

# La formación educativa del ingeniero y la compleja realidad del mundo contemporáneo.

## The educational training of the engineer and the complex reality of the contemporary world.

Alfonso Villa-Peralta  
Universidad Francisco de Paula Santander, Cúcuta - Colombia  
[mastervilla85@yahoo.es](mailto:mastervilla85@yahoo.es)

Recibido: 10 de mayo de 2017

Aprobado: 14 de junio de 2017

**Resumen**— La presente investigación se orientó a responder: ¿cuál es el perfil del ingeniero en el mundo actual?, ¿Cómo la formación pedagógica y didáctica de los docentes que enseñan ingeniería puede contribuir a elevar el interés por cursar estudios de ingeniería en Colombia?, debido a la disminución del número de alumnos dispuestos a estudiar esta área. El estudio se desarrolló mediante una investigación documental. Se encontró desinformación del perfil de la ingeniería ofertada por algunas universidades; diversidad en las especializaciones producto de los avances en la ciencia, tecnología y conocimientos; actualmente se demandan diferentes competencias para el ingeniero: capacidad para trabajar en equipo, liderazgo, responsabilidad, ética, dominio de un idioma extranjero; disposición para: aprender; actualizarse; trabajar con personas de otras culturas; valorar su contexto; rol social y el beneficio de la comunidad. Una experiencia de renovación didáctica universitaria evidenció la importancia de investigar por parte del estudiante y actualización docente para trocar la educación tradicional.

**Palabras clave:** Formación Educativa, Ingeniero, Realidad, Mundo Contemporáneo.

**Abstract**— The present investigation was oriented to answer: what is the profile of the engineer in the current world ?, How the pedagogical and didactic training of the teachers who teach engineering can contribute to raise the interest for studying engineering in Colombia ?, Due to the decrease in the number of students willing to study this area. The study was developed through a documentary investigation. There was misinformation of the engineering profile offered by some universities; diversity in specializations resulting from advances in science, technology and knowledge; Currently, different skills are required for the engineer: ability to work in a team, leadership, responsibility, ethics, command of a foreign language; Willingness to learn; update work with people from other cultures; assess your context; social role and the benefit of the community. An experience of university didactic renovation evidenced the importance of research by the student and teacher update to change traditional education.

**Keywords:** Educational Training, Engineer, Reality, Contemporary World.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [mastervilla85@yahoo.es](mailto:mastervilla85@yahoo.es) (Alfonso Villa Peralta).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Este es un artículo bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Forma de citar: A. Villa-Peralta, "La formación educativa del ingeniero y la compleja realidad del mundo contemporáneo", Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, vol. 7, no. 2, pp. 9-15, 2017, doi: [10.15649/2346030X.435](https://doi.org/10.15649/2346030X.435)

## I. LA PROBLEMÁTICA EN ESTUDIO

La ingeniería a nivel mundial es una profesión primordial, porque están presentes en las más diversas actividades humanas, desde un lapicero, las sillas, la telefonía móvil, suministro de agua potable, la producción y venta de alimentos, viviendas, vialidad, interrelación ecológica, las redes eléctricas, para solo por indicar algunos ejemplos que ameritan de este profesional. Indiscutiblemente su actividad se ha ampliado en la medida que se renueva, crean y surgen retos al conocimiento. Por tanto, la labor del ingeniero es importante por sus aportes en heterogéneos escenarios de la cotidianidad humana.

La formación del ingeniero está signada por la dinámica de los saberes, además de los cambios generados por el calentamiento global, la globalización tecnológica y económica, la injerencia de empresas transnacionales en diferentes ámbitos, los tratados de comercio entre bloques regionales, la ausencia de soluciones a problemas como la escasez de vivienda, disfrute óptimo de servicios básicos (agua, electricidad, telefonía, educación, salud), la demanda de productos alimenticios en cantidad y calidad, la explotación minera y del petróleo, energías alternativas, entre otros temas y problemáticas.

En efecto, los aspectos enunciados exigen atender la formación educativa del ingeniero en el marco de las condiciones de la compleja realidad del mundo contemporáneo. Eso implica que el ingeniero, así como en otras profesiones, debe ir a la vanguardia de la innovación paradigmática y epistemológica y del desarrollo de las ciencias relacionadas con su campo formativo y laboral; al igual que las demandas, necesidades, intereses y problemas, de su campo específico, donde también surgen aportes de acento insospechado. Eso determina que su formación se desarrolle en el ámbito de la relación teoría y práctica, donde se hace imprescindible la creatividad, la racionalidad lógica, la disposición para aprender de otros, trabajar en equipo, como asumir críticamente su responsabilidad y rol en la calidad de vida de los ciudadanos.

Lo enunciado está en estrecha concordancia con la reiterada preocupación a nivel mundial, por el descenso de ciudadanos dispuestos a cursar estudios de ingeniería, según lo han constatado Serna y Serna [1], quienes han examinado fuentes relacionadas con este aspecto, tales como:

Noeth 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, 2013<sup>a</sup> (p. 1).

Todo indica que cada año son menos los jóvenes inscritos en las escuelas de ingeniería y se nota la poca cantidad de egresados en esta área de formación; situación por demás preocupante, porque cada generación de profesionales debe incrementarse ante el crecimiento del mundo laboral. Por cierto, es motivo de interés el hecho, de acuerdo a los precitados investigadores, que en el intervalo de aproximadamente los últimos quince años, se ha acrecentado la demanda de estos profesionales, como de los estudiantes cursantes de estudios en este campo de trabajo.

En el caso de Colombia, esta información está bien sustentada en análisis estadísticos y de investigación documental como los elaborados por [1,2, 3]. En estos estudios se indica el descenso cuantitativo de estudiantes de ingeniería en este país desde antes del año 2006, pero específicamente en este período de cálculo en 6,4% de egresados o graduados en ingeniería para continuar disminuyendo a 5,5% en 2011” [1].

Los tres estudios referidos, señalan dentro de las posibles causas, referidas por los mismos estudiantes y egresados de las escuelas de ingeniería, la escasa orientación prevocacional en los institutos de

educación básica secundaria, la incompreensión del perfil en la industria, diversidad de ingenierías, cuya labor no se entiende claramente por el educando para seleccionarla como opción de estudio.

Asimismo, se destaca la falta de preparación en pregrado, salarios bajos para los ingenieros, escasa valoración social, emigración hacia otros países de los egresados de las facultades de ingeniería, la demanda y oferta no concuerdan porque se contrata personal extranjero para desarrollar la labor de los ingenieros; asimismo, los estudiosos de este tema han reconocido la falta de actualización de los profesores, quienes no responden a la dinámica del conocimiento del siglo XXI.

Las consideraciones anteriores revelan debilidades con incidencia en la formación del ingeniero en el marco nacional distante de la compleja realidad del mundo contemporáneo, ya que cuando buscan trabajo los tratan como técnicos y desdeñan sus estudios. Para examinar la formación de los ingenieros se pregunta: ¿cuál es el perfil del ingeniero en el mundo actual?, ¿Cómo la formación pedagógica y didáctica de los docentes que enseñan ingeniería puede contribuir a elevar el interés por cursar estudios de ingeniería en Colombia?

Para efectuar esta indagación se recurrió a la investigación documental, de fuentes especializadas respecto a la realidad de la ingeniería en Colombia y a nivel mundial. Esta selección se efectuó en atención a la relevancia dada a la realidad nacional en lo concerniente a la ingeniería como estudio trascendental para variadas actividades y a experiencias favorecedoras de cambios a favor de la formación profesional del docente quien enseña en las escuelas de ingeniería.

## II. LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

Antes de situar la ingeniería en el ahora es pertinente recordar que los estudios de ingeniería de origen, como tales en el renacimiento, específicamente, en Italia, donde se colocó al servicio del Imperio la experiencia y creatividad de los ingenieros esencialmente, en el campo militar y civil, pero es con el desarrollo de la sociedad industrial cuando se realiza su función y formación, creándose las escuelas de ingeniería en varios países; éstas últimas, vinculadas a los entes gubernamentales en las cuales se impartía la instrucción técnica para cada área de ingeniería.

La formación se organizó con atención a la ciencia, técnica, arte y humanismo imperante para el siglo XVIII, pero luego de la Revolución Francesa se enfatiza en los estudios más que en los aspectos artísticos, por eso se incluye desde entonces los estudios de cálculos, métodos de matemáticas, química y física, avanzando en el estudio y solución de problemas reales con métodos científicos, además del “diseño, la ejecución, la enseñanza basada en la relación teoría práctica con profundas relaciones con la industria y la innovación técnica por la electricidad, el teléfono, los ferrocarriles, el avión y un interminable etc.” [4].

Actualmente se asiste a una nueva concepción de la educación, las universidades reforman los diseños curriculares, el alumno es centro de atención, porque se da relevancia al aprendizaje, al rol social, a la investigación, el aprender haciendo, la construcción del conocimiento, además, se tienen adelantos notorios en la tecnología, ciencia e innovación favorecedores de la diversificación de opciones para acceder a la obtención de información. Esto corresponde a lo señalado por Gómez, Castellanos, Delgado, citados en [4], quienes apuntan lo siguiente:

La educación holística concibe la formación de ingenieros en términos de integración e interrelaciones, como un sistema vivo, dinámico, como una comunidad de aprendizaje que posibilite un

método para aprender y enseñar. Su propósito fundamental es el desarrollo integral del estudiante de ingeniería como ser humano y como solucionador de problemas en su contexto social, con un alto sentido de compromiso y responsabilidad (p. 24).

En lo tocante a la integración lleva a considerar la reunión de la teoría y la práctica como insoslayables, en el sentido de la necesaria armonía, coherencia y pertinencia, a fin de facilitar en el aprendizaje cimentar aprendizajes significativos, a la vez las interrelaciones entre distintas áreas del saber, debido al innegable ejercicio del trabajo en equipo, a la importancia de saber escribir, la lectura comprensiva, investigar, la reflexión, observación intencionada y labor con equipos tridimensionales.

Ese proceso formativo, en su carácter dinámico, precisa concienciar a los educandos y/o futuros ingenieros en la importancia de continuar el proceso de educación, por los cambios, la complejidad de realidad, la condición recursiva y demanda de creatividad existente. El profesional conformista, en espera que otros imaginen, solucionen para luego imitar y perder recursos-y tiempo- así como arruinar los compromisos y responsabilidades adquiridas, queda prontamente moroso y poco a poco rezagado, al no entender y emplear tanto los términos como recursos, instrumentos y programas disponibles.

Para evitar estos escenarios y circunstancias, es primordial por parte de las universidades abocarse a actualizar y difundir el objeto vigente de la profesión, desarrollar habilidades, destrezas y procesos que conlleven a la universalización y contextualización de los saberes. Universalización por la posibilidad de aplicar/explicar sus aprendizajes en medios y realidades heterogéneas, o en otros países, contextualización, al contar con información básica (pasado, presente), respecto a la comunidad donde labora, tanto en lo social, cultural, como económico, políticos, legal, físico natural, ecológico, entre otros.

En cuanto a los métodos de enseñanza y de aprendizaje no puede erigirse un único quehacer, dada la postura en la postmodernidad en favor de la pluralidad, dialéctica, crítica reflexiva, investigación con apoyo de varias metodologías, comprensión y despliegue de la ética; de este modo se puede responder proactivamente a los disímiles adeudos a superar en la acción y cometido de su función, e insta de un oportuno cambio en los esquemas y modos de enseñanza, así como de aprendizaje en los centros de educación superior formadores de ingenieros.

El ingeniero en el mundo ha sido objeto de estudio y análisis por [5], donde resaltan la influencia de la globalización en la formación profesional de los ingenieros, pues ellos se enfrentan a demandas tradicionales y otras nuevas, respecto a su labor y estudios en la universidad. Eso abarca actitudes, habilidades y conocimientos: “de carácter multialfabetizado, todo terreno que puede ser multilingüe, diverso culturalmente y al tanto de diferentes unidades aplicacionales” [5].

Así, los centros de educación deben ir a la vanguardia de esta realidad conjugando la atención a las necesidades de la sociedad global de trabajar en equipo, facultad para gestionar las incertidumbres y paradojas actuales, en correspondencia con lo identificado como las competencias blandas. Se trata de una formación educativa centrada en competencias que mejoren las capacidades para resolver problemas, procesar datos y transformar la experiencia en función del mejoramiento de su labor profesional.

Eso implica dar paso a una formación universitaria de la ingeniería, para asumir la explicación e interpretación de los problemas inherentes su campo de acción. En consecuencia, se requiere adaptación y reconocimiento de otras culturas, tomar en cuenta las necesidades sociales y saber cómo aprender, para eso es necesario comprender el mundo desde disímiles representaciones,

con una actitud crítica, sobre la base del conocimiento como no dinámico, retador y holístico.

### III. LA FORMACIÓN DEL INGENIERO EN COLOMBIA

En Colombia es apremiante entender que formar al ingeniero es diferente, y opuesto, a informar a este profesional. Este punto de partida obedece a que informar es presentar el contenido, sin efecto, derivaciones y cambios en la persona, en cambio formar es contar con una construcción de saberes para avanzar en el ser, hacer, conocer y el convivir; por tanto, atañe a la integralidad del estudiante de ingeniería, ejercitarse en la lectura comprensiva, en la comparación, en el ejercicio diario de la reflexión, asumir posturas argumentadas, como proponer opciones coherentes, lógicas, pertinentes y generadoras de mejores condiciones de vida; además de saber expresar por escrito, oralmente y mediante gráficos, dibujos y otros lenguajes los contenidos estudiados.

Es un proceso y como tal se aleja de la unidireccionalidad de las clases en las cuales el docente explica y el alumno oye, registra en los cuadernos, realiza asignaciones y presenta evaluaciones, a veces de carácter memorístico. Formar exige sentido e intencionalidad instructiva; de allí, la trascendencia de prever la comprensión de los contenidos, crear ambientes para la comunicación horizontal, el consenso y la deliberación. Conjuntamente, se amerita el desarrollo de la “creatividad, autonomía, flexibilidad ante un entorno cambiante, capacidad de liderazgo, polivalencia, alto potencial de desarrollo, buena comunicación, trabajo y dirección de equipos, negociación y toma de decisiones” [4].

De acuerdo con Ulloa [6] y Serna y Serna [1] la enseñanza de la ingeniería se identifica por ser “de manera aburrida” [6], es decir, se desvía de motivar la emoción de descubrir, crear, armar y solucionar. Esto como indican los mismos autores referidos tiene un origen innegable: en los institutos desde primaria y secundaria, se enseña las ciencias básicas: física, química, matemática distante de la práctica, de la cotidianidad, esto se traduce en que los “estudiantes atraviesen un árido desierto en el aprendizaje de matemáticas y ciencias naturales, antes de poder aplicar los conocimientos adquiridos en ellas y comenzar a explorar los fundamentos profesionales de una carrera en el campo de la ingeniería” [6]. Esto genera un serio vacío importante de solucionar.

La situación se agrava cuando los discípulos cursan estudios en la universidad porque algunos educadores permanecen anclados en el tiempo, es decir en el siglo XX, por eso sus contenidos dependen de un libro de texto o de abordajes superficiales- generalizados de los contenidos, así cuando los educandos afrontan las prácticas se encuentran con más dudas que certezas; asimismo, cuando se despliega la acreditación de centros de estudios superiores es cuando algunos profesores se esmeran en las clases formativas. Se agrega a esta realidad la contratación de personal con escasa cualificación para ahorrar dinero. Los investigadores aludidos [6, 1,2], acotan la ausencia de:

políticas claras y de respeto por los futuros estudiantes, en lo que tiene que ver con el número de programas y las denominaciones que se ofrece; por otro lado, la desconexión entre la formación y la industria ayuda a incrementar la crisis, mientras que el Estado parece ser un actor pacífico que no desea intervenir [1].

Se han diversificado las titulaciones de ingeniería con anuencia del Estado, sin informar con claridad a los escolares acerca del perfil de cada profesión propuesta. Ellos reconocieron la existencia en Colombia de 860 programas de ingeniería, con mayor presencia en Bogotá (206 programas), Antioquia (141 programas), Valle (76 programas), Santander (76 programas), Atlántico (57 programas) y Norte de Santander (41 programas).

Sin embargo, no representa una creciente demanda para cursar ingeniería porque, como ellos mismos argumentan: los jóvenes se inclinan por la facilidad para obtener ingresos, el menor esfuerzo, las carencias en la formación académica y los medios de comunicación contribuyen en enaltecer otras profesiones relacionadas con comunicación social, gastronomía, psicología, derecho, para nada resaltan la labor de los ingenieros. Al respecto, en [7], citando a Zambrano, agregan:

El profesor universitario, normalmente es un técnico que se gana un salario. No existe el pensador crítico, por lo cual la universidad no existe como un verdadero centro de formación y pensamiento. Nosotros no nos estamos formando para pensar. Una de las principales responsabilidades de la educación es la de enseñar a pensar y no lo estamos cumpliendo. Si no sabemos pensar, menos podremos enseñar a pensar. Tenemos un gran poder que no utilizamos, existe en nosotros una gran capacidad de influencia que no se pone en práctica, porque no lo sabemos hacer. Por ahora, en gran parte, la universidad no es de ciencia sino sólo para la formación de profesionales.

Lo presentado concuerda con lo expuesto precedentemente, porque si el docente es epocalmente del siglo anterior y la postmodernidad demanda ciudadanos críticos, constructivos, innovadores, creativos, capaces de resolver y ayudar a la comunidad, de convivir en armonía con la naturaleza, de actuar como seres racionales, afectivos, sensibles, perceptivos, conscientes de sus deberes y derechos, entonces, el educador debe estar en consonancia con esta exigencia.

#### IV. PERFIL DEL INGENIERO

Para iniciar es necesario aclarar si bien los perfiles profesionales son más relativos e inestables que en otros tiempos su planteamiento es importante para guiar a las universidades, empresas y Estado, entes interesados en la concepción de la ingeniería desde una visión fortalecida, amplia, contextual y epocal; es decir, es significativo orientar acerca de la formación sustentadora del quehacer del ingeniero, en el corto plazo, por la dinámica de los cambios en la ciencia, tecnología, ecología, entre otros saberes, y por labor socioeconómica del ingeniero y trabajos emergentes en el campo en análisis. En este marco de ideas Blanco [8] acertadamente expresa:

De acuerdo con la Visión de la Ingeniería para el Próximo Siglo, que tiene la Academia Estadounidense de Ingeniería, condensada en el libro "The Engineer of 2020, los campos con mayor posibilidades de desarrollo en los próximos veinte años en esa nación son: la Biotecnología, la Nanotecnología, los Materiales, la Fotónica, las Tecnologías de Información y Comunicaciones, la Logística. Los académicos plantean retos futuros en el mejoramiento de las infraestructuras urbanas y de comunicación terrestre, aérea, fluvial y marítima, de comunicación e información, ambientales, de salud y prevención. Se espera entonces grandes inversiones en los sectores mencionados.

Se desprende de este señalamiento que la ingeniería como profesión crece o se diversifica, eso lleva a prever la creación de otras fuentes de trabajo, más elementos para los perfiles según las labores incorporadas y esencialmente escenarios competitivos en avances, aportes e innovación, los cuales no anulan otros estudios tradicionales, como ingeniería civil, de alimentos, sistemas, química, ambiental, mecánica, automotriz, aeronáutica, hídrica, de suelos, producción animal, forestal, entre otras, aunque se exhorta a la actualización de los perfiles, así como los diseños curriculares y los modelos de enseñanza y de aprendizaje.

En el contexto nacional de Colombia, los acuerdos comerciales con países como Estados Unidos, organizaciones como la Unión Europea, CAN, entre otros, traducen en la apertura de un conjunto de

actividades vinculadas a la adquisición, producción, comercialización y uso de bienes de consumo heterogéneos. Al respecto, hay abundantes campos de trabajo en la explotación petrolera, minera, los cultivos para exportar, los sistemas de riego, la canalización hidrográfica, la exploración del subsuelo, los adelantos en el área de salud humana y animal, como el control de circulación aérea, marítima, terrestre, tanto por la comercialización para la ciudadanía, como por las actividades de narcotráfico, son algunos ejemplos, los cuales ameritan del trabajo de ingenieros en distintas especialidades.

Todo para mejorar la calidad y condiciones de vida de los habitantes, el desarrollo de escenarios de interrelaciones más humanos, ecológicos, posibles de minimizar los impactos ambientales, sociales, culturales y económicos, aligerar el transporte, las transacciones, comunicaciones, acortar distancias y ampliar las posibilidades de procesos educativos efectivos, de más cobertura en calidad y cantidad, con la mediación de los avances tecnológicos y científicos. Eso era un sueño en épocas anteriores, hoy es una realidad y en cada uno de estos cambios está la ingeniería.

Por tanto, de forma consciente, reflexiva o no, la mayoría de los ciudadanos se encuentran inmersos en la sociedad del conocimiento, en la cual es imprescindible la formación continua, además de la revisión-renovación de los fundamentos teóricos prácticos sustentadores de cada labor, una muestra del cambio operado y en proceso en cuanto a los conocimientos y la formación es la telefonía celular e informática, empleada por el campesino más alejado de la ciudad y por los profesionales más reconocidos.

En esta realidad es innegable, entonces, la coexistencia en un mundo globalizado, particular y dialéctico, movido por la innovación, relatividad del conocimiento y valoración hacia la responsabilidad en cuanto qué condiciones de vida se pueden mejorar para las generaciones presentes y futuras. Por esto el ingeniero amerita saber aplicar la previsión, proyección, distribución, dirección e inspección de las organizaciones relacionadas con la ingeniería. Blanco [8] reflexiona en cuanto al contexto nacional:

En Colombia el Plan 2019 prevé que la Ciencia, la Tecnología y la Innovación serán claves para fundamentar el crecimiento en el desarrollo científico y tecnológico y aprovechar plenamente las ventajas comparativas de Colombia y poder transformarlas en ventajas competitivas; que es necesario fortalecer la relación entre la universidad y la empresa para el desarrollo de la investigación, la incorporación de la innovación y la competitividad en el sector empresarial y que la economía deberá estar fundamentada en la producción, difusión y uso del conocimiento para el pleno aprovechamiento de los recursos humanos y naturales del país. Debemos, entonces, volver a desarrollar estrategias, políticas y buscar objetivos diferentes a los tradicionales, para lograr una readaptación a las nuevas restricciones del mundo económico y educativo.

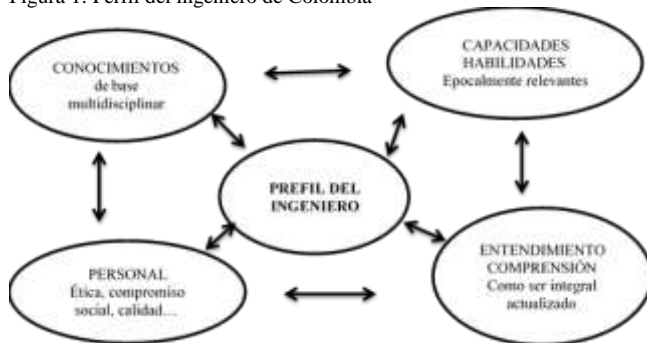
Esta propuesta tiene aristas positivas y no tan positivas. La primera, porque se hace un balance de la importancia y necesidad de mancomunar esfuerzos, recursos, intereses, potencialidades y acciones en favor de la formación del recurso humano, a causa de los cambios imposibles de ignorar como: los avances tecnológicos, la postmodernidad, efectos por el cambio climático, aumento de problemas de contaminación y sobre explotación de algunos recursos, realidades incidentes directa o indirectamente en la labor de los ingenieros.

Lo negativo es la posición neoliberal de quienes dirigen y deciden las concesiones para explorar, explotar, comercializar y utilizar los recursos humanos y materiales, sin atención real y efectiva a la calidad en la educación, firme inserción en el mundo laboral, mesura entre el desarrollo/ intereses/ intervención económica y el beneficio social. En este particular, los ingenieros, a quienes atañe directamente el auge tecnológico, científico y económico del

país, deben estar conscientes de su rol en el siglo XXI y potencial contribución a un mejor nivel de vida en el país.

La invitación se dirige, por tanto, a la concreción concertada, progresiva y sostenida de la formación integral de los ingenieros, empezando por la actualización de los docentes tanto en lo pedagógico-didáctico como académico-especialidad propiamente, a reivindicar la importancia del ingeniero para el desarrollo del país, así como su campo de acción y difundir las diferentes contribuciones que efectúa esta área del saber para la cotidianidad de los ciudadanos. Todas estas consideraciones llevan a tener en cuenta el perfil del ingeniero estructurado en [8], organizado en las esferas del conocimiento, capacidad –habilidades, entendimiento- comprensión, y personal (ver figura 1).

Figura 1: Perfil del ingeniero de Colombia



Fuente: creación propia con base en aportes de [8].

Efectuando una ampliación y combinación de los aportes de [8] con los del investigador, se tiene el **área de conocimientos**, de insoslayable manifestación y apropiación significativa por parte del ingeniero, refiere a la especialidad cursada, es decir, si es ingeniería civil, de alimentos, sistemas, industrial, mecánica, entre otras, cada una tiene sus particularidades, eso debe ser del dominio cognitivo del estudiante y profesional del área. Estos conocimientos comprenden igualmente aspectos de la ciencia, tecnología, sociales, económicos, lingüísticos, matemáticos, de investigación, es decir, conceptuales, procedimentales y actitudinales, para contar con una base multidisciplinaria en sus aprendizajes significativos y poder crear, solucionar y desarrollar lo inherente a su labor.

En el área de **capacidades y habilidades**, en [8] se reconoce la importancia de contar con las siguientes aptitudes:

Trabajo en grupo, el autoaprendizaje, la comunicación en por lo menos dos idiomas, el liderazgo, el dominio de la informática y de la automatización, la creatividad y la innovación, la adaptación y asimilación de nuevas tecnologías, la investigación, el entendimiento y comunicación con personas de diferente nivel de conocimiento

Las habilidades enunciadas son importantes dada la relevancia de trabajar en equipo, tanto en la fase pre activa, interactiva como post activa de la labor, más cuando se tiene la responsabilidad de concretar acciones de incidencia social. Un ingeniero debe ser líder para motivar, encausar, dirigir al grupo de trabajadores bajo su encargo, eso facilita el desarrollo de su labor en cuanto al manejo de la informática.

En el mundo de la explosión de la información la tecnología es una herramienta básica y esencial. Por tanto, ésta se constituye en su soporte y no se puede ignorar su uso y pluralidad de aprovechamiento, ser creativo es esencial porque cada situación es particular, demandan ingenio y activación de la capacidad de pensar, ingenio, porque las soluciones no siempre se encuentran en los manuales y fuentes teóricas, por eso la ingeniería es innovación.

Eso implica saber interrelacionarse con individuos de distintos niveles de formación, respetarlos como humanos y emplear el vocabulario adecuado para esa comunicación, pues no todos los sujetos con quienes va a trabajar o negociar, son ingenieros, muchos de ese personal se tornan en los colaboradores más inmediatos para concretar el plan de trabajo ideado, así que debe saber comunicarse con ellos, con los colegas y demás personas inmersas en el trabajo.

Asimismo, amerita ser un investigador consuetudinario, por el mismo dinamismo y heterogeneidad del conocimiento y de la ciencia y la tecnología actual; esa lectura comprensiva y curiosa acerca de los aportes de otros estudiosos puede contribuir en el momento menos pensado en la solución de una situación laboral importante. La sistematización de experiencias laborales propias puede orientar a otros colegas e interesados.

En el área del **entendimiento y la comprensión** se debe estar actualizado y consciente en cuanto a las perspectivas multidisciplinarias, dominio de otro idioma, por la diversidad de características culturales, económicas, físico naturales, políticas y ambientales correspondientes a la relación teoría-práctica de su labor. Esto inexorablemente implica el accionar del pensamiento crítico reflexivo, toma de decisiones, ejercicio del trabajo con calidad y adecuación, análisis de cada proyecto asumido y ubicación en el tiempo y espacio real, para optimizar el aprovechamiento de cada recurso y el logro de sus metas profesionales. Se trata del equilibrio, armonía, entre lo emocional, racional y profesional.

El área de **cualidades personales** abarcan “la ética, solidaridad, democracia, respeto a los derechos humanos, trabajo para el desarrollo comunitario, conciencia del papel del Ingeniero en la sociedad, conciencia ambiental, compromiso, criterio sobre sus responsabilidades, hábitos de trabajo, juicio recto y sentido de las proporciones” [8]. También se agregaría disciplina para el trabajo, saber escuchar, motivación al logro, observador más allá de lo evidente, inspección personal de las tareas delegadas, comunicación horizontal, manejo racional de los presupuestos financieros, honestidad, respeto al trabajador como ser humano con derechos y saber exigirle sus deberes. Esto incluye, a su vez, no ser un ingeniero de oficina sino de campo, disposición a la autoformación, disponer de capacidades para perfilar, analizar, hacer, perfeccionar, controlar procesos y efectuar soluciones requeridas por la colectividad, Estado y empresas.

En este marco de planteamientos es importante que no se dé prioridad al beneficio económico de unos pocos, en detrimento de los ciudadanos o comunidades, porque a la larga el aporte se revierte en problemas y pérdidas, y se busca siempre la armonía y el provecho social. Por esto, Hernández (citado en [8]) recalca: el ingeniero debe “interpretar las necesidades sociales y de responder a ellas con soluciones fundadas en la comprensión y el dominio de las ciencias, las matemáticas, la tecnología y los métodos de la Ingeniería” (p. 3). Significa ejercer de manera competente y optima su profesión.

De poco sirve egresar con los máximos honores y en la práctica no concretar el amplio conjunto de aspectos pertinentes a su profesión, o ser un práctico en menoscabo de la teoría y actualización profesional. Del ingeniero se esperan decisiones y proyectos coherentes, por ende, actuaciones acordes a sus funciones; si bien se reconoce que de la experiencia de otros se aprende, es fundamental, siempre escuchar, consultar, investigar otras experiencias relacionadas con la tarea a desplegar, es preferible contar con un abanico de opciones en vez de navegar en total incertidumbre o permanente ensayo y error.

En lo tocante a motivación al logro, como acotan Torres y Ruiz [9], se activa cuando el sujeto decide efectuar las tareas, dispone de los máximos esfuerzos, con niveles de excelencia, para perpetrar un óptimo desempeño, basado en una actitud positiva para sí y para la labor asumida, siente satisfacción por cada avance y tiene la certeza

de contar con las capacidades para el éxito en su profesión. Con la motivación al logro supera los esquemas tradicionales y se inscribe en aportes efectivos y significativos para sí mismo y la comunidad.

Otro referente que puede guiar en cuanto al perfil lo presentó el Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina (CONFEDI) [10], allí subraya la importancia respecto al dominio por parte del ingeniero de:

#### Competencias Tecnológicas

1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.
3. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.
4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

#### Competencias Sociales, Políticas y Actitudinales

6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
7. Comunicarse con efectividad.
8. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
9. Aprender en forma continua y autónoma.
10. Actuar con espíritu emprendedor (p. 18).

Como se aprecia, estas competencias concuerdan con algunos aspectos ya expuestos, los clasifica en dos áreas, interdependientes, inclusivas y guiadoras de aspectos puntuales e indicadores de la cimentación de una cultura en la cual la teoría y la práctica se conjugan para constituir un profesional consciente y dispuesto a realizar su labor con una óptica social, humana y de calidad.

Específicamente, en cuanto a la ética, en Colombia se cuenta con una norma legal, correspondiente a Código de Ética para el ejercicio de la ingeniería en general y sus profesiones afines y auxiliares [11], de forma general indica la responsabilidad o celo por los documentos recibidos para el ejercicio de su actividad, velar por su uso y ubicación en lugares y al resguardo adecuado. No aceptar comisiones de dinero por su trabajo, no tolerar el ejercicio ilegal, respetar el organograma funcional de las empresas, no ejecutar actos de violencia, malos tratos, injurias o calumnias para con superiores, compañeros y otro personal, cumplir siempre conductas concernientes a la moral y las buenas costumbres; cumplir los compromisos adquiridos, velar por el adecuado uso de los recursos, documentos y no ocasionar pérdidas ni daños de forma intencional, participar en licitaciones, concursar o suscribir contratos estatales cuyo objeto esté coherente con el ejercicio de la ingeniería. Por cierto, [11] en el artículo 33 del citado código, se expresan los deberes especiales de los profesionales para con la sociedad, lo siguiente:

a) Interesarse por el bien público, con el objeto de contribuir con sus conocimientos, capacidad y experiencia para servir a la humanidad; b) Cooperar para el progreso de la sociedad, aportando su colaboración intelectual y material en obras culturales, ilustración técnica, ciencia aplicada e investigación científica; c) Aplicar el máximo de su esfuerzo en el sentido de lograr una clara expresión hacia la comunidad de los aspectos técnicos y de los asuntos relacionados con sus respectivas, profesiones y su ejercicio (p. 4).

La acción social, la importancia de la atender a realidad de las comunidades y desempeñarse en consecuencia, vuelve a ser objeto de mención, por esto las universidades precisan disponer sus diseños curriculares áreas técnicas, prácticas, intrínsecas a la propia ingeniería, así como el componente social, humano y los valores

hacia sí mismo y los otros. De allí, la trascendencia de tratar con honestidad y diligencia los fondos cedidos por el cliente con ocupación a gastos exigidos por las labores a su cargo y presentar cuentas diáfnas, concretas y con regularidad. Lo expuesto lleva a comprender la existencia de una base teórica amplia y actualizada para el estudio en las aulas universitarias y actividades profesionales de este perfil y el código de ética, no para memorizarlo, sino para comprender y impulsar las acciones pertinentes a fin de hacer de estas propuestas una realidad, reflejada en el rescate de la relevancia de la profesión del ingeniero en la sociedad.

## V. UNA EXPERIENCIA DE FORMACIÓN DE INGENIEROS

Perico y Perico [7] difunden una experiencia de mejoramiento de la labor de los docentes en la facultad de ingeniería a través de la investigación acción participante en la Universidad Santo Tomás, en la ciudad de Tunja, en la Facultad de Ingeniería Civil, se apoyaron en la pedagogía por proyectos, principalmente en los de indagación, los cuales se apunta posean una permanencia mínima de un semestre para hacer el seguimiento oportuno.

Valoran al estudiante como participante principal de la formación, desde sus intereses y cotidianidad, quienes pueden aprender mediante la investigación, por eso recurren a “la pedagogía activa, que conduce a proponer la hipótesis, planes, expectativas en la producción de sentido- hermenéutica, dirección social, iniciativa, inventiva y creatividad” [7].

Para esto el educador ha de ser líder, con abundante lectura comprensiva, investigador activo, motivado para motivar, dispuesto a comunicarse de forma horizontal y mediar para impulsar el trabajo creativo, el pensamiento y la reflexión. Los profesores presentan en algunas clase videos de los efectos de la ingeniería en el planeta, de allí se apertura discusiones y deliberaciones, si bien, siguen con visitas de campo, actividades de laboratorio, igualmente se ejerce el estudio de la realidad local con una óptica plural y global, utilizando las Tics. En [7] se identifican como logros por los proyectos de investigación efectuados por los educandos lo siguiente:

Los estudiantes se entusiasman mucho más con los proyectos de investigación, dado que están aprendiendo nuevos temas, los profundizan y le toman más sabor a su carrera, especialmente cuando están en los primeros semestres. Se ha observado que los discentes recurren a los libros para ver sus hallazgos confrontados con las teorías y aprenden a revisar las teorías vigentes. Cuando el docente hace seguimiento continuo a los proyectos se logra mayor porcentaje de aprendizaje, se obtiene resultados más concretos en la construcción del conocimiento y hay una mayor conciencia de los contenidos aprendidos (p. 6).

Así el docente deja de ser quien deposita conocimiento en los alumnos, se inscriben en la senda del autoaprendizaje, de la producción de conocimiento, fortalecen habilidades como la lectura y escritura con sentido e intencionalidad formativa, el contexto y al realidad mundial se aborda desde otra perspectiva más crítica, de responsabilidad conjunta y posible de intervenir con acciones en favor de una mejor interrelación sociedad- espacio. Además, los docentes, asisten con mayor frecuencia a cursos de pedagogía, didáctica, se disponen a intercambiar información y experiencias con otros colegas, exploran otras opciones más allá de la clase magistral y los talleres.

## VI. CONSIDERACIONES FINALES

La formación profesional del siglo XXI, reclama la actualización de los diseños curriculares, en consonancia con estrategias didácticas participativas, conducentes a la crítica, investigación, reflexión,

contextualización, visión amplia del ejercicio profesional y desarrollo de competencias acordes a la dinámica de la complejidad, globalización, avances de la ciencia y la tecnología.

El conocimiento cambia y sigue cambiando, por eso la sociedad presente requiere más a la Universidad, en términos de emprender acciones para que junto a la formación profesional correspondiente al saber, también, se dirija al desarrollo de competencias profesionales de sus egresados en el saber hacer, coexistir y valorar. El pretérito paradigma de formación de profesionales asentado en la educación como mera condición de transferencia de conocimientos al alumno, para luego debidamente relacionar, vincular y emplear efectivamente, ha perdido espacio en la realidad existente.

El enfoque usual de la sociedad plantea ver al titulado universitario como un individuo competente, es decir, formado integralmente, apto de desplegar su profesión en el contexto mediato y global. Esto de por sí general lleva a entender en el caso de la ingeniería en sus múltiples campos, la educación en el campo teórico, práctico, social, cultural, científico y tecnológico, un todo interdisciplinario en cual se da relevancia a la ética, el compromiso, la calidad de la labor, el liderazgo, trabajo en equipo, comunicación en los diferentes niveles de la organización, respeto hacia sí mismo y los demás, actualización profesional constante, dominio de uno o más idiomas diferentes al propio. Se subraya en la preocupación y ocupación por el bien común, lejos del beneficio de capitalistas o empresas.

En encuentros en Europa, América del Sur, y en particular en Colombia, se han efectuado análisis y propuestas para hacer del perfil del profesional de la ingeniería un referente epocalmente importante, esto ha permitido dibujar una intervención plural, multifacética, apta para trabajar en diferentes escenarios, con personas de diferentes culturas y experiencias, dispuesto a saber escuchar, responsable de los compromisos asumidos, dispuesto a hacer de forma óptima su trabajo.

Igualmente, se hizo alusión a la diversificación de las especializaciones en ingeniería, porque ya no solo de tienen las áreas tradicionales, civil, militar, alimentos, forestal, mecánica, industrial, automotriz, agronomía, producción animal, sistemas, ahora se asiste a una amplia renovación de las ingenierías, como biotecnología, la nanotecnología, los materiales, la fotónica, las tecnologías de información y comunicaciones, la logística, demandantes de otras competencias y equipos de trabajo.

En Colombia existe diversidad de referentes periodísticos y de investigaciones de los entes gremiales, así como de la UNESCO, los cuales evidencian alarma por el descenso innegable de estudiantes en las diferentes escuelas de ingeniería. Esto constituye áreas sin atención de profesionales, una situación del conocimiento del Estado y representantes gremiales, pero aun sin solución. Una luz en esta situación es una experiencia formativa orientadas hacia la investigación, aprender haciendo, el constructivismo, como ejemplo de cambios proactivos donde los docentes ingenieros estudian cursos de didáctica y pedagogía.

Se espera que con la inserción de los estudiantes en la investigación, según sus intereses y contexto, permita el avance en una formación contemporánea reflexiva, social, de interés por el aprendizaje autónomo y aprendizaje significativo. Igualmente, se espera el estímulo desde educación básica secundaria por el interés hacia la ciencia y tecnología, de modo tal que se aprovechen las potencialidades y se genere interés por los educandos, siempre con atención a la calidad y no tanto a la cantidad alumnos. A su vez, se sugiere la actualización profesional de los docentes quienes enseñan en las escuelas de ingeniería, tanto en la especialidad como en el componente didáctico y pedagógico.

## VII. REFERENCIAS

- [1] Serna M. E., y Serna A., A. La formación en ingeniería en Colombia: una situación que preocupa. 2013.
- [2] Serna M., E. y Serna A., A. Crisis de la ingeniería en Colombia: estado de la cuestión. *Ingeniería Y Competitividad*, 17 (1), 63 – 74. 2015.
- [3] Ramírez A., H., Ramírez C., J. F. La formación del ingeniero desde la perspectiva del profesional reflexivo: desarrollo de teoría e hipótesis a partir de resultados de investigación previos. *Revista Educación en Ingeniería*, 10 (20), 46-53. 2015.
- [4] Capote León, G. E., Rizo Rabelo, N., y Bravo López, G. La formación de ingenieros en la actualidad. Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad [seriada en línea]*, 8 (1), 21-28. 2016.
- [5] Pérez, A., Velo, E., Sierra, M., Boni, A., Peris, J., Zolezzi, G., y Trimmingham, R.,. Dimensiones globales en la educación para la ingeniería. Barcelona: Unión Europea. 2014
- [6] Ulloa, G. ¿Qué pasa con la ingeniería en Colombia?. *Ingeniería y sociedad*. Eduteka, 1-4. 2008.
- [7] Perico Granados, N. R. y Perico Martínez, N. R. Los ingenieros docentes y el medio ambiente. 2014.
- [8] Blanco Rivero, L. E. Perfil del ingeniero colombiano para el 2020. Education, Innovation, Technology and Practice. 5th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. Tampico, México. 2007.
- [9] Torres Cruz, M de L. y Ruiz Badillo, A. Motivación al logro y el locus de control en estudiantes resilientes de bachillerato del Estado de México. *Psicología Iberoamericana*, 20 (2), 49-57. 2012.
- [10] Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina - CONFEDI Competencias y perfil del ingeniero iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación (Documentos Plan Estratégico ASIBEI). Bogotá: ASIBEI. 2016.
- [11] Código de ética para el ejercicio de la ingeniería en general y sus profesiones afines y auxiliares. (Título IV- Ley 842 de 2003).