

# Líderes de la Sociedad 5.0. Un enfoque desde las Instituciones de Educación Superior

Carolina González S, Julio Andrés Mosquera-Bolaños

**Abstract**— The major challenges facing higher education are related issues to the training the next generation of engineers who must be recognized as leaders with technical skills but also with competencies to provide smart solutions in the problem-solving processes. Many approaches have been proposed in this context, but the most of them not be formal, do not focus on engineering and not consider the trends and challenges as a starting point to define new practical proposals. In this paper, a set of challenges are researched to define a new proposal for training the next generation of engineers focused on leadership. The main objective is to provide guidelines to guidance in the training process into higher education institutions. After that, new research will be performed to put in practical context the proposal defined in this paper.

**Index Terms**— skills, technology, automation, evaluation, challenges, competencies, learning.

## I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería se considera una de las profesiones cuyos productos impactan notablemente el desarrollo tecnológico de los países. Sin embargo, desde finales del siglo XX algunas investigaciones a nivel mundial demostraron que esta área del conocimiento se encuentra en crisis. A nivel nacional, el déficit de ingenieros en el área de Informática se evidencia en los datos reportados por el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) [1], el Observatorio Laboral para la Educación (OLE) [2], el Servicio Público de Empleo (SPE) del Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) [3] y la Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas (ACIS) [4]. Los reportes publicados por el SNIES y OLE, confirman que en las Instituciones de Educación Superior (IES) solo se gradúan al año en promedio menos de 5.500 Ingenieros Informáticos, equivalente al 7% de lo requerido por el mercado laboral. Adicionalmente, solo un porcentaje mínimo de profesionales cuenta con competencias relacionadas con analítica de datos, aprendizaje automático (*machine learning* – *ML*), programación y habilidades blandas (también conocidas como - *soft skills*) consideradas fundamentales para abordar de manera holística la solución de problemas del contexto real.

Por lo anterior, se evidencia la imperiosa necesidad de revisar la naturaleza de la formación de los Ingenieros Informáticos, como oportunidad inmediata e inaplazable para la formación de profesionales con enfoque integral. Esto significa, combinar los conocimientos técnicos e integrar un conjunto de competencias transversales, que vinculen el saber, el ser y el hacer, permitiéndoles actuar de manera idónea en los espacios de intervención de su profesión.

Es así, como se considera de suma importancia iniciar procesos operativos de intervención que consideren aspectos de: (i) transformación de currículos, (ii) formación de docentes y (ii) articulación Universidad- Empresa-Estado. Aspectos que contribuyan a potenciar la creatividad y la innovación, fortalezcan las competencias STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics* – por sus siglas en inglés) [5] y favorezcan la productividad, influyendo de manera directa en el crecimiento económico, al contar con profesionales en ingeniería, capaces de involucrarse en los retos científico-tecnológicos de la sociedad y contribuir efectivamente en la toma de decisiones.

El presente artículo tiene como objetivo describir los desafíos actuales, relacionados con la formación integral de ingenieros, especialmente en el ámbito computacional. Plantea una propuesta que, considerando dichos desafíos y vinculada al proceso de formación de ingenieros desde las Instituciones de Educación Superior (IES), sirva de base para alcanzar nuevos liderazgos, al contar con profesionales que superen los diferentes paradigmas, generen nuevas formas de pensamiento acordes a los desafíos y características actuales, logren aprendizaje continuo, permanente y autónomo y se adapten a las diferentes situaciones del ámbito profesional.

El artículo se organiza como se indica a continuación. En la sección II se presentan algunos aspectos teóricos y de normativa legal relacionados con la formación de ingenieros a nivel nacional. La sección III describe los resultados enfocados en los desafíos actuales y la propuesta de formación desde las Instituciones de Educación Superior. Finalmente, la sección IV, menciona las conclusiones y trabajo futuro.

## II. CONTEXTO TEÓRICO

### A. Competencias Integrales para el Profesional del Siglo XXI

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) [6] el conjunto de competencias integrales para el profesional del siglo XXI se agrupa en tres (3) categorías/habilidades: (i) de aprendizaje e innovación; (ii) de información, medios y tecnología y (iii) para la vida y la carrera. Según [6], este conjunto de habilidades preparan al futuro profesional para enfrentar la complejidad creciente de la vida y de los

C.González, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia. [cgonzals@unicauca.edu.co](mailto:cgonzals@unicauca.edu.co). Corresponding autor. (<https://orcid.org/0000-0002-1216-4876>).

J. A. M. Bolaños, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Popayán, Colombia. [gmosquera007@gmail.com](mailto:gmosquera007@gmail.com). (<https://orcid.org/0000-0002-1094-115X>).

ambientes de trabajo. Las habilidades relacionadas con aprendizaje e innovación consideran principalmente actividades enfocadas al fortalecimiento de: (i) creatividad e innovación; (ii) pensamiento crítico y resolución de problemas; (iii) comunicación y (iv) colaboración. En cuanto a las habilidades relacionadas con aspectos tecnológicos, estas buscan empoderar al estudiante en aspectos como: (i) alfabetización informacional, (ii) alfabetización en medios y (iii) alfabetización digital. Finalmente, UNESCO hace referencia un conjunto importante de habilidades que por su naturaleza y relevancia deben estar inmersas en cualquier proceso de formación. Estas corresponden a las habilidades de carácter social y emocional las cuales deben ser enfocadas en aspectos como: (i) flexibilidad y adaptabilidad; (ii) iniciativa e independencia; (iii) aspectos sociales e interculturales, (iv) productividad y (v) liderazgo.

Para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) [7] [8] el conjunto de competencias relevantes para el profesional integral se incluyen en (3) grandes dimensiones: (i) informacional; (ii) de comunicación y (iii) ético-social. Para empezar, las habilidades de acceso, evaluación y organización de la información en entornos digitales corresponden a la dimensión informacional. Adicionalmente, se incluyen habilidades de investigación y resolución de problemas. De otra parte, los aspectos relacionados con la formación de los estudiantes como aprendices para toda la vida, con capacidades de criticar, argumentar, socializar ideas y vincular de forma adecuada la tecnología (TIC) en los procesos de aprendizaje, favoreciendo la participación y contribución a la cultura digital, se enmarca dentro de la dimensión de comunicación. Por último, OCDE, relaciona la dimensión ético-social con habilidades de pensamiento crítico y toma de decisiones.

Para el Ministerio de Educación Nacional (MEN) [9], plantear estrategias eficaces que contribuyan en la formación de los profesionales del nuevo siglo, es un reto fundamental. El MEN considera el enfoque de educación basado en competencias como uno de los ejes más importantes para enfrentar las exigencias del nuevo milenio. Es así, como el MEN se acoge a las propuestas y decisiones del Plan Decenal de Educación en el marco de la *“pertinencia educativa para la innovación, la competitividad y la paz”*. Finalmente, uno de los aspectos resaltados por el MEN y que corresponde a las IES hace referencia a la internacionalización en los procesos docentes, de investigación y extensión, enfocados en el desarrollo de proyectos con impacto social.

### B. Retos en el Contexto Ingeniería

Un profesional en ingeniería se enfrenta a una gran cantidad de retos, los cuales dependen del contexto en el cual se encuentra, de los nuevos desarrollos tecnológicos los cuales influyen a nivel organizacional y empresarial y del proceso de formación, enfocado principalmente en formación a nivel superior. Algunos de los aspectos considerados de alta relevancia corresponden a: (i) autonomía y autoaprendizaje; (ii) toma de decisiones para una adecuada resolución de problemas; (iii) creatividad para fortalecer procesos de innovación; (iv) dominio de una segunda lengua; (v)

incorporación y uso adecuado de las TIC; y (vi) generación de emprendimientos que consideren principalmente la creación de empresas de base tecnológica.

Según la Teoría Crítica de la Tecnología [10] para desempeñarse de forma adecuada en la sociedad actual, se requiere enlazar dos componentes fundamentales, el primero relacionado con profesionales que cuenten con nuevas competencias, formación de ingenieros, con una visión humanística, social, crítica y enfocada en identificar los aspectos que favorecen el logro de una sociedad más democrática e incluyente; y el segundo relacionado con la incorporación adecuada de tecnología (TIC). Esta combinación, integrada en los diferentes sectores de la sociedad, permitirá altos niveles de desarrollo en diferentes ámbitos.

### C. Sociedad del Conocimiento

El siglo XXI ha experimentado grandes cambios tecnológicos y con estos, cambios en todo el sistema productivo, económico y social. Es por esto que, actualmente la mayor parte de la población se dedica más a la prestación de servicios, procesos investigativos y/o de desarrollo tecnológico y menos a sistemas productivos tradicionales; haciendo que los cambios sean cada vez más rápidos y exponenciales.

Alrededor de los años 70, aparece la sociedad de la información o del conocimiento, cambiando el funcionamiento de la sociedad; en donde, la recolección, distribución y gestión de la información forma parte relevante en las actividades culturales y económicas del Estado [11]. Se inicia un cambio en la forma de generar riqueza dejando atrás el protagonismo del sector industrial y pasando al sector de servicios, los empleos empiezan a estar más relacionados con la captura, análisis y gestión de todo tipo de información [11].

El sector TIC desempeña un papel fundamental en esta sociedad, su principal meta es dar paso a un mercado mundial abierto y autorregulado. La importancia de este tipo de sociedad [12], no solo radica en la información y el conocimiento por sí solos, sino en la aplicación de estos en el desarrollo tecnológico facilitando la obtención de nuevo conocimiento, de tal manera que se dé una retroalimentación acumulativa entre la innovación y sus usos.

Posteriormente, aparece el concepto de Sociedad 5.0, el cual plantea el aprovechamiento de las tecnologías para la creación de nuevos conocimientos y valores, que generen conexiones entre las personas y las cosas. Se considera necesario conectar el mundo real con el mundo cibernético, para resolver de forma más efectiva y eficiente los problemas de la sociedad. En la Sociedad 5.0 se alinean las acciones y los objetivos de la sociedad con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) definidos como *“un llamado universal para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad para 2030”* [13].

Lo anterior, plantea un cambio de paradigma, ubicando el ser humano como protagonista del proceso y a la digitalización y la tecnología en el medio y no el fin para alcanzar los resultados [14]. En la Sociedad 5.0 se plantea

una evolución de las formas de trabajo, pasando de sistemas más individualistas, a modelos de trabajo colaborativo. Este esquema genera nuevos retos, uno de los cuales se relaciona directamente con la formación y fundamentos cognitivos que los futuros profesionales deben adquirir, para lograr las competencias personales, intelectuales y organizacionales, necesarias para formarse como líderes capaces de actuar como agentes activos en la toma de decisiones y resolución efectiva de problemas.

#### D. Educación STEM

Dentro del marco de la política educativa, la literatura especializada y los medios de comunicación, el concepto STEM (*Science, Technology, Engineering and Maths*, por sus siglas en inglés), se ha convertido en un aspecto de gran relevancia durante los últimos años. STEM, se refiere principalmente a la formación profesional que incluya disciplinas del ámbito científico-tecnológico, pero también que considere un conjunto enriquecido de conocimientos transversales en diferentes áreas, alto nivel de competencias y prácticas que promovidas desde diferentes niveles de escolaridad contribuyan a la formación integral del profesional del nuevo siglo.

Según [15], el enfoque STEM, se orienta en la alfabetización y formación en competencias. Los futuros profesionales formados en STEM, podrán desempeñarse en cualquier área y tendrán capacidad para afrontar los desafíos de un entorno dinámico y desafiante como lo es la sociedad actual. STEM no se enfoca en capacitar masivamente un gran conjunto de la población, para convertirlos en profesionales STEM. El principal objetivo de este paradigma es formar profesionales que se involucren y tomen partido de los desafíos científico tecnológicos actuales y futuros; profesionales que aporten soluciones a los diferentes retos sociales [16]. En este sentido, el fortalecimiento de competencias STEM entre los estudiantes, y futuros profesionales, es de gran relevancia para contribuir al desarrollo económico y social de la sociedad.

Desde la literatura, se visualizan tendencias argumentales sobre la importancia de vincular STEM en los procesos formativos, debido a los múltiples beneficios que se pueden alcanzar con su incorporación. Según [17] estas tendencias pueden ser agrupadas en los argumentos mencionados a continuación: (i) práctico, (ii) cívico-democrático, (iii) cultural y (iv) económico.

### III. RESULTADOS

La formación en ingeniería desde sus inicios ha estado limitada por diferentes transformaciones que la han hecho evolucionar y a la vez enriquecerse. Con el fenómeno de la pandemia Covid-19, las Instituciones de Educación Superior se enfrentan a desafíos inmediatos en la formación de profesionales en diferentes áreas. Se hace necesario entonces, que las instituciones educativas identifiquen los factores y/o desafíos más relevantes de la educación en ingeniería, en el contexto de la Sociedad 5.0, profesionales del nuevo milenio. Se requiere el planteamiento de estrategias a mediano y largo plazo que les permitan visualizar una formación de calidad, con el objetivo de

lograr una transformación, a partir de un proceso de excelencia académica universitaria.

En la primera parte de esta sección, se presentan los principales desafíos, relacionados con la formación integral de ingenieros. Dichos desafíos, son tomados como punto de partida y fundamento para la construcción de la propuesta “*Formación de Ingenieros para la Sociedad 5.0*” la cual se presenta como una guía para que las Instituciones de Educación Superior se enfoquen en procesos de formación de profesionales líderes, que superen los diferentes paradigmas, generen nuevas formas de pensamiento acordes a los desafíos y características actuales, logren aprendizaje continuo, permanente y autónomo y se adapten a las diferentes situaciones del ámbito profesional.

#### A. Principales desafíos en la formación integral de ingenieros.

##### 1) Transformación digital.

Existen diferentes aspectos asociados con la transformación digital los cuales requieren la incorporación de nuevos perfiles profesionales, que cuenten con habilidades digitales y además que sean competentes para la resolución adecuada de problemas del contexto. Lo anterior, implica, profesionales creativos, innovadores y capaces de adaptarse al cambio.

Por una parte, Cisco, describe en el “*Annual Internet Report (2018–2023)*” [18], que el número de equipos conectados a Internet incrementará significativamente a través de los años. En este sentido, se considera de alta relevancia, el establecimiento de una relación directa entre el incremento mencionado y la necesidad de contar con gran número de profesionales dedicados al adecuado manejo y gestión de estas infraestructuras. Sin embargo, estos avances, conducen a un mayor número de amenazas de ciberseguridad, lo que implica que diversas empresas y/o usuarios con conexión a redes necesitarán invertir en su protección (infraestructura y recurso humano especializado).

Por otro lado, la transformación digital en las empresas, involucra inversión en tecnología dentro de una constante búsqueda para mejorar los servicios y formas innovadoras de producción (e.g. metodologías). Además, mayor eficiencia en el modo de ofrecerlos y administrarlos (e.g. entornos en la nube, automatización, etc.) [19]. Según Gartner, en su informe “*2019 Strategic Roadmap for Networking*” [20], lo más importante es lograr una gestión adecuada de los cambios tecnológicos, especialmente en aquellos entornos donde se evidencia carencia de perfiles profesionales con formación en estas nuevas tecnologías.

Para adaptarse a la realidad existente, es imprescindible, la transformación digital, la cual, sería imposible lograr sin las personas y sin su compromiso. Es así, como nuevos procesos de transformación digital son requeridos. Procesos que permitan lograr un perfil del ingeniero que integre competencias en diferentes ámbitos: (i) tecnológicas, aquellas relacionadas con conocimiento y uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC); (ii) técnicas, asociadas a las capacidades para el diseño y

gestión de procesos y (iii) personales, concretamente enfocadas en la dimensión actitudinal del futuro ingeniero en el desarrollo de sus funciones.

Es importante considerar que, no solamente se está produciendo una evolución en los puestos de trabajo ya existentes, sino, que todas estas nuevas disciplinas traen consigo nuevas necesidades, que se traducen en oportunidades laborales que eran completamente desconocidas hasta hace muy poco tiempo.

### 2) Actualización/Flexibilización Curricular

Según [21] la flexibilidad curricular debe reconocer e incorporar el conocimiento del contexto como parte de la formación profesional de los estudiantes. Este reconocimiento, permite empoderarlos y visualizarlos como sujetos capaces de reflexionar, sentir, interpretar y socializar considerando sus conocimientos y su experiencia. En este sentido un plan curricular flexible debe contar con características como: (i) actualización permanente en la disciplina; (ii) mejoramiento en la capacidad de decisión del alumno; (iii) sensibilización de los profesores hacia el cambio; (iv) disminución de la rigidez secuencial de materias; (v) movilidad de los actores académicos; (vi) aprendizaje integral; (vii) vinculación de la universidad con actores externos; e (viii) interdisciplinariedad y contribución a la resolución de problemas del contexto real.

Dentro del proceso de flexibilización curricular, una de los objetivos principales debe enfocarse en fortalecer procesos educativos, centrados en la igualdad y la excelencia. Es decir, se hace indispensable, reconocer y entender la diversidad de los estudiantes, de su grupo familiar y del contexto. A partir de este reconocimiento es posible sincronizar la realidad de los sujetos con aprendizajes significativos, aprendizajes para toda la vida, que sean pertinentes y que se ajusten a las nuevas dinámicas del siglo XXI. Aprendizajes que contribuyan al cierre de brechas educativas que, con la emergencia sanitaria Covid-19, se han profundizado.

### 3) Automatización

La revolución de la Inteligencia Artificial (*Artificial Intelligence* – AI), ha sido impulsada por diferentes factores. Cabe mencionar, uno de los factores más importantes, el cual corresponde al grado de madurez alcanzado por el aprendizaje automático (*Machine Learning* – ML), recursos y procesos de computación en la nube y recolección generalizada de datos en internet. Adicionalmente, el rendimiento de los algoritmos de procesamiento de información, el cual ha estado acompañado de un progreso significativo en la tecnología hardware para detección, percepción y reconocimiento de nuevos objetos.

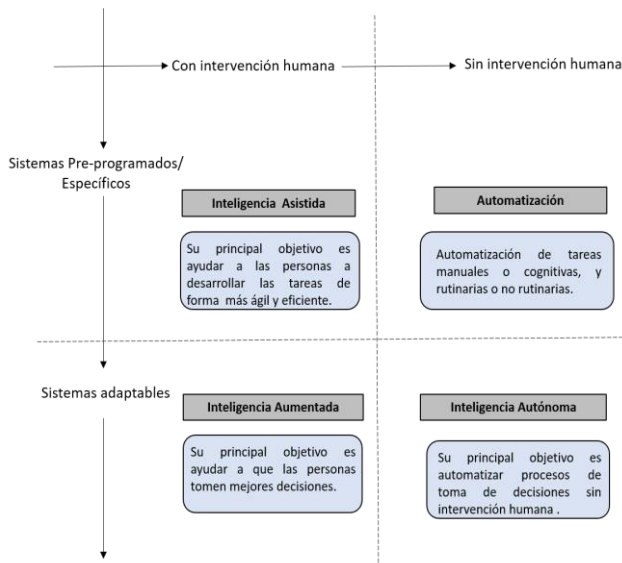
Lo anterior, marca una serie de tendencias que impulsan áreas de investigación, en donde se desarrollan soluciones enfocadas en problemáticas actuales y que requiere profesionales especializados para poder obtener resultados positivos y que generen impactos significativos en la sociedad.

Dichas tendencias se presentan según dos referentes teóricos, el informe Standford [22] y el Banco Interamericano de Desarrollo [23]. En la Figura 1, se describen los principales campos de la AI y en la Tabla 1 las consideraciones de los autores sobre dichos informes.

Área	Descripción
Aprendizaje Automático (Machine Learning)	Método de análisis de datos que automatiza la construcción de modelos analíticos. Se fundamenta en la idea que los sistemas pueden aprender de datos, identificar patrones y tomar decisiones con mínima intervención humana [24].
Aprendizaje Profundo (Deep Learning)	Enfoque de la Inteligencia Artificial, dentro del ámbito del aprendizaje automático, que permite que los sistemas informáticos mejoren con la experiencia y los datos. Logra gran flexibilidad al poder representar el mundo como una jerarquía anidada de conceptos, con cada concepto definido en relación con otros más simples y a través de representaciones más abstractas [25].
Aprendizaje por Refuerzo (Reinforcement Learning)	Campo del aprendizaje automático cuyo objetivo es encontrar soluciones computacionales inspirado en aspectos de psicología conductista, que permite a un agente elegir una acción en un espacio determinado y asociado a una recompensa [26].
Robótica	Entrenamiento de robots para interactuar con el contexto (entornos interactivos, personas)
Visión por Computador	Obtener, procesar y analizar imágenes del mundo real
Procesamiento de Lenguaje Natural	Hace referencia a los sistemas con capacidad para interactuar con personas usando como medio fundamental el dialogo.
Sistemas Colaborativos	Sistemas autónomos para trabajar en colaboración con otros sistemas.
Crowdsourcing / Computación Humana	Apoyo en la resolución de problemas que no pueden ser abordados únicamente con las máquinas.
Teoría de Juegos	Elección de la conducta óptima de un individuo o grupo de individuos.
Internet de las cosas	Dispositivos interconectados para recopilar y compartir información.
Computación Neuromórfica	Tecnologías que imitan Redes Neuronales biológicas para mejorar la robustez de los sistemas informáticos.

--	--

**Tabla 1.** Informe Tendencias AI [22]



**Figura 1.** Consideraciones según Informe Tendencias AI [23]

Con la adopción de sistemas de Inteligencia Artificial, se requerirá integrar a las empresas, profesionales que cuenten con los conocimientos necesarios para su gestión. Es así como desde las Instituciones de Educación Superior se hace necesario vincular los aspectos de Inteligencia Artificial de manera activa a través de los procesos académicos/curriculares y de investigación. Esto con el fin de poder hacer uso de adecuado de la tecnología, para potenciar los desarrollos existentes, gestionar efectivamente los datos y apoyar el proceso de toma de decisiones en ambientes dinámicos y complejos a los que se enfrentarán los profesionales de la era actual.

#### 4) Fomento de Vocaciones STEM

La importancia de la formación de profesionales en disciplinas relacionadas con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM), sumado también al enfoque de arte (STEM-A), se orienta principalmente en, potenciar las capacidades de los estudiantes, de forma que tengan la habilidad de entender las crecientes demandas del campo laboral y permitan la creación y acceso a más y mejores oportunidades con vista al futuro.

Fomentar vocaciones científico-tecnológicas permitirá educar, inspirar y empoderar a niños/niñas y adolescentes a fin de que prosigan carreras STEM, en donde competencias como el pensamiento analítico/crítico, el aprendizaje activo y la creatividad son altamente demandadas en el ámbito profesional actual. Por lo anterior, es fundamental que los jóvenes reciban una adecuada orientación académica y profesional, desde el aula de clase, preferiblemente en la educación media, como una actividad incorporada en el ejercicio docente, que permita brindar suficiente información y contextualización para lograr la consolidación

de una vocación y la selección adecuada de una carrera del ámbito científico-tecnológico.

Es prioritario, considerar desde los procesos formativos en educación media y teniendo en cuenta los gustos e intereses de los estudiantes, promocionar una formación basada en la investigación, en donde se difunda el impacto de la ciencia en la sociedad, se fomente el uso de las TIC y se empleen nuevos recursos educativos. Se hace necesario que los estudiantes tengan acceso a experiencias reales en los ámbitos donde se desarrolla y usa la tecnología.

#### 5) Formación de docentes

En relación a la formación profesoral, esta comprende un conjunto de procesos, a través de los cuales los docentes aprenden a aprender, a comprender, a analizar y reflexionar en su labor diaria. Para una mejora en el proceso educativo, es de vital importancia que los docentes adquieran habilidades, destrezas y conocimientos transversales que optimicen el quehacer diario en el aula.

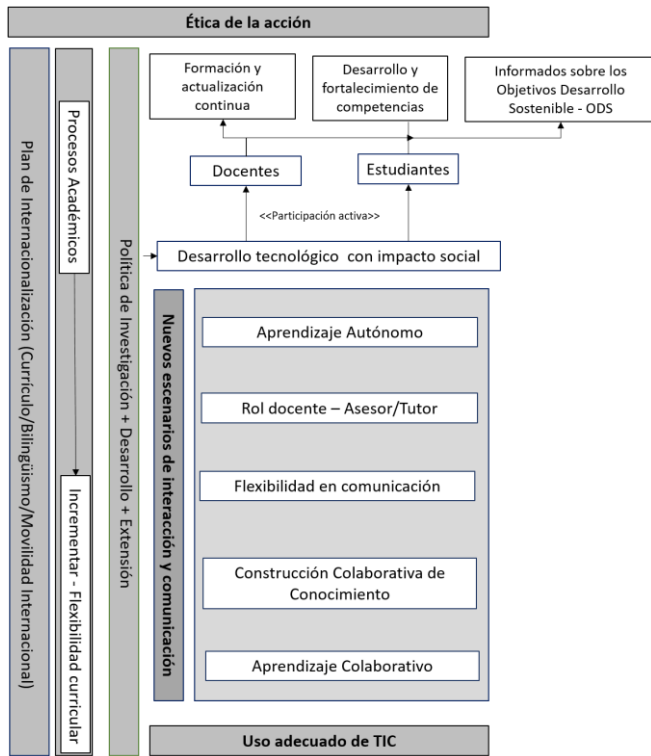
Un requisito esencial para el logro de los objetivos del siglo XXI, se enfoca en mejorar la formación inicial y permanente del profesorado. Dicha formación debe estar alineada con los cambios tecnológicos, económicos, sociales y culturales, que demanda la sociedad actual.

Se requieren profesores creativos, innovadores, que usando sus habilidades, conocimientos, recursos de enseñanza y tecnología, favorezcan que los estudiantes adquieran altos niveles académicos y el desarrollo de las diferentes competencias clave para desarrollar de manera idónea su actividad profesional.

Otros aspectos relacionados con la competencia digital del docente hacen referencia al desarrollo curricular y uso de estrategias de enseñanza que contribuyan al diseño de acciones formativas enfocadas en el uso adecuado de tecnología. Además, didácticas y prácticas innovadoras que permitan alcanzar los objetivos definidos en el currículo.

#### B. Propuesta de un esquema para la formación de ingenieros de la Sociedad 5.0

La presente propuesta se orienta hacia la formación integral del ingeniero, en donde están presentes no solo conocimientos técnicos, sino también competencias transversales, las cuales conforman entre sí, el ser, el saber y el hacer en un contexto específico. La Figura 2, presenta de manera general el esquema propuesto. Posteriormente cada uno de los componentes se describen en detalle para una mayor comprensión.



**Figura 2.** Proceso de formación desde las Instituciones de Educación Superior (IES)

### 1) Plan de Internacionalización

La internacionalización considerada como factor de gran importancia en la formación de profesionales. Fomentar la capacidad de insertarse en la ciencia global y formar parte activa de redes de académicas y de investigación a nivel regional, nacional y mundial es de vital importancia. Esto debido a que la sociedad actual requiere profesionales que formen parte de comunidades científicas globales y que interactúen con pares de diferentes partes del mundo para obtener visiones globales, que permitan adaptar soluciones generales a contextos particulares. En este sentido se considera de gran importancia para las IES incluir dentro de sus programas de formación aspectos como: (i) internacionalización integral del currículo; (ii) bilingüismo; y (iii) movilidad internacional (profesores y estudiantes).

### 2) Procesos académicos

En relación a los procesos académicos, se requiere formación sólida en ciencias básicas, e incorporación de contenidos ausentes. Por una parte, se hace necesario considerar conceptualización relacionada con TIC, Inteligencia Artificial, Internet de las cosas (*IoT*, por sus siglas en inglés), Robótica, Realidad Mixta, Impresión 3D, etc. La implementación de redes de laboratorios remotos para intercambio de saberes, y talleres de ingeniería a lo largo de la carrera que vinculen la participación de estudiantes de diferentes disciplinas.

De otra parte, actualización en los contenidos y en el modo de orientarlos, saliendo de un modelo rígido y con pocas posibilidades de elección por parte de los estudiantes. Adicionalmente, la incorporación de contenidos ausentes y

eliminación de aquellos que ya no son necesarios. Así como cambios radicales en los procesos educativos (i.e. enseñanza/aprendizaje que permitan abordar los contenidos teniendo en cuenta las necesidades, preferencias e intereses de los estudiantes y que promuevan el desarrollo y fortalecimiento de nuevas competencias).

Considerando lo anterior, en la Tabla 2, se relacionan los aspectos relevantes que plantea la presente propuesta y que deberían ser tomados en cuenta por las IES para guiar el proceso de formación de estudiantes en el contexto ingenieril, desde los procesos académicos.

Id.	Aspecto
A.1.	Rediseño de currículos de programas
A.2.	Selección y aplicación de metodologías de enseñanza activas (priorización de aquellas que fomenten el aprendizaje autónomo).
A.3.	Actualizaciones curriculares según los retos de la Industria 5.0.
A.4.	Formación sólida de ingenieros para <i>interactuar</i> con otros profesionales en ambientes complejos.
A.5.	Formación sólida en <i>ciencias básicas</i> .
A.6.	Reformulación de asignaturas.
A.7.	Inclusión de espacios de articulación de saberes.
A.8.	Conocimiento de conceptos TICS
A.9.	Incorporación de un mayor grado de flexibilización curricular (enfocarse en el contenido y en el modo). Esto significa, dejar atrás el modelo rígido con pocas posibilidades de elección por parte de los estudiantes.

**Tabla 2.** Aspectos relevantes – Flexibilidad curricular

### 3) Política de Investigación, Desarrollo y Extensión

Planteamiento de una política operativa de investigación que vincule, el desarrollo tecnológico con procesos de extensión, para promover el impacto social y lograr el empoderamiento de los estudiantes, como actores que aportan al proceso de resolución de problemas, desde cada una de sus áreas de experticia. Lo anterior, permite impactar en una formación relevante, que promueve la participación de la comunidad educativa, especialmente docentes y estudiantes y fomenta el desarrollo de competencias de difícil apropiación y aplicación.



En este aspecto es importante considerar la transversalidad de la ingeniería en el proceso de desarrollo humano. En este sentido se hace necesario dar a conocer a los estudiantes en formación, los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). Según [27] se hace necesario que los nuevos profesionales en ingeniería enfoquen su conocimiento y habilidades en el desarrollo sostenible. La combinación de experiencia en ingeniería con descubrimientos científicos permitirá en gran medida que los países menos desarrollados puedan superar sus retos en cuanto a satisfacer necesidades básicas de forma más sostenible. Es así como se requiere: (i) dinamizar las relaciones y acciones de los ingenieros de diferentes ámbitos (i.e. nacional e internacional), para intensificar y desarrollar actividades que permitan compartir experiencias conjuntas y colaborar con profesionales de otras disciplinas, contribuyendo en la promoción de diálogos entre diferentes sectores; (ii) lograr la convergencia entre fuerzas productivas y profesionales mediante el trabajo colaborativo que permita fortalecer la dinámica de trabajo conjunto para lograr la convergencia conducente al desarrollo sostenible con protección ambiental, equidad e inclusión social [13]; (iii) convocar empresarios, investigadores y educadores que desempeñen roles de liderazgo en los ámbitos públicos y privados para consolidar una cadena indisoluble entre ingeniería, educación, investigación, innovación e industria, e (iv) lograr el cumplimiento de los programas de las Naciones Unidas – Metas de desarrollo del milenio [13] intensificando el compromiso de los ingenieros en procesos de toma de decisiones y resolución de problemas del contexto real.

#### 4) *Ética de la acción*

Dentro de las tareas misionales que tienen cada una de las IES está el formar profesionales que se caractericen no solo por el manejo de los contenidos profesionalizantes, sino por un conjunto de capacidades y valores que trasciendan dichos contenidos y que les permiten actuar de manera adecuada tanto en su capacidad profesional como en su calidad de miembros de una comunidad.

Considerando la importancia que los estudiantes se enfoquen en el desarrollo de tareas cognitivas orientadas en aspectos técnicos/tecnológicos de la profesión, desempeñen un rol activo en la construcción de nuevos saberes y a su vez, se enmarquen en el ámbito de personas y ciudadanos autónomos, honestos, reflexivos y responsables con su entorno social y político, se hace necesario que desde las IES se planteen esquemas de formación ética, que permitan reflexiones pedagógicas que vinculen el pensamiento crítico y reflexivo. En este sentido, se considera de vital importancia vincular líneas que se desarrollen a lo largo del currículo y que incluyan: (i) cursos de ética y formación ciudadana; (ii) cursos de ética profesional, que corresponderán a contenidos específicos que vinculen ejercicios de reflexión sobre la disciplina/profesión y (iii) cursos enfocados en reflexión y razonamiento moral. La tabla 3 describe el enfoque propuesto.

Enfoque	Objetivo
Ética – Formación Ciudadana	Participación – Acción.

Ética Profesional	Pensamiento Reflexivo y Crítico con enfoque específico en la carrera.
Ética – Razonamiento Moral	Valores/Preferencias/Prejuicios/Hábitos

**Tabla 3.** Aspectos éticos desde las Instituciones de Educación Superior (IES)

#### 5) *Escenarios de Interacción y Comunicación*

El contar con nuevos escenarios de interacción y comunicación desde las IES favorece el proceso formativo, teniendo en cuenta los beneficios que estos entornos pueden proveer tanto el estudiante como al docente durante el proceso de enseñanza/aprendizaje. A continuación, se relacionan algunos de ellos:

- Mayor flexibilidad en la comunicación (sincrónica/asincrónica).
- Incremento del grado de interacción entre los participantes y la acción formativa.
- Participación en cualquier momento y lugar.
- Mayor tiempo de reflexión y seguimiento.
- Deslocalización de la información de los contextos cercanos.
- Cambio en el rol de los estudiantes, convirtiéndose en constructores colaborativos de conocimiento y gestores de su tiempo.
- Mayor desempeño académico.
- Fortalecimiento de la motivación intrínseca con respecto al aprendizaje.
- Ambientes de aprendizaje autónomo con mayores posibilidades de adquisición de conocimiento del trabajo desarrollado por los estudiantes.
- Enfoque en el conocimiento como un proceso de construcción social fortalecido a través de los medios tecnológicos (ej. blended learning).

#### 6) *Formación Docente Continua*

La continua capacitación/actualización docente es considerada un componente fundamental en la formación de profesionales en ingeniería del presente siglo. Aportar para que los docentes se actualicen constantemente en aspectos disciplinares y pedagógicos, que permitan presentar al estudiante las mejores herramientas, que aporten a su desarrollo profesional, se convierte en una de las principales tareas que deberán ser realizadas desde las IES. Se requieren docentes críticos, ingeniosos, que planteen nuevos enfoques didácticos y busquen desarrollar proyectos creativos donde asuman el rol de facilitadores de aprendizaje.

Dentro de la Sociedad 5.0, los docentes están en la obligación de implementar estrategias que motiven a los alumnos a construir su propio conocimiento a trabajar de manera colaborativa y a desarrollar habilidades y competencias para enfrentar con éxito el mundo globalizado en constante cambio.

El nuevo rol del docente exige capacitarse, actualizarse y estar informado sobre los avances en aspectos educativos. Además,

fortalecer el trabajo colaborativo multidisciplinar con docentes de otras áreas a través de redes de colaboración en donde el enfoque sea compartir ideas y experiencias que enriquezcan y apoyen el trabajo con los alumnos.

Se considera pertinente enfocar la formación en la preparación de líderes con espíritu emprendedor, sentido humano y competitivos internacionalmente. De esta manera el docente debe acercar al alumno a situaciones en donde él mismo pueda evaluar su aprendizaje, seguir procesos de realimentación y aborde asignaturas bajo temáticas del orden práctico que involucren aspectos de resolución de problemas.

Por lo anterior, se considera pertinente que el docente:

- Organice y lleve a la práctica situaciones de aprendizaje
- Gestione el progreso del aprendizaje
- Fomente estrategias de inclusión
- Involucre a los estudiantes en el aprendizaje
- Fomente el trabajo en equipo
- Fortalezca sus competencias tecnológicas
- Afronte aspectos éticos de la profesión
- Integre al quehacer diario aspectos de formación continua.

#### IV. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este artículo se ha presentado una propuesta integral de formación de profesionales del ámbito de ingeniería que considera como punto de partida los principales desafíos a los que se ve enfrentada la sociedad actual, teniendo en cuenta las tendencias a nivel de empresas, organizaciones y del contexto educativo.

La propuesta descrita vincula aspectos de transformación digital que se orientan a rediseñar el perfil de ingeniero, fortalecer procesos académicos, especialmente en aspectos de flexibilización curricular de forma que sea entendida la diversidad de los estudiantes y permita contribuir al cierre de brechas educativas. Adicionalmente, evidencia la importancia de la Inteligencia Artificial en los procesos de automatización y resolución de problemas, considerando aspectos de fortalecimiento de competencias en diferentes áreas, vinculando aspectos éticos y de formación docente.

La vinculación de nuevos espacios de interacción con soporte TIC es otro aspecto que se incluyó en la presente propuesta. Se consideró de gran importancia la integración y uso de ambientes de aprendizaje combinados (*blended learning, BL*), que permitan mayores posibilidades de adquisición de conocimiento, modifiquen los roles del docente y empoderen al estudiante para que actúe como protagonista del proceso de aprendizaje, gestor de su tiempo y constructor colaborativo de conocimiento.

En una siguiente etapa de la investigación se planea realizar un estudio de tipo experimental en donde la presente propuesta pueda ser evaluada por un conjunto de expertos en el área para discutir su completitud, alcance y posibilidad de implementación a nivel de un conjunto de instituciones educativas del ámbito universitario nacional.

#### REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Educación Nacional. Sistema para la Prevención de la Deserción de la Educación Superior. Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. SNIES. <http://mineducacion.gov.co/sistemasinfo/spadies>. Última visita, abril 2021.
- [2] Ministerio de Educación Nacional. Observatorio Laboral para la Educación. <http://ole.mineducacion.gov.co/portal>. Última visita, abril 2021.
- [3] Ministerio de Tecnologías de la Información y la Comunicación. Servicio Público de Empleo. <http://mintic.gov.co/vivedigital/>. Última visita, abril 2021.
- [4] Asociación Colombiana de Ingenieros de Sistemas. <http://acis.org>. Última visita, abril 2021.
- [5] Yeping Li, Ke Wang, Yu Xiao and Froid, Jeffrey. Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM education*. Vol 7, no. 11, pp. 2-16. 2020.
- [6] Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. UNESCO-OREAL. Reporte E2030: Educación y habilidades para el siglo XXI. 2017.
- [7] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). El trabajo de la OCDE sobre la educación y competencias. <http://oecd.org/education/>. Año de publicación, 2019.
- [8] Acevedo M, Acevedo G, Acosta C, Acosta F and Acosta W. Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del nuevo milenio en los países de la OCDE. Working Paper 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries. Instituto de tecnologías educativas. No. 41, 2010.
- [9] Ministerio de Educación Nacional. Diseño y ajuste de programas de formación para el trabajo bajo el enfoque de competencias. Documento No. 6. Educación para el trabajo y el desarrollo humano. <http://mineducacion.gov.co/>. Año de publicación, 2008.
- [10] Giuliano, H. La teoría crítica de la tecnología: una aproximación desde la ingeniería. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Vol 8, no. 24, pp. 65-76. 2013.
- [11] Torres, S. A., Aguilar, M. F., Girardo, S. y Villalobos, M. Morelos, ¿hacia una Sociedad del Conocimiento? Consideraciones a partir del desarrollo de la ciencia, la educación superior y las TIC. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*. Vol 14, no. 2, pp. 34-51. 2012.
- [12] Burch, S, 2006, "Sociedad de la información/sociedad del conocimiento". <http://vecam.org/article518.html>.
- [13] Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Objetivos de Desarrollo Sostenible. <http://co.undp.co/content/colombia/home/sustainable-development-goals/>. Última visita, abril 2021.
- [14] Shiroishi, Y., Uchiyama, K., y Suzuki, N. Better Actions for Society 5.0: Using AI for Evidence-Based Policy Making That Keeps Humans in the Loop. *Computer*. Vol 52, no. 11, pp. 73-78. 2019.
- [15] European Commission. Rethinking education: investing in skills for better socio-economic outcomes. Strasbourg. <http://www.eqavet.eu/gns/library/policy-documents/policy-documents-2012.aspx>. Última visita, abril 2021. 2012.
- [16] Levinson, R., and Parrise Consortium. Socio-scientific issue-based learning: taking off from STEPWISE. In J. Bencze (Ed.), *Science & technology education promoting wellbeing for individual, societies & environments*. Dordrecht: Springer Science + Business Media B.V. 2014.
- [17] Sjöberg, G. Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts. *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy*. pp. 9-28. 1997.
- [18] Cisco. Annual Internet Report (2018-2023). <http://cisco.com/e/en/us/solutions/collateral/executive-perspectives/annual-internet-report/>. Actualizado ,men marzo 2020. Última visita, abril 2021.
- [19] Quiros, J. Transformación digital: nuevas habilidades de los profesionales – Infraestructura y Operaciones. SATEC. 2020.
- [20] Gartner Research. Strategic Roadmap for Networking. <http://gartner.com/en/documents/>. 2019. Última visita, abril 2021.
- [21] Escalona, L. Flexibilidad curricular: elemento clave para mejorar la educación bibliotecológica. Vol 22, no. 44, pp. 143-150. 2008.
- [22] Stanford University. Artificial Intelligence and Life in 2030. Report of the 2015 study panel. 2016.
- [23] Iglesias, E, García, A, Gabarró, P and Benzaqué, I. Inteligencia artificial. Gran oportunidad del siglo XXI. Documento de reflexión y propuesta de acción. Banco Interamericano de Desarrollo.



<http://publications.iadb.org/publications/spanish/document>. 2020.  
Última visita, abril 2021.

- [24] Awad, M., and Khanna, R. Efficient Learning Machines. Theories, Concepts, and Applications for Engineers and System Designers. Springer Link Book. 2015.
- [25] Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville. Deep Learning book. MIT Press. 2016.
- [26] Sutton, S., and Barto, A. Reinforcement Learning: An Introduction. Second Edition Book. MIT Press. 2015.
- [27] Vendrell, E. El desarrollo sostenible y la formación del ingeniero: acciones y propuestas. Facultad de Informática. Universidad Politécnica de Valencia. 2010.



**Carolina González Serrano.** Doctor en Informática. Profesor Titular. Universidad del Cauca (Colombia). Grupo de Investigación en Inteligencia Computacional (GICO). Áreas de Investigación. Inteligencia Artificial y Educación.



**Julio Andres Mosquera-Bolaños.** Master en Administración de la Energía y sus Fuentes Renovables. Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones. Profesor Profesor-Investigador Grupo en Tecnología y Ambiente (GITA). Corporación Universitaria Autónoma del Cauca. Áreas de interés: Educación, TIC, Internet de las cosas (IoT).