Estado actual de la Ingeniería Electrónica en Colombia: perspectivas y tendencias

POR: DIEGO ALEXANDER TIBADUIZA; EDGAR JAVIER BARAJAS; GUILLERMO DAVID Y LEIDY PAMPLONA. REDIE*

La Ingeniería Electrónica sigue siendo una profesión cuyos aportes generan riqueza al país y permiten mantener un desarrollo en la tecnología y operación de sectores industriales y sociales de gran impacto en la sociedad. En general esta se enfoca en el desarrollo y aplicación de sistemas electrónicos, que permiten manipular y controlar el flujo de los electrones para cumplir una función y obtener una solución requerida. Entre los aportes de la Electrónica al mundo de hoy se pueden encontrar:

- Aportes en el campo de la medicina: entre ellos el desarrollo de instrumentación [1], sistemas de monitoreo y medición que son claves en la forma como se detecta, diagnostica y tratan las enfermedades, ahora con tendencia al uso de dispositivos electrónicos médicos remotos. De acuerdo con Intel, las últimas innovaciones en tecnología para telemedicina integran la Inteligencia Artificial (IA) para ayudar a los proveedores a trabajar de manera más eficiente, a mantener a los pacientes conectados con dispositivos que se llevan puestos y otras herramientas para monitorear a los pacientes a distancia, e incluso utilizar la robótica para llevar la atención especializada a lugares a los cuales nunca ha llegado [2].

- Creación e innovación de nuevos productos: esto incluye a su vez nuevos procesos donde se ha permitido optimizar la eficiencia y el desarrollo de la industria y la economía y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas [3].

- Aportes en desarrollo de productos como dispositivos móviles, sistemas de comunicación, sistemas de control y automatización, entre otros.

- Mejora en el desarrollo de circuitos y componentes electrónicos de alta eficiencia y bajo consumo de energía.

- Automatización de procesos en los que la Ingeniería Electrónica ayuda optimizarlos de manera inteligente y automática, apalancando la revolución industrial.

- Desarrollo de sistemas de monitoreo de diferentes variables, entre ellas de tipo ambiental, industrial, de seguridad, entre otros.

- Desarrollo de sistemas y circuitos que permiten el uso y aprovechamiento de energías alternativas, y que son orientadas al uso de energías renovables como elementos claves en términos de transiciones energéticas.

La Ingeniería Electrónica se constituye así, en un área significativa ligada al desarrollo productivo y económico de la nación. Para el caso de Colombia, esta puede permitir generar valor a la industria y abre la puerta para que el país no sea solo un consumidor de tecnología, sino que también pueda producirla. Los Ingenieros Electrónicos en este sentido, son responsables del diseño, desarrollo, verificación, implementación y operación de sistemas y equipos electrónicos, brindando la posibilidad de la creación de nuevos productos que optimicen la eficiencia de los actuales en el mercado, o proporcionando nuevos desarrollos para la solución de problemas de la sociedad dentro del contexto colombiano.

Como disciplina, esta se encuentra en constante evolución y se adapta para cubrir necesidades del sector industrial y la sociedad en general. Algunas tendencias en años recientes incluyen:

- **Nanoelectrónica:** Los actuales desarrollos en dispositivos electrónicos se enfocan en el trabajo a estas escalas, con el desafío de mantener un bajo consumo de potencia, garantizar miniaturización y aumentar la eficiencia en los diseños.

- **Inteligencia Artificial:** En este sentido los Ingenieros Electrónicos brindan un valor añadido al hecho de solo programar dispositivos con estas herramientas, ya que pueden integrar conceptos clave desde la selección de sensores, fusión de datos, procesamiento, así como uso y desarrollo IAs, considerando el contexto general del HW y SW asociado. Desde este punto de vista la Inteligencia artificial, permite el desarrollo de sistemas electrónicos más eficientes y con valor añadido.

- **Internet de las cosas (IoT):** Dada la tendencia a la interconexión de los dispositivos electrónicos y al generar valor añadido a estos a través de una conexión a internet, IoT nace como un área prioritaria que se debe atender desde la Ingeniería y es la Ingeniería Electrónica quien puede generar mayor valor a los dispositivos [4].

Panorama Nacional

A nivel nacional, el sector productivo que hace uso de los Ingenieros Electrónicos ha generado algunas necesidades de perfiles y conocimientos requeridos. De una consulta hecha en tres portales, donde se ofertan posibilidades laborales (LinkedIn Computrabajo y El Empleo), y haciendo el filtro para Ingenieros Electrónicos, se encuentran las siguientes áreas de concentración de trabajos para el profesional en Ingeniería Electrónica y sus respectivos requerimientos en conocimientos: telecomunicaciones (Figura 1), automatización y control (Figura 2), seguridad electrónica (Figura 3), diseño electrónico (Figura 4) y otras áreas (Figura 5).

Otras habilidades complementarias requeridas de los Ingenieros Electrónicos para su ejercicio profesional integral, se incluyen en la Figura 6.

De la misma manera, se puede encontrar que en términos de certificaciones se solicitan CCNA, ITIL, RITEL y normas ISA.

Por su parte, en el 2022, la Asociación Colombiana de Ingenieros - ACIEM realizó una encuesta a 563 Ingenieros Electrónicos, para consultar en que área de la Electrónica se desempeñaban en ese momento. Los resultados se resumen en la Figura 7.

En general se puede observar que las tres áreas con mayor cantidad de profesionales en Ingeniería Electrónica son el área de las Telecomunicaciones con un 34%; la automatización con un 16% e informática con un porcentaje del 15%. Sin embargo, esta encuesta confirma que hay otras áreas que siguen siendo campo laboral para los egresados en Ingeniería Electrónica tales como la instrumentación, la microelectrónica, la robótica, así como campos donde se viene ganando espacios como el de las energías renovables.

Figura 1. Conocimientos requeridos en el área de las Telecomunicaciones.

Figura 2. Conocimientos requeridos en el área de la automatización y el control.

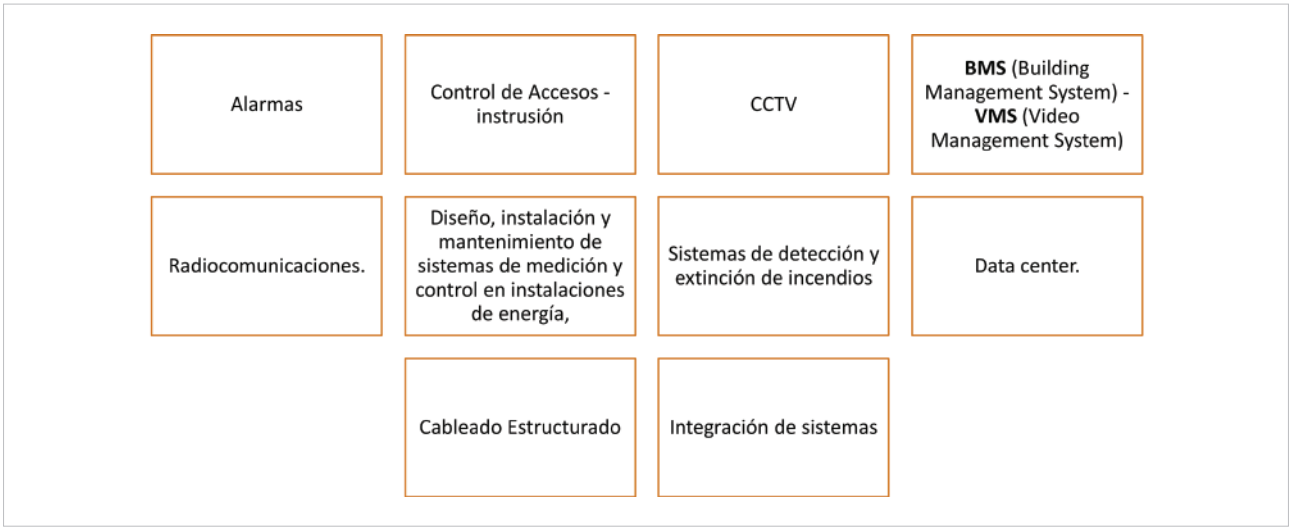

Figura 3. Conocimientos requeridos seguridad electrónica.

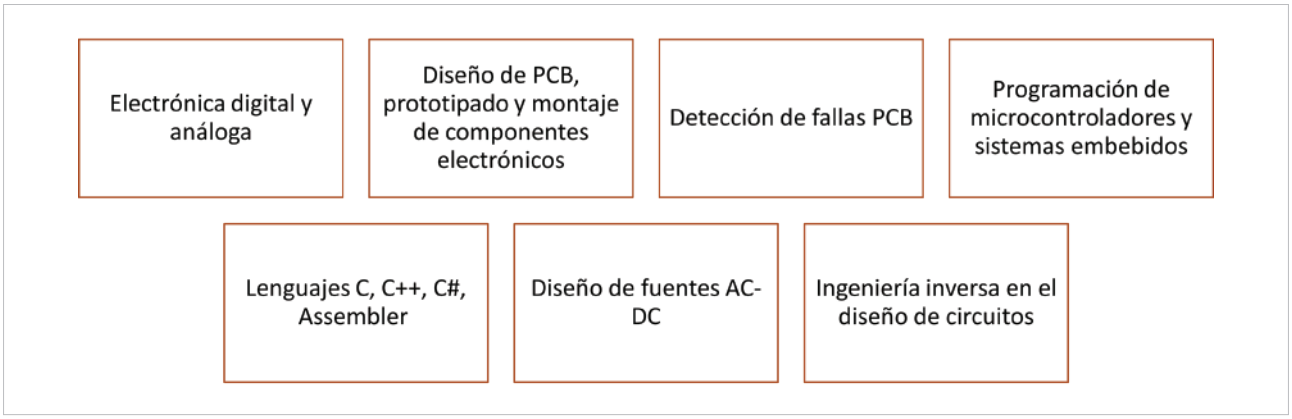

Figura 4. Conocimientos requeridos diseño electrónico.

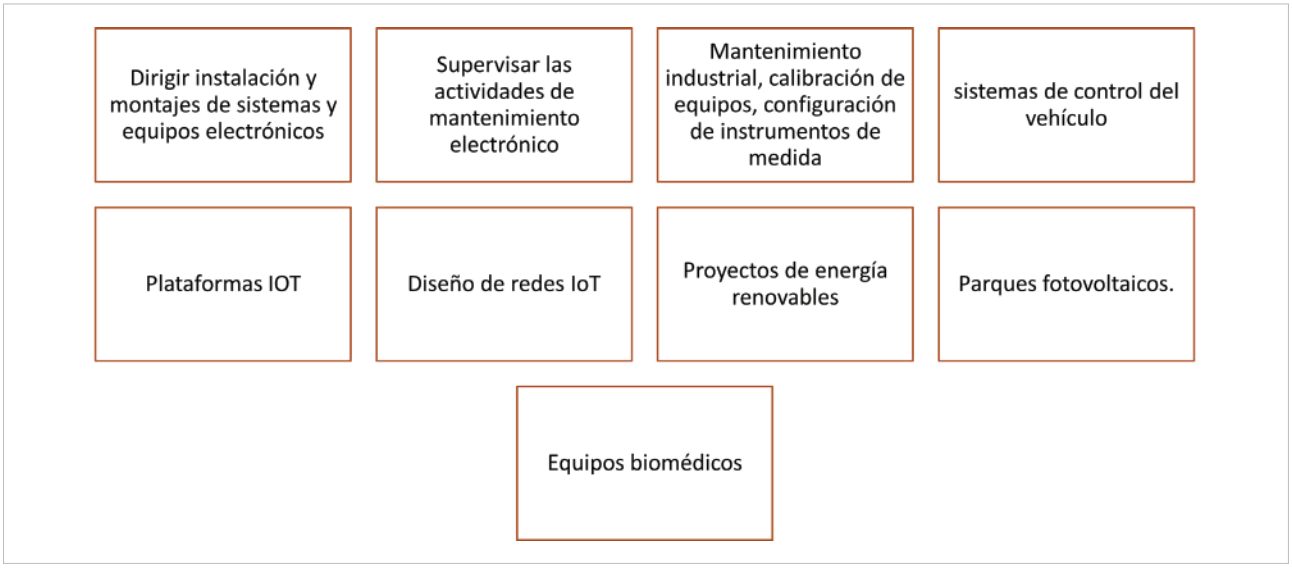

Figura 5. Conocimientos requeridos en otras áreas.

Habilidades de negociación	Trabajo en equipo e interdisciplinar	Inglés escrito y hablado	Excel, Diseño 3D, AutoCAD.
Conocimiento básico de KPIs	Costos y presupuestos en proyectos	Gerencia de proyectos - MS Project	SCRUM
	Planeación estratégica	Control y manejo de indicadores (Power Bi)	

Figura 6. Otras habilidades requeridas.

Figura 7. Áreas de actual desempeño de los encuestados. Tomado de Revista ACIEM, Edición N° 146.

En esta misma encuesta se preguntó por las áreas que estos profesionales consideran tendrán mayor impacto a futuro en el país y los resultados se muestran en la Figura 8. Revisando los resultados, se evidencia que las áreas asociadas a IoT, energías renovables, telecomunicaciones, informática y automatización predominan como áreas con mayor impacto. Sin embargo la robótica, la bioingeniería, la microelectrónica, la electrónica de potencia, la instrumentación y la Inteligencia Artificial, se identifican igualmente como áreas de futuro desarrollo de la electrónica.

Figura 8. Áreas de la electrónica con mayor impacto al futuro de acuerdo a los encuestados. Tomado de Revista ACIEM, edición 146.

Desde el punto de vista de las bolsas de empleo, al revisar los rangos salariales para los Ingenieros Electrónicos, se encuentran los siguientes:

Figura 9. Rangos salariales para Ingenieros Electrónicos de acuerdo con diferentes portales de trabajo.

En relación con los índices de empleabilidad a nivel nacional, que se encuentran registrados en la plataforma del Observatorio Laboral del Ministerio de Educación Nacional (MEN) para los programas de Ingeniería Electrónica, se destacan cifras sumamente alentadoras en comparación con otros programas similares o relacionados.

La siguiente figura presenta los porcentajes de empleabilidad entre los años 2017 y 2021 para los graduados de los programas de Ingeniería Electrónica en Colombia, contrastándolos con los graduados de programas afines como Ingeniería Biomédica, Telecomunicaciones, Mecatrónica, Energías, Multimedia, Bioingeniería, entre otros.

En la figura 11 se observa los niveles de empleabilidad para egresados de programas de Ingeniería Electrónica entre 2017 y 2021 distribuidos por las regiones de Colombia, incluyendo el distrito capital. En esta se puede observar pequeñas variaciones entre los diferentes años pero de manera general con unos niveles constantes o ligeramente mayores en años recientes para algunas de las regiones del país.

Desde el punto de vista del Gobierno Nacional, el *Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026 – Colombia potencia mundial de la vida* [5], crea oportunidades para la Ingeniería Electrónica como por ejemplo desde la agroindustria, que plantea que será beneficiada por el uso de tecnología en la que se fortalecerán los programas y actividades de transferencia tecnológica para el uso intensivo de datos (monitoreo y seguimiento de cosechas y de producción) y la adopción de tecnologías digitales.

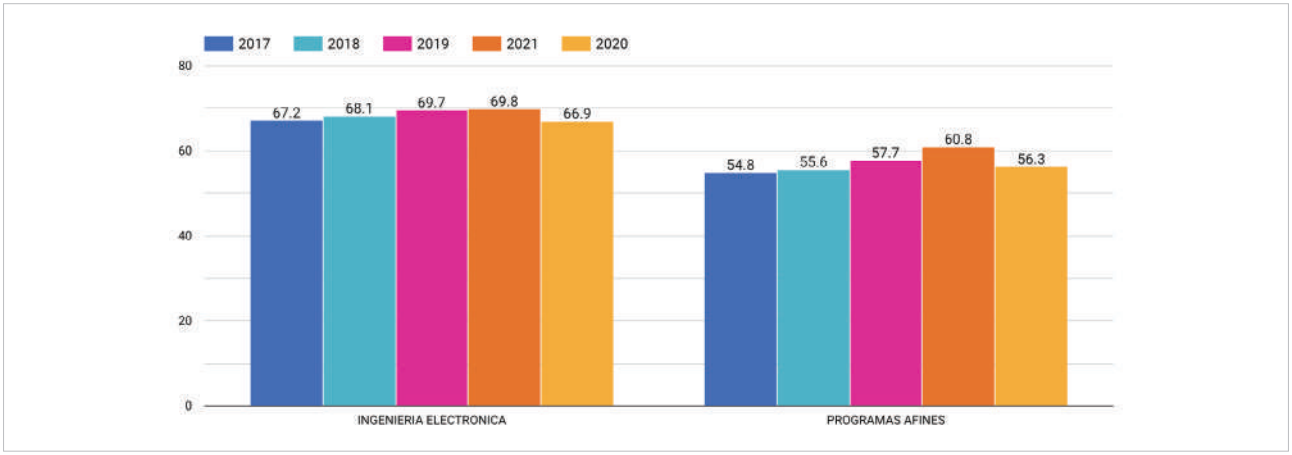

Figura 10. Índices de empleabilidad Ingeniería Electrónica vs. Programas afines.

En ese mismo sentido, se impulsará el comercio electrónico a través de la adopción de tecnologías digitales emergentes, generando eficiencias, seguridad y transparencia en los procesos de comercialización y en las cadenas de suministro del campo. Otra de las proyecciones gubernamentales que creará oportunidades, es la aceleración de la generación de energías renovables y el impulso a tecnologías, que permitan el desarrollo del potencial de energía eólica y solar, que busca que el sistema energético cuente con la infraestructura y tecnología avanzada que atienda la demanda.

Finalmente, la Red de Programas de Ingeniería Electrónica REDIE en sus actividades como red, realizó un foro con profesionales que se desempeñan en diversos sectores de aplicación de la Ingeniería Electrónica y coincidieron en la necesidad de priorizar y actualizar conocimientos disciplinares en las siguientes áreas:

- Integración tecnológica en hardware y software.
- Aplicaciones industriales en la nube.
- Sensórica para IoT.
- Tecnología 5G.
- Desarrollo de conectividad en cualquier tipo de red.
- Soluciones para la conectividad rural.
- Tecnología RFID (Identificación por Radio Frecuencia).
- Electrónica para energías limpias.

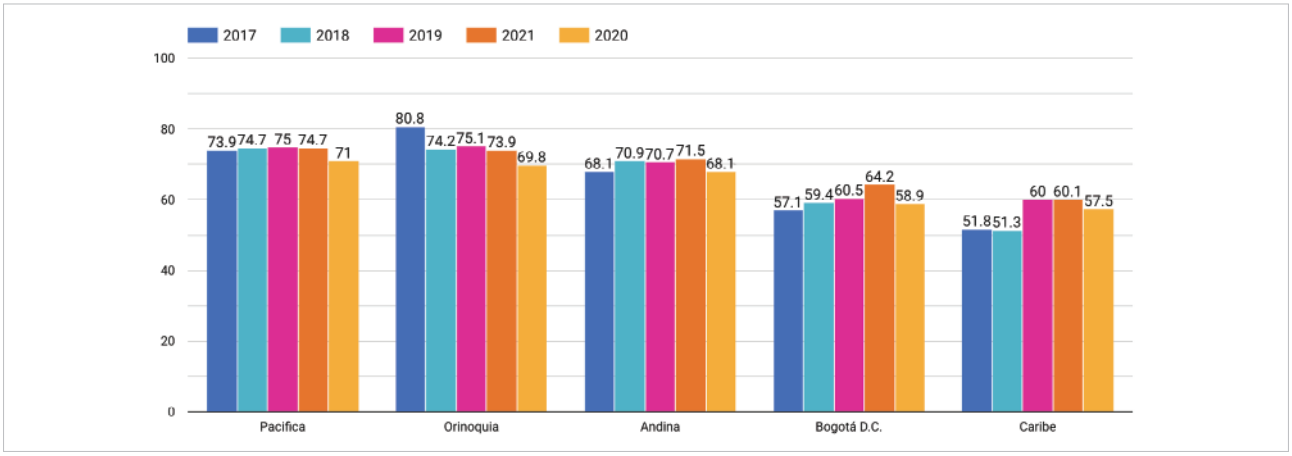

Figura 11. Índices de empleabilidad en Ingeniería Electrónica por regiones.

- Robótica móvil y robótica industrial.
- SCADA (Supervisory Control and Data Adquisition) basado en nube.
- Dominio de estándares y normativas asociadas a la Ingeniería Electrónica.

En el foro se destacaron las siguientes habilidades blandas y competencias transversales requeridas en el ingeniero electrónico: inteligencia emocional, trabajo en equipo, capacidades de negociación, dominio idioma inglés, creatividad, innovación, emprendimiento, uso de metodologías ágiles, manejo de conceptos financieros y gestión de proyectos.

Algunas de estas se alinean con lo identificado en modelos internacionales de Ingeniería como los planteados por CDIO y ABET, ante lo cual ya se mostró en un artículo anterior [6] la tendencia y alineación de muchos programas en el país a estos modelos y acreditaciones, lo que muestra la alineación de la formación en el país con las necesidades de la industria y el uso de modelos actuales con estándares internacionales.

En conclusión, las cifras e información presentada, muestra que desde diversos escenarios sigue siendo una necesidad la formación de Ingenieros Electrónicos en el país, para aportar al desarrollo de la industria y la economía, con altos estándares de calidad para promover el futuro tecnológico sostenible, con el fin de cerrar brechas que mejoren la calidad de vida de la sociedad, que garanticen un crecimiento sostenible y aterrizado a las necesidades del país y las regiones.

Igualmente invita a que los programas que están formando los actualmente casi 22.000 estudiantes matriculados en Ingeniería Electrónica, sigan el camino de la actualización curricular y el uso de modelos internacionales dada la rapidez con que nuevos escenarios y desafíos se presentan para los futuros profesionales en un entorno cada vez más globalizado y competitivo.

* **Diego Alexander Tibaduiza.** Director del programa de Ingeniería Electrónica Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá y Presidente de la Red de Programas de Ingeniería Electrónica (REDIE).

Leidy Esperanza Pamplona. Directora programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Santiago de Cali e Integrante de la Red de Programas de Ingeniería Electrónica (REDIE).

Edgar Javier Barajas. Director del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Central e Integrante de la Red de Programas de Ingeniería Electrónica (REDIE).

Guillermo Adolfo David. Director de programa de Ingeniería Electrónica de la Institución Universitaria Antonio José Camacho, Santiago.

[1] La importancia histórica de la Ingeniería Electrónica en los avances médicos | Universidad El Bosque (unbosque.edu.co). https://www.unbosque.edu.co/centro-informacion/noticias/la-importancia-historica-de-la-ingenieria-electronica-en-los-avances

[2] Tecnología para telemedicina impulsada por IA e IoT |Intel. https://www.intel.la/content/www/xl/es/healthcare-it/telemedicine.html

[3] Ingeniería Electrónica – Resultados del Estudiante – UCSM. https://www.ucsm.edu.pe/acreditacionabet/es/electronics/outcomes/

[4] Solís, Joseline Sánchez, y Marvin Coto Jiménez. «Estado del Arte de la Predicción de Variables en Sistemas de Ingeniería Eléctrica Basada en Inteligencia Artificial». e-Ciencias de la Información, 2022. revistas.ucr.ac.cr, https://doi.org/10.15517/eci.v12i1.47628.

[4] Gracia Cervantes, Xavier Leopoldo. «La Ingeniería Electrónica del Siglo XXI». Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional, vol. 5, n.o 12, 2020, pp. 488-501. dialnet.unirioja.es, https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8042544.

[5] PND Ley 2294 del 19 de mayo de 2023 disponible en https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026

[6] Guillermo David, Luis Eduardo Tobón, Javier Barajas, Diego Tibaduiza Panorama actual de los programas de formación en Ingeniería Electrónica de Colombia. Revista ACIEM ed. 151. Pp. 57-60