

¿Está en crisis la ingeniería en el mundo? Una revisión a la literatura

Is it in crisis engineering in the world? A literature review

Edgar Serna M.^{1}, Alexei Serna A.²*

¹ INGENIAR. Corporación Universitaria Remington. Cra. 51 No. 51-27. Medellín. Colombia.

² CCIS. Instituto Antioqueño de Investigación. Cra. 72 51-11. Medellín, Colombia.

(Recibido el 03 de mayo de 2012. Aceptado el 14 de febrero 2013)

Resumen

En este artículo, luego de una amplia revisión a la literatura, se busca responder a este interrogante. La consulta se realizó a través de los motores de búsqueda; se encontraron 89 documentos relacionados con la temática y, luego de aplicarles los criterios de inclusión y exclusión y de calidad, se redujeron a 58. En el análisis de resultados se llega a la conclusión que la ingeniería está en crisis porque: faltan profesionales capacitados, los bachilleres no quieren tomar estas carreras, a las universidades les falta dinamismo para actualizar los programas, los profesores no cuentan con experiencia profesional y hace falta más formación en matemáticas. En Colombia esta situación no cambia mucho: en los diferentes foros y seminarios donde se discute la cuestión y en diversas publicaciones se llega a conclusiones similares. Países como Estados Unidos, Brasil, Australia y Alemania iniciaron procesos de análisis que culminaron alrededor del 2008, cuando presentaron los reportes respectivos e iniciaron programas orientados a encontrar soluciones.

----- *Palabras clave:* Crisis de la ingeniería, procesos formativos, cualificación docente

Abstract

In this article, after an extensive literature review, seeks to answer this question. The consultation was conducted through search engines, were found 89 documents related to the topic and after apply the inclusion and exclusion criteria and quality, were reduced to 58. In the analysis was concluded that engineering is in crisis because: Missing trained professionals, high school

* Autor de correspondencia: teléfono: + 57 + 4 + 510 11 00, correo electrónico: edgar.serna@remington.edu.co. (E. Serna).

graduates do not want to take these courses, teachers have no professional experience, universities lack dynamism to update the programs, and need more training in mathematics. In Colombia this situation does not change much: in different forums and seminars where the issue is discussed and in several publications similar conclusions are reached. Countries like USA, Brazil, Australia and Germany began analysis processes that culminated around 2008, when presented respective reports and initiated programs to find solutions.

----- *Keywords:* Crisis of engineering, educational processes, teaching qualification

Introducción

Se ha preguntado alguna vez ¿quién inventó los teléfonos móviles o la mensajería instantánea? ¿Cómo se diseña y construye algo tan magnífico como una montaña rusa? o ¿Cuál es la tecnología tras los dispositivos de reconocimiento facial que pueden distinguir una persona en medio del público en un estadio? La respuesta se encuentra en la ingeniería, un área del conocimiento que está detrás de todos los inventos y las tecnologías actuales. La ingeniería es un campo muy antiguo de la actividad humana y ha estado presente en las sociedades desde cuando los primeros humanos utilizaron su comprensión del mundo natural para imaginar cosas como los sistemas de riego y la construcción de embarcaciones que se mantuvieran a flote. Con el tiempo, aprendieron más sobre la ciencia y las matemáticas y la ingeniería se tornó más compleja y allanó el camino para el desarrollo de la sociedad moderna.

La ingeniería es la aplicación práctica de la ciencia y de las matemáticas para resolver problemas y está presente en todos los objetos del mundo que nos rodea. Desde el principio hasta el final de cada día, los desarrollos tecnológicos ingenieriles soportan la forma en que las personas se comunican, trabajan, viajan, se mantienen saludables y se divierten. Es un área del conocimiento extremadamente amplia que requiere la utilización de conceptos lógico-abstractos y científicos para crear soluciones eficientes y eficaces a los problemas de la sociedad. Es un campo vasto que algunos llaman “la ciencia invisible” porque, a menudo, los ingenieros son

anónimos o poco conocidos a pesar del hecho de que su trabajo es muy importante.

Ninguna profesión alienta tanto al espíritu humano para crear e innovar. Desde la investigación hasta las aplicaciones del mundo real, los ingenieros descubren constantemente cómo mejorar la calidad de vida, creando soluciones nuevas y audaces para conectar la ciencia a la vida mediante formas inesperadas y prospectivas. Escasas profesiones convierten tantas ideas en realidades y pocas tienen un efecto tan directo y positivo en la vida cotidiana de las personas como la ingeniería. Con su ingenio, estos profesionales siglo tras siglo ayudan a la sociedad a satisfacer sus necesidades y diseñan los inventos que mejoran la ciencia y la tecnología.

Qué sucede entonces, cuando la sociedad se mueve hacia un mundo de información y de procesamiento de símbolos en el que se sustituye al universo “mecánico” de los aparatos por un híbrido entre productos de naturaleza no humana y procesos generados por el hombre. ¿Podría ser el final de la ingeniería como una cultura específica, centrada esencialmente en la resolución de problemas? Rosalind Williams [1] afirma que esto es verdadero en cierto sentido. En todo caso esta área del conocimiento, como otras tantas, está en expansión y está desapareciendo como profesión independiente y coherente, definida a través de relaciones organizacionales y sociales que se desarrollan en el mundo material con principios rectores funcionales. La ingeniería termina sólo en el sentido que la naturaleza le pone fin: como un reino distinto y separado [1].

Entonces, con la importancia de la ingeniería para el mundo y con la necesidad que tiene la humanidad de ingenieros cada vez mejor capacitados, ¿por qué está en crisis? A continuación se responde a esta pregunta mediante una revisión a la literatura relacionada y consultada en numerosos estudios, investigaciones y opiniones.

Metodología

Realizar una revisión sistemática se puede descomponer en tres fases principales: planificación, realización y documentación que, a su vez, combinan otros procedimientos [2]. De acuerdo con [3, 4] consiste en aplicar seis procesos:

1. Definir las preguntas de investigación.
2. Definir el proceso de búsqueda.
3. Definir los criterios de inclusión y exclusión.
4. Definir la valoración de la calidad.
5. Definir la recopilación de datos.
6. Definir el análisis de resultados.

Preguntas de investigación

En la primera fase de la investigación, cuyo resultado se presenta en este artículo, se plantearon las siguientes preguntas de investigación para realizar la revisión al estado del arte:

P1: ¿Cuál es la intensidad con la que se divulga acerca de la crisis de la ingeniería?

P2: ¿Se difunden opiniones o resultados de investigación?

P3: ¿El objetivo es proponer soluciones o informar y describir?

P4: De acuerdo con el estado del arte, ¿por qué está en crisis la ingeniería en el mundo?

Proceso de búsqueda

Este procedimiento se orientó a la identificación de estudios y opiniones candidatos que podrían incluirse o excluirse del conjunto final de la revisión. El plan involucró la consulta a través de

buscadores, en las bases de datos de los periódicos y revistas, en las asociaciones industriales y académicas y en las bibliotecas digitales. Los parámetros de búsqueda incluyeron las palabras clave: “crisis de la ingeniería” —*crisis of engineering*—, “falta de ingenieros” —*lack of engineers*—, “fuerza laboral ingenieril” —*Engineering Workforce*— y “en busca de ingenieros” —*looking for engineers*—, que debían aparecer en el título o en el contenido del documento. También se incluyeron: “soluciones ingenieriles” —*engineering solutions*—, “habilidad de los ingenieros” —*ability of engineers*— y “capacidad de los ingenieros” —*capacity of the engineers*—, que debían aparecer por lo menos una vez en el texto. Para lograr un cubrimiento amplio no se determinó una línea de tiempo específica, no se excluyó ninguna fuente inicial y las palabras clave se incluyeron tanto en español como en inglés.

Criterios de inclusión y exclusión

Para incluir un documento entre los estudios primarios, su contenido debe hacer un aporte relevante a la temática. Para alcanzar este objetivo se aplicaron las fases propuestas en [5], con las que se puede filtrar una serie de documentos para producir un conjunto de estudios primarios:

1. Identificar los estudios relevantes.
2. Excluir estudios con base en el título.
3. Excluir estudios con base en los resúmenes.
4. Analizar los estudios y seleccionar los más relevantes para la temática en cuestión con base en el texto completo.

Los criterios de inclusión y exclusión más importantes fueron: formalidad y pertinencia del sitio donde se aloja, autoridad del o de los autores, calidad y aporte del contenido, fuentes de datos, la sustentación de la tesis, calidad de la investigación y coherencia de los resultados.

Valoración de la calidad

Se validó que los estudios primarios seleccionados presentaran solidez en la metodología y en

los resultados, que la opinión o el análisis lo presentara instituciones o personas relacionadas con la temática y con una trayectoria que fortaleciera su postulado. En la muestra final incluyó directamente los artículos de revistas en bases de datos, porque ya han sido sometidos a rigurosos procesos de selección y evaluación; los documentos publicados en los blogs debían tener el soporte de la trayectoria del autor lo mismo que de los contenidos mismos del sitio; los hallados en los sitios de empresas debían contar con el respaldo de la organización y haber sido publicados por autores cuyas funciones giren alrededor de la temática objeto de la investigación y los artículos en periódicos y revistas los debían haber escrito personajes con conocimiento de causa y con experiencia en los campos relacionados.

Recopilación de datos

Luego de completar el proceso de inclusión e exclusión se estructuró el conjunto primario de documentos. Se evaluaron los siguientes atributos como características de valoración:

1. Tipo de publicación.
2. Publicado en.
3. Editorial o responsable.

4. Clasificación temática.
5. Enfoque de investigación.
6. Coherencia de resultados.

Análisis de resultados

Los documentos recolectados se tabularon y analizaron estadísticamente con el fin de determinar:

1. La cantidad de documentos publicados acerca de la crisis de la ingeniería. Pregunta P1.
2. La categorización del tipo de trabajo. Pregunta P2.
3. La tipificación del objetivo del trabajo. Pregunta P3.
4. La codificación de resultados y conclusiones finales. Preguntas P4

Resultados

Luego de una consulta generalizada a través de los motores de búsqueda se encontraron 89 documentos relacionados con la temática que, luego de aplicarles los criterios de inclusión y exclusión y de calidad, se redujeron a 58. Todos los estudios de la muestra se detallan en la tabla 1.

Tabla 1 Documentos que conforman el estudio

D1	J. R. Weir. 1952. "The Engineering Crisis - and what you can do about it?" <i>Engineering and Science</i> . Vol. 15, No. 8. 1952. pp. 23-28.
D2	J. R. Noeth, T. Cruce, T. M. Harmston. 2003. "Maintaining a Strong Engineering Workforce". ACT Policy Report. American College Testing. 2003.
D3	Research and Policy Committee. "Learning for the Future: Changing the Culture of Math and Science Education to Ensure a Competitive Workforce". Committee for Economic Development CED. 2003.
D4	Bayer Corporation. "Bayer Facts of Science Education IX: Americans' Views on the Role of Science and Technology in U.S." National Defense. Bayer Material Science. 2003.
D5	D. Keyes, P. Colella, T. H. Dunning, W. D. Grop. "A Science-Based Case for Large-Scale Simulation - Volume 2". US Department of Energy, Office of Science. Tech. Report. 2004. Online: http://science.energy.gov/~/media/ascri/pdf/program-documents/archive/Scales_report_vol2.pdf . [Feb. 2012].
D6	R. Zimmerman. "Space Watch: The engineering crisis redux". Science News. 2005. Online: http://www.upi.com/Science_News/2005/05/05/Space-Watch-The-engineering-crisis-redux/UPI-27861115265900/ . [Jan. 2012].

-
- D7** M. Benioff, E. Lazowska. "Computational Science: Ensuring America's Competitiveness". President's Information Technology Advisory Committee. PITAC Report. 2005.
- D8** P. Engardio. Engineering: Is the U.S. Really Falling? 2005. Online: http://www.businessweek.com/bwdaily/dnflash/dec2005/nf20051223_7594_db039.htm. [Jan. 2012].
- D9** Article. "Lack of engineers pushes Sakhalin costs up". *Professional Engineering*. Vol. 18, No. 14. 2005. pp. 13.
- D10** B. Schwarz. "More on the engineering crisis". American Thinker, Editorial December. 2005. Online: http://www.americanthinker.com/blog/2005/12/more_on_the_engineering_crisis.html. [Feb. 2012].
- D11** The Blade. "The engineering crisis". Editorial December. 2005. Online: <http://www.toledoblade.com/Editorials/2005/08/12/The-engineering-crisis.html>. [Feb. 2012].
- D12** Radio National. "An engineering crisis". Broadcast: Sunday 23 July 2006, with John Vines, CEO of APESMA - the Association of Professional Engineers, Scientists and Managers, Australia. 2006. Transcript available online: <http://www.abc.net.au/radionational/programs/nationalinterest/an-engineering-crisis-transcript-available/3323028>. [Jan. 2012].
- D13** A. Caraveli, A. "The 'Creeping Crisis' in Engineering Education". University Business. 2006. Online: <http://www.universitybusiness.com/article/creeping-crisis-engineering-education>. [Jan. 2012].
- D14** C. M. Matthews. "Science, Engineering, and Mathematics Education: Status and Issues". CRS Report for Congress, Code 98-871 STM. 2007.
- D15** J. J. Duderstadt. "Engineering for a Changing World – A Roadmap to the Future of Engineering Practice, Research, and Education". The Millennium Project, University of Michigan. 2008.
- D16** Committee on Public Understanding of Engineering Messages & National Academy of Engineering. "Changing the Conversation: Messages for Improving Public Understanding of Engineering". National Academies Press. 2008.
- D17** M. Fackler. "High-Tech Japan Running Out of Engineers". The New York Times, may 17. 2008. Online: http://www.nytimes.com/2008/05/17/business/worldbusiness/17engineers.html?_r=3&pagewanted=1&hp&oref=slogin. [Mar. 2012].
- D18** SETDA. Science, Technology, Engineering & Math. Setda research. 2008. Online: http://www.setda.org/c/document_library/get_file?folderId=270&name=DLFE-257.pdf. [Mar. 2012].
- D19** M. Berger. "The quiet crisis - The future of U.S. engineering, from nanotechnology to civil infrastructure. Nanowerk Spotlight". 2008. Online: <http://www.nanowerk.com/spotlight/spotid=4272.php>. [Feb. 2012].
- D20** S. A. Jackson. "Waking Up to the "Quiet Crisis" in the United States". *The College Board Review*. Vol. 210. 2007. pp. 21-27.
- D21** R. Almgren, L. Nyengaard. "Hands-on programs convey engineering's cool factor". EE Times, News & Analysis. 2009. Online: <http://www.eetimes.com/electronics-news/4081435/Hands-on-programs-convey-engineering-s-cool-factor>. [Jan. 2012].
- D22** R. Sevo. "Information Sheet: The Talent Crisis in Science and Engineering". In Bogue, B. & Cady, E. (Eds.), Apply Research to Practice (ARP) Resources. 2009. Online: http://www.engr.psu.edu/awe/secured/director/assessment/Literature_Overview/PDF_overviews/ARP_InfoSheet_Talent_Crisis_in_SandE.pdf. [Mar. 2012].
- D23** J. Studdert. "Lack of engineers stymies growth". The Australian News, November 20. 2010. Online: <http://www.theaustralian.com.au/careers/lack-of-engineers-stymies-growth/story-fn717l4s-1225956334981>. [Feb. 2012].
-

-
- D24** NCF. "Science and Engineering Indicators 2010". 2010. National Science Board. Online: <http://www.nsf.gov/statistics/seind10/>. [Feb. 2012].
- D25** D. Sanghi. "The 21st Century Engineering Crisis". *Edu Tech*. July, 2010. Viewpoint, pp. 46-47. Online: <http://www.cse.iitk.ac.in/users/dheeraj/arts/EDU/jul10.pdf>. [Mar. 2012].
- D26** J. Sibun. "Dyson says lack of engineers in the UK could force vacuum maker offshore". The Telegraph. 2011. Online: <http://www.telegraph.co.uk/finance/newsbysector/industry/engineering/8702498/Dyson-says-lack-of-engineers-in-the-UK-could-force-vacuum-maker-offshore.html>. [Mar. 2012].
- D27** J. Swartz. "Economy, lack of engineers could hinder U.S. innovation". USA Today, November 10. 2011. Online: <http://www.usatoday.com/tech/news/2011-11-09-tech-frontiers-innovation-economy.htm>. [Mar. 2012].
- D28** C. H. Vest. "Engineers: The Next Generation - Do we need more? Who will they be? What will they do?" National Academy of Engineering. 2011. Online: <http://www.nae.edu/Activities/Events/AnnualMeetings/19611/53074.aspx>. [Feb. 2012].
- D29** VC Confidential. "Engineering Crisis or Not?" 2006. Online: http://www.vcconfidential.com/2006/04/engineering_cri.html. [Mar. 2012].
- D30** N. Brodey. "To solve the engineer crisis we need to go back to the future!". Norbar Torquer Tools. 2011. Online: <http://torque-blog.com/2011/09/solve-engineer-crisis-future/>. [Mar. 2012].
- D31** I. de Pommereau. "Germany alarmed at lack of engineers". The Christian Science Monitor. 2006. Online: http://www.diversityworking.com/career/Engineering/New_York_jobs/story/234.html. [Jan. 2012].
- D32** J. Blau. "Germany Faces a Shortage of Engineers". IEEE Spectrum, Inside technology. 2011. Online: <http://spectrum.ieee.org/at-work/tech-careers/germany-faces-a-shortage-of-engineers>. [Mar. 2012].
- D33** Projektwerk Engineering. "Lack of engineers causes billions worth of damage for German economy". 2011. Online: <http://www.projektwerk.com/en/blog/engineering/lack-of-engineers-causes-billions-worth-of-damage-forgerman-economy>. [Mar. 2012].
- D34** L. Ehl. "Lack of Engineers Is Focus of White House Meeting In Portland, Oregon". Transportation Issues Daily. 2011. Online: <http://www.transportationissuesdaily.com/lack-of-engineers-is-focus-of-white-house-meeting-in-portland-Oregon/>. [Feb. 2012].
- D35** Stockholm News. "Lack of engineers". 2011. Online: <http://www.stockholmnews.com/more.aspx?NID=7831>. [Mar. 2012].
- D36** The sentinel. "Schools needed to help avert engineering crisis". 2011. Online: <http://www.thisisstaffordshire.co.uk/Schools-needed-help-avert-engineering-crisis/story-13268673-detail/story.html>. [Jan. 2012].
- D37** C. C. Miller, J. Wortham. "Silicon Valley Hiring Perks: Meals, iPads and a Cubicle for Spot". New York Times, March 25, 2011. pp. A1. Online: http://www.nytimes.com/2011/03/26/technology/26recruit.html?_r=1. [Feb. 2012].
- D38** C. Patel. "The Talent Crisis in US Engineering". Harvard Business Review. 2011. Online: http://blogs.hbr.org/cs/2011/11/why_us_engineers_cant_afford_t.html. [Jan. 2012].
- D39** P. Otellini. "How the private sector can help curb our engineering shortage". The Washington Post Opinions. 2011. Online: http://www.washingtonpost.com/opinions/how-the-private-sector-can-help-curb-our-engineering-shortage/2011/08/03/gIQAvPq5ul_story.html. [Feb. 2012].
- D40** Your Career Guide. "Engineer Your Career". 2012. Online: <http://www.yourcareerguide.co.uk/chart.asp?sid=4&aid=1218>. [Mar. 2012].
-

-
- D41** V. Modi. "Engineering in the Developing World". Columbia Engineering, Columbia University. 2011. Online: <http://engineering.columbia.edu/vijay-modi-engineering-developing-world>. [Feb. 2012].
- D42** R. Monastersky. "Is There a Science Crisis? Maybe Not". The Chronicle of Higher Education. Section Research & Publishing. Vol. 50, No. 44. 2004. pp. A10.
- D43** Engineering Building a Better World. "The crisis of the knowledge explosion: SBES Education for Tomorrow's Engineers and Scientists". 2009. Online: <http://www.gumiya.net/the-crisis-of-the-knowledge-explosion-index.html>. [Mar. 2012].
- D44** J. Dyson. "Creating an Economy That's 'Built to Last'". Bloomberg Businessweek, Viewpoint. 2012. Online: <http://www.businessweek.com/innovation/creating-an-economy-thats-built-to-last-01262012.html>. [Feb. 2012].
- D45** A. Gutiérrez. "Se buscan ingenieros". Magis, Universidad Jesuita de Guadalajara. 2009. Online: <http://www.magis.iteso.mx/node/117>. [Jan. 2012].
- D46** M. Muez. "Los ingenieros pueden con la crisis". El País, marzo 2. 2003. Online: http://elpais.com/diario/2003/03/02/negocio/1046616456_850215.html. [Mar. 2012].
- D47** E. V. Aldana. "¿Crisis de la ingeniería colombiana al final del siglo XX?". *Revista de Ingeniería*. Vol. 9, No. 9. 1995. pp. 7-17.
- D48** D. R. Valencia. "Crisis y futuro de la ingeniería". *Ingeniería y Competitividad*. Vol. 2, No. 2. 2000. pp. 63-68.
- D49** J. G. Arias. "La educación en ingeniería". En Sociedad Antioqueña de Ingenieros y Arquitectos (Ed.), Estado actual de la ingeniería. SAI. 2004.
- D50** M. S. Gallego. "Los Ingenieros de Hoy con respecto a los de Ayer: ¿Qué Pasó?". *Revista de Ingeniería*. Vol. 19, No. 19. 2004. pp. 7-13.
- D51** A. Villegas. "La ingeniería en crisis". Construdata. 2006. Online: <http://www.construdata.com/BancoConocimiento/S/saicrisisingeneria/saicrisisingeneria.asp>. [Feb. 2012].
- D52** G. Ulloa. "¿Qué pasa con la ingeniería en Colombia?". Eduteka. 2008. Online: <http://www.eduteka.org/IngenieriaColombia.php>. [Jan. 2012].
- D53** F. Cuervo. "Ingenierías: Mucha demanda y poca motivación para estudiarla". Diario la República, 17 de agosto. 2010. Online: <http://www.mineducacion.gov.co/observatorio/1722/article-243384.html>. [Mar. 2012].
- D54** G. Restrepo. "Latinoamérica, educación e ingeniería: ¿En el lugar equivocado?". *Ingeniería y sociedad*. Vol. 3. 2010. pp. 1-16.
- D55** J. Giraldo, F. Páez. "Globalización y los proyectos de ingeniería". *Ingeniería y Sociedad*. Vol. 2. 2011. pp. 1-5.
- D56** A. Seade. "Las ingenierías en el mundo". Universidad Jesuita de Guadalajara. 2008. Online: <http://fertruara10.blogspot.com/2009/03/las-ingenierias-en-el-mundo.html>. [Mar. 2012].
- D57** J. C. Cañón, J. Salazar. "La calidad de la educación en ingeniería: un factor clave para el desarrollo". *Ingeniería e Investigación*. Vol. 31. 2011. pp. 40-50.
- D58** A. Price. "¿Y dónde están los ingenieros?". El País, 28 de noviembre. 2012. Online: <http://historico.elpais.com.co/paionline/calionline/notas/Noviembre282007/cali04.html>. [Feb. 2012].
-

El país que más difunde en esta área es Estados Unidos, con 21 documentos, lo que representa el 36.2% de la muestra. Aunque no se determinó

una línea de tiempo para la investigación, los resultados demuestran que, sustancialmente, esta temática ha llamado la atención desde inicios del

siglo XXI y que se ha intensificado en los últimos tres años.

En la figura 1 se muestran los resultados que tienen que ver con la categorización de los trabajos. 33 opiniones, que equivalen al 57% de la muestra, y 25 investigaciones, que representan el 43%. Se observa que las opiniones son preponderantes, pero el número y la proyección de las investigaciones son sorprendentes, sobre todo porque los países que empezaron en 2008 sus planes de mejoramiento no han publicado los resultados alcanzados. Se espera que en la próxima década se conozcan datos que puedan aprovechar otras naciones y, por tanto, que se incremente la divulgación de investigaciones.

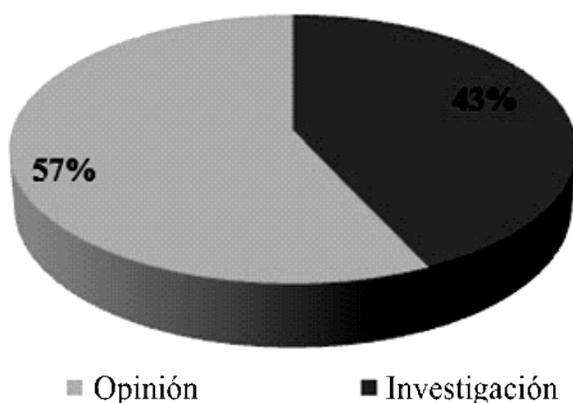


Figura 1 Clasificación del tipo de publicación

En la pregunta 3 se responde a la tipificación de los trabajos, es decir, si proponen soluciones a la crisis o si son informativos y descriptivos. Los resultados de la revisión demuestran que la investigación en esta área problemática todavía está en proceso informativo y su intencionalidad es crear comunidad y concientizar acerca de los efectos de la crisis. La mayoría de trabajos presentan conclusiones a este respecto y enfatizan en que es el momento de comenzar procesos para buscar soluciones, pero no proponen alguno. Por el contrario, 17 de los documentos analizados, el 29,3%, hacen propuestas acerca de cómo enfrentar la crisis: D2, D3, D5, D7, D14-D16, D18, D20, D24, D28, D46, D18-D50, D54, D57.

Entre estas ideas se puede destacar: mejoramiento de las relaciones Academia-Industria, formación profesoral, sensibilización social acerca de la importancia de la ingeniería, planes de desarrollo de la capacidad lógico-interpretativa y abstractiva desde la escuela y el colegio, mayor dinamismo en las actualizaciones curriculares, más control del Estado a la apertura de programas, la necesidad de cursos de orientación profesional en el último año del bachillerato para que los estudiantes tengan una percepción más clara de las carreras, entre otras tantas.

¿Por qué está en crisis la ingeniería en el mundo? Para responder a esta pregunta se estructuraron los resultados y las conclusiones de los documentos a través de los indicadores de la tabla 2.

Tabla 2 Codificación de resultados y conclusiones finales

Indicador	Trabajos	Porcentaje	Argumentos
Estado	4	6.9%	Desinterés No es prioritaria Falta de apoyo Aprobación masiva de apertura de programas relacionados Falta regulación del ejercicio profesional Burocracia
Universidad	15	25.9%	Modelo pedagógico rígido Estructura administrativa piramidal Falta de prospectiva

Indicador	Trabajos	Porcentaje	Argumentos
Universidad	15	25.9%	Ofrecer demasiados programas simultáneos en ingeniería Poca exigencia para la contratación de profesores Poca visión en cuanto al perfil ofrecido No dialoga con la industria Contenidos desactualizados del contexto Ignorar la realidad
Procesos formativos	16	27.6%	Mucha teoría y poca práctica Valorar la memorización sobre la resolución No involucrar el desarrollo de la capacidad lógico-abstractiva No aplicar la Formación Basada en Problemas Descontextualizados Sin conexión entre áreas del conocimiento Los profesores no motivan Profesores sin experiencia profesional
Matemáticas	8	13.8%	Sin aplicabilidad Aisladas Desmotivantes
Estudiantes	4	6.9%	Facilismo Menor esfuerzo Resultados inmediatos Pereza mental
Industria	4	6.9%	Baja remuneración Incomprensión del trabajo de los ingenieros No innova No investiga
Sociedad	7	12%	Magnífica al modelaje, a los cantantes y a los deportistas Prepondera la fama y el dinero sobre la ciencia Internet Medios Deshonestidad No comprende la profesión

De los datos de la tabla 2 se concluye que la crisis se debe fundamentalmente a cuestiones desde las universidades y los procesos formativos. La universidad es un organismo estático que no evoluciona al mismo ritmo que las necesidades sociales y los procesos formativos son totalmente dependientes de las estructuras administrativas y se han estancado en el tiempo. La capacitación

del profesorado y los niveles de exigencia para su contratación es una cuestión que se debe analizar. A este respecto se menciona en repetidas ocasiones que las universidades están más preocupadas por contratar pergaminos que experiencia profesional. Esto también es culpa del Estado, porque en las acreditaciones uno de los indicadores mejor valorados es el nivel de

formación de la planta de profesores vinculados a la institución, pero ni siquiera se tiene en cuenta si están llevando su experiencia al aula.

Conclusiones

De acuerdo con los hallazgos de esta revisión, la ingeniería en el mundo está en crisis. Las causas se originan principalmente en la universidad y en los procesos formativos. Los argumentos más reiterativos son la falta de dinamismo en las instituciones de formación, la separación de intereses entre la academia, la industria y el Estado acerca de la importancia de esta área del conocimiento, la falta de experiencia profesional de los profesores, la desactualización de conocimiento específico en ingeniería, contenidos curriculares desprotegidos, falta de un componente práctico e integrador entre las diferentes materias, entre otros.

Es el momento de realizar los estudios y análisis al problema, porque entre más se dilate mayor será el trabajo para resolver la crisis. No hay relevo generacional a la vista, cada día se gradúan menos ingenieros mientras los países los necesitan para que no se detenga su motor de desarrollo. Entre las muchas soluciones propuestas se destacan: administraciones universitarias dinámicas, actualización constante de currículos y del conocimiento profesoral, implementar la práctica a través de la Formación Basada en Problemas, integración de materias para darle relevancia a las matemáticas, mayor exigencia a los profesores en cuanto a experiencia profesional y diálogo constante entre la academia, la industria y el Estado.

De acuerdo con algunos de los informes en Estados Unidos, sino se inician planes de choque el futuro se tornará gris para el desarrollo. La

tecnología y el progreso que el siglo XXI le brinda a la Sociedad de la Información y el Conocimiento plantearán desafíos más grandes y los problemas a solucionar serán más complejos. Si no se cuenta con un relevo generacional de ingenieros capacitados y formados para atender estas necesidades, la sociedad tendrá mayores dificultades para sobrevivir en el futuro.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Corporación Universitaria Remington CUR y al Instituto Antioqueño de Investigación IAI por su apoyo y colaboración para la realización de la investigación de cuya primera fase se genera este artículo.

Referencias

1. R. Williams. *Retooling: A Historian Confronts Technological Change*. MIT Press. Massachusetts, USA. 2002. pp. 123-128.
2. P. Brereton, B. Kitchenham, D. Budgen, M. Turner, M. Khalil. "Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain". *Journal of Systems and Software*. Vol. 80. 2007. pp. 571-583.
3. B. Kitchenham. *Procedures for Undertaking Systematic Literature Reviews*. Joint Technical Report". Computer Science Department, Keele University. Keele, UK. 2003. pp. 35-37.
4. B. Kitchenham, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey, S. Linkman. "Systematic literature reviews in software engineering: A systematic literature review". *Information and Software Technology*. Vol. 51. 2009. pp. 7-15.
5. T. Dyba, T. Dingsoyr. "Empirical studies of agile software development: A systematic review". *Information and Software Technology*. Vol. 50. 2008. pp. 833-859.