

# Retos de la formación en Ingeniería

*María Isabel López Echeverría*

Centro de Investigación y Desarrollo de la Ingeniería UCAB

## Resumen

En el presente trabajo se discuten los retos actuales de la formación en Ingeniería. Para ello se realizó una búsqueda documental en fuentes digitales que involucran universidades que ofrecen estudios en ingeniería, proyectos universitarios sobre la actualización de dicha profesión y los informes realizados por la UNESCO sobre la ingeniería para el desarrollo sostenible. Los resultados destacan que en las universidades se desarrollan competencias técnicas, tecnológicas, y las denominadas blandas, para favorecer la formación integral y el éxito laboral de sus egresados. Además, los programas de posgrado favorecen la profundización en áreas específicas y los aprendizajes de las metodologías para generar conocimientos. Se concluye sobre la importancia de la actualización constante, el compromiso social y la formación actualizada de docentes.

**Palabras clave:** ingeniería, formación de ingenieros, retos formativos en ingeniería.

# Challenges of Engineering Training

## Abstract

This paper discusses the current challenges of engineering training. For this, a documentary search was carried out in digital sources that involve universities that offer engineering studies, university projects on the updating of that profession and the reports made by UNESCO on engineering for sustainable development. The results shows that technical, technological, and soft skills are developed in universities to promote the comprehensive training and job success of their graduates. In addition, postgraduate programs favor deepening in specific areas and learning methodologies to generate knowledge. It is concluded about the importance of constant updating, social commitment and updated teacher training.

**Keywords:** engineering, engineering training, training challenges in engineering.

## **1.-Introducción**

La ingeniería es una profesión reconocida por su gran impacto sobre el desarrollo, el bienestar humano y el crecimiento económico. Es esencial para la aplicación de la ciencia y de nuevas tecnologías que puedan contribuir con la mejora de aspectos básicos de la sociedad como educación, producción de alimentos, sistemas de salud, agua potable, viviendas, industrias, telecomunicaciones, empleo, transporte, recursos hídricos, energía, entre otros.

En ese sentido es importante destacar que, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), “la innovación en ingeniería es necesaria para adaptarse y responder a los actuales retos mundiales y para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)”, y es un asunto tan importante que dicha organización, en su 40ª reunión de la Conferencia General celebrada en noviembre de 2019, designó el 4 de marzo como el Día Mundial de la Ingeniería para el Desarrollo Sostenible, con el fin de “concienciar sobre el papel de la ingeniería en la vida moderna, imprescindible para mitigar los efectos del cambio climático y avanzar en el desarrollo sostenible, especialmente en África y los pequeños Estados insulares en desarrollo” [1].

Lo antes expuesto permite afirmar que, al presente, dicha profesión enfrenta una serie de desafíos trascendentales, tanto en el ámbito laboral como en la formación de nuevos ingenieros [2].

Dichos retos surgen, entre otros factores, por los extraordinarios desarrollos científicos, los vertiginosos cambios tecnológicos, los avances de la Internet, las nuevas áreas de aplicación entre las que se destacan la industria 4.0, la analítica de datos, la inteligencia artificial y la economía circular [3]; asimismo, es importante considerar la creciente diversificación y especificidad de sus titulaciones y programas de posgrado, el descenso en el número de jóvenes que se matriculan en ingeniería [4] y el bajo porcentaje de estudiantes mujeres. [5,6].

Dicho escenario destaca la necesidad apremiante de promover investigaciones, desarrollos e innovaciones orientadas a dar respuestas a tan compleja situación, las cuales deben abarcar desde mejoras en la formación de ingenieros tanto en pregrado como en posgrado, hasta promover, en los profesionales, el trabajo cooperativo, innovador e interdisciplinar, que permita el desarrollo y las mejoras tecnológicas, útiles para la sociedad; de otro modo, la pertinencia de la ingeniería, tal y como la conocemos, podría llegar a ser discutible. Esto implica aprender haciendo, aprender innovando. [7].

## **2.-Problema**

Tradicionalmente, los estudios de ingeniería se han reconocido por sus bases lógico- matemáticas y de las ciencias naturales, los fundamentos técnicos y tecnológicos, así como la inclusión de áreas administrativas y legales, con el fin de resolver problemas prácticos ante situaciones complejas del entorno.

Ahora bien, en el marco de la educación universitaria del siglo XXI, los estudios superiores requieren además, una serie de competencias transversales, como, por ejemplo: liderazgo transformacional, trabajo colaborativo, aprendizaje por proyectos, fortalecimiento del razonamiento crítico-reflexivo (que va desde el pensamiento analítico hasta el complejo), visión interdisciplinaria y holística, autonomía en el aprendizaje y aprendizaje para toda la vida, sentido ético, dominio de un segundo idioma, conciencia de su responsabilidad social, comprensión de los contextos global, regional y local, y el compromiso con el desarrollo sostenible

Ello repercute en la formación de ingenieros con un perfil integral, quienes deben ser competentes ante altos niveles de incertidumbre y autónomos para adaptarse rápidamente a las innovaciones tecnológicas e, inclusive, participar en sus desarrollos.

Para tal fin son necesarias experiencias de aprendizajes actualizadas y flexibles, lo que implica que la docencia debe ser adecuada a los fines que exige el mundo de hoy.

### **3.-Método**

Ese contexto nos llevó a realizar una búsqueda documental en fuentes confiables referida a la ingeniería. Específicamente se incluyeron escritos que presentaran estrategias utilizadas para la formación en los pregrados y programas de posgrado, así como la perspectiva de, la ingeniería como profesión, frente a los retos que se presentan en la actualidad. Para tal fin nos basamos en los siguientes recursos:

- El proyecto denominado *The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century* realizado por la *National Academy of Engineering* con sede en la Universidad de Washington. Para dicho proyecto se conformó un equipo de expertos de las más prestigiosas universidades de Estados Unidos [9],
- Los dos informes de ingeniería realizados por la UNESCO. A saber: *Ingeniería: Problemas, Retos y Oportunidades de Desarrollo*, publicado en 2010, e *Ingeniería Para el Desarrollo Sostenible: Cumpliendo los Objetivos de Desarrollo Sostenible*, publicado en 2021, [10].
- El blog *Engineering Learning & Teaching*. Que se publica bajo la responsabilidad del Dr, Phd e Ing. Abel Nyamapfene. [11].
- Las universidades de la Asociación de Universidad Jesuíticas de América Latina (Ausjal) que ofrecen carreras y programas en ingeniería, y
- Un conjunto de 28 prestigiosas universidades venezolanas e iberoamericanas que ofrecen titulaciones y postgrados en ingeniería.

### **4.-Resultados sobre los estudios de ingeniería**

El análisis de la información disponible para el presente trabajo produjo los siguientes resultados:

#### *Estudios de pregrado*

- Durante el periodo inicial de la formación en ingeniería, todas las titulaciones comparten materias básicas comunes de las siguientes áreas: Lenguaje (redacción y comprensión de textos), Matemáticas (cálculos diferencial, integral, multivariable, numérico), Física (teoría y laboratorio), Química (teoría y laboratorio), Informática, Inglés, Probabilidades y estadística. Algunas universidades presentan, además, materias de introducción a la carrera y otras institucionales.
- En los semestres finales del pregrado se estudian tópicos transversales de gran relevancia para el mundo actual, tales como planificación estratégica, innovación y emprendimiento, sistemas de calidad y gestión de proyectos básicos..
- Se considera indispensable que la formación académica se base en el desarrollo de profesionales integrales e íntegros, es decir, ingenieros multidisciplinario y éticos; con una visión holística, competentes para tomar decisiones apropiadas tras el análisis de todos los panoramas y escenarios

posibles, exitosos tanto en la conformación como en la participación en equipos, demostrando liderazgo transformacional, participativo y colaborativo, que fomente la confianza personal y grupal con el objetivo de permitir la buena comunicación, el reconocimiento del impacto del trabajo de cada integrante y el logro colectivo.

- Es necesario que las instituciones educativas implementen políticas de aseguramiento de la pertinencia y la calidad educativa, con base en la concepción de procesos formativos integrales, inclusión de prácticas docentes innovadoras aplicadas al liderazgo, resolución de problemas, aprendizaje por proyectos a través de perspectivas empresariales, fomentando la importancia de la sostenibilidad y rentabilidad.
- Las universidades coinciden en los objetivos que persiguen para contribuir con el éxito laboral de sus ingenieros egresados y cumplir nuevos requerimientos del campo laboral: que sean profesionales competentes para el aprendizaje durante toda la vida, flexibles para comprender diferentes contextos e innovar, responsables frente a su liderazgo, íntegros para la toma de decisiones, con sentido humanista para el buen trato con todas las personas, todo ello con el propósito de incrementar la productividad, eficiencia, seguridad laboral y bienestar general.

#### *Estudios de postgrado*

- En los posgrados, los aprendizajes se orientan a la investigación aplicada, el desarrollo y la innovación en el ámbito específico que se estudia y conforme con el nivel del programa; de acuerdo con perspectivas situadas, problemas reales y proyectos factibles, utilizando las bases matemáticas, muy especialmente la estadística avanzada, científicas y tecnológicas, como fundamento del análisis para el desarrollo de modelos matemáticos, virtuales o prototipos, adecuados para el estudio de situaciones no ideales o de la vida real.
- Los programas de maestrías, especializaciones y diplomados, se ofrecen en diversas áreas de la ingeniería, a saber: estructuras, sistemas, computación, gerencia, procesos de producción, mantenimiento, diseño, innovación sostenible, productividad, calidad, bioingeniería, desarrollo sostenible, entre otras. Un aspecto a destacar es que siguen un planteamiento común, sin importar la universidad o el país donde se dicte: se estructuran en cursos de investigación, desarrollo e innovación, (ID+i), con aprendizajes sobre gerencia o gestión de proyectos, gestión o sistemas de gestión de la calidad, análisis estadístico en diversos casos, ética profesional, metodologías del campo de estudio particular, seminarios de investigación y finalizan con elaboración de proyectos de acuerdo con las áreas y nivel de estudio particulares.

#### *Ambos niveles formativos*

- Se encontró un consenso muy claro en afirmar que, independientemente de la titulación y el nivel formativo, la educación tradicional no es pertinente para la nueva generación de ingenieros, ya que plantea prácticas y estrategias de aprendizaje que en se basan en enseñanzas memorísticas y mecanicistas, con falta de innovación y practicidad, ausencia de formación integral y falta de interacción entre el ingeniero y su entorno.
- Se debe favorecer el uso de tecnologías de información y comunicación como recursos didácticos y

para implementar experiencias o programas de aprendizaje en modalidades híbridas o en línea, que favorezcan la flexibilidad curricular, el desarrollo del pensamiento global y la internacionalización educativa. Ello marcaría un gran avance en temas de comunicación, fortalecería la actualización de dinámicas, estrategias y técnicas orientadas al aprendizaje, fomentando así la satisfacción de necesidades, las prácticas sociales relacionadas con los valores y la ética, la calidad de las interrelaciones culturales, además de incrementar un desempeño óptimo en diversas áreas.

- Al comparar los estudios de pregrado y postgrados, ambos niveles coinciden en la importancia de los aprendizajes en informática, estadística, gestión de proyectos, innovación y emprendimiento, si bien, por razones obvias, la profundización de los conocimientos particulares de cada área de estudio, lo determina el grado al que se aspira.

#### **4.-Reflexiones sobre la formación de ingenieros**

Con base en la visión de futuro que debe tener la formación de ingenieros para su buen desempeño profesional, se presentan las siguientes reflexiones:

- El diseño curricular de pregrado se debe estructurar para favorecer los siguientes aspectos: (i) los aprendizajes transversales de los componentes básicos de los estudios de ingeniería y competencias blandas, ello favorece el pensamiento lógico-matemático, la base científica y la visión humanista, (ii) la articulación horizontal de aprendizajes integrables entre unidades curriculares pertenecientes a la misma área de conocimiento, para fortalecer la solución de problemas y el razonamiento integrador, y (iii) la articulación vertical de experiencias de aprendizaje, basadas en resolución de casos y proyectos, de dificultad creciente a medida que se avanza en el plan de estudios. Ello fortalece el desarrollo de competencias en análisis crítico, innovación, evaluación y aplicación de soluciones tecnológicas, así como la profundización de saberes propios de la titulación y el aprendizaje autónomo.
- Además el pregrado debe apoyar el trabajo en pro del desarrollo sostenible, el compromiso social y humanista del futuro ingeniero y la responsabilidad de aplicar la ingeniería con fines pacíficos.
- Los diseños curriculares de los posgrados deben contribuir con los siguientes aspectos: (i) profundizar la autonomía en el aprendizaje, (ii) fortalecer el aprendizaje de los saberes específicos del programa, (iii) comprender y aplicar las nuevas tendencias, tecnológicas y humanistas, en el área de interés, (iv) favorecer el buen uso y desarrollo de nuevas tecnologías, (v) favorecer el aprendizaje de los métodos y metodologías para la generación y divulgación de conocimientos, especialmente en proyectos del tipo Id+i. (vi) profundizar el trabajo a favor del desarrollo sostenible, el compromiso social y humanista del ingeniero y la responsabilidad de aplicar la ingeniería con fines pacíficos.
- Lo antes expuesto evidencia, entonces, la necesidad de implementar sistemas formativos estratégicos, dinámicos, innovadores, pertinentes y de calidad, orientados por una buena comunicación y claridad en sus fines, que permitan integrar -de forma adecuada- las interacciones docente, estudiantes y aprendizajes con los propósitos formativos.
- Lo antes expuesto debe estar apoyado en experiencias de aula que sean motivadoras, que incorporen novedades e innovaciones didácticas y de la profesión, estrategias de aprendizaje y metacognición

actualizadas (ejemplos situados, resolución de problemas, aprendizaje por proyectos), sistemas de evaluación orientados al aprendizaje de estudiantes y profesores, uso adecuado de las tecnologías de información y comunicación, formación en valores y actualización permanente.

## Conclusiones

- La educación tradicional, ausente de innovación y practicidad, no satisfacen las necesidades formativas de los nuevos ingenieros
- Es necesario implementar estrategias didácticas innovadoras para la resolución de problemas en diversas perspectivas y profundidades. Incluyen tareas que favorecen el análisis crítico, el pensamiento complejo, la interdisciplinariedad, el liderazgo participativo y colaborativo, la buena comunicación y el trabajo en equipo, la toma de decisiones éticas, la aplicación y evaluación de soluciones tecnológicas, fomentando la sostenibilidad con rentabilidad.
- Es fundamental dar apoyo a la formación de los docentes quienes, generalmente, son profesionales de las ciencias o la ingeniería, destacados por su vocación de servicio, pero que corren el riesgo de repetir los patrones instruccionales que aprendieron durante su propia formación.
- Si no se asume esta realidad, se corre el riesgo de formular e implementar planes y/o programas de estudio carentes de pertinencia, cuya vigencia sería muy corta porque son ajenos a lo que el mundo necesita de ellos, y que no despierten el interés de los jóvenes.

## Referencias

- 1.- UNESCO (2023). Día Mundial de la Ingeniería para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.unesco.org/es/days/engineering-sustainable-development>
- 2.- Trejos, O. (2021). Retos de las Facultades de Ingeniería para Formar y Capacitar a los Profesionales en un Siglo de Cambios Permanentes. P. 584 – 592. En *Desarrollo e Innovación en Ingeniería*. [Recurso electrónico] / Edgar Serna M., ed. -- 6a ed. -- Medellín: Instituto Antioqueño de Investigación, 2021. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Serna-M/publication/357884649\\_Desarrollo\\_e\\_innovacion\\_en\\_ingenieria\\_Vol\\_II/links/61e57b555779d35951b5466d/Desarrollo-e-innovacion-en-ingenieria-Vol-II.pdf#page=585](https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Serna-M/publication/357884649_Desarrollo_e_innovacion_en_ingenieria_Vol_II/links/61e57b555779d35951b5466d/Desarrollo-e-innovacion-en-ingenieria-Vol-II.pdf#page=585)
- 3.- Ringdegastos.com. (2018) ¿Cuáles son los desafíos que las áreas de ingeniería deben abordar?. Recuperado de <https://blog.ringdegastos.com/cu%C3%A1les-son-los-desaf%C3%ADos-que-las-%C3%A1reas-de-ingenier%C3%ADa-deben-abordar>
- 4.- Riesco, S (2019). Un 65% de los jóvenes no estudia ingeniería por la falta de orientación y conocimiento. Gradomania.com. Recuperado de [https://www.gradomania.com/noticias\\_universitarias/un-65-de-los-jovenes-no-estudia-ingenieria-por-la-falta-de-orientacion-y-conocimiento-or-g-5767.html](https://www.gradomania.com/noticias_universitarias/un-65-de-los-jovenes-no-estudia-ingenieria-por-la-falta-de-orientacion-y-conocimiento-or-g-5767.html).
- 5.- Oliveros, María, Cabrera, Eduardo, Valdez, Benjamín Y Schorr, Michael. (2016) La motivación de las mujeres por las carreras de ingeniería y tecnología. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, vol. 4, núm. 9, pp. 89-96, 2016. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/4576/457645340007/html/>
- 6.- Zepeda, Olga, Villagómez, Gina (2021) Mujeres estudiantes de ingeniería: Una revisión sistemática de

Iberoamérica. Revista Innovaciones Educativas. Periodicidad: Semestral vol.23, núm. 35, 2021

DOI: <https://doi.org/10.22458/ie.v23i34.3571>

Recuperado de <http://portal.amelica.org/ameli/journal/428/4282630012/html/>

7.- National Academy of Engineering. (2004). The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/10999>. Recuperado de [https://nap.nationalacademies.org/login.php?record\\_id=10999](https://nap.nationalacademies.org/login.php?record_id=10999)

8.- UNESCO (2021) Informe de ingeniería de la UNESCO. Recuperado de <https://www.unesco.org/es/basic-sciences-engineering/report#primer-informe-de-ingenier%C3%ADa-de-la-unesco-2010>

9.- EAN Universidad (2023). ¿Cuál es el aporte de la Ingeniería para el desarrollo sostenible?. (Marzo – 2023). Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://universidadean.edu.co/noticias/cual-es-el-aporte-de-la-ingenieria-para-el-desarrollo-sostenible>

10.- Engineering Learning & Teaching (2021) <https://orcid.org/0000-0001-8976-6202>. Recuperado de <https://engineeringedu.press/>

11.- Asociación de Universidades Confiadas a la Compañía de Jesús en América Latina (s/f) Universidades. Ausjal.org. Recuperado de <https://www.ausjal.org/universidades>