones de los estudiantes.

La información recolectada sustenta las opiniones de los estudiantes, en el sentido de que en el país hay demasiada oferta de carreras en Ingeniería. De acuerdo con reportes como el de la UNESCO (2010), Colombia es uno de los países de América Latina, y posiblemente del mundo, que mayor cantidad de programas en ingeniería ofrece (96), comparado con Brasil (48), México (45), por citar algunos. Aunque puede ser una fortaleza, los resultados de esta investigación demuestran que no lo es tanto, porque los estudiantes de grado once lo ven como un problema al momento de elegir formación universitaria. Así mismo, se consultaron los nombres de los programas de ingeniería que se ofrecen, y en la Tabla 3 se muestran los resultados para Ingeniería de Sistemas, una de las que recibieron mayor cantidad de referencias en las respuestas.

Tabla 3. Estudio de caso: Ingeniería de Sistemas

Programa	Cantidad
Ingeniería de Sistemas	154
Ingeniería Informática	12
Ingeniería de Sistemas y Computación	10
Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones	4
Ingeniería Multimedia	4
Ingeniería Telemática	4
Ingeniería de Sistemas con énfasis en Telecomunicaciones	3
Ingeniería de Sistemas e Informática	2
Ingeniería de Software	2
Ingeniería en Informática	2
Ingeniería de Sistemas Informáticos	1
Ingeniería en Multimedia	1
Ingeniería en Software	1
Ingeniería en Telemática	1

Los resultados para la pregunta 5: *Conoce el perfil del ingeniero que forman las universidades* y para la 6: *Conoce el perfil del ingeniero en el área que seleccionó*, se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Conocimiento de los perfiles

Pregunta	Sí	No
Conoce el perfil del ingeniero que forman las universidades	3,8%	96,2%
Conoce el perfil del ingeniero en la especialidad que seleccionó	65,3%	34,7%

Para complementar los datos recolectados se formuló la pregunta 7: *Valore la claridad de la información que ofrecen las universidades acerca de las carreras en ingeniería*, y los resultados se describen en la Tabla 5.

Tabla 5. Claridad de la información que ofrecen las IES

Variable	
Alta	4,1%
Media	14,7%
Baja	28,0%
Confunde	53,2%

Estos resultados nuevamente llamaron la atención, y para constatarlos se consultaron los sitios web de las primeras 20 universidades del Ranking U-Sapiens Colombia 2011-2. De acuerdo con la información recolectada, la mayoría de las IES en el país no presentan el perfil general de sus ingenieros, sólo la Universidad de Antioquia y la Universidad Tecnológica de Pereira ofrecen esta información, y además también lo hacen para cada programa que ofrecen. Por su parte, la Universidad del Rosario y la Universidad Externado de Colombia no tienen Facultad de Ingenierías, la Universidad Industrial de Santander tiene dos facultades: Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas y Facultad de Ingenierías Físicoquímicas, y las demás instituciones presentan el perfil del ingeniero para cada programa pero no el general.

3.2 Encuesta a estudiantes de cuarto semestre

Esta encuesta la respondieron 853 estudiantes de IES públicas y privadas. La pregunta 1: *Se encuentra a gusto en la carrera que eligió*, buscaba conocer la opinión de los encuestados acerca de si consideraban que se habían equivocado al elegir la carrera. Para darle continuidad a la encuesta de los estudiantes de grado once, se decidió indagar por las carreras que obtuvieron mayor valoración entre ellos. Se observa que, en términos generales, los estudiantes están a gusto con su elección, pero llama la atención el porcentaje que obtuvo Ingeniería (54%) en relación con carreras como psicología (93%), comunicación social (92%), contaduría (91%) y derecho (90%). Como el objetivo de la investigación se centró en conocer la situación de la formación en ingeniería en el país, a los estudiantes que respondieron *No estar a gusto en esta carrera* (111) se les presentó la pregunta 2: *Por qué no se encuentra a gusto en la carrera que estudia actualmente*, y los resultados se describen en la Tabla 6.

Tabla 6. Por qué no están a gusto los estudiantes de ingeniería

Variable	
Profesores	17%
No cumple lo ofrecido	16%
Universidad	15%
No era lo esperado	13%
Metodología	8%
Poca práctica	7%
Matemáticas	5%
Por fuera de la realidad	5%
Perfil	4%
Mucha exigencia	4%
Contenidos no relacionados	3%
Desarticulación con la industria	3%

En la variable *Profesores* se presentaron comentarios como: baja preparación, improvisación, no motivan el curso o la carrera, demasiado ego, se limitan a repetir un libro, no saben llegar al estudiante, no tienen experiencia profesional ni académica, entre otras. Para *No cumple lo ofrecido*: mucha teoría, no se observa la práctica, no incentiva la investigación, los profesores no son de primer nivel, no convence el futuro esperado, y otras más. En relación con la *Universidad* los encuestados opinaron, entre otras, que: no actualiza contenidos, la metodología es estática, falta dinamismo en los procesos, no convoca a la investigación formativa, los estudiantes están en segundo plano, los horarios de atención no son adecuados, los directivos no parecen estar preparados, y la contratación de profesores deja mucho que desear.

Para complementar esta información se hicieron otras dos preguntas, 3: *Se cambió de programa*, y a quienes respondieron *Sí* se les presentó la pregunta 4: *De qué programa proviene*. El 13% de los 853 estudiantes encuestados se cambiaron de programa, pero sólo uno llegó a ingeniería. Además, el 48,6% se cambió de ingeniería a otro programa. Este dato refuerza lo que hasta el momento se ha encontrado en la investigación, acerca de que los estudiantes no tienen asesoría adecuada en el bachillerato para seleccionar estudios superiores y se equivocan, además, que cuando no están a gusto en el programa la opción que tienen es cambiarse a otra carrera.

3.3 Encuesta a estudiantes de séptimo semestre

Luego de conocer la opinión de los que cursan cuarto semestre, esta encuesta se aplicó para analizar y comparar la situación de la formación en ingeniería en un proceso un poco más avanzado, y la respondieron 699 estudiantes. Las preguntadas presentadas fueron las mismas que se aplicaron en la encuesta anterior. La información recibida como respuesta a la pregunta 1: *Se encuentra a gusto en la carrera que eligió*, se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Aceptación de la carrera elegida

Carrera	
Psicología	98%
Comunicación Social	95%
Contaduría	93%
Derecho	90%
Administración	87%
Otras	81%
Ingeniería	44%

Mientras que el 54% de los estudiantes de cuarto semestre se encuentran a gusto estudiando ingeniería, en la opinión de los 208 estudiantes de séptimo semestre de ingeniería este porcentaje desciende a 44%. Para conocer las razones se realizó la pregunta 2: *Por qué no se encuentra a gusto en la carrera que actualmente estudia*. Entre otras, las respuestas fueron que, *No cumple lo ofrecido* (24%): es un programa sin futuro; la industria no conoce el perfil; no es multidisciplinar; no genera investigación ni innovación, entre otras; *Universidad* (17%): no se interesa por hacer seguimiento al desarrollo de habilidades y destrezas; las consultas a los estudiantes sólo se hacen cuando están en procesos de acreditación o renovación; no fomenta el diálogo entre estudiantes, profesores y directivas; no escucha razones ni sugerencias; no innova; no es dinámica, entre otras. En términos generales, la opinión de los estudiantes acerca de la formación en ingeniería no mejora mucho entre el cuarto y el séptimo semestre.

Para conocer si la alternativa de cambio de programa era la solución por la que optaban los estudiantes no conformes, se les presentaron las preguntas 3: *Se cambió de programa* y, a quienes respondieron *Sí*, la pregunta 4: *De qué programa proviene*. En total se cambiaron de programa 118 estudiantes, de los cuales no llegó ninguno para ingeniería, pero se cambió el 28.8% a otras carreras, mientras que de psicología sólo migró el 4.2%. Como sucedió con los estudiantes de cuarto semestre, la ingeniería alcanza el mayor valor en cuanto a que es de la que más se cambian los estudiantes de séptimo. Aunque el porcentaje se reduce de 48,6% a 28,8%, es una cuestión comprensible, porque a este nivel los estudiantes tienen mayor madurez, y analizan de mejor forma las consecuencias de un cambio de carrera.

3.4 Encuesta a ingenieros de primer año de grado

La encuesta consistió de tres preguntas que respondieron 287 profesionales. A la pregunta 1: *Recomendaría estudiar ingeniería*, el 47% indicó que *No*, y sólo el 34,2% que *Sí*; para la pregunta 2: *Se encuentra a gusto con la profesión en que se graduó*, el 53% (152) *Sí* está a gusto con su título, mientras que el 47% (135) *No*. A estos últimos se les planteó la pregunta 3: *Por qué razones no está a gusto*, y los resultados se tabulan en la Tabla 8.

Tabla 8. Por qué no están a gusto con el título de ingeniero

Variables	
Incomprensión del perfil en la industria	15,6%
Falta preparación desde el pregrado	14,8%
Salarios	13,3%
No concuerda la realidad con la formación	12,6%
Baja valoración social	10,4%

Nivel de exigencia industrial	8,1%
Áreas escasas de aplicabilidad	7,4%
Otras expectativas	5,2%
Labores rutinarias y repetitivas	5,2%
Mucha oferta y poca demanda	3,7%
Competencia extranjera	3,7%

4. Conclusiones

Estos resultados refuerzan los encontrados en las investigaciones de Serna y Serna (2013, 2014), en el sentido de que la industria parece no tener claro el perfil, las habilidades, las destrezas, las capacidades, y los roles que pueden desempeñar los ingenieros. Además, que los procesos formativos que las universidades estructuran y aplican en esta área de formación no los capacitan adecuadamente para enfrentar la vida laboral. Algunos afirman que: nos valoran como técnicos, las funciones asignadas no corresponden con el título, se *presume* un conocimiento para el cual no se está formado, confunde el título, entre otras. Otra cuestión que llama la atención en estas respuestas es la relacionada con los *salarios*, porque los ingenieros cruzan esta variable con los de *mucha oferta y poca demanda*, y con la *competencia extranjera*, en el sentido de que los empresarios están dispuestos a pagar mejores salarios a los ingenieros que llegan de otros países, aunque sus capacidades no sean superiores a las que ellos han adquirido. Esto tiene relación directa con lo expuesto por Serna y Serna (2013) en los resultados de su investigación, en el sentido de que la crisis de la ingeniería en el mundo se debe principalmente a los *procesos formativos*, y por tanto se puede concluir que los extranjeros también tienen una preparación inadecuada.

La información recolectada refleja la inconformidad de los ingenieros con su profesión, aunque algunos comentan que ésta es su pasión y que la estudiaron porque recibieron una adecuada orientación antes de ingresar a la universidad, pero que el medio no les brinda el apoyo suficiente. También cuestionan el hecho de que el Estado parece no interesarse por ejercer mayor control en cuanto la apertura de programas, porque las universidades están ofertando ingenierías que parecen no tener sentido y que no atienden las necesidades sociales, empresariales y sociales. Argumentan que Colombia tiene una de las parillas más amplias de oferta de carreras en ingeniería en el mundo, lo que dificulta el proceso de selección de una de ellas. Además, que el país necesita claridad en cuanto a qué áreas ingenieriles son las que debe potencializar para alcanzar un mayor nivel de desarrollo.

5. Referencias

- Aldana, E. (1999). ¿Crisis de la ingeniería colombiana al final del siglo XX? Revista de Ingeniería, Vol. 9, No. 9, pp. 7-17.
- Article. (2005). Lack of engineers pushes Sakhalin costs up. Professional Engineering, Vol. 18, No. 14, pp. 13.
- Benioff, M. and Lazowska, E. (2005). Computational Science: Ensuring America's Competitiveness. President Information Technology Advisory Committee: PITAC Report.
- Cañón, C. and Salazar, J. (2011). La calidad de la educación en ingeniería: Un factor clave para el desarrollo. Ingeniería e Investigación, No. 31, pp. 40-50.
- Giraldo, J. and Páez, F. (2010). Globalización y los proyectos de ingeniería. Revista Ingeniería y Sociedad, No. 2, pp. 42-46.
- Jackson, S. (2007). Waking Up to the "Quiet Crisis" in the United States. The College Board Review, No. 210, pp. 21-27.
- Matthews, C. (2007). Science, Engineering, and Mathematics Education: Status and Issues. USA: CRS Report for Congress.
- Monastersky, R. (2004). Is There a Science Crisis? Maybe Not. The Chronicle of Higher Education, Vol. 50, No. 44, pp. A10.
- NAE. (2008). Changing the Conversation: Messages for Improving Public Understanding of Engineering. National Academies Press, USA.
- Noeth, J., Cruce, T. and Harmston, T. (2003). Maintaining a Strong Engineering Workforce. American College Testing: ACT Policy Report.
- Serna, E. y Serna, A. (2013). Is it in crisis engineering in the world? A literature review. Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia, No. 66, pp. 199-208.
- Serna, E. y Serna, A. (2014). Engineering Crisis in Colombia – State of the Question". In Press.
- Sevo, R. (2009). Information Sheet: The Talent Crisis in Science and Engineering. Online: http://www.engr.psu.edu/awe/secured/director/assessment/Literature_Overview/PDF_overviews/ARP_InfoSheet_Talent_Crisis_in_SandE.pdf [Mayo 2013].
- Time Magazine. (1952). Education: Engineer Shortage. Consultado en mayo 2013. <http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,889495,00.html>
- Ulloa, G. (2010). ¿Qué pasa con la ingeniería en Colombia? Revista Ingeniería y Sociedad, No.2, pp. 38-41.

- UNESCO. (2010). Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development. UNESCO, Paris.
- Valencia, D. (2010). Crisis y futuro de la ingeniería. Revista Ingeniería y Competitividad, Vol. 2, No. 2, pp. 63-68.
- Weir, J. (1952). The Engineering crisis - And what you can do about it. Engineering and Science, Vol. 15, No. 8, pp. 23-28.

Sobre los autores

- **Edgar Serna M.:** Ingeniero de Sistemas, Máster en Ingeniería. Investigador Asociado (I). Profesor Asociado. eserna@eserna.com
- **Alexei Serna A.:** Ingeniero de Sistemas. Investigador. alexaiserna@fundacioniai.org

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)