

# Aportes de la ingeniería a la salud y la calidad de vida: una revisión

## Contribution of engineering to health and quality of life: a review

Kenneth Ochoa

### Resumen



La Universidad El Bosque tiene como orientación estratégica la Salud y la Calidad de vida analizada desde las diferentes áreas del conocimiento. En la recién creada Facultad de Ingeniería, se hizo necesario definir dichos conceptos, para lo cual se preparó este artículo. Se desarrolló una revisión bibliográfica sobre los principales conceptos asociados a la Ingeniería, desde la perspectiva mencionada, haciendo un recorrido por el objetivo de la ingeniería donde se plantean algunos de los orígenes y visión actual, campos de estudio y características relacionadas. Se definieron los conceptos de salud y calidad de vida desde la perspectiva de entidades reconocidas a nivel mundial y se plantearon algunos de los casos de aplicación y aportes específicos desde la ingeniería. Se presentan algunos casos de investigación relacionada, de carácter mundial.

**Palabras clave:** Ingeniería, Salud, Calidad de Vida.

### Abstract



El Bosque University has as strategic orientation, Health and Quality of life analyzed from different areas of knowledge. In the newly created School of Engineering, it became necessary to define such concepts, for which this article was prepared. It was developed a literature review on the main concepts related to engineering, from the perspective mentioned, doing a tour of the engineering objective which pose some of the origins and current view, fields of study and related features. It was defined concepts of health and quality of life from the perspective of globally recognized institutions and raised some of the applications and specific input from engineering. It is presented some cases of related global research.

**Keywords:** Engineering, Health, Quality of life.

**Recibido:** Julio 29 de 2013 **Aprobado:** Septiembre 24 de 2013

**Tipo de artículo:** Artículo de revisión de tema.

**Afiliación Institucional de los autores:** Grupo de investigación Choc izone, programa Ingeniería Ambiental, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.

*El autor declara que no tienen conflicto de interés.*

## Introducción

El presente artículo tiene por objeto hacer un recorrido breve por los aportes que ha hecho la ingeniería a la salud y la calidad de vida. Para esto, se presentan el objetivo y definición de la ingeniería desde diferentes perspectivas. Se incluye una presentación rápida sobre los orígenes y la visión actual de la ingeniería, junto como las características del ingeniero.

Finalmente, se presenta la definición de los términos salud y calidad de vida, así como su relación con la ingeniería, con el ánimo de preparar al lector para el enfoque global y nacional de los aportes que ha generado la ingeniería a estas dos áreas.

## El objetivo de la ingeniería

De acuerdo con la Real Academia de la Lengua, la ingeniería está definida como el “estudio y aplicación, por especialistas, de las diversas ramas de la tecnología” [1]. Su raíz etimológica se remonta a 1325 del latín *ingeniare*, el cual significa “crear” u “operar máquinas”. Ha sido relacionado con conceptos como el diseño para la construcción, el ingenio y hasta la ingenuidad [2, 3].

Para el Consejo Americano de Ingenieros para el Desarrollo Profesional (ECPD, por sus siglas en inglés), entidad predecesora del ABET<sup>1</sup>, la ingeniería se define como la aplicación creativa de los principios científicos para diseñar o desarrollar estructuras, máquinas, aparatos o procesos de fabricación. Trabaja para utilizarlos por separado o en combinación; para construir u operarlos, con pleno conocimiento de su diseño; para pronosticar su comportamiento en condiciones específicas de funcionamiento. Su enfoque se desarrolla a partir de una función preventiva, basada en principios de economía, seguridad y calidad [4].

En Colombia, se adopta la siguiente definición, dada en el Artículo 1 de la Ley 842 de 2003 del Congreso de la República:

Se entiende por ingeniería toda aplicación de las ciencias físicas, químicas y matemáticas; de la técnica industrial y en general, del ingenio humano, a la utilización e invención sobre la materia [5].

1. Esta es la sigla para la Junta de Acreditación para la Ingeniería y la Tecnología (Accreditation Board for Engineering and Technology, en inglés).

## Orígenes de la ingeniería

Sus orígenes se remontan a tiempos inmemorables. Podría pensarse que algunas de las primeras manifestaciones de la ingeniería fueron herramientas como la palanca, la rueda, la flecha y el hacha. Eventos como la revolución agrícola (8000 a.C.) y los avances encontrados en los asentamientos alrededor de los ríos, tanto en Europa (las culturas griegas o romanas, por ejemplo) y África (las culturas mesopotámicas y babilónicas, por ejemplo), como en América (las culturas incas y aztecas, por ejemplo), donde se presentaban complejos sistemas de riego o estructuras como las pirámides y puentes, entre otras [6].

Sin embargo, el primer registro de la ingeniería, como es definida en la actualidad, se presenta en el campo militar. Empleados por el gobierno para la construcción de carreteras, puentes y fortificaciones. Justamente se emplea el término “Ingeniería Civil” como el primer campo de ingeniería aplicado a un grupo diferente al castrense.

Las primeras escuelas de ingeniería de las que se tiene registro están en Europa. En primer lugar, se encuentra la *École Nationale des Ponts et Chaussées*<sup>2</sup>, ubicada en París, Francia, en 1747. También se encuentran la Academia de Artillería, en Segovia, España, en 1764 y la Academia de Minas de Freiberg, ubicada en la ciudad que lleva su mismo nombre, en Alemania en 1765<sup>3</sup>.

En América, el primer registro se desarrolla en México con El Real Seminario de Minería en 1792. En el mismo año se funda la *Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho*, en Río de Janeiro, Brasil. En Estados Unidos, el primer registro con el que se cuenta es el de la Academia Militar en West Point en 1802, así como el *Rensselaer Polytechnic Institute*, identificado como la primera facultad de ingeniería civil, la cual otorgó su primer título en 1835 [2].

En Colombia, de los primeros registros ingenieriles, se destaca el presentado por el Banco de la República en

2. Traducido como Escuela nacional de puentes y calzadas. Actualmente se conoce con el nombre de *École des Ponts Paris Tech* y hace parte de las 12 escuelas de Ingeniería más importantes de Francia.

3. Actualmente conocida como Universidad Técnica de Freiberg (*Technische Universität Bergakademie Freiberg*, en alemán).

el Boletín del Museo del Oro del 4 de Mayo de 1981. Allí se señalan, entre otros, obras de los indígenas taironas registrados, por Juan de Castellanos. Ejemplo de esto son los movimientos de tierra sin afectación topográfica con terrazas, las construcciones urbanísticas con piedra y los puentes señalados por el historiador [7].

En cuanto a la academia, la primera facultad de la que se tiene registro es de 1814, en Medellín con la Escuela Colombiana de Ingenieros Militares, la cual funcionó por un año y que la actualidad, después de 8 fundaciones, pertenece a la Universidad de Antioquia [8]. Más adelante, en 1888, en la misma ciudad, se fundó la Escuela Nacional de Minas de Medellín, la cual tuvo aportes de los ingenieros Alejandro López, Mariano Ospina y Joaquín Vallejo Arbeláez [9].

Finalmente, se destaca en el marco histórico, la fundación de la Sociedad Colombiana de Ingenieros, en mayo de 1887, retomando el trabajo desarrollado unos años antes, en 1873 por Manuel H. Peña, Manuel Ponce de León, Abelardo Ramos y Ruperto Ferreira. De igual forma, desde agosto del mismo año de la fundación, se publica la revista “Anales de Ingeniería”, con 925 ediciones a junio de 2013, donde se publican avances y revisiones relacionadas con esta gran área del conocimiento.

## La visión actual de la ingeniería

En los últimos 50 años, los avances en ingeniería han sido incontables. Cada día surgen cientos de patentes relacionadas. Por ejemplo, al buscar el término “*engineering*” en la Organización Mundial de Propiedad Intelectual<sup>4</sup> (WIPO, por sus siglas en inglés), se encuentran 786,727 documentos, de los cuales 206,314 registros, equivalentes al 26% son en inglés<sup>5</sup>.

En la actualidad, la ingeniería ha pasado de las obras de infraestructura, a desarrollar un proceso de complejos estudios avanzados. A continuación se presenta una síntesis breve de algunos de los campos de aplicación.

4. Se puede acceder a la consulta en la dirección <http://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf>

5. Consultado el 21 de junio de 2013.

**Tabla 1.** Algunos campos de estudio de la Ingeniería

Área	Tema de profundización
Ingeniería Química	Biomolecular
	Materiales
	Procesos
Ingeniería Civil	Sanitaria
	Geotécnica
	Estructural
Ingeniería Eléctrica	Sistemas (TICs, Computacional)
	Electrónica
	Óptica
Ingeniería Mecánica	Aeroespacial
	Acústica
	Térmica
Interdisciplinaria	Agrícola
	Ambiental
	Bioingeniería / Biomedicina
	Energía
	Industrial
	Mecatrónica
	Nanoingeniería
Petróleos	

De cada una de las áreas mencionadas, existe un sinnúmero de especializaciones. No se listarán por fines prácticos. En el país, la Sociedad Colombiana de Ingenieros identifica 8 grandes grupos a saber:

- Ambiental, sanitaria, forestal y agroindustrial
- Bioingeniería, alimentación y salud
- Construcción, transporte y geomática
- Electrónica, mecánica y eléctrica
- Empresa, procesos e industria
- Recursos hídricos, fluvial, marítimo, costero y océano
- Tecnologías de la información y la comunicación
- Química, petróleo, minas y energía

Adicionalmente, se puede consultar un listado completo<sup>6</sup> de los programas avalados por entidades como el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, u otras entidades relacionadas.

6. Para un listado completo de los programas que le competen a COPNIA, puede consultarse el archivo publicado en [http://www.copnia.gov.co/DCALIDAD/1LIS\\_PRO.pdf](http://www.copnia.gov.co/DCALIDAD/1LIS_PRO.pdf). Se incluyen 704 programas entre técnicos, tecnólogos, profesionales y afines al área de ingeniería.

## Las características del ingeniero

Sin importar el área de estudio, a lo largo del mundo, las escuelas en Ingeniería se han caracterizado por formar a sus estudiantes con algunos rasgos generales. Entre otros, se destaca el enfoque en la solución o prevención de problemas, el uso de los sistemas numéricos (matemática y física) y el enfoque del pensamiento complejo.

En primer lugar, el ingeniero cuenta con la capacidad de analizar situaciones insatisfactorias de su contexto que ameritan ser intervenidas bien sea desde la prevención, mitigación o solución. Sin embargo, para esto, fundamenta sus argumentos en modelos de las ciencias básicas como las matemáticas, la física y la química. Adicionalmente, incluye una interacción con ciencias aplicadas, tales como la ecología o la medicina. Como resultado del análisis del problema, se obtiene un diseño que permite evaluar diferentes escenarios o alternativas de solución. Uno de los retos más importantes que tiene el ingeniero en este punto, es proponer alternativas que sean viables tanto económica, como social y ecológicamente. En la actualidad, también se incluye un estudio desde la bioética, que incluye, entre otras, las dimensiones asociadas a la salud y la calidad de vida.

Lo anterior, implica el aumento en las variables objeto de análisis, lo que resulta en la tercera característica, asociada al pensamiento complejo. El mayor pensador de esta corriente es el francés Edgar Morin, quien presenta la relación que existe entre los elementos del todo, a partir de su interacción. Para esto, dicho filósofo señala cómo el pensamiento de Bertalanffy, en los años 1950 trasciende a otras disciplinas a partir del análisis de sistemas, concepto original de las ciencias biológicas, enfocándose en el análisis de múltiples variables, así como la incertidumbre, las indeterminaciones y los fenómenos aleatorios [10]. Dichos elementos, permiten identificar en el ingeniero la característica principal de poder entender su entorno, el cual se encuentra en constante cambio.

## Definición de la salud desde la ingeniería

### El término salud

La real academia de la lengua española, define la salud como el estado en que el ser orgánico ejerce normalmente

todas sus funciones. De igual forma, señala que hace referencia a las condiciones físicas en que se encuentra un organismo en un momento determinado [11].

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS) adoptó la definición del término según lo planteado en Preámbulo de la Constitución de la Asamblea Mundial de la Salud, adoptada por la Conferencia Sanitaria Internacional celebrada en Nueva York (Estados Unidos), en 1946. Para esta entidad, la salud se define como “un estado de perfecto (completo) bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de enfermedad” [12].

Ahora bien, este término debe ser analizado no solo desde el individuo, sino desde su relación con su familia y la comunidad con la que interactúa. Debe ser considerado, de igual forma, la realidad de las condiciones ambientales y sociales de la población, así como la interdisciplinariedad. Es así como se debe promover un conjunto de elementos que eviten el deterioro en la salud de los individuos, a partir del “respeto por el otro, la solidaridad, el pluralismo, la tolerancia y destacando el énfasis del carácter positivo de la diferencia, asumir el deterioro de las formas de convivencia social, de la calidad de vida, la carencia de sensibilidad y de espíritu cívico, los fundamentalismos dogmáticos e intolerantes, la acriticidad y el facilismo que deterioran la salud mental y física de nuestros pueblos.” [13, p. 24]

## Su relación con la ingeniería

Para la ingeniería, la salud ha sido uno de los fundamentos de la investigación aplicada. Desde la de prevención, se encuentran elementos tales como el diseño y uso de tecnologías que permiten controlar variables que afectan la salud del ser humano. Un claro ejemplo de esto es la potabilización del agua que permite eliminar los microorganismos causantes de EDA<sup>7</sup>, cobrando miles de vidas. Otros casos se presentan con el monitoreo de la calidad de los recursos como el aire y los suelos. La ingeniería ambiental y sanitaria se ha encargado de estas áreas, principalmente.

Por otra parte, se encuentra el diseño y uso de tecnologías de control como apoyo a las ciencias de la salud. Un claro ejemplo de esto es el avance en equipos de diagnóstico y monitoreo, prótesis y órtesis, dispositivos

7. Enfermedad diarreica aguda.

de terapia, entre otros. Este campo de aplicación lo han desarrollado la ingeniería biomédica y la bioingeniería, principalmente. Además, programas como las ingenierías electrónica, mecánica y mecatrónica han desarrollado un aporte significativo en términos de desarrollos instrumentales como apoyo para la salud. Otro caso particular, está asociado a las tecnologías de la información y la comunicación, las cuales, a través de desarrollos de software, han permitido tener sistemas de control y el manejo de información de la salud.

Programas como la ingeniería industrial, han contribuido al diseño de procedimientos administrativos y gerenciales, así como de temas aplicados en esquemas de prevención. Los procesos de salud ocupacional y ergonomía, son un claro ejemplo de esto.

## Definición de la calidad de vida desde la ingeniería

### La calidad de vida

Este término se ha definido desde diferentes ramas del conocimiento. En primer lugar, el diccionario la define como el “conjunto de condiciones que contribuyen a hacer agradable y valiosa la vida” [14].

Históricamente, el término se asoció a la percepción de diferentes investigadores después de la Segunda Guerra Mundial sobre la “buena vida” y la “seguridad financiera”. Luego, en los años 1960 y 1970, se desarrolló un amplio número de investigaciones desde la psicología y la economía. A finales de la segunda década, el área de la salud adoptó este como uno de sus campos de investigación y acción [15].

Para la OMS, la calidad de vida está definida como una interacción entre variables objetivas y subjetivas, definidas por los dominios físico y psicológico, así como el ambiente, el nivel de independencia, las relaciones sociales, la espiritualidad, religión y creencias personales [15].

En la actualidad, uno de los instrumentos para medir esta percepción es el “Índice para una vida mejor” de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Dicho índice permite evaluar 11 dimensiones

a saber<sup>8</sup>: vivienda, ingresos, empleo, comunidad, educación, ambiente, compromiso cívico, salud, satisfacción, seguridad y balance vida-trabajo [16].

En este sentido, la calidad de vida se puede analizar como un campo complejo que va más allá del bienestar físico o económico y que involucra múltiples dimensiones, desde una perspectiva subjetiva, a través de un enfoque sistémico.

## Su relación con la ingeniería

En términos generales, podría decirse que la ingeniería tiene como objetivo el desarrollo de elementos que, a través de la prevención o solución de problemas, ayudan a mejorar la calidad de vida de las personas. De hecho, así se consigna en el Artículo 33 de la Ley 842 de 2003 [5] el cual señala como obligación del ingeniero:

- a. Estudiar cuidadosamente el ambiente que será afectado en cada propuesta de tarea, evaluando los impactos ambientales en los ecosistemas involucrados, urbanizados o naturales, incluido el entorno socioeconómico, seleccionando la mejor alternativa para contribuir a un desarrollo ambientalmente sano y sostenible, con el objeto de lograr la mejor calidad de vida para la población.
- b. Rechazar toda clase de recomendaciones en trabajos que impliquen daños evitables para el entorno humano y la naturaleza, tanto en espacios abiertos, como en el interior de edificios, evaluando su impacto ambiental, tanto en corto como en largo plazo;
- c. Proteger la vida y salud de los miembros de la comunidad, evitando riesgos innecesarios en la ejecución de los trabajos.

De esta forma, el ingeniero debe velar por mejorar las condiciones de vida del ser humano y proteger el entorno ecosistémico.

## Aportes de la ingeniería a la salud y la calidad de vida

Algunos de los aportes que ha tenido la ingeniería para mejorar la salud y la calidad de vida han estado

8. Para una descripción detallada de cada dimensión, puede consultar <http://www.oecdbetterlifeindex.org/es/>

relacionados con las necesidades encontradas por los ingenieros en un momento determinado. Si se piensa, por ejemplo, en la necesidad identificada justo antes de la revolución industrial, la respuesta desde esta rama del conocimiento, la máquina de vapor, permitió optimizar tiempos de producción industrial, mejorando, en el muy corto plazo, las condiciones de los trabajadores.

Se presentó un problema social, ya que en las fábricas, la mano de obra tradicional necesaria era mínima. Como consecuencia, se generaron despidos masivos que aumentaron los problemas sociales. Sin embargo, un elemento interesante de analizar fue la respuesta en el mediano plazo. Europa tuvo un crecimiento de industrias que contaban con mejores condiciones laborales.

Por otro lado, el aumento del carbón como combustible fósil, fuente de energía para las máquinas de vapor, cambió las condiciones locales e internacionales del aire. Los periodos de smog fotoquímico e inversión térmica presentados en Londres (1952), y las lluvias ácidas recibidas en Escandinavia (décadas de 1960 y 1970), solo se hicieron evidentes hasta casi 200 años después de comenzada dicha revolución. La calidad de vida de unos, se vio afectada negativamente por la mejora de la de otros.

Este fue uno de los múltiples puntos de partida de los procesos de investigación de cientos de científicos a lo largo de la historia para lograr un equilibrio entre el desarrollo económico, con un enfoque en las dimensiones social y ambiental.

A continuación se presentan algunos de los aportes que ha tenido la ingeniería los dos elementos analizados durante este documento, desde una perspectiva primero global, luego regional y finalmente nacional, para el caso de Colombia.

## Enfoque global

Algunos de los grandes aportes de la ingeniería a la salud y la calidad de vida se han visto en diferentes avances tecnológicos. En primer lugar, se destaca la potabilización del agua. En los registros de diferentes fuentes consultadas, se destaca el trabajo desarrollado desde el antiguo Egipto, extraído de la información de las tumbas. Luego se mencionan registros bíblicos del siglo IX a.C., así como procesos de purificación árabes del siglo VIII a.C. [17].

Es hasta 1671 que se presentan nuevamente registros de procesos como la desalinización, adelantados por Sir Francis Bacon y otros pensadores. En ese mismo siglo, se identifican algunos principios de filtración [17]. Pero es hasta principios del siglo XX que se masifican los procesos de tratamientos para potabilización del agua. Esto trae como consecuencia la reducción de la mortalidad por EDA, mejorando así la salud.

Sin embargo, podría ser formulada una pregunta desde la bioética: ¿Cómo la reducción en las tasas de mortalidad por EDA, aumentan la presión sobre los recursos del ecosistema?

Al principio, esto no era considerado como significativo. Solo hasta una centena de años después, cuando el crecimiento poblacional se presentó de manera exponencial, creó especial atención para los tomadores de decisiones. Este tipo de situaciones, permiten ver cómo, en algunos casos, la mejora en la salud, no implican una mejora en la calidad de vida de la comunidad, ya que al tener mayor número de personas, se reducen las posibilidades de acceso equitativo a los recursos, generando brechas de inequidad que fomentan las crisis sociales que vivimos actualmente.

Pero no todos los aportes han traído este tipo de cuestionamientos. Un caso interesante es el documentado por la Academia Real de Ingeniería (Royal Academy of Engineering, en inglés), la cual destaca cómo los aportes de la ingeniería a la medicina han permanecido ocultos. Algunos de los que destacan se presentan en campos como las imágenes médicas, con instrumentos como los ultrasónicos, los rayos X, los medios de contraste y el Doppler, entre otros [18].

En el campo de la cirugía, se destacan el diseño de instrumentos que han permitido las intervenciones menos invasivas, microcámaras y sistemas de iluminación para las operaciones, así como robots que permiten la planeación previa de las operaciones, reduciendo los errores [18, 19].

En el campo de las articulaciones artificiales, se destacan los millones de implantes usados para mejorar la calidad de vida de las personas. También, en el campo de los implantes cardíacos, se destaca el marcapasos creado en 1958 por los colombianos Alberto Vejarano y Jorge Reynolds [18].

Otros aportes que señala la Academia son en el campo de la ingeniería neuronal, los sistemas integrados a elementos móviles (dispositivos para el control, moni-

toreo y entrega de información sobre la salud) y el software para médicos que permite reducir los costos operacionales tanto en almacenamiento de información como en control de pacientes [18].

A continuación se presentan algunos grupos de investigación de universidades y centros internacionales, que relacionan la ingeniería con la salud y la calidad de vida.

**Tabla 2.** Investigación de la Ingeniería sobre salud y calidad de vida

Lugar	Grupo	Página web
Australia	College of Science, Engineering and Health -Universidad RMIT	<a href="http://www.rmit.edu.au/seh">http://www.rmit.edu.au/seh</a>
Canadá	Centre for Research in Healthcare - Universidad de Toronto	<a href="http://crhe.mie.utoronto.ca">http://crhe.mie.utoronto.ca</a>
Canadá	Electrical & Computer Engineering in Medicine (ECEM) – Universidad de British Columbia	<a href="http://ecem.ece.ubc.ca">http://ecem.ece.ubc.ca</a>
Chile	Centro de Conocimientos en Ingeniería Biomédica - Universidad de Valparaíso	<a href="http://www.uv.cl/archivos/carrera/f19076_5.pdf">http://www.uv.cl/archivos/carrera/f19076_5.pdf</a>
Colombia	Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental – Universidad de Los Andes	<a href="http://ciia.uniandes.edu.co">http://ciia.uniandes.edu.co</a>
Colombia	Grupo de Investigación en Ingeniería Biomédica – Escuela de Ingeniería de Antioquia	<a href="http://www.eia.edu.co/site/index.php/pregrados/programas/ing-ambiental.html#">http://www.eia.edu.co/site/index.php/pregrados/programas/ing-ambiental.html#</a>
Colombia	Instituto Salud y Ambiente - Universidad El Bosque	<a href="http://www.uelbosque.edu.co/institucional/directorio/instituto-salud-ambiente">http://www.uelbosque.edu.co/institucional/directorio/instituto-salud-ambiente</a>
España	Centro de Materiales e Ingeniería Tisular - Universidad Politécnica de Valencia	<a href="http://www.upv.es/cb/index-es.html">http://www.upv.es/cb/index-es.html</a>
España	Instituto de Biomecánica de Valencia	<a href="http://www.ibv.org">http://www.ibv.org</a>
España	Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón – Universidad Zaragoza	<a href="http://i3a.unizar.es">http://i3a.unizar.es</a>
Estados Unidos	Bioengineering Center – Universidad de Oklahoma	<a href="http://www.ou.edu/coe/bioengineering/">http://www.ou.edu/coe/bioengineering/</a>
Estados Unidos	Biomedical Engineering and Engineering Healthcare – Fundación Nacional de Ciencias	<a href="http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=501032&amp;org=CBET">http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=501032&amp;org=CBET</a>
Estados Unidos	Center for Engineering and Health – Universidad de Northwestern	<a href="http://www.feinberg.northwestern.edu/sites/ipham/centers/engineering-health.html">http://www.feinberg.northwestern.edu/sites/ipham/centers/engineering-health.html</a>
Estados Unidos	Center for Environmental Health NIEHS – Universidad de Columbia	<a href="http://www.mailman.columbia.edu/academic-departments/centers/niehs-center-environmental-health">http://www.mailman.columbia.edu/academic-departments/centers/niehs-center-environmental-health</a>
Estados Unidos	Engineering for health - Universidad Estatal de Washington	<a href="http://www.cea.wsu.edu/engineeringforhealth">http://www.cea.wsu.edu/engineeringforhealth</a>
Estados Unidos	Institute of Engineering in Medicine – Universidad de California San Diego	<a href="http://iem.ucsd.edu">http://iem.ucsd.edu</a>
Estados Unidos	Quality of life technology center – Universidad Carnegie Mellon	<a href="http://www.cmu.edu/qolt/">http://www.cmu.edu/qolt/</a>

Lugar	Grupo	Página web
Estados Unidos	The Center for Engineering in Medicine – MIT, Harvard	<a href="http://cem.sbi.org/web/index.htm">http://cem.sbi.org/web/index.htm</a>
Europa	European Alliance of Medical and Biological Engineering and Science	<a href="http://www.eambes.org">http://www.eambes.org</a>
Francia	Laboratoire de Biomécanique – Arts et Metiers Paris-tech	<a href="http://bio-web.paris.ensam.fr">http://bio-web.paris.ensam.fr</a>
Francia	Laboratoire Mobilité, vieillissement et exercice – Universidad de Poitiers	<a href="http://www.univ-poitiers.fr/recherche/laboratoires/laboratoire-mobilite-vieillissement-et-exercice-move-ea-6314-9840.kjsp?RH=1328803971990">http://www.univ-poitiers.fr/recherche/laboratoires/laboratoire-mobilite-vieillissement-et-exercice-move-ea-6314-9840.kjsp?RH=1328803971990</a>
Global	Sociedad de Ingeniería en la Medicina y la Biología (EMBS) – IEEE	<a href="http://www.embs.org">http://www.embs.org</a>
México	Centro de Innovación y Transferencia en Salud – Tecnológico de Monterrey	<a href="http://emcs.mty.itesm.mx/investigacion/centros/ciecs/bioterio_index.php">http://emcs.mty.itesm.mx/investigacion/centros/ciecs/bioterio_index.php</a>

Fuente: Autor

## Enfoque nacional

En el caso de Colombia, la ingeniería ha tendido diferentes aportes tanto a la salud como a la calidad de vida. Para comenzar, es de resaltar el trabajo desarrollado por el ingeniero electrónico Jorge Reynolds, quien, como se mencionó anteriormente, fue el inventor del marcapasos, en 1958.

Un caso conmemorativo fue el traslado del edificio Cudecom en 1974, propuesto por el ingeniero geotecnista Antonio Páez, para poder continuar con la ampliación de la calle 19, en Bogotá [20, pp. 35-37]. Podría decirse que, indirectamente, esta fue una obra que permitió mejorar la calidad de vida de los bogotanos, considerando la importancia en la movilidad asociada a esta arteria vial.

Un tercer caso que se resalta, es el desarrollado por el Doctor Jesús Olivero Verbel<sup>9</sup>, quien, desde la química (como ciencia pura), ha estudiado el impacto de diferentes componentes en la población colombiana. Entre sus publicaciones se destacan los estudios sobre cuantificación de plomo y mercurio en las poblaciones del sur de Bolívar.

9. Para acceder a la información y publicaciones sobre las investigaciones desarrolladas por el Dr. Olivero, se puede visitar la página <http://www.reactivos.com/home.html>

Finalmente, se destaca el trabajo desarrollado por la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, la cual, a través del proyecto titulado “Procesamiento de señales respiratorias de pacientes asistidos mediante ventilación mecánica”, el cual tuvo por objetivo “tomar señales respiratorias y crear un modelo, para que los médicos puedan alimentar ciertas variables y tener información más sólida que les ayude a decidir en qué momento es viable la extubación”, logrando una tasa de acierto de hasta el 88% [21].

Sin embargo, hacer una lista de los diferentes aportes de la Ingeniería a la Salud y la Calidad de Vida en Colombia, sería tan extenso que puede ser objeto de otro artículo. Por lo tanto, es necesario invitar a los ingenieros del país a considerar el enfoque sobre la salud y la calidad de vida, no solo respondiendo al compromiso ético y bioético de la profesión, sino como una oportunidad para construir país. Es necesario contar con profesionales de esta rama del conocimiento que sean capaces de optimizar procesos, prevenir la contaminación, desarrollar sistemas inteligentes, modelar fenómenos y desarrollar instrumentos que permitan hacer un uso eficiente de los recursos, mejorando las condiciones de vida no solo de sus compatriotas, sino de la población a nivel mundial.



## Conclusiones

En conclusión, la ingeniería ha hecho un gran número de aportes a la salud y la calidad de vida. Estos se sustentan desde cada uno de los campos de especialización, desde obras civiles y sanitarias, hasta modelos robóticos y computacionales para el procesamiento de información.

El objetivo de la ingeniería está relacionado con la prevención o solución de problemas haciendo uso de las tecnologías. Éste, ha sido fundamental para los trabajos de investigación, desarrollo e innovación asociados a este campo del conocimiento, en relación con los dos elementos objeto de este análisis desde sus orígenes, hasta la actualidad.

Por otra parte, si bien el campo de investigación y formación de la ingeniería es relativamente reciente, esta rama del conocimiento ha sido una de las precursoras del desarrollo tanto del ser humano, en términos de salud, como de la sociedad, en cuanto a la calidad de vida. Es así como en Colombia, estas dos dimensiones hacen parte de normatividad para la profesión, y está explícito en la Ley 842 de 2003, en los incisos d, e y h, del artículo 43.

Finalmente, es necesario destacar la importancia de fomentar la investigación y formación de la salud y la calidad de vida en los diferentes programas de ingeniería, tanto en el país, como en el ámbito internacional.

## Bibliografía

- [4] Real Academia Española, "Ingeniería," 2001. [Online]. Available: <http://lema.rae.es/drae/?val=ingenier%C3%ADa>. [Accessed 21 junio 2013].
- [5] Universidad de California, "Origins of Engineering," 1995. [Online]. Available: <http://www.seas.ucla.edu/hsseas/history/origin.html>. [Accessed 21 junio 2013].
- [6] Enciclopedia Británica, "Engineering," 2013. [Online]. Available: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/187549/engineering>. [Accessed 21 junio 2013].
- [7] Engineers' Council for Professional Development, Canons of ethics for engineers, New York: Engineers' Council for Professional Development, 1947.
- [8] Congreso de la República de Colombia, Ley 842 de 2003, Bogotá, 2003.
- [9] Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, "Historia de la Ingeniería," 4 Mayo 2010. [Online]. Available: [http://www.inti.gov.ar/cirsoc/pdf/historia\\_ingenieria/historia.pdf](http://www.inti.gov.ar/cirsoc/pdf/historia_ingenieria/historia.pdf). [Accessed 21 Junio 2013].
- [10] Banco de la República de Colombia, "La ingeniería tairona," Agosto 1981. [Online]. Available: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/publicaciones-banrep/bolmuseo/ano4/may-agos-1981/agosto1.htm>. [Accessed 21 Junio 2013].
- [11] Diario El Tiempo, "Primera facultad de ingeniería del país cumple 60 años," 20 Febrero 2003. [Online]. Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-995650>. [Accessed 21 Junio 2013].
- [12] Pontificia Universidad Javeriana, "Reseña Histórica," s.d.. [Online]. Available: [http://puj-portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/plt\\_car\\_industrial/Rese%F1a%20hist%F3rica](http://puj-portal.javeriana.edu.co/portal/page/portal/Facultad%20de%20Ingenieria/plt_car_industrial/Rese%F1a%20hist%F3rica). [Accessed 21 Junio 2013].
- [13] E. Morin and M. Pakman, Introducción al pensamiento complejo, Barcelona: Gedisa, 1995.
- [14] Real Academia Española, "Salud," 2001. [Online]. Available: <http://lema.rae.es/drae/?val=salud>. [Accessed 21 Junio 2013].
- [15] Organización Mundial de la Salud, "Preámbulo de la Constitución de la Asamblea Mundial de la Salud," in Conferencia Sanitaria Internacional, Nueva York, 1946.
- [16] Universidad El Bosque, Políticas y Gestión Curricular Institucional, Bogotá: Editorial Scripto Ltda., 2011.
- [17] Real Academia de la Lengua Española, "Calidad [de vida]," 2001. [Online]. Available: <http://lema.rae.es/drae/?val=calidad%20de%20vida>. [Accessed 21 junio 2013].
- [18] A. Urzúa and A. Caqueo-Úrizar, "Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto," Terapia psicológica, vol. 30, no. 1, pp. 61-71, 2012.

- [19] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, "OECD Better life index," 2013. [Online]. Available: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/es/>. [Accessed 21 Junio 2013].
- [20] M. N. Baker, The quest for pure water: the history of water purification from the earliest records to the twentieth century, New York: American Water Works Assn, 1949, p. 527.
- [21] Royal Academy of Engineering, "Engineering for health," Septiembre 2012. [Online]. Available: [http://www.raeng.org.uk/societygov/policy/current\\_issues/biomedical\\_engineering/pdf/About\\_Us.pdf](http://www.raeng.org.uk/societygov/policy/current_issues/biomedical_engineering/pdf/About_Us.pdf). [Accessed 22 Junio 2013].
- [22] G. S. Earnest, L. D. Reed, D. Conover, C. Estill, C. Gjessing, M. Gressel, R. Hall, S. Hudock, H. Hudson, C. Kardous, J. Sheehy, J. Topmiller, D. Trout, M. Woebkenberg, A. Amendola, H. Hsiao, P. Keane, D. Weissman, G. Finfinger, S. Tadolini, E. Thimons, E. Cullen, M. Jenkins, R. McKibbin, G. Conway, B. Husberg, J. Lincoln, S. Rodenbeck, D. Lantagne and J. Cardarelli, "Engineering and Public Health at CDC," Morbidity and Morbidity Weekly Report, vol. 55, pp. 10-13, 22 Diciembre 2006.
- [23] P. Grech, Introducción a la Ingeniería. Un enfoque a través del diseño, Bogotá: Pearson Educación de Colombia Ltda., 2001.
- [24] Ministerio de Educación Nacional de Colombia, "Aportes de la ingeniería a favor de la salud," 10 Agosto 2010. [Online]. Available: <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-242568.html>. [Accessed 25 junio 2013].
- [25] L. A. Calderón, L. Iglesias, A. Laca, M. Herrero and M. Díaz, "The utility of Life Cycle Assessment in the ready meal food industry," Resources, conservation and recycling, pp. 1196-1207, 03 2010.
- [26] N. Monroy, B. V. Hoof and J. C. Espinosa, "LCA Life Cycle Analysis: Una Herramienta de la Industria Para Conciliar La Crisis Ambiental Y El Desarrollo Empresarial," Revista de Ingeniería, p. 9, 1999.
- [27] B. V. Hoof, "El Desarrollo de ECO-Indicadores para la industria Colombiana basada en el concepto de ciclo de vida," 2005. [Online]. Available: [http://dspace.uniandes.edu.co/xmlui/bitstream/handle/1992/138/mi\\_526.pdf?sequence=1](http://dspace.uniandes.edu.co/xmlui/bitstream/handle/1992/138/mi_526.pdf?sequence=1). [Accessed 11 02 2013].
- [28] PNUMA Programa de las Naciones Unidas Para El Medio Ambiente, "Manual de Medio Ambiente y Comercio," 2005. [Online]. Available: [http://www.unep.ch/etb/publications/TradeEnvi/HAND-BOOK\\_SP.pdf](http://www.unep.ch/etb/publications/TradeEnvi/HAND-BOOK_SP.pdf). [Accessed 11 02 2013].
- [29] Environmental Protection Agency, "Risk Management Sustainable Technology," 1993. [Online]. Available: [http://www.epa.gov/nrmrl/std/lca/resources.html#LCA Related Web-sites](http://www.epa.gov/nrmrl/std/lca/resources.html#LCA%20Related%20Web-sites). [Accessed 11 02 2013].
- [30] ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, Norma NTC ISO 14040, Bogotá DC: ICONTEC, 2006.
- [31] A. A. Uson, I. Z. Bribián, A. M. Gracia, A. Valero-Delgado and S. Scarpellini, El Análisis de Ciclo de Vida como herramienta de gestión empresarial, Madrid: FC Editorial, 2006.
- [32] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Producción y consumo sostenible," 31 05 2012. [Online]. Available: <http://www.andesco.org.co/site/assets/media/camara/ambiental/Mayo%202012%20-%20MADS.pdf>. [Accessed 23 04 2013].
- [33] J. R. Menéndez, "Evolución del concepto de calidad," 30 11 2011. [Online]. Available: <http://www.elmedicointeractivo.com/ap1/emibold/publicaciones/trasplantes3/169-175.pdf>. [Accessed 14 02 2013].
- [34] A. Alzate, "Evaluación del Desempeño Ambiental e Indicadores," 11 2005. [Online]. Available: <http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UPLCS/File/Indicadores.pdf>.
- [35] J. R. Chacón Vargas, "Historia Ampliada y Comentada del Análisis de Ciclo de Vida (ACV)," 27 10 2008. [Online]. Available: <http://blog.pucp.edu.pe/media/2360/20100412-Historia%20ACV.pdf>. [Accessed 11 02 2013].
- [36] Choricería del Llano, Choricería del Llano, Bogotá DC: Choricería del Llano, 2013.

- [37] SimaPro and PRè Consultants, LCA Expertise, SimaPro 7, 2011.
- [38] Asociación de productores de energías renovables, “Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad,” 27 05 2013. [Online]. Available: [http://www.appa.es/descargas/Resumen\\_Estudio\\_ACV.pdf](http://www.appa.es/descargas/Resumen_Estudio_ACV.pdf).
- [39] Boletín del Observatorio sobre Nueva Geografía Económica, Impactos Socioambientales y Derechos Humanos, “Las continuidades de la matriz energética colombiana,” ILSA, Bogotá D.C, 2011.
- [40] unidad de planeación minero energética UPME, “Sistema de información mineroenergético colombiano,” Sitio web de unidad de planeación minero energética, 07 07 2011. [Online]. Available: <http://www1.upme.gov.co/index.php/servicios-de-informacion/principales-indicadores.html>. [Accessed 07 07 2013].
- [41] Econoticias, “Contribución de las Renovables al Mix Energético en 2012,” 28 12 2012. [Online]. Available: <http://www.ecoticias.com/energias-renovables/73932/2012/12/28/Contribucion-renovables-energetico>.
- [42] Programa de las Naciones Unidas , “Ecoeficiencia: marco de análisis indicadores y experiencias,” Naciones Unidas, Santiago de Chile, 2005.
- [43] Ministerio del Ambiente del Perú, “Guía de Ecoeficiencia para empresas,” Ministerio de Ambiente Perú, Lima, 2009.

## Agradecimientos

El autor desea agradecer a Jorge Eduardo Meneses por los comentarios al documento.

---

### El Autor



#### Kenneth Ochoa

Docente y Coordinador de Relaciones Internacionales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque. Ingeniero Ambiental, Universidad El Bosque. Magíster en Gerencia Ambiental, Universidad de Los Andes. Investigador en la línea de Gestión Integral del grupo Producción Limpia para una Colombia Sana CHOC-IZONE, en las áreas responsabilidad social y ambiental, informes de sostenibilidad, análisis de ciclo de vida y los procesos de sostenibilidad en sector minero-energético.