

# Determinación del nivel de conocimiento sobre Automatización que se requiere de los Ingenieros Industriales en Costa Rica

Jeiner Mora Abarca,  
jemora@ufidelitas.ac.cr, San José, Costa Rica  
Lilliam Angulo Sánchez,  
lilliam.angulo@ccnexus.com, Cartago, Costa Rica

## Abstract

Aiming to control different processes and variables, for more than 20 years, diverse industries in Costa Rica have been applying automation. During this period, the trends showed the intrinsic relationship between the improvements and updates with newer technologies, and how they are advancing hand to hand. Given the rapid evolution in the subject of automation, it is necessary to investigate in companies, if the level of knowledge that industrial engineers have about automation.

A survey instrument was developed, which was applied by means of an intentional no random sampling by using virtual interviews. The survey was sent to 75 companies with more than 100 employees, from which 41 returned their answers. The main findings showed that 43% of the businesses presented advanced levels of automation, from these businesses, 71% hired professionals with knowledge in automation and 20% gained the knowledge from inside the organization. From the engineers with knowledge in automation, 25% were industrial engineers. As an interesting point, more than 71% of these companies believed that the knowledge of these professionals should be within the mid and high ranges. The market requires that the training of industrial engineers be complemented with knowledge in process automation issues.

**Keywords:** Automation; university training; Industrial Engineering; Costa Rican industry; Industry 4.0

## Resumen

En Costa Rica hace más de 20 años se aplica la automatización en industrias de diversa índole, con el fin de controlar procesos y variables. A lo largo del tiempo se siguen presentando mejoras y actualizaciones, acordes a las nuevas tecnologías; es decir que la automatización avanza de la mano con los adelantos tecnológicos. Dada la rápida evolución en el tema de automatización, es necesario investigar en las empresas, sobre el nivel de conocimiento que tienen los ingenieros industriales sobre la automatización. Para ello se construyó un instrumento, tipo encuesta, que se aplicó mediante un muestreo no aleatorio de tipo intencional. Este se envió a 75 empresas con más de 100 trabajadores, de las cuales 41 devolvieron respuestas. Los principales resultados obtenidos muestran que el 43% de las empresas contaban con niveles avanzados de automatización, así mismo, el 71% contrataron profesionales con conocimientos en automatización y el 20% lo adquieren en la misma empresa. De los ingenieros con conocimiento en automatización, el 25% correspondían a Ingenieros Industriales y como dato relevante, más del 71% de las empresas consideraron que el conocimiento en la materia de dicho profesional debería ser de medio a alto. El mercado requiere que la formación de ingenieros industriales se vea complementada con el conocimiento en temas de automatización de procesos.

**Palabras clave:** Automatización; formación universitaria; ingeniería industrial; industria costarricense; Industria 4.0.

## 1. Introducción

La automatización industrial se orienta a la obtención de información en tiempo real, con el fin de contribuir a la toma de decisiones, incorporando la informática y el control automatizado en la ejecución eficiente de procesos, diseñados de forma ingenieril. Las industrias están obligadas a utilizar nuevos sistemas que soporten la dinámica a la que se enfrentan las organizaciones (Mejía-Neira, 2019). Los métodos para la programación en el área de la automatización industrial han tenido una fuerte influencia en

la ingeniería de software actual, una de las tendencias es la programación orientada a objetos, la cual se está incluyendo en los métodos de programación actuales (Mejía-Neira, 2019).

Hoy en día la implementación de nuevas tecnologías enfocadas en los entornos industriales es beneficioso, no obstante, la falta de apropiación de nuevas filosofías en los ingenieros que trabajan en procesos de automatización hace que la transición sea de manera progresiva (Mejía-Neira, 2019).

Así mismo, con la inclusión de estos paradigmas, los sistemas de producción actuales pasarán de ser centralizados, a sistemas descentralizados e inteligentes, donde cada uno de los componentes tiene capacidades de procesamiento, comunicación, control y acción sobre los eventos que se estén ejecutando, de esta manera, cada una de las máquinas se adapta a los cambios a través de la auto reconfiguración y optimización de funciones y recursos acorde a las órdenes provenientes del entorno o servicios configurables (Mejía-Neira, 2019).

De aquí en adelante es imperativo valorar el aporte de los ingenieros industriales para este campo tan valioso para la industria de la automatización. Es necesario establecer la siguiente pregunta: ¿cuál es el nivel de conocimiento sobre automatización, que se requiere en los profesionales en Ingeniería Industrial en Costa Rica?

En la educación universitaria para la formación del Ingeniero Industrial, se plantea una estrategia para la mejora de enseñanza-aprendizaje de manera que sea “reflexivo sobre el porqué de las actividades que realiza y tenga mayor conocimiento del proceso, del resultado y de la futura aplicación industrial de lo aprendido” (Contreras Bravo, 2015, pág. 118). Todo esto enfocado en cursos de automatización en la manufactura. Por ejemplo, en Colombia, se aplicó la construcción de un modelo didáctico, con el objeto de asistir al estudiante de ingeniería en su proceso de formación profesional, “cabe resaltar que las condiciones previamente descritas, se relacionan con intereses particulares del sector productivo, con enfoque en el nivel técnico profesional, en el cual se resaltan las competencias orientadas hacia el saber hacer” (Camargo, 2018, pág. 25).

Dentro de las necesidades modernas de la industria y los desafíos de las universidades se puede afirmar que se está dando “la adaptación de la educación superior a la visión de la Industria 4.0. Este ha sido uno de los nuevos desafíos del laboratorio en los últimos años” (Garcés, 2020, pág. 134). En Chile, en el año 2000, se había...

*“(...)desarrollado un laboratorio de automatización virtual para estudiantes de ingeniería, creando un entorno de aprendizaje integrado para estudiantes de ciencias de la computación e ingeniería de automatización, donde podían acceder y controlar una variedad de dispositivos a través de Internet” (Garcés, 2020, pág. 134).*

Las universidades están avanzando hacia la industria de la automatización, principalmente en los laboratorios, por ejemplo, la Universidad del Bío-Bío, en Chile tiene un brazo robótico industrial, destinado al desarrollo de prototipos de elementos constructivos mediante impresión 3D (tres dimensiones) a empresas, que permite desarrollar nuevos componentes y sistemas constructivos en menor tiempo, reduciendo el impacto ambiental, disminuyendo los accidentes laborales, y aumentando la eficiencia y versatilidad. (Garcés, 2020, pág. 136).

En Alemania poseen un Laboratorio (Lego-Lab), “donde los estudiantes trabajan en Diseños de Lego Industriales utilizando Lego Mindstorms (Robots Educativos de Lego)” (Garcés, 2020, pág. 137), simulando líneas de producción reales. En Vienna University of Technology, en Austria, tienen una producción inteligente, en donde los proveedores de soluciones de tecnología, los contratistas de Tecnología de Información y los diseñadores de software, desarrollen nuevos conceptos, modelos, tecnologías y sistemas en cooperación con socios científicos, validando los resultados, junto con la tecnología que se aplica a las empresas de fabricación en el área experimental de la fábrica piloto (Garcés, 2020, pág. 137).

Para desarrollar un proyecto de automatización, es indispensable contar con personal capacitado en “sistemas electrónicos digitales, programación, sistemas de control, instrumentación, comunicaciones, supervisión entre otras.” (Vargas, 2018, pág. 46). Partiendo de esa lógica, la participación de un Ingeniero Industrial en materia de automatización brinda mayor competitividad si tiene conocimiento en automatización. Las empresas luchan entre ellas y buscan nuevos y mejores productos, procesos o servicios ante mercados más exigentes, en ese sentido, “surge la necesidad de un Ingeniero que agregue valor a las empresas y al mercado” (Cruzado, 2017, pág. 1).

Comúnmente se afirma que por “la naturaleza de la automatización se hace poco probable que aumente la cantidad total de puestos de trabajo” (Hewitt, 2019, pág. 20), sin embargo, es mucho más probable “conducir a la creación de más puestos en áreas tales como ingeniería de procesos” (Hewitt, 2019, pág. 20) dados los crecientes y acelerados avances en la tecnología, así como la llegada de la cuarta revolución industrial, con lo que “se espera que el profesional en ingeniería industrial desarrolle las competencias específicas del área de la automatización, en función de ser más competitivo y brindar a la sociedad y al mercado las soluciones adecuadas para la nueva revolución industrial” (Zafra, 2020, pág. 3)

De manera específica, en Costa Rica, las universidades ofrecen cursos relacionados con automatización en las carreras de Ingeniería Industrial. Por ejemplo, la Universidad Fidélitas, incluye un curso electivo en el grado de Licenciatura llamado “Automatización y Robótica” (Universidad Fidélitas, 2021), la Universidad UAM brinda el curso llamado “Automatización Industrial” (UAM) en el plan de estudios de licenciatura, la Universidad Estatal a Distancia (UNED) cuenta con el curso “Automatización de Procesos Industriales” en el programa de licenciatura, la Universidad de Costa Rica (UCR) posee el curso “Sistemas Automatizados de Manufactura” para el grado de bachillerato, el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) dispone del curso “Automatización de Manufactura” en el plan de Licenciatura y la Universidad Técnica Nacional (UTN) ofrece el curso “Automatización” en grado de Licenciatura. Así mismo, a nivel internacional, las universidades igualmente ya cuentan con programas que incluyen el tema, por ejemplo en Honduras, la Universidad Católica (UNICAH) dispone del curso “Sistemas Automatizados” en su XI período, en Perú, la Universidad de Lima brinda el curso “Automatización Industrial” (Universidad de Lima) en su VIII semestre y en Bolivia, la Universidad Católica Boliviana cuenta con el curso “Procesos Automatizados” (Boliviana, 2022) en su VII cuatrimestre. Se puede observar los esfuerzos por incorporar cursos relacionados con automatización en la carrera de Ingeniería Industrial lo cual sugiere que es un tema de valor en la formación universitaria, sin embargo, cuál es la necesidad del mercado ante este tipo de enfoque de entrenamiento universitario. Esta investigación procura acercarse a esta pregunta con una serie de estrategias de indagación que se exponen en la siguiente sección.

Considerando los antecedentes, se ha diseñado una investigación que se orientó a la determinación del nivel de conocimiento actual sobre Automatización de los ingenieros industriales en una muestra de organizaciones relacionadas con el tema.

## 2. Metodología

Esta investigación es de tipo descriptiva con un corte transversal y se abordó desde un enfoque particular (la recolección de datos en un corto periodo o un determinado punto del tiempo) (Ramírez, 2017). El instrumento utilizado para este estudio fue la encuesta, la población es de 512 empresas según criterios de selección que se explican adelante.

Para el estudio, se han considerado las siguientes variables para la investigación:

- 1) **Nivel de automatización:** Es la gradiente de automatización con que cuenta la empresa, se organiza de acuerdo con los niveles del 1 al 6, definidos por (Seika, 2021).

Ejemplo:

“Nivel 1: Es más operativo, ya que se refiere a maquinaria o equipo (terminales de datos) dispuesto para la producción y que cuenta con algún tipo de sensor, temporizador, controlador, actuador u otro similar. Si la empresa tiene procesos automatizados en el nivel 1, por favor indicar:

- A. Cantidad aproximada de procesos automatizados
- B. Descripción de alguno de dichos procesos

La literatura considera diversos niveles de automatización, por ejemplo, García Moreno, E. habla del “concepto base de la Automatización Integrada” que “responde a una estructura piramidal jerarquizada con cinco niveles” (Vargas, 2018), igualmente la empresa de automatización y control industrial en México, Seika contempla 5 niveles e indica que “la automatización industrial está jerarquizada y depende del nivel tecnológico que una empresa u organización ha podido alcanzar” (Seika, 2021, pág. 1). En los últimos años se han introducido nuevos temas, por lo que se agregó un nuevo nivel. Los mismos son:

**Nivel 1:** Es más operativo, se refiere a maquinaria o equipo (terminales de datos) dispuesto para la producción y que cuenta con algún sensor, controlador, actuador u otro similar.

**Nivel 2:** Control de procesos secuenciales a través de ordenadores especializados, como PLC, para ejecutar funciones en tiempo real. Pueden ser interconectados con dispositivos de Ingreso de Datos y salida de información (E/S) y comunicación con niveles operativos.

**Nivel 3:** Interfase Hombre-Máquina (HMI), Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA), facilita la interacción con el proceso y éste se visualiza y/o parametriza en pantallas o computadoras industriales y se pueden comunicar distintos softwares de aplicación, por medio de protocolos industriales.

**Nivel 4:** Se refiere a los sistemas de ejecución de fabricación (MES) de sus siglas en inglés Manufacturing Execution System, que se encargan de controlar y supervisar la producción total de la planta. Puede integrar dos o más SCADA's.

**Nivel 5:** Integra procesos y controla recursos de la organización, operativa y administrativa, por medio de un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) que facilita la planificación estratégica y la toma de decisiones.

**Nivel 6:** Este nivel incluye Internet de las cosas (IoT), o Industria 4.0. Aunque no se menciona en la referencia bibliográfica, se ha incorporado con la información del experto para seccionar a las empresas con este alcance.

- 1) **Nivel académico:** Para comparar el nivel académico de los que poseen conocimiento en automatización. El ejemplo de la pregunta es:  
¿Cuál es el nivel académico que poseen la o las personas que tienen el conocimiento en automatización? Marque con una x, puede marcar uno o más; Técnico o Ingeniero en: Eléctrico / Electrónico, Industrial, Informático, Instrumentación, Mecánico / Electromecánico, Químico, Otro.
- 2) **Conocimiento o no en automatización:** En el momento en que se contrata a un profesional se determinó si tenían o no conocimiento de automatización, y si se brindó capacitación adicional por parte de la empresa.

La encuesta se desarrolló en empresas costarricenses con más de 100 trabajadores, ubicadas en el territorio nacional, las cuales podían ser transnacionales, pero con operación en el país.

Debido a las características del estudio, se buscó información en el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en el documento llamado El Directorio de Empresas y Establecimientos (DEE). Es un registro organizado de las unidades institucionales y sus establecimientos del sector privado residentes en Costa Rica, dedicados a actividades de producción de bienes y servicios, con “información que los caracteriza según identificación, ubicación, actividad económica y tamaño” (INEC, 2019), donde se observó un total de 35 504 empresas, de las cuales 2 545 poseen entre 30 a 100 trabajadores y 1 078 empresas con más de 100 colaboradores. Considerando sólo empresas con más de 100 colaboradores, la cantidad se redujo a 512 organizaciones (población) obtenidos con los siguientes criterios de inclusión de sectores con mayor oportunidad de contar con procesos, según se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Criterio de inclusión y exclusión de sectores para el tamaño de la población.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Industrias manufactureras;</li> <li>▶ Suministros de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado;</li> <li>▶ Suministros de agua, evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación;</li> <li>▶ Información y comunicaciones;</li> <li>▶ Actividades financieras y de seguros.</li> <li>▶ Actividades de atención de la salud humana y asistencia social</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca</li> <li>▶ Explotación de minas y canteras</li> <li>▶ Construcción</li> <li>▶ Comercio al por mayor y al por menor; reparación de los vehículos de motores y de las motocicletas</li> <li>▶ Transporte y almacenamiento</li> <li>▶ Actividades de alojamiento y de servicios de comidas</li> <li>▶ Actividades inmobiliarias</li> <li>▶ Actividades profesionales, científicas y técnicas</li> <li>▶ Actividades de servicios administrativas y de apoyo Enseñanza</li> <li>▶ Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas</li> <li>▶ Otras actividades de servicios</li> <li>▶ No definido</li> </ul>

La investigación inició en el mes de marzo del 2020, tanto con entrevistas virtuales, como con la elaboración del instrumento y su aplicación se realizó entre los meses de agosto y diciembre del mismo año, se decidió hacer un muestreo no aleatorio de tipo intencional, con un procedimiento donde se envió el formulario de la encuesta por correo o vía mensaje de texto telefónico, a 75 empresas, resultando que 41 de ellas fueron las que devolvieron respuestas, por lo que se realizaron seguimientos hasta en cinco ocasiones, utilizando los mismos medios antes indicados y vía telefónica, con el fin de maximizar la respuesta de las organizaciones.

## 2. El instrumento

El instrumento se sometió a validación con expertos y las recomendaciones que brindaron. Se aplicó vía correo electrónico a través de un enlace para llenar en línea. En relación con la confiabilidad se puede indicar que, el instrumento es una encuesta informativa, con diversidad en los tipos de ítems, por lo que no se aplicaron coeficientes específicos, se contrastó la información contra la evidencia de literatura, las correcciones de los expertos y la coherencia de lo indicado en los resultados.

Se incluyó en la encuesta: 24 preguntas, 11 son de selección única, dos de respuesta corta, 6 que requieren dos respuestas cortas, 4 de selección múltiple y una pregunta abierta. Se dividió en tres secciones:

Un sistema automatizado se compone de dos partes:

- 1) **La parte operativa** actúa directamente sobre la máquina, cuenta con elementos que hacen que la máquina opere correctamente, como por ejemplo actuadores y captadores.
- 2) **La parte de mando** utiliza tecnología programable como Controladores Lógicos Programables (PLC), Controlador de Automatización Programable (PAC), microcontrolador y otros.

### Sección 1

Constituida por 10 preguntas con variables cualitativas que buscaban conocer las principales características de la empresa, por ejemplo, capital, cantidad de trabajadores, años de experiencia, donde realizan las ventas, tipo de empresa y como parte importante de la investigación la variable de automatización que medía si cuenta con procesos automatizados.

### Sección 2

La segunda sección fue de 11 preguntas dirigidas sólo para empresas que poseen al menos un proceso automatizado, estas preguntas contemplaron: nivel de automatización, conocimiento del personal y subcontrato de proyectos. La primera variable busca identificar el nivel donde se ubican las empresas, de acuerdo a sus procesos automatizados, que pueden ir desde un nivel operativo (maquinaria o equipo [terminales de datos] con algún tipo de sensor, temporizador u otro) hasta un sistema integral que controla los recursos de la organización (operativa y administrativa) por medio de un sistema de planificación de recursos empresariales, por sus siglas en inglés ERP, o un nivel que incluye IoT (Internet de las cosas) o Industria 4.0. La segunda variable es muy importante, ya que evidenciaba si el personal poseía el conocimiento en materia de automatización, así como el nivel de educación (técnico o ingeniero) y la especialidad que, entre otros, contempla a los ingenieros industriales. Con la tercera variable se esperaba conocer si las empresas realizaban automatizaciones con personal propio o si preferían subcontratar a un tercero (una empresa especialista en el tema).

### Sección 3

La tercera sección se enfocó en el conocimiento de un ingeniero, particularmente el industrial. Por lo tanto, las variables que considera son: tipo de ingeniería y conocimiento requerido de un ingeniero industrial.

### Procedimiento para la recolección de información

Para la captura de información se realizaron las siguientes acciones:

- 1) Se realizaron entrevistas virtuales a dos empresas con algún grado de automatización, con ello se obtuvo información sobre niveles de automatización, elementos para consultar sobre el nivel de conocimiento de profesionales sobre automatización. Las consultas fueron preguntas abiertas y se obtuvo respuesta por correo electrónico.
- 2) Con base en la información recopilada en las entrevistas, se diseñó una encuesta, que contemplaba preguntas clave, para indagar sobre las necesidades de conocimiento en el tema de automatización. El cuestionario se distribuyó mediante la plataforma “Google Forms” de Microsoft Office. Fue revisado por un experto en temas de automatización para su revisión.
- 3) Se envió el cuestionario vía correo electrónico y por medio de llamada o mensaje telefónico a 75 empresas, que tenían al menos un proceso automatizado en cualquiera de los niveles. Antes de enviar la encuesta se consultaba si tenían al menos un proceso relacionado con automatización.
- 4) Posterior a la captura de información, se realizó el análisis de datos utilizando herramientas de estadística descriptiva, ya que el tamaño de la muestra no permite hacer una inferencia sobre la población. Se aplicaron medidas de tendencia central para el análisis de los datos, así como gráficos para facilitar la visualización de resultados.

### 3. Resultados y discusión

La encuesta fue de carácter confidencial, por lo cual no se indicaban los nombres de las empresas, sin embargo, en la Tabla 2 se presenta un resumen de las principales características identificadas con la aplicación del formulario.

**Tabla 2.** Principales características de empresas que contestaron el cuestionario.

Tipo de empresa	Cantidad	Capital			Ventas a nivel		
		Nacional	Extranjero	Mixto	Local	Internacional	Ambos
Alimenticia	9	5	2	2		1	8
Otro tipo de manufactura	4	1	3	0		1	3
Farmacéutica/ Productos médicos	7	3	4	0	1	2	4
Eléctricas/telefónica / Gas, vapor y aire acondicionado	2	1	1	0	2	0	0
Financieras / Seguros / otros servicios	7	4	3	0	1	3	3
Otro tipo de empresa	10	7	3	0	6	1	3
Metalmecánica	1	1	0	0	0	0	1
Suministros de Agua / Evacuación aguas residuales / gestión de desechos	1	1	0	0	1	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>23</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>22</b>

La encuesta fue contestada por 41 empresas con operación en Costa Rica, 34 de ellas, brindaron información respecto al nivel de automatización que poseían. De capital nacional contestaron un total de 23 empresas y 22 tienen ventas tanto dentro como fuera de Costa Rica. Los sectores de mayor representación son: alimenticia, farmacéutica/productos médicos y financieras.

La Tabla 3 muestra la cantidad de empresas que contaban con procesos automatizados, según el nivel respectivo y de forma acumulativa, por ejemplo, en el nivel 3 se identificaron 7 empresas (21%) que poseían una automatización con interfases (HMI/SCADA) máquina-proceso-hombre para facilitar la interacción, que adicionalmente contaban con procesos de controles secuenciales a través de ordenadores especializados y el nivel operativo maquinaria o equipo (terminales de datos). Un dato interesante es que el 42% de las empresas contaban con niveles del 4, 5 y 6, que son tipos de automatización más especializadas.

**Tabla 3.** Cantidad de empresas por nivel de automatización.

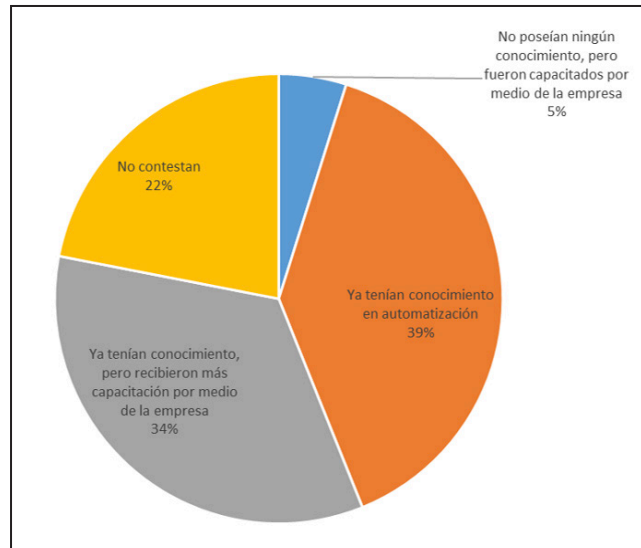
Nivel	Descripción	Cantidad	Porcentaje
1	Operativo: maquinaria o equipo (terminales de datos) dispuesto para la producción y que cuenta con algún tipo de sensor, temporizador, controlador, actuador u otro similar.	4	12%
2	Control de procesos secuenciales a través de ordenadores especializados: Controladores Lógicos Programables (PLC). Pueden ser interconectados con dispositivos E/S y contar con un protocolo de comunicación con niveles operativos.	9	26%
3	Se crean interfases (HMI/SCADA) máquina-proceso-hombre para facilitar la interacción.	7	21%
4	Se refiere a los sistemas MES (Manufacturing Execution System)	3	9%
5	Integra todos los procesos y controla los recursos de la organización, tanto operativa como administrativa, por medio de un ERP que facilita la planificación estratégica y la toma oportuna de decisiones.	5	15%
6	Este nivel incluye IoT, Industrial Internet of Things o Industry 4.0.	6	18%
	<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>100%</b>

Nota: De las 41 empresas 34 contestaron sobre los niveles de automatización que poseían.

El 75% de las empresas (30) cuentan con personal que posee algún conocimiento en automatización. Las profesiones y el nivel académico, en el área técnica representan el 30% del total indicado (35) y de ingeniería 70% restante (81). El porcentaje mayoritario está definido por los Ingenieros Industriales y los Eléctricos/electrónicos, en la encuesta representan el 33% del total (116 áreas).

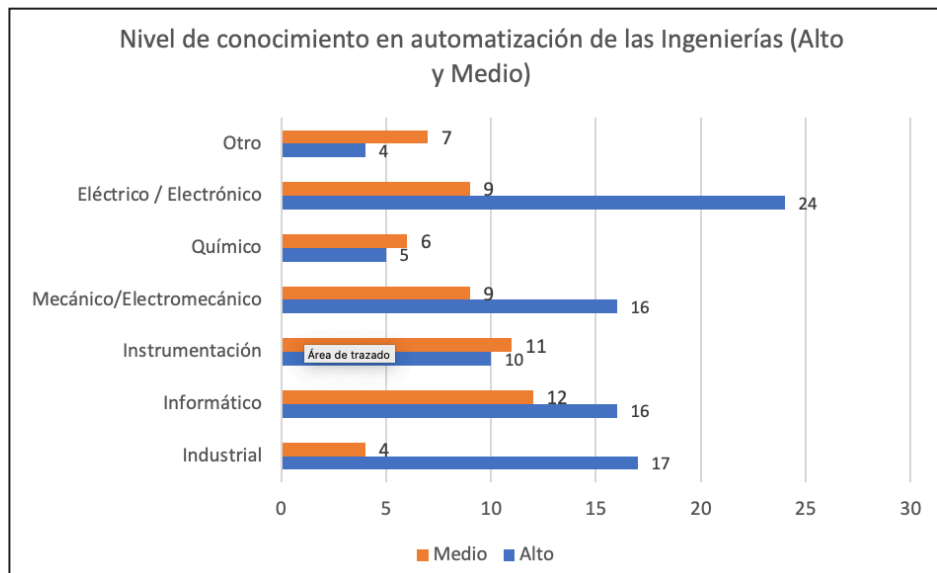
Respecto al nivel académico del personal con conocimiento en automatización en la empresa. En el total de empresas en cuanto al conocimiento de automatización de sus colaboradores, el 39% (16) ya tenían conocimiento en automatización cuando fueron contratadas, 34% (14) ya tenían conocimiento, pero recibieron más capacitación de su empresa y sólo el 5% (2) no poseían ningún conocimiento, pero fueron capacitados por medio de la empresa. El restante 22% no contestaron (9). Ver Figura 1.

**Figura 1.** Nivel de conocimiento en automatización del personal contratado.



Se consultó ¿Cuál es el nivel de conocimiento en automatización que deberían tener los diferentes tipos de ingenierías?, esto de acuerdo con la experiencia que ya tenían las empresas respecto a los diferentes tipos de profesional. Particularmente en el caso de un ingeniero industrial, el 41% (17) de las empresas consideraron que el conocimiento debe ser alto y el 10% (4) piensan que debe ser medio, mientras que el 29% (12) pensaban que debe ser bajo. En la Figura 2, se muestran los resultados de la cantidad de empresas que consideraron cuál debería ser el nivel de conocimiento en cada ingeniería y considerando únicamente niveles alto y medio. Se puede apreciar que se le da importancia al profesional de Ingeniería Eléctrica el cual representa 59% de los empresarios que consideran debe tener alto conocimiento al igual que el Industrial (41%) y el Informático junto con el Mecánico/Electromecánico 39% para cada uno.

**Figura 2.** Nivel de conocimiento en automatización que deberían tener los profesionales en ingenierías



Ante la pregunta, ¿Considera que los profesionales en ingeniería industrial deberían ser formados a nivel Universitario en temas de automatización?, los empresarios contestaron según se puede observar en la Tabla 4. Se puede destacar que el 61% opina que el nivel del conocimiento debe ser medio o alto.

**Tabla 4.** Formación universitaria de un ingeniero industrial en temas de automatización.

Tipo de conocimiento	Cantidad	%
Un conocimiento alto	16	39
Un conocimiento medio	9	22
Un conocimiento bajo (conceptos básicos)	3	7
No contestó	7	17
Lo mejor es contratar una persona con experiencia, que haya trabajado en otra empresa	3	7
Es solo la empresa la que debe de capacitar, según su necesidad	3	7
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>100</b>

Ante la consulta de cuáles competencias técnicas debería tener un ingeniero industrial, los empresarios opinaron entre los temas: transformación digital, IoT, cloud computing, programación, simulación de procesos, componentes de automatización, sistemas SCADA y análisis de datos.

#### 4. Conclusiones

Esta investigación se orientó a la determinación del nivel de conocimiento requerido sobre la automatización como práctica en los procesos en el campo de la ingeniería industrial, esta práctica permite que “... el ingeniero ... agregue valor a las empresas y al mercado” (Cruzado, 2017, pp. 1). En ese sentido los datos permitieron observar que la mayoría de las empresas, y el personal ingenieril, contaba con algún grado de ese conocimiento en la materia. Lo anterior se convierte en una oportunidad para implementar nuevas tecnologías en entornos industriales. Es importante recalcar que la falta de apropiación de nuevas filosofías en los ingenieros de automatización hace que la transición a estos nuevos retos de la industria se realice progresivamente (Mejía-Neira, 2019).

Para el logro de lo indicado por Mejía-Neira, es fundamental contar con ingenieros industriales que cuenten con “competencias específicas del área de la automatización, en función de ser más competitivo y brindar a la sociedad y al mercado las soluciones adecuadas para la nueva revolución industrial” (Zafra, 2020, pp. 3).

Lo indicado previamente acarrea, por consecuencia, que los sistemas universitarios, incluyan en sus planes de estudio, el abordaje de contenidos sobre automatización industrial. En esa línea de pensamiento, se pudo observar que las empresas participantes mostraron interés en mejorar ese conocimiento, y que el profesional de ingeniería industrial debe contar con un nivel medio o alto de conocimiento en temas de automatización.

#### 5. Referencia

- Boliviana, U. C. (07 de Marzo de 2022). *Portal Universidad Católica Boliviana*. Obtenido de Programa de Ingeniería Industrial: <https://portal.scz.ucb.edu.bo/es/Ingenieria-Industrial>
- Camargo, E. V. (2018). Diseño de un módulo de posicionamiento electroneumático para el entrenamiento de profesionales afines a la automatización y control industria. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(23), 23-31. doi:<https://doi.org/10.31908/19098367.3699>
- Contreras Bravo, L. E. (2015). Diseño de guías de laboratorio para desarrollar habilidades profesionales en la asignatura Automatización del programa de ingeniería industrial. *Academia y Virtualidad*, 8(2), 112-122. doi:<https://doi.org/10.18359/ravi.1427>
- Cruzado, R. (2017). *Evolución Retos y Oportunidades para el Ingeniero Industrial*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/evoluci%C3%B3n-retos-oportunidades-para-el-ingeniero-rolando-cruzado>
- Garcés, G. &. (2020). Ajustar la Educación en Ingeniería a la Industria 4.0: Una visión desde el desarrollo curricular y el laboratorio. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19(40), 129-148. doi:<https://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201940garces7>



- Hewitt, J. &.-G. (2019). La automatización en el sector de los servicios offshore: Impactos sobre la competitividad y la generación de empleo. Costa Rica: CEPAL. doi:10.13140/RG.2.2.12440.85769
- INEC, D. (2019). *Total de empresas según sectores de actividad económica a un dígito por intervalo de trabajadores*. Obtenido de <https://www.inec.go.cr/economia/directorio-de-empresas-y-establecimientos-0>
- Mejía-Neira, Á. J.-O. (2019). Influencia de la Ingeniería de Software en los Procesos de Automatización Industrial. *Información tecnológica*, 30(5), 221-230. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000500221>
- Ramírez, R. R. (2017). Metodología para la investigación y redacción. *Grupo de investigación EUMED.net*, 1, 79-87.
- Seika. (2021). *Seika: Empresa de automatización y control Industrial en México*. Recuperado el 01 de 06 de 2021, de <https://www.seika.com.mx/5-niveles-de-la-automatizacion-industrial/>
- TEC. (s.f.). *Programa de Automatización Industrial*. Obtenido de <https://www.tec.ac.cr/programa-automatizacion-industrial>
- UAM. (s.f.). *Plan de Estudios de la Licenciatura en Ingeniería Industrial*.
- UCR. (s.f.). *Programa de Ingeniería Industrial*. Obtenido de [https://repositorio.so.ucr.ac.cr/programas\\_ciencias\\_naturales/Ingenieria%20Industrial/2016/II%20CICLO%202016/II0603\\_Sistemas\\_Automatizados\\_de\\_Manufactura\\_\(1\)\\_II\\_2016\\_Sede\\_OC.PDF](https://repositorio.so.ucr.ac.cr/programas_ciencias_naturales/Ingenieria%20Industrial/2016/II%20CICLO%202016/II0603_Sistemas_Automatizados_de_Manufactura_(1)_II_2016_Sede_OC.PDF)
- UNED. (s.f.). *Brochure Ingeniería Industrial*. Obtenido de <https://www.uned.ac.cr/sites/default/files/inline-files/brochure-ingenieria-industrial.pdf>
- UNICAH. (2022). *Programa de Ingeniería Industrial*. Recuperado el 07 de Marzo de 2022, de <https://www.unicah.edu/wp-content/uploads/2021/05/industrial.pdf>
- Universidad de Lima. (s.f.). *Programa de Ingeniería Industrial*. Recuperado el 07 de Marzo de 2022, de <https://www.ulima.edu.pe/pregrado/ingenieria-industrial/plan-de-estudios>
- Universidad Fidélitas. (01 de Enero de 2021). *Plan de Estudios Ingeniería Industrial*. (Universidad Fidélitas) Obtenido de <https://ufidelitas.ac.cr/carrera/ingenieria-industrial-plan-de-estudios>
- UTN. (s.f.). *Programa de Ingeniería Industrial*. Obtenido de <https://www.utn.ac.cr/sites/default/files/attachments/21%20Ingreso%20y%20Matricula%20al%20Plan%20de%20Estudios%20de%20Licenciatura%20en%20Ing%20en%20Producci%C2%A2n%20Industrial.pdf>
- Vargas, L. T. (2018). *Integración de sistemas automatizados: elaboración de prototipos y su reporte técnico*. México: Grupo Editorial Exodo. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/ufidelitas/128565>
- Zafra, C. (2020). *Aprendizaje de la automatización industrial en tiempos de pandemia*. Una experiencia virtual de aprendizaje basado en proyectos. Bogotá, Colombia: Ciencias Sociales y Educación Programa de Especialización de Pedagogía.