

**Evaluación del potencial de adopción de la industria 4.0 en el contexto laboral e industrial
de Colombia: retos y oportunidades para la competitividad**

Maicol Ivan Riveros Oropeza

Asesor

Edicson Enrique Rubiano Arazales

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios - ECACEN

Especialización en Gestión de Proyectos

2025

Dedicatoria

A Dios primero que todo por darme la sabiduría para afrontar cada una de las situaciones que me ha presentado a lo largo de mi vida.

A mis padres por el esfuerzo, crianza y el gran sacrificio que hicieron, reflejado hoy en cada uno de los logros alcanzados, no solo por mí, sino también por mis hermanos. Sé que mi padre desde el cielo está orgulloso y mi madre que aún brinda ese amor incondicional, también lo está.

A mi esposa e hijos por el apoyo, respaldo y dedicación que me han brindado durante todo este proceso universitario. Sin ellos, difícilmente habría alcanzado los objetivos tanto profesionales como personales. Y, por último, pero no menos importante, a la empresa SAExploration donde me forme laboralmente y me brindó la oportunidad de trabajar en el extranjero. Esta experiencia ha sido clave en mi crecimiento profesional.

Agradecimientos

"A Dios, a mi esposa e hijos por su apoyo moral y espiritual; al señor director Edicson Enrique Rubiano Arazales por su dedicación durante este proceso académico, y a todas las directivas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)."

Resumen

La industria 4.0 definida como la integración de inteligencia artificial, internet, robótica, realidad aumentada y ciberseguridad, conlleva a cambios inminentes en el entorno laboral e industrial, siendo representativo su impacto en las diferentes perspectivas, que son:

Entorno económico: Se impacta la productividad, las nuevas oportunidades de negocio y la estructura laboral.

Entorno Social: Implica nuevas formas de trabajar, cambios en la calidad de vida y nuevos desafíos éticos.

Impacto ambiental: Eficiencia en el consumo de recursos, implementación de energías renovables, gestión de recursos para disminuir la contaminación.

Impacto Tecnológico: Desarrollo de la inteligencia artificial, conectividad avanzada, desafíos para la ciberseguridad.

La digitalización y la industria 4.0 trae nuevos retos para todos los sectores productivos y su debida adaptación a los cambios puede contribuir al crecimiento económico y mayor competitividad en cada entorno, en conclusión, la Industria 4.0 está transformando el entorno laboral en Colombia de manera compleja, presentando tanto oportunidades significativas como desafíos considerables. Aunque la implementación aún no es generalizada, su impacto se acelera, impulsado por factores como la pandemia y la necesidad de competitividad global.

La automatización puede eliminar puestos de trabajo que implican tareas repetitivas y de baja cualificación. Sin embargo, también se espera la creación de nuevos empleos relacionados con tecnologías avanzadas, como ingenieros industriales especializados en digitalización, análisis de datos e inteligencia artificial, Colombia enfrenta un déficit de talento humano con las competencias requeridas por la Industria 4.0. El mercado laboral demanda profesionales con

conocimientos en inteligencia artificial, big data, automatización, ciberseguridad y análisis de datos.

Existe una notable brecha entre las habilidades de la fuerza laboral actual y las que exige la nueva era digital. Los trabajadores poco cualificados tienen un mayor riesgo de ser reemplazados, mientras que quienes se capacitan en nuevas tecnologías encontrarán mayores oportunidades, la automatización y la optimización de procesos permiten a las empresas colombianas reducir costos, mejorar la calidad de sus productos y ser más competitivas, el avance hacia la Industria 4.0 en Colombia no es homogéneo. Las grandes empresas están a la vanguardia, mientras que las pequeñas y medianas empresas (PYMES) enfrentan mayores retos de adaptación, principalmente por limitaciones de capital y conocimiento.

Palabras clave: Transformación digital, cuarta revolución industrial, procesos productivos, cadena de valor, inteligencia artificial.

Abstract

Industry 4.0, defined as the integration of artificial intelligence, the internet, robotics, augmented reality, and cybersecurity, entails imminent changes in the workplace and industry. Its impact is representative of the following perspectives:

Economic Environment: This impacts productivity, new business opportunities, and the labor structure.

Social Environment: It involves new ways of working, changes in quality of life, and new ethical challenges.

Environmental Impact: Efficient resource consumption, implementation of renewable energy, and resource management to reduce pollution.

Technological Impact: Development of artificial intelligence, advanced connectivity, and cybersecurity challenges.

Digitalization and Industry 4.0 bring new challenges for all productive sectors, and their proper adaptation to these changes can contribute to economic growth and greater competitiveness in each environment.

In conclusion, Industry 4.0 is transforming the work environment in Colombia in complex ways, presenting both significant opportunities and considerable challenges. Although implementation is not yet widespread, its impact is accelerating, driven by factors such as the pandemic and the need for global competitiveness.

Automation can eliminate jobs involving repetitive and low-skilled tasks. However, the creation of new jobs related to advanced technologies is also expected, such as industrial engineers specializing in digitalization, data analysis, and artificial intelligence.

Colombia faces a shortage of human talent with the skills required by Industry 4.0. The labor market demands professionals with knowledge of artificial intelligence, big data, automation, cybersecurity, and data analysis.

There is a notable gap between the skills of the current workforce and those required by the new digital era. Low-skilled workers are at greater risk of being replaced, while those who train in new technologies will find greater opportunities.

Automation and process optimization allow Colombian companies to reduce costs, improve product quality, and become more competitive.

Progress toward Industry 4.0 in Colombia is not uniform. Large companies are at the forefront, while small and medium-sized enterprises (PYMES) face greater adaptation challenges, primarily due to capital and knowledge limitations.

Keywords: Digital transformation, fourth industrial revolution, production processes, value chain, artificial intelligence.

Tabla de Contenido

Introducción	13
Justificación	14
Objetivos.....	15
Objetivo General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Metodología	16
Marco Conceptual y Teórico	18
Iniciativas, programas y normatividad industria 4.0 en Colombia	18
Marco de Gobierno Digital:	18
Ley que fomenta la industria electrónica	19
Graficas Resultados De La Encuesta	30
Conclusiones.....	53
Recomendaciones	54
Referencias Bibliográfica.....	56

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Considero que tengo un conocimiento claro sobre lo que implica la industria 4.0 para el sector productivo en Colombia.</i>	27
Figura 2 <i>Creo que la adopción de tecnologías de la industria 4.0 es crucial para la competitividad de las empresas colombianas a nivel regional y global.</i>	28
Figura 3 <i>Mi organización/empresa reconoce la importancia estratégica de invertir en tecnologías de la industria 4.0 para su futuro.</i>	29
Figura 4 <i>La industria 4.0 es un tema relevante y discutido activamente en mi sector industrial actual.</i>	30
Figura 5 <i>La falta de inversión económica suficiente es el principal obstáculo para la adopción de la industria 4.0 en mi sector en Colombia.</i>	31
Figura 6 <i>La carencia de personal con habilidades y conocimientos especializados en tecnologías 4.0 (ej., IA, IoT, Big Data) es un reto significativo para mi organización.</i>	32
Figura 7 <i>La resistencia al cambio cultural por parte de los empleados o la dirección es un factor que dificulta la implementación de la industria 4.0.</i>	33

- Figura 8** *La infraestructura de conectividad y ciberseguridad actual en Colombia es inadecuada para soportar una adopción masiva y segura de la industria 4.0.* 34
- Figura 9** *La ausencia de políticas gubernamentales claras y de programas de apoyo específicos para la industria 4.0 retrasa su adopción en el país.* 35
- Figura 10** *La complejidad técnica de integrar y gestionar las diferentes tecnologías de la industria 4.0 es un obstáculo importante.*..... 36
- Figura 11** *La implementación de la industria 4.0 mejoraría significativamente la productividad y la eficiencia operativa en mi organización/sector.* 37
- Figura 12** *Las tecnologías 4.0 representan una oportunidad clave para la creación de nuevos productos, servicios o modelos de negocio innovadores en Colombia.* 38
- Figura 13** *La industria 4.0 contribuirá a una mayor eficiencia en el uso de recursos y energía, promoviendo la sostenibilidad en la industria colombiana.*..... 39
- Figura 14** *Considero que la adopción de la industria 4.0 generará nuevas y mejores oportunidades laborales (ej., empleos con mayor valor añadido) en el largo plazo para los colombianos.* 40

Figura 15 <i>La industria 4.0 es esencial para que Colombia pueda competir eficazmente en mercados globales, atrayendo inversión y mejorando su posicionamiento</i>	41
Figura 16 <i>La automatización y digitalización impulsadas por la industria 4.0 requerirán una capacitación masiva de la fuerza laboral actual.....</i>	42
Figura 17 <i>Las universidades y centros de formación en Colombia están preparando adecuadamente a los futuros profesionales para los desafíos de la industria 4.0.</i>	43
Figura 18 <i>Mi organización/sector está desarrollando estrategias activas para la gestión del talento en el contexto de la industria 4.0 (ej., formación continua, atracción de talento)...</i>	44
Figura 19 <i>Mi organización/empresa ha iniciado o planea iniciar pronto un proceso formal de transformación digital hacia la industria 4.0.....</i>	45
Figura 20 <i>Estoy optimista sobre el potencial de la industria 4.0 para transformar positivamente el panorama laboral e industrial de Colombia en los próximos 5 años.....</i>	46
Figura 21 <i>De la industria 1.0 a la industria 4.0</i>	47

Lista de Tabla

TABLA 1 <i>EMPLEOS EN LA ECONOMÍA DIGITAL</i>	51
--	----

Introducción

La industria 4.0 impacta la transformación de bienes y servicios, promoviendo la eficiencia, la innovación y la competitividad. Es una nueva revolución industrial que integra la inteligencia artificial con los procesos productivos, según la SAP. La industria 4.0 se basa en 9 pilares que conectan el mundo físico y digital, desarrollando sistemas inteligentes y autónomos.

El impacto de todos estos cambios conlleva a una evolución que involucra todos los entornos: laboral, cultural, legislativo, operativo, tecnológico, entre otros, por tanto, la industria 4.0 se convierte en algo más que una actualización y representa una transformación integrada de producción que cambia los modelos de los mercados y los entornos de negociación.

El entorno del mundo actualmente es cambiante, volátil, se mueve a un ritmo acelerado; por tanto, la tecnología 4.0 entra a mejorar eficiencia y productividad conforme a las exigencias, sin embargo, no todas las empresas y unidades de negocios están en la capacidad de adherirse a este modelo de manera inmediata; asimilar los cambios implica realizar esfuerzos económicos, adaptar normas legislativas, formarse académicamente, entre otros.

En el desarrollo de este documento, se desplegarán los principales conceptos relacionados con el impacto de la digitalización y la industria 4.0, así como su evolución y estado actual. Finalmente, se presentarán conclusiones que buscan aportar al debate académico y profesional, brindando insumos útiles para futuras investigaciones o intervenciones prácticas. Con ello, se espera contribuir a una mejor comprensión de esta revolución y sus desafíos.

Justificación

La industria 4.0 impacta significativamente varios sectores económicos de nuestro país, como lo son: el sector manufacturero, el sector agrícola, el sector minero, el sector de servicios; comprendiendo de esta manera el sector económico y productivo en general de Colombia. Esto conlleva a enfrentar desafíos, resolver obstáculos e implementar las nuevas prácticas de la industria 4.0, para esto, los sectores deben implementar infraestructura eficiente que garantice conectividad y adopción de nuevas tecnologías. La capacitación es otro factor implícito que se convierte en exigencia para la implementación de la nueva forma de industrialización.

A nivel de Gobierno se han formalizado avances con iniciativas para promover la industria 4.0 como lo es el “Plan Nacional de Industria 4.0” que busca promover la competitividad del país y la implementación de nuevas tecnologías, sin embargo, pese a estos avances, se debe considerar que tan preparada está tanto la industria como el entorno laboral en Colombia para implementar y adherirse a esta cuarta revolución industrial que enfrenta el mundo, de esta manera se busca aportar un análisis de desafíos y oportunidades, exponer el contexto actual y definir recomendaciones que conlleven a superar los obstáculos.

Objetivos

Objetivo General

Analizar las barreras y oportunidades que enfrenta la industria en Colombia para la adopción efectiva de la industria 4.0, identificando estrategias que mejoren la competitividad y el entorno laboral, así como el impacto diferencial de los problemas de infraestructura en sectores y tamaños de empresa.

Objetivos Específicos

Evaluar el estado de la infraestructura digital y su impacto en la capacidad de las empresas para adoptar tecnología de la industria 4.0

Identificar las iniciativas del sector privado y del gobierno que fomentan la implementación de la industria 4.0 en Colombia, así como las limitaciones en el marco normativo que afectan esta transición.

Proponer recomendaciones basadas en la investigación de la percepción de los trabajadores y empresarios sobre los cambios que la industria 4.0 puede generar en el mercado laboral y en la creación de empleo en la región.

Metodología

Esta investigación adopta un enfoque mixto, combinando métodos cualitativos y cuantitativos, con el fin de realizar un análisis integral de las barreras y oportunidades en la adopción de la Industria 4.0 en Colombia, específicamente en los contextos laboral e industrial. El diseño de la investigación es de carácter descriptivo, permitiendo obtener una comprensión detallada de la situación actual.

La población objetivo está conformada por empresarios, gerentes, responsables de innovación y trabajadores de diferentes sectores industriales en Colombia, tales como manufactura, agricultura, minería y obras civiles. Para la muestra, se empleará un muestreo no probabilístico por conveniencia, con empresas del municipio de Trinidad, Casanare. Se realizaron 40 encuestas que permitan obtener resultados confiables.

En cuanto a las técnicas e instrumentos de recolección de datos, se realizó una revisión documental de fuentes secundarias, informes e investigaciones relevantes que aportaron contexto y antecedentes sobre la Industria 4.0 en el país. Además, se diseñó un cuestionario estructurado, elaborado a partir de modelos existentes de evaluación de madurez digital y percepción sobre tecnologías de la Industria 4.0, cuyo fin fue recopilar información sobre la percepción, nivel de preparación, obstáculos y expectativas del sector empresarial y laboral. Instrumento de recolección conformado por 20 variables dicotómicas y nominales ordinales. De la cual se pudo obtener un nivel de confiabilidad y consistencia inter del 89% según lo relacionado al Alpha de Cronbach

Para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados, se realizó una prueba piloto del cuestionario, ajustando los instrumentos según los hallazgos preliminares. Además, se adoptaron técnicas de triangulación, combinando diversas fuentes y métodos de recolección de

información, con el propósito de fortalecer la credibilidad de los hallazgos. Durante todo el proceso, se respetaron los aspectos éticos, garantizando el anonimato y confidencialidad de los participantes, y cumpliendo con los lineamientos institucionales y legales vigentes.

Marco Conceptual y Teórico

Iniciativas, programas y normatividad industria 4.0 en Colombia

Marco de Gobierno Digital:

Este marco del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC) establece la hoja de ruta para la transformación digital del estado y la sociedad, impulsando tecnologías como la Inteligencia Artificial (IA).

Este proyecto de ley se basa en principios y directrices establecidas en la hoja de ruta para garantizar la adopción ética y responsable de la IA en Colombia del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, además, por organizaciones internacionales de prestigio como la OCDE, la UNESCO y la Unión Europea. La Ley de IA de la Unión Europea (EU AI Act) ha servido como una referencia importante, proporcionando un marco detallado para la clasificación y regulación de los sistemas de IA según su nivel de riesgo¹. Los principios de la OCDE destacan la importancia de la transparencia, la seguridad y la responsabilidad en el desarrollo de la IA², mientras que las directrices de la UNESCO enfatizan la necesidad de un enfoque centrado en el ser humano, promoviendo la justicia social y la sostenibilidad ambiental”

En Colombia, la IA tiene el potencial de transformar sectores de interés como la salud, la educación, la agricultura y la seguridad, mejorando significativamente la calidad de vida de los ciudadanos. La Hoja de Ruta de IA de MinCiencias establece una visión clara y detallada para la adopción ética y responsable de la IA, proponiendo acciones concretas para fomentar la investigación, el desarrollo, el uso, la innovación y la colaboración entre el sector público y privado.

Ley que fomenta la industria electrónica:

“Un proyecto de ley reciente busca fortalecer el ecosistema electrónico y de semiconductores, promover la inversión, la capacitación de talento humano y la innovación en este sector clave para la Industria 4.0. Este proyecto busca el crecimiento de la industria y también garantizar que Colombia esté a la vanguardia en el ámbito tecnológico, protegiendo nuestra soberanía y mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

Documento CONPES 3975:

Este documento, publicado en 2019, definió la Inteligencia Artificial y sentó las bases para su desarrollo en el país, aunque la regulación específica para su uso aún se basa en normativas existentes sobre protección de datos, competencia y protección al consumidor.

Normativa general:

Se aplican regulaciones preexistentes, como la Ley 1480 de 2011 de Protección al Consumidor y la normativa sobre propiedad intelectual y patentes, a las innovaciones de la Industria 4.0, para adaptarse a los mercados globales, las PYMES deben diversificar sus ofertas y lograr un desarrollo empresarial sostenible. La industria 4.0 es realizada por los sistemas de producción ciber-físicos que fusionan el mundo real y el virtual; es un concepto tecnológico y organizativo que conlleva cambios significativos en la gestión de los recursos materiales y humanos, lo que da lugar a un nuevo enfoque de gestión empresarial.

La Industria 4.0 facilita la toma de decisiones fundamentada en datos y en tiempo real. Tiene como pilares la digitalización, la flexibilidad y personalización de la producción, la logística, la simulación y la eficiencia energética y de materias primas. Para desarrollar los pilares, se utiliza comúnmente nueve herramientas asociadas a la industria 4.0: Cloud

Computing, Internet de las cosas (IoT), BigData, Inteligencia Artificial (IA). Fabricación Aditiva, Simulación, Sistemas Ciber-físicos y Robótica y la Integración

En Colombia, una de cada tres empresas se encuentra en desventaja en cuanto a la transformación digital y la cuarta revolución industrial (4RI). Lo que parece una aseveración sobre simplificada, a primera vista obedece a un patrón emergente, según el informe más reciente de la Encuesta de Transformación Digital de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI). Al encuestar a las empresas manufactureras y de servicios del país e indagar sobre si estas poseen actualmente una estrategia en cuanto a transformación digital, el 63,5 % respondió que sí y el 36,5 %, que no. También se les preguntó si las empresas hicieron inversiones para su transformación digital durante el año 2018; el 66,5 % dijo que sí y el 33,5 %, que no. Finalmente, en cuanto a si las empresas contaban con una estrategia de seguridad digital, el 61,8 % dijo que sí y el 38,2 %, que no.

Las razones para estas desventajas pueden ser tan variadas como el universo mismo de empresas. No obstante, en los años recientes, desde el Gobierno se han dado pasos agigantados en cuanto a su diagnóstico, con el objetivo de proponer estrategias en materia de talento humano, recursos tecnológicos y política pública, y superar los desafíos. Los obstáculos recurrentes expresados por los empresarios están asociados con ausencias en sus diferentes formas, tales como presupuesto, capital humano, liderazgo, modelo de negocio claro, cultura empresarial orientada a datos, mentalidad de cambio y conocimiento en transformación digital. Cabe destacar que los obstáculos mencionados anteriormente tienen uno en particular al que se le debe dar total prelación: la falta de conocimiento, que no está representada solamente en el entendimiento técnico para la implementación de iniciativas en cuanto a transformación digital, sino en la visión estratégica de su formulación, si bien es necesaria la formación del talento humano

competente en la materia técnica de proyectos impulsados por tecnologías emergentes, donde el liderazgo de los directivos se encuentre alineado, en cuanto a las necesidades propias del negocio, con las soluciones en materia de transformación digital basadas en la 4RI.

A lo largo de los años, la economía en Colombia ha girado en torno a productos básicos y recursos naturales; sin embargo, en un contexto internacional volátil es urgente trabajar por la sofisticación y diversificación del aparato productivo. Para conseguir dicha actualización, la transformación digital y el uso de herramientas tecnológicas son primordiales (Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, Conpes 3975, 2019). Si bien estos cambios son apremiantes por las oportunidades de desarrollo que conllevan, son un desafío enorme para el país, pues si estos retos no se asumen de manera oportuna, la brecha que ya existe entre Colombia y países más avanzados continuará creciendo (Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, Conpes 3975, 2019; PND 2018-2022). Por lo anterior, el Gobierno de Colombia ha realizado varias acciones dirigidas a alcanzar dicha transformación digital. Para el Estado, la digitalización implica una fuerte modificación de los procesos y la implementación de prácticas que incluyan el uso de herramientas tecnológicas modernas (PND, 2018-2022). La estrategia para mejorar la eficiencia de la administración pública por medio de la incorporación de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) empezó con la iniciativa Gobierno en Línea en el año 2008¹, seguida de la política de Gobierno Digital en el 2018. Estas surgieron con la convicción de que la transformación digital de la administración pública puede llegar a apalancar el proceso de transformación de toda la sociedad, generando un efecto multiplicador sobre las actividades productivas y la población (PND 2018-2022).

Siguiendo esta idea, la innovación y el uso tecnológico son piezas claves para abordar los desafíos que afronta el país; sin embargo, el estado de desarrollo tecnológico de Colombia

además de ser bajo, carece de una base empresarial fuerte, pues la economía está compuesta en gran medida por microempresas, en su mayoría unidades de subsistencia que suelen contar con bajos índices de apropiación tecnológica y altas cifras de empleo informal (OCDE, 2019). Esto resulta comúnmente en baja productividad, la cual se ve reforzada por la ausencia de presión competitiva. Es decir, no se presenta una fuerza que exija la adopción de TIC y herramientas tecnológicas disruptivas por parte de las microempresas (OCDE, 2019). Esto impide que el país incremente su competitividad y ofrezca oportunidades para la creación de valor social y económico (Política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial, Conpes 3975, 2019). En los últimos años se han hecho numerosas encuestas y estudios que permiten tener una visión transversal del acceso, uso y adopción de tecnologías en el ámbito empresarial. Una de las que se analizaron es la primera gran encuesta TIC de 2017, realizada por el Gobierno de Colombia, en la que se les preguntó a más de 3.000 empresas acerca del uso y retos que hallaban en la incorporación de TIC a sus procesos productivos. De esta encuesta llama la atención que tan solo el 68 % de las empresas afirmaron que tenían acceso a internet, lo cual permite calcular que un 32 % de la muestra no tiene conectividad. Esto, de entrada, reduce drásticamente la probabilidad de que ese porcentaje utilice tecnologías maduras, emergentes o avanzadas, ya que ni siquiera cuentan con internet. Además, se encontró que únicamente el 35 % de las empresas evaluadas realizan ventas de productos o servicio por internet y el 34 % compra por estos medios.

La inversión en investigación y desarrollo (I+D) es una de las cifras más relevantes al evaluar la voluntad de los sectores económicos y empresas para aportar nuevos conocimientos, tecnologías e innovación que garanticen su permanencia en el mercado (OCyT, 2018), pues es fundamental que un sistema de innovación cuente con un financiamiento suficiente y estable

(PND, 2018-2022). En el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 se afirma que un país obtiene resultados efectivos en materia de ciencia, tecnología e innovación con respecto a los recursos invertidos. Colombia superó solamente al 25,4 % de los países evaluados, con lo cual se evidenciaron debilidades en cuanto a la eficiencia de su inversión en el sector (PND, 2018-2022). Se estima que el gasto en I+D en el país es apenas del 0,3 % del PIB, mientras que México, Argentina y Brasil exhiben participaciones en el PIB del 0,4, 0,6 y 1,3 %, respectivamente. En esta misma vía, si bien la inversión en actividades científicas y tecnológicas (porcentaje del PIB) creció 57,6 % en el periodo 2010-2017, para este último año Colombia alcanzó el 0,65 %, cifra inferior a la que exhibieron Paraguay (0,93 %), Brasil (1,52 %) y Costa Rica (2,36 %) (Unesco, 2020). A pesar de ser una de las inversiones claves para el acercamiento a la cuarta revolución industrial, como se mencionó, la inversión en I+D es baja. Según el Global Competitiveness Report (GCR)⁴, Colombia ocupa el puesto 88 entre 141 países en el ranking de inversiones en I+D, específicamente la sección dedicada al Global Competitiveness Index 4.0 (GCI 4.0)⁵. Si se compara esta medida con otros países líderes de la región latinoamericana, se encuentra que México y Chile ocupan los puestos 64 y 74, respectivamente, en el GCI4.0. En general, se demuestra que, aunque llevan una ventaja sobre Colombia, no tienen cifras de inversión verdaderamente altas ni ocupan puestos altos en el ranking de países que invierten en I+D.

Ahora bien, realizando una comparación global, se encuentra que países líderes en Industrias 4.0 como Japón, Israel, Corea y Suiza, invierten porcentajes por encima del 3 % del PIB anual en actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo. Haciendo énfasis tan solo en la subcategoría de inversión en I+D, el primer puesto del ranking lo ocupa Israel, con un 4,3 % de su PIB, seguido de Corea con una inversión de 4,2 %, y en tercer lugar se encuentra Suiza, con una inversión de 3,4 % (GCR, 2019). Los tres principales países que más invierten en

estas actividades forman parte del top 20 de países más competitivos según GCR (2019). Israel, el país con más alta inversión en I+D, ocupa el puesto 20 en el índice, en el que se evalúan las medidas nacionales de competitividad, definidas como el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad; por otro lado, Corea ocupa el 13 y, finalmente, Suiza ocupa el puesto 5 dentro del mismo ranking. Es así como se hace explícita la relación entre adopción de tecnologías, cultura de innovación e industrias 4.0 con la inversión en investigación y desarrollo y se evidencia el efecto que tiene en la competitividad y productividad de la economía de los países. Además de entender el panorama global en términos de inversión I+D, es relevante explorar la evolución que estas inversiones han tenido en los últimos años en Colombia. También resulta interesante explorar las inversiones que se han realizado específicamente en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI), pues son aspectos relacionados con el núcleo de la cuarta revolución industrial.

Adopción Desigual de Tecnologías

El segundo desafío está relacionado con una adopción desigual de tecnologías, que puede ser causada por ausencia de conocimiento, dado que las competencias y habilidades de la ciudadanía parecen estar alejadas de las que demanda el sector productivo, lo que supone un reto para la empleabilidad y la productividad (PND, 2018-2022). Es evidente que las transformaciones estructurales de la cuarta revolución implican inevitablemente nuevas formas de trabajar, lo cual requiere cambios en la organización de las empresas, en las relaciones entre ellas y en la necesidad de desarrollo de competitividad digital (MinTIC, 2019; PND, 2018-2022; Wiesner, Gaiardelli, Gritti, & Oberti, 2018). La competitividad digital se define como la capacidad de una economía para adoptar y explotar tecnologías digitales conducentes a la transformación en las prácticas gubernamentales, modelos de negocio y la sociedad en general

(PND, 2018-2022). Sin embargo, se ha encontrado que muchos esfuerzos de digitalización fallan debido a la complejidad y a la incomprendibilidad de los desarrollos tecnológicos o por la poca motivación de los empleados que ven sin sentido la adopción de innovaciones (MinTIC, 2019). En primer lugar, los recursos humanos y su capacidad para realizar actividades en ciencia, tecnología e innovación son fundamentales para crear nuevas tecnologías y contribuir al fortalecimiento de la innovación (OCyT, 2018). Para tener un provecho real de los saltos que se pueden realizar gracias a la llegada de la tecnología y que han de impulsar las economías y cerrar las brechas que existen actualmente, debe haber un personal capacitado para realizar una adopción integral de las tecnologías. No se trata únicamente de usar algunas de las innovaciones sino de comprender en profundidad cómo se pueden integrar a los modelos de negocio y contextos colombianos.

¿La Tecnología es un Factor Generador de Desempleo?

Si bien es evidente que la innovación tecnológica trae consigo múltiples beneficios, con frecuencia despierta preocupaciones acerca de los efectos negativos que puede traer esta transformación. Una de las preocupaciones principales es sobre las repercusiones que traerá en el empleo y la fuerza 13. Global Innovation Index (GII). laboral, especialmente para aquellos trabajadores que pueden ser reemplazados por las tecnologías. Estos segmentos del mercado laboral temen verse perjudicados por el cambio tecnológico, sufriendo desempleo o disminución en ingresos, pues son labores que pueden ser automatizadas. Dado que las tecnologías pueden llegar a reemplazar la mano de obra, es igualmente cierto que también pueden servir como herramientas complementarias con las cuales se trabaja en conjunto para llegar a los objetivos deseados. Una evidencia de esto resulta de los datos de una amplia muestra mundial de economías que demuestran que el efecto de sustitución predomina a corto plazo. Una mejora del

1 % en la productividad laboral impulsada por la tecnología reduce el empleo en el primer año en un 0,2 % en las economías avanzadas y en un 0,1 % en las economías emergentes y en desarrollo. Además, después de las mejoras tecnológicas evidenciadas desde 1980 hasta 2018, el empleo disminuyó en el 70 % de los mercados emergentes y las economías en desarrollo y en el 90 % de las economías avanzadas (Dieppe, 2020). Sin desconocer que las cifras son altas, más allá de una pérdida de empleo se debe entender el cambio como una reorganización del factor productivo, como es el trabajo hacia procesos que agreguen mayor valor no solo al empresario sino al trabajador, retomando la complementariedad que se puede dar entre la fuerza laboral y las tecnologías.

La Tecnología 4.0 es Solo para Grandes Empresas

La revolución 4.0 no es exclusiva para las grandes empresas. Las pequeñas y medianas empresas (PYMES) también pueden adoptar estas tecnologías y beneficiarse de ellas, aunque enfrentan desafíos específicos. La clave está en adaptar las soluciones a la escala y los recursos disponibles.

Cómo las PYMES aplican la revolución 4.0

Las PYMES suelen comenzar su camino hacia la industria 4.0 con implementaciones específicas en lugar de una transformación a gran escala. Al ignorar cómo hacer uso de las tecnologías existentes, consideran que solo las grandes empresas y corporaciones podrán tener acceso a ellas, puesto que las imaginan complejas y costosas, con lo cual validan el mito (Basco, Beliz, Coatz & Garnero, 2018; GII, 2019). Además, este pensamiento trae consignas como “La mayoría de las pymes no están preparadas para la industria 4.0”, “Las pymes se están perdiendo las tendencias del futuro”, entre otras similares que lo único que logran es desincentivar en este segmento (Olle & Clauß, 2015, citados en Matt & Rauch, 2020).

- **Soluciones en la nube:** Acceder a tecnologías como la inteligencia artificial, el análisis de datos o el almacenamiento a través de la nube reduce la necesidad de grandes inversiones en infraestructura.
- **Pilotos enfocados:** Muchas empresas inician con proyectos piloto pequeños y bien definidos para probar nuevas tecnologías antes de escalarlas.
- **Mejora de la eficiencia:** Tecnologías como el internet de las cosas (IoT) y la automatización permiten a las PYMES optimizar operaciones, reducir costos y mejorar la productividad de forma progresiva.
- **Robótica asequible:** El costo de la robótica ha disminuido, haciendo que la automatización de tareas repetitivas sea accesible para empresas de todos los tamaños.
- **Análisis de datos:** Usar datos en tiempo real ayuda a las PYMES a tomar decisiones más informadas, optimizar procesos y anticipar problemas en la producción.
- **Optimización de la cadena de suministro:** Las soluciones 4.0 brindan una mayor visibilidad y control sobre la cadena de suministro, permitiendo entregas más rápidas y económicas.

Beneficios para las PYMES

- **Mayor competitividad:** Al mejorar la eficiencia y la calidad, las PYMES pueden competir más eficazmente en el mercado global.
- **Modelos de negocio innovadores:** La tecnología 4.0 abre la puerta a nuevos enfoques comerciales y a una mayor capacidad de respuesta a las demandas del mercado.
- **Sostenibilidad:** Operar con mayor precisión y gestionar el consumo de energía de forma inteligente contribuye a una producción más sostenible.

- **Satisfacción del cliente:** La adopción de tecnologías puede mejorar el servicio al cliente, la retención y la fidelidad.

Desafíos para las PYMES

A pesar de las oportunidades, las PYMES enfrentan barreras para adoptar la industria

4.0.

- **Altos costos:** La inversión inicial y el escalado de las tecnologías pueden ser costosos.
- **Falta de conocimientos:** Muchas PYMES carecen de los conocimientos técnicos internos y la comprensión de las tecnologías 4.0.
- **Ciberseguridad:** Una mayor conectividad conlleva nuevos riesgos de seguridad que deben gestionarse adecuadamente.
- **Integración de sistemas:** Elegir el software adecuado y lograr una integración fluida con los sistemas existentes puede ser un desafío técnico.
- **Resistencia al cambio:** La implementación de nuevas tecnologías puede generar resistencia por parte de la gerencia y los empleados.

Experiencias Internacionales Comparativas sobre la industria 4.0

Las experiencias internacionales comparativas sobre la Industria 4.0 muestran un liderazgo global de países como EE. UU., Alemania, Japón, China y Reino Unido, que concentran la mayor parte de las patentes y avances en tecnologías como la robótica y la inteligencia artificial. Se observa una brecha tecnológica significativa, con países que avanzan rápidamente y otros que apenas empiezan a implementar estas tecnologías, enfrentando desafíos como la falta de infraestructura, talento especializado y ciberseguridad. A pesar de esto, la Industria 4.0 genera oportunidades para la personalización, la sostenibilidad y la creación de nuevos modelos de

negocio, y países como Francia buscan impulsar aún más estas experiencias a través de políticas de exhibición e innovación.

Es crucial recordar que esta revolución no es estática; más bien, es un proceso en constante evolución que requiere una mentalidad innovadora y adaptable.

En el contexto de Colombia, las empresas no son ajenas a estas tendencias globales. La cuarta revolución industrial está llamando a las puertas de nuestras empresas, ofreciendo oportunidades emocionantes para el crecimiento y la expansión.

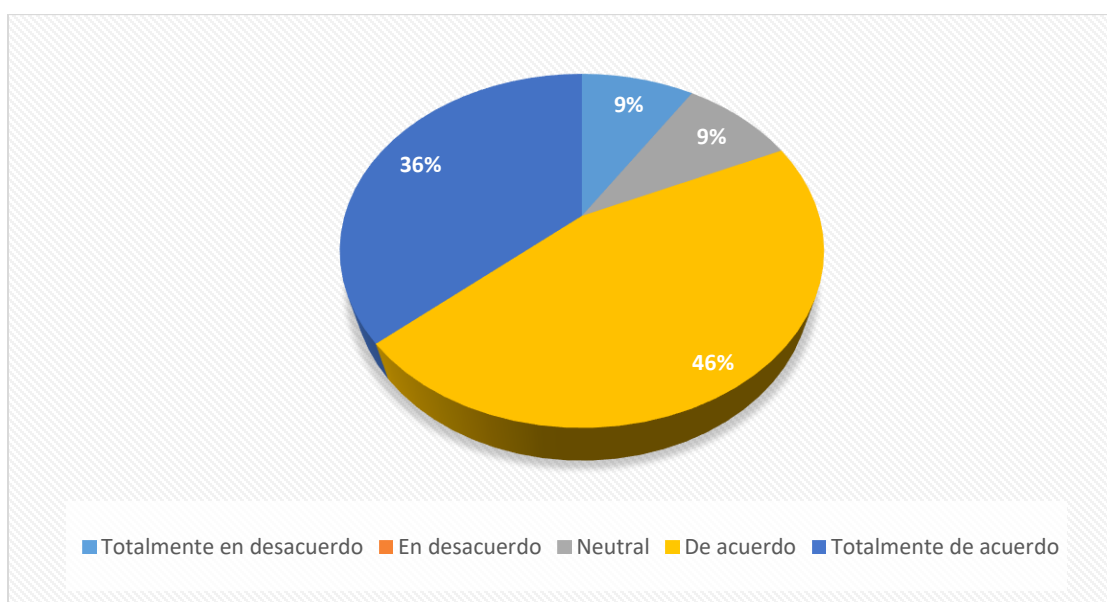
Aquellas empresas en Colombia que abrazan esta transformación estarán mejor preparadas para enfrentar los desafíos del futuro y asegurar su éxito continuo en la economía actual.

Graficas Resultados De La Encuesta

De acuerdo a los temas relacionados la industria 4.0 y el impacto que realiza en el mundo laboral, se realizó una encuesta con 20 preguntas, donde fue socializada con diferentes empresarios.

Figura 1

Considero que tengo un conocimiento claro sobre lo que implica la Industria 4.0 para el sector productivo en Colombia.



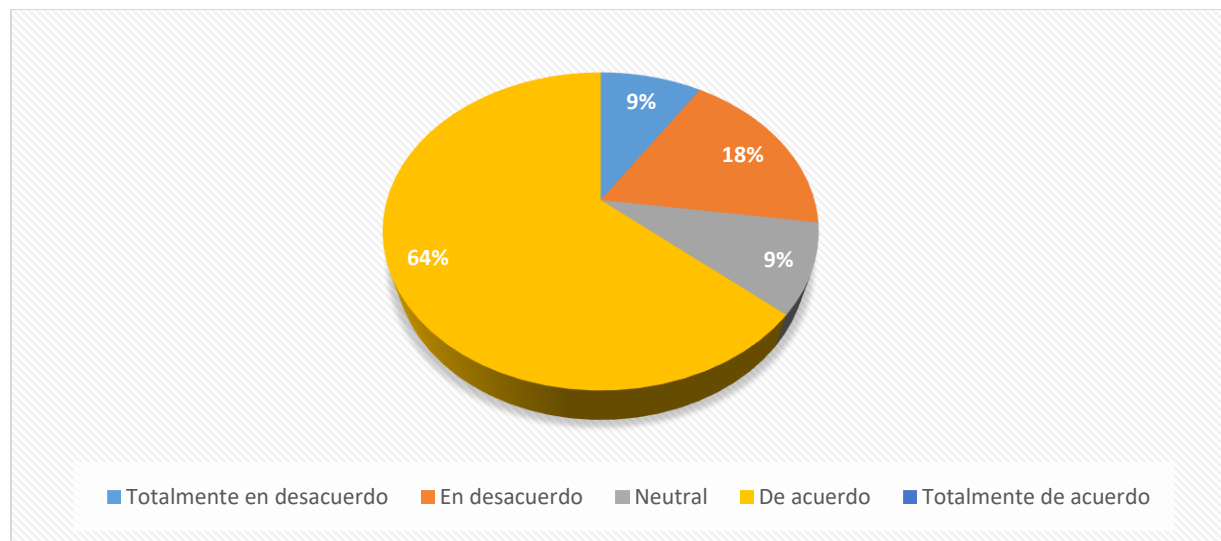
Nota: Elaboración propia

Como se puede evidenciar en esta encuesta estos resultados se dan por que los empresarios encuestados han venido contemplando la importancia de adoptar nuevas tecnologías, cambiando culturas organizacionales, nuevos modelos de negocios, estrategias y cómo se gestiona el talento humano, que cada uno de los empleados tengan un amplio conocimiento sobre la revolución industrial, En Industria 4.0, estas etapas tienden a estar más interconectadas, con flujos de información digital, de esta manera logran crecer en los

mercados tanto nacionales como internacionales, obteniendo así mejorar significativamente en todas sus áreas de producción y comercialización.

Figura 2

Creo que la adopción de tecnologías de la Industria 4.0 es crucial para la competitividad de las empresas colombianas a nivel regional y global.

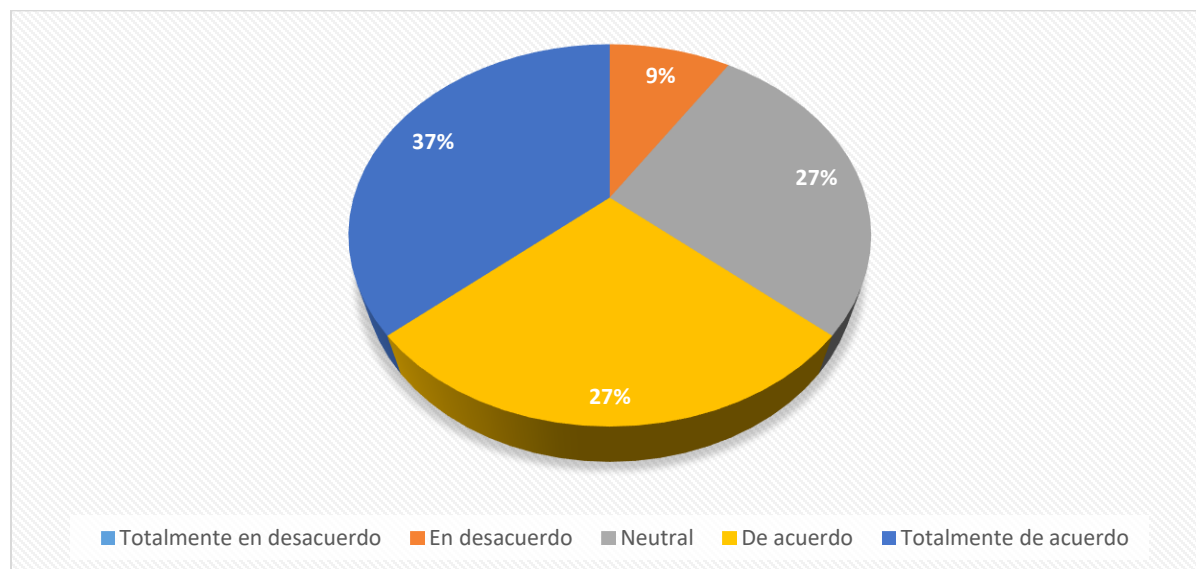


Nota: Elaboración propia

Estos resultados se dan debido a varios factores estructurales, económicos y tecnológicos que explican por qué la Industria 4.0 tiene un impacto tan significativo. Es decir que la implementación de las nuevas tecnologías es fundamental para el desarrollo y crecimiento de las empresas, ya que conlleva a un mejor desarrollo industrial y empresarial. mejorando su eficiencia operativa debido a que logra identificar en que áreas se debe optimizar su rendimiento y esto se logra con nuevas tecnologías que ayudan a optimizar procesos, reducir errores humanos y ser más eficiente en cada una de sus actividades operacionales ajustando la producción según la demanda real, considerando así una necesidad estratégica para las empresas.

Figura 3

Mi organización/empresa reconoce la importancia estratégica de invertir en tecnologías de la Industria 4.0 para su futuro.

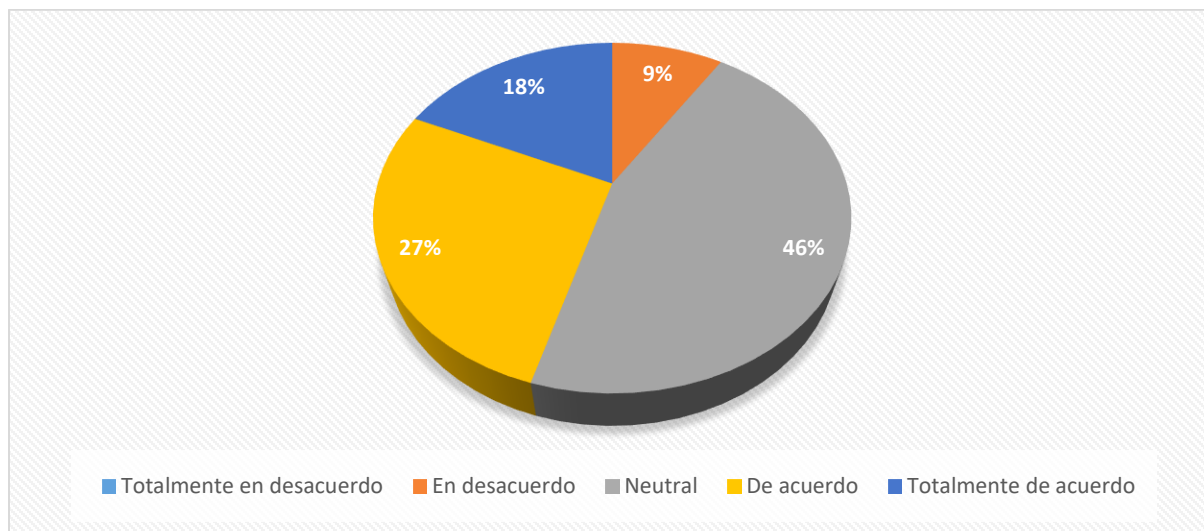


Nota: Elaboración propia

Como se puede evidenciar en esta encuesta el 37% se da por que los empresarios encuestados comprenden por completo la importancia estratégica de invertir en tecnologías de la Industria 4.0 como un factor clave para mejorar la eficiencia operativa, la capacidad de innovación y la competitividad en un entorno empresarial cada vez más digitalizado. como la automatización inteligente, el análisis avanzado de datos y la interconectividad de sistemas. Lo que quiere decir que si se aumenta el presupuesto para el área de tecnología reafirma un crecimiento industrial y empresarial, asegurando un mayor rendimiento y productividad en cada uno los frentes de fabricación que manejen las entidades, como resultado un mayor crecimiento económico.

Figura 4

La Industria 4.0 es un tema relevante y discutido activamente en mi sector industrial actual.



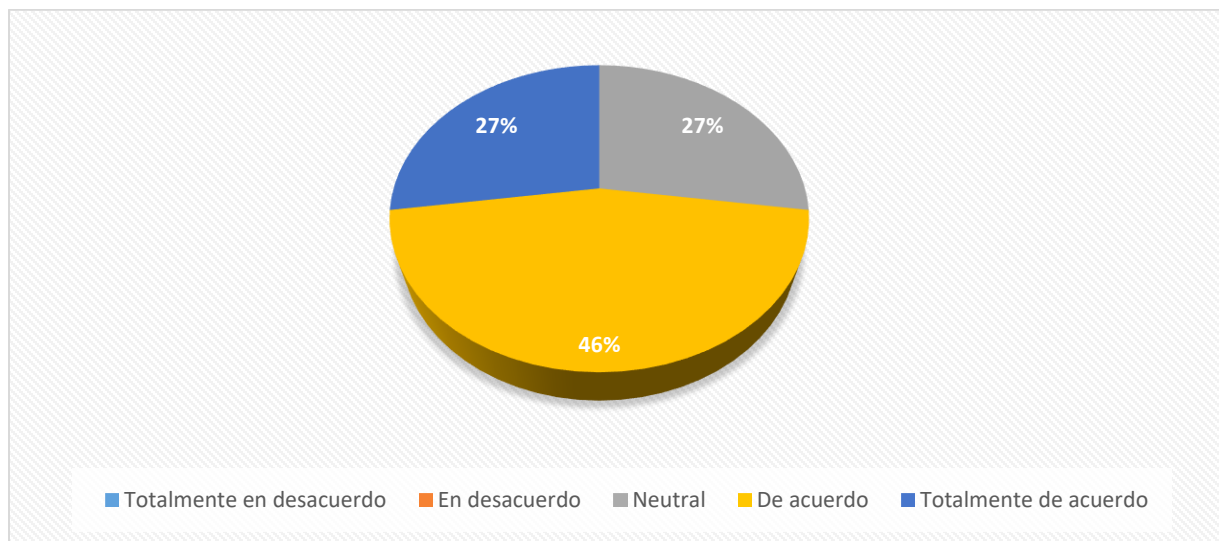
Nota: Elaboración propia

Estos resultados se dan ya que todas las entidades tanto públicas o privadas en la actualidad se debate sobre la importancia de la revolución industrial, aun así, se desconocen las tecnologías 4.0 Sin embargo, en Colombia aún se desconocen las tecnologías 4.0, lo que impide generar rentabilidad, competitividad y afecta negativamente la productividad empresarial.

Se evidencia que la mayoría de los empresarios encuestados les cuesta adaptasen a las nuevas tecnologías, esto podría darse por la edad que tienen estos empresarios,

Figura 5

La falta de inversión económica suficiente es el principal obstáculo para la adopción de la Industria 4.0 en mi sector en Colombia.

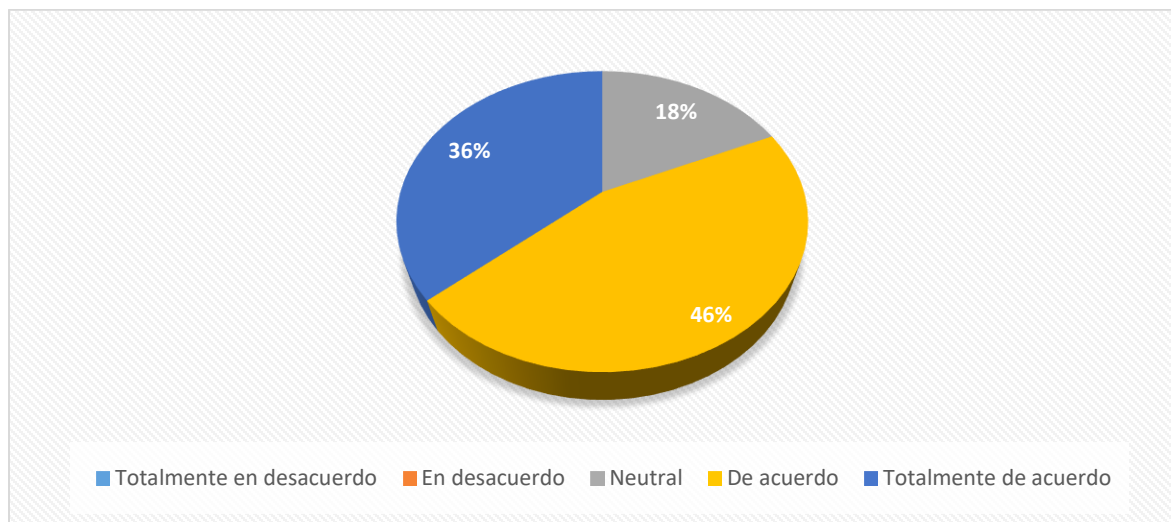


Nota: Elaboración propia

Como se puede evidenciar en esta encuesta el 46% de los empresarios refleja la falta de apoyo y respaldo económico de los gobiernos nacionales y locales para las empresas, estos microempresarios son los más afectados ya que desconocen de la importancia de las tecnologías 4.0 y sus establecimientos no cuentan con las infraestructuras necesarias para su adopción e implementación, debido a esta situación muchas empresas carecen del capital necesario para realizar estas inversiones o no cuentan con acceso a mecanismos de financiación adecuados. Además, en sectores tradicionales, existe un riesgo percibido alto asociado a este tipo de transformación digital, lo que desincentiva la asignación de recursos.

Figura 6

La carencia de personal con habilidades y conocimientos especializados en tecnologías 4.0 (ej., IA, IoT, Big Data) es un reto significativo para mi organización.

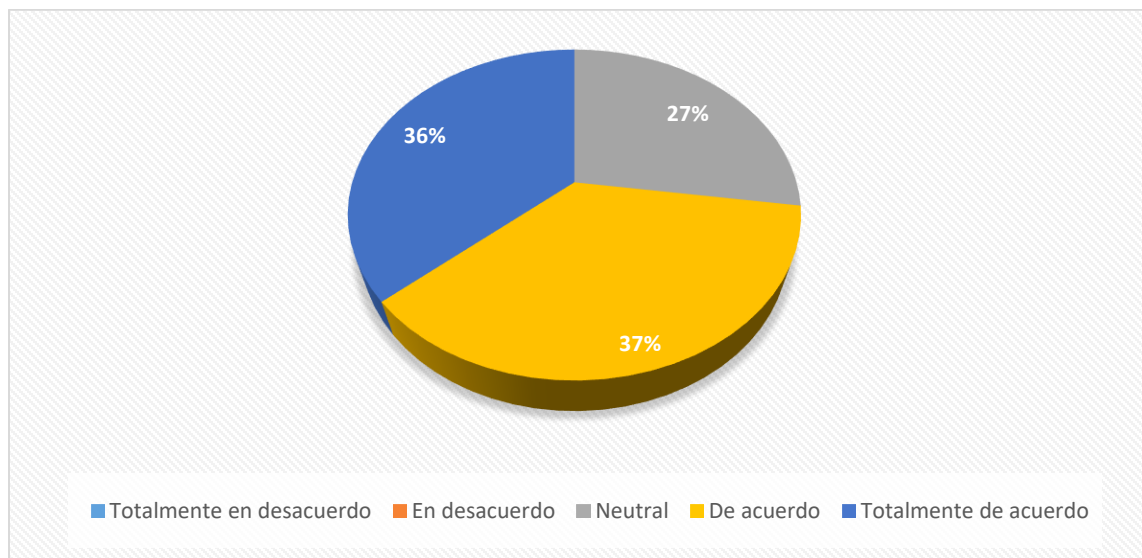


Nota: Elaboración propia

Estos resultados se dan ya los financieros encuestados ven en sus empresas la falta de personal con habilidades específicas y tecnológicas capaces de desarrollar programas de innovación y aprendizaje continuo, así mismo se considera importante y relevante que las universidades se profundicen en implementar y desarrollar tecnologías de la industria 4.0, para que el profesional salga con proyección tecnológicas con el fin de inyectar todo el conocimiento ya que en la actualidad las empresas carecen de habilidades y conocimientos industriales, de esta manera abra mayor contabilidad empresarial y económica.

Figura 7

La resistencia al cambio cultural por parte de los empleados o la dirección es un factor que dificulta la implementación de la Industria 4.0



Nota: Elaboración propia

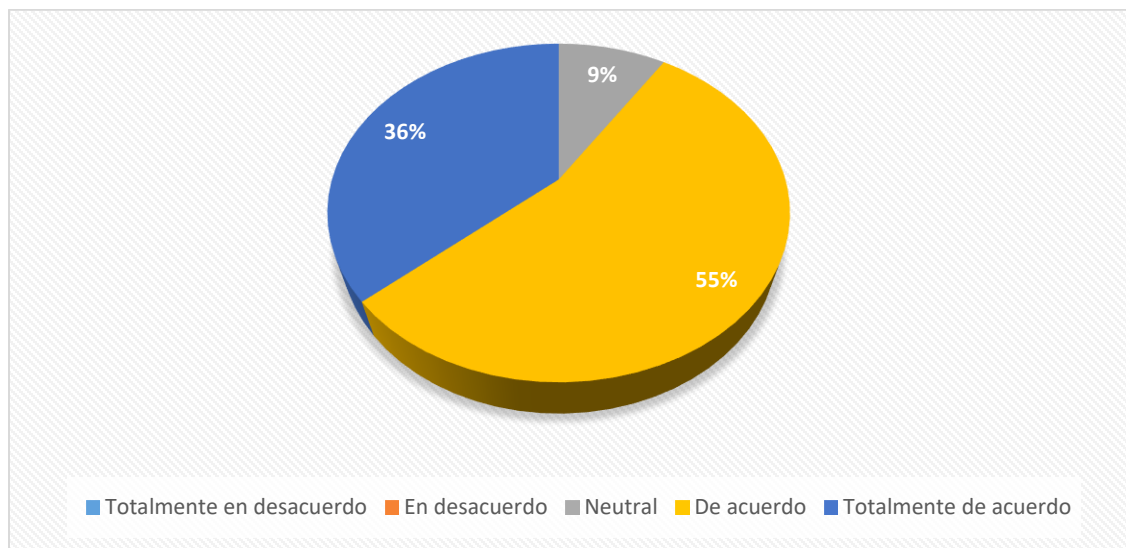
Como se ve reflejado en esta encuesta donde el 37% de los empresarios reconoce que muchos de sus empleados aun le temen a la implementación de la revolución industrial.

Hoy por hoy la mano de obra le cuesta adaptarse a los cambios industriales y tecnológicos. Ya que por décadas se han enfrentado a una rutina que le es difícil cambiar, por ende, no vemos incorporando tecnologías como: Inteligencia artificial (IA), Big Data, Automatización avanzada, Robótica colaborativa.

Es por eso que la tarea está para los dueños de empresas y centros educativos que son los que tienen que ir implementando profesionales altamente capacitados, estrategias y proyectos educativos con nuevas tecnologías relacionadas con la industria 4.0, el cambio será difícil, pero es necesario ya que serán más competitivos en los diferentes mercados económicos.

Figura 8

La infraestructura de conectividad y ciberseguridad actual en Colombia es inadecuada para soportar una adopción masiva y segura de la Industria 4.0.



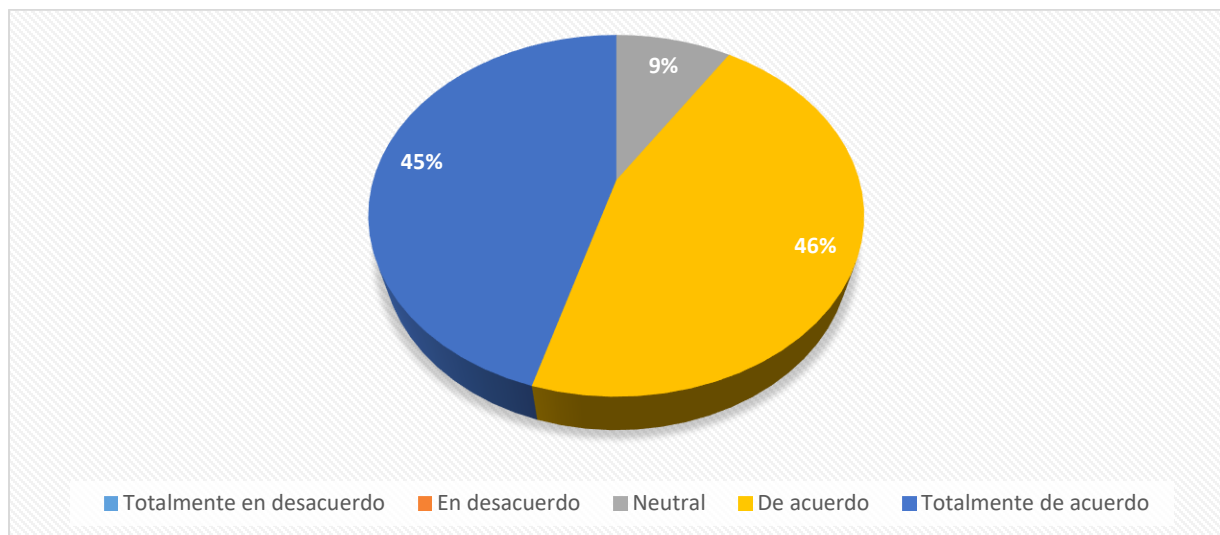
Nota: Elaboración propia

Para esta encuesta se ve reflejado un amplio porcentaje como lo es de más de la mitad de los empresarios donde reconocen la carencia se requiere mejor conectividad y mejores infraestructuras en Colombia para implementar la industria 4.0, es importante que los gobiernos inyecten recursos para poder generar proyector que mejores la conectividad es todo el territorio de esta manera proyectaremos la juventud así la atomización e industrialización digital, que es donde queremos general el mayor impacto tecnológico que es el que requieren las entidades.

Cabe resaltar que Colombia ha avanzado en cobertura de internet, especialmente móvil, pero aún existen así existen grandes desigualdades entre áreas urbanas y rurales, según MinTIC (últimos informes), más del 40% de los hogares rurales carecen de acceso a internet de calidad.

Figura 9

La ausencia de políticas gubernamentales claras y de programas de apoyo específicos para la Industria 4.0 retrasa su adopción en el país.



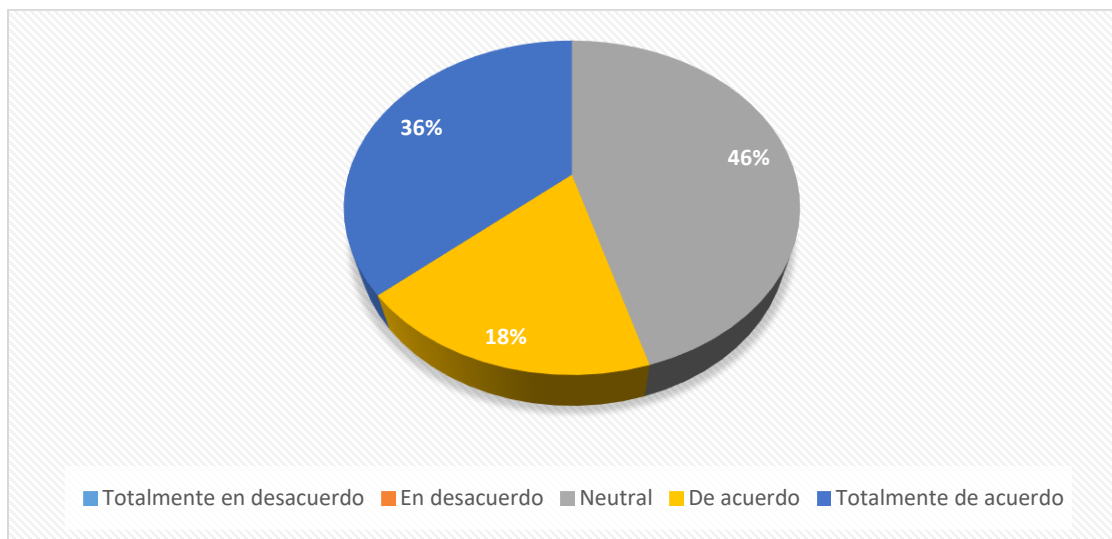
Nota: Elaboración propia

La falta de nuevas políticas públicas y programas específicos relacionados con la Industria 4.0 ha generado que muchas empresas aún no implementen estas tecnologías. Para fomentar el desarrollo del mercado nacional y, en consecuencia, potenciar el crecimiento a nivel internacional, es fundamental establecer un marco legal y normativo que apoye esta nueva revolución industrial.

Existen múltiples factores que dificultan la adopción de estas tecnologías por parte de las organizaciones. Sin embargo, la transformación digital es el objetivo hacia el cual se debe avanzar, y para lograrlo es imprescindible el apoyo del gobierno nacional mediante incentivos, regulaciones adecuadas y una visión estratégica de largo plazo.

Figura 10

La complejidad técnica de integrar y gestionar las diferentes tecnologías de la Industria 4.0 es un obstáculo importante.

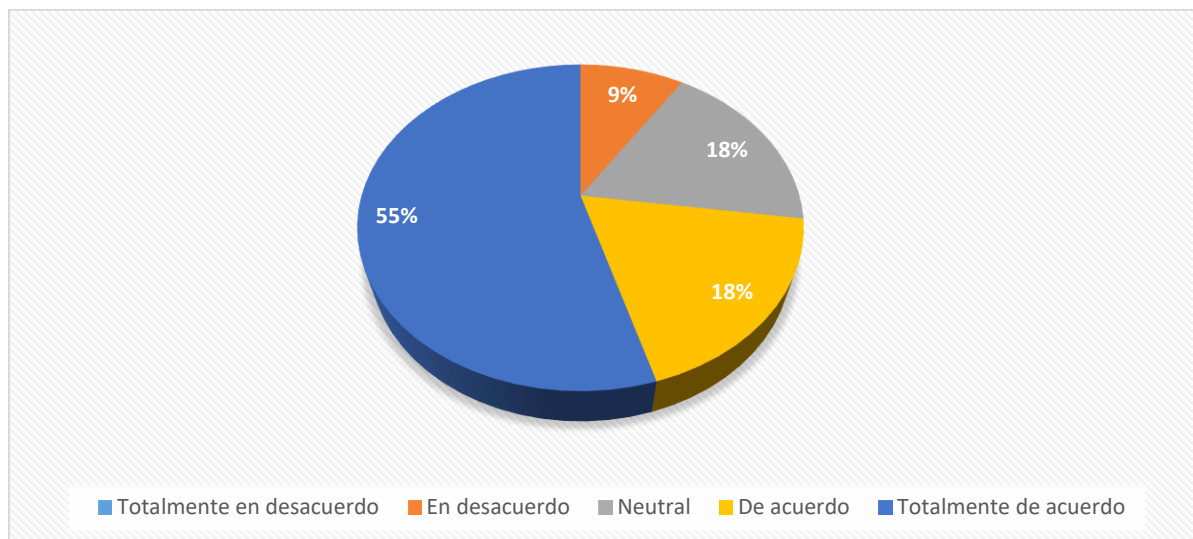


Nota: Elaboración propia.

Como se ve reflejado en esta encuesta donde el 36% en esta encuesta ya que los empresarios locales manifiestan que se requiere aumentar la mano de obra con experiencia sobre la revolución 4.0, ya que es fundamental considerar la diversidad de procesos que impactas en las empresas, por ende, la importancia de resaltar he implementar las nuevas tecnologías con el fin de hacer crecer los mercados industriales, cada una de estas tecnologías tiene sus propios requerimientos técnicos, protocolos de comunicación, plataformas y lenguajes, lo que complica su integración y así mismo se requiere mano de obra calificada y altamente preparada para sumir los retos que se presentan.

Figura 11

La implementación de la Industria 4.0 mejoraría significativamente la productividad y la eficiencia operativa en mi organización/sector.

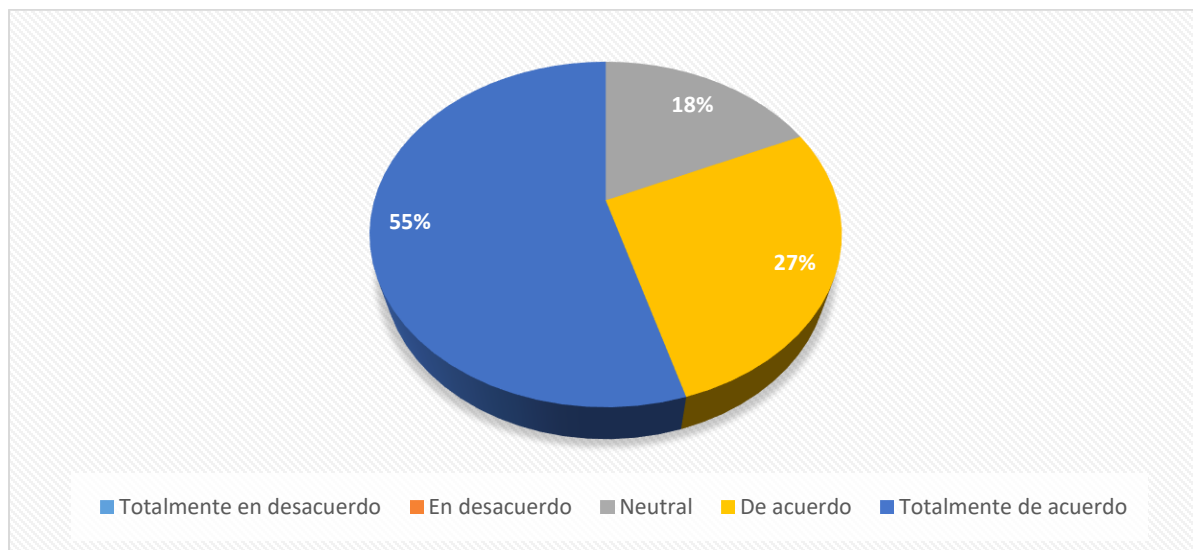


Nota: Elaboración propia

La grafica de esta encuesta nos muestra que los empresarios encuestados se afirman la importancia de la implementación de la industria 4.0 ayudara a ampliar el potencial de desarrollo de las empresas, su impacto real depende de varios factores como el nivel de madurez digital actual, la disposición al cambio, el tipo de industria, y los objetivos estratégicos de la organización, aun así de debe de avanzar en infraestructura y conectividad digital e industrial sería más grandes y exitosas, el objetivo es lograr la conectividad total de sus sistemas de procesos productivos y de negocio para mejorar su capacidad y beneficios significativos.

Figura 12

Las tecnologías 4.0 representan una oportunidad clave para la creación de nuevos productos, servicios o modelos de negocio innovadores en Colombia.



Nota: Elaboración propia

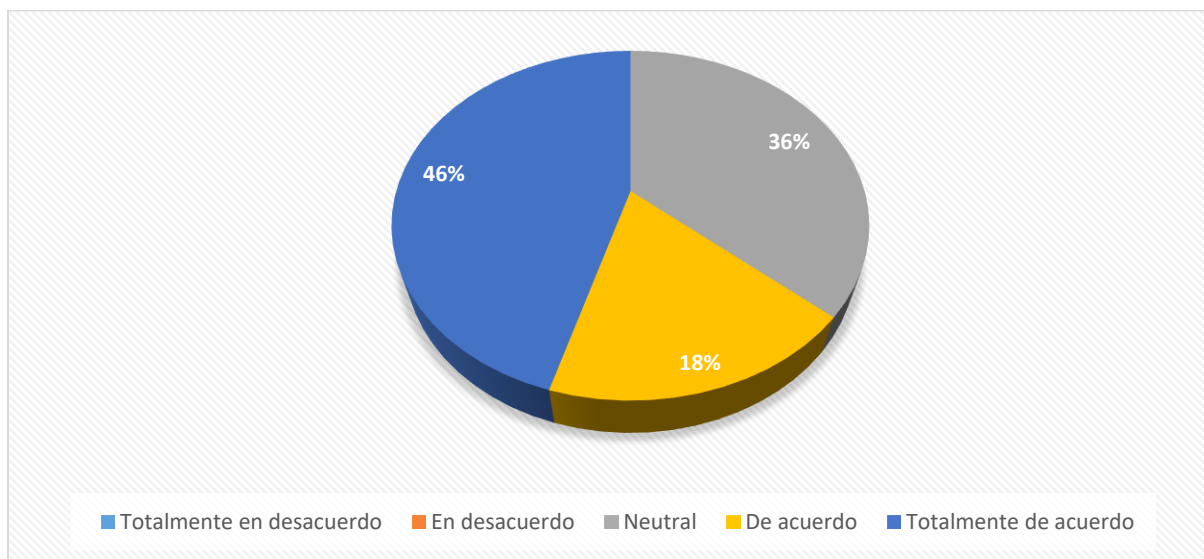
Los gerentes encuestados demostraron que las nuevas tecnologías transforman profundamente los sectores productivos y económicos a nivel global, representan una oportunidad clave para la innovación de la Trinidad Casanere y el resto del país, permitiendo el desarrollar nuevos productos y servicios que antes no eran posibles, como plataformas digitales, servicios financieros digitales, salud digital, educación virtual.

Estratégicamente serian mejor en todos los aspectos y aumentaría el crecimiento financiero, la industria 4.0 representan una oportunidad clave en el desarrollo y creación de nuevos productos servicios o modelos de negocio innovadores en Colombia.

Estas tecnologías pueden cerrar brechas en regiones apartadas, llevando conectividad, servicios financieros digitales, educación remota y salud digital donde antes era muy difícil.

Figura 13

La Industria 4.0 contribuirá a una mayor eficiencia en el uso de recursos y energía, promoviendo la sostenibilidad en la industria colombiana.

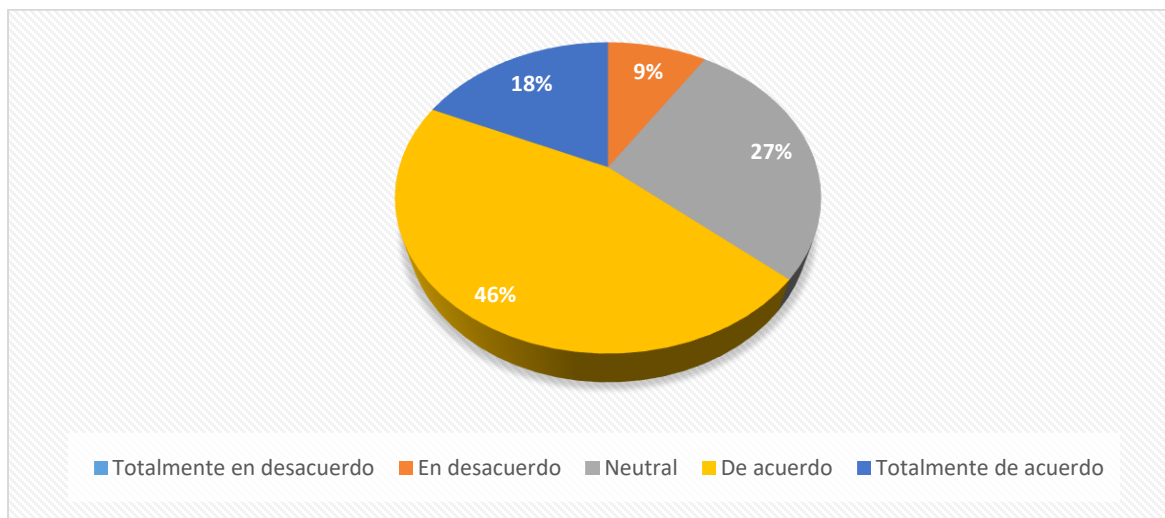


Nota: Elaboración propia

Como se observa en esta grafía los resultados de los gerentes encuestados manifiestan la importancia que es para cada una de las empresas implementar tecnologías avanzadas ya que puede ser una aliada clave para la sostenibilidad, la inteligencia artificial (IA), la automatización, el análisis de datos y la robótica, es decir que tiene el potencial de transformar radicalmente la forma en que las industrias operan. Con la llegada de la revolución será un impulso significativo para mejorar la productividad, crecimiento industrial y tecnológico ya que esta transformando la forma en que se diseña, fabrica y operan todos los sistemas industriales.

Figura 14

Considero que la adopción de la Industria 4.0 generará nuevas y mejores oportunidades laborales (ej., empleos con mayor valor añadido) en el largo plazo para los colombianos.



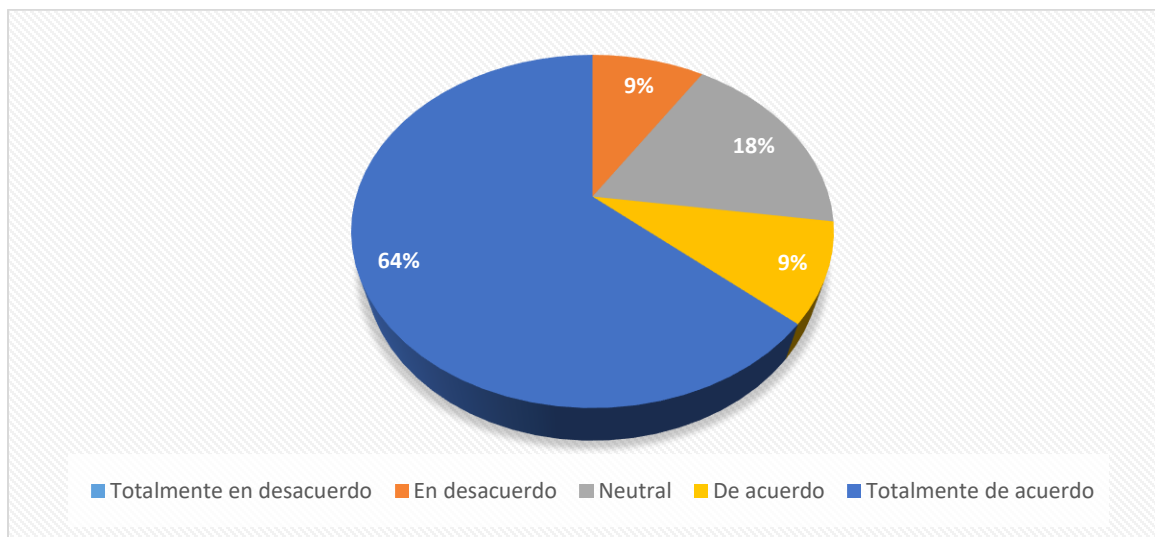
Nota: Elaboración propia

En este caso podemos analizar que los encuestados son conscientes de la importancia que puede llegar a transformando la manera en que se producen bienes y servicios a nivel regional y nacional. En estas empresas, su adopción podría generar nuevas y mejores oportunidades laborales, A medida que las tareas rutinarias y manuales sean automatizadas, surgirán roles que requieran habilidades más complejas y creativas como lo es el analista de datos y desarrolladores de software.

Con esto abra una mejor educación y mayor oferta laboral ya que las empresas buscaran esos perfiles profesionales capaces de transformar la industrialización con retos que lograra aumentar su productividad y rentabilidad económica, de esta manera se abrirá la bresa de oportunidades laborales.

Figura 15

La Industria 4.0 es esencial para que Colombia pueda competir eficazmente en mercados globales, atrayendo inversión y mejorando su posicionamiento

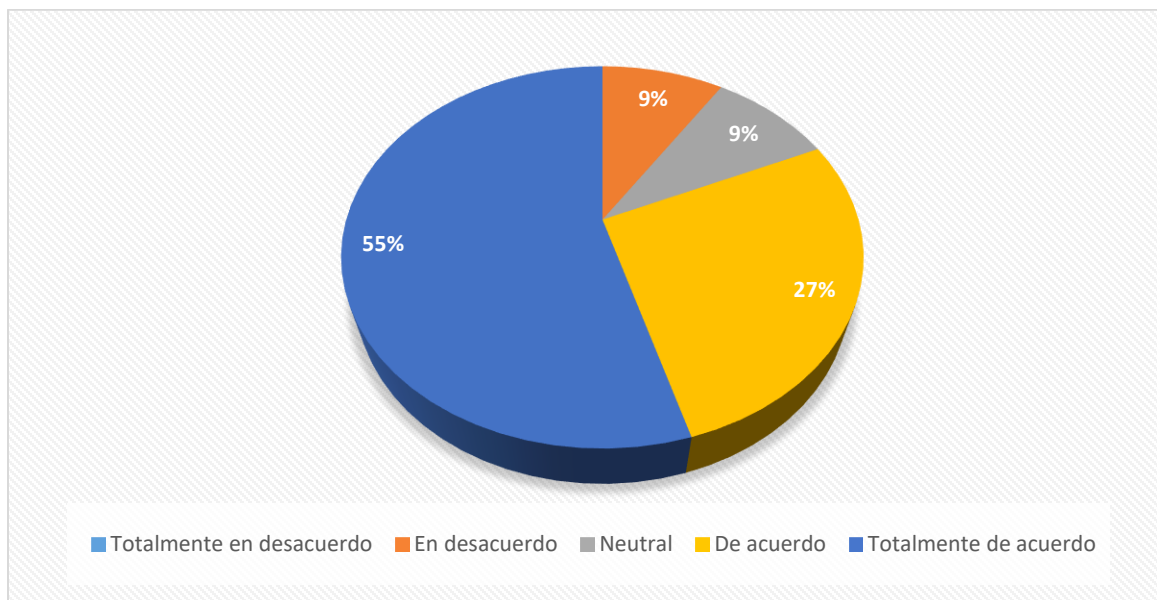


Nota: Elaboración propia

Como se ve reflejado en esta encuesta donde el 64% se dan por que los empresarios encuestados son conscientes de la llegada y la implementación de la industria 4.0, también conocida como la cuarta revolución industrial se requiere que se empiece a implementar en todas las empresas ya que ayudara a potenciar su desarrollo comercial e industrial logrando así mejorar su reconocimiento a nivel nacional. En nuestro país necesita fortalecer su ecosistema digital, invertir en infraestructura tecnológica, fomentar la innovación empresarial y adaptar sus políticas educativas para formar talento en áreas STEM, con esto representa una oportunidad crucial para que los países en desarrollo den un salto cualitativo en productividad y competitividad.

Figura 16

La automatización y digitalización impulsadas por la Industria 4.0 requerirán una recapacitación masiva de la fuerza laboral actual.



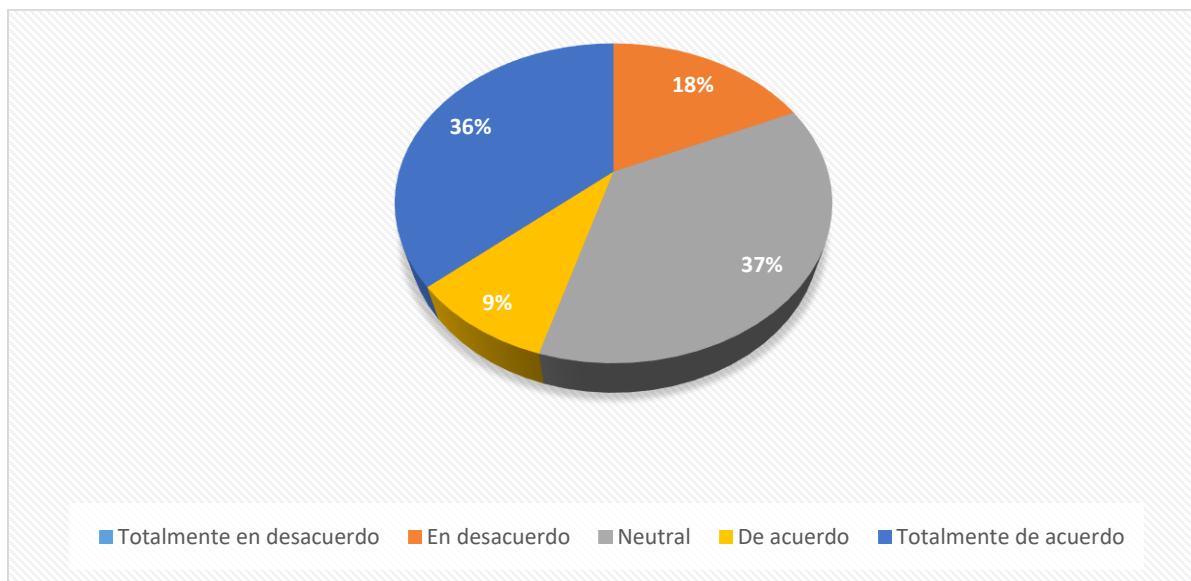
Nota: Elaboración propia

En este caso, podemos analizar que los encuestados son conscientes de que se requiere que las empresas implementen nuevas tecnologías y capaciten a la mano de obra. La automatización avanzada y la digitalización de los procesos de producción son aspectos clave. La nueva revolución industrial ha llegado para impulsar la capacidad de las máquinas de comunicarse entre sí y con sistemas más amplios, gracias a la conectividad a Internet.

Esto ayudara a transfor profundamente los procesos industriales y laborales. Esto tiene implicaciones directas y urgentes para la fuerza laboral en nuestra región y el resto del paisa.

Figura 17

Las universidades y centros de formación en Colombia están preparando adecuadamente a los futuros profesionales para los desafíos de la Industria 4.0.

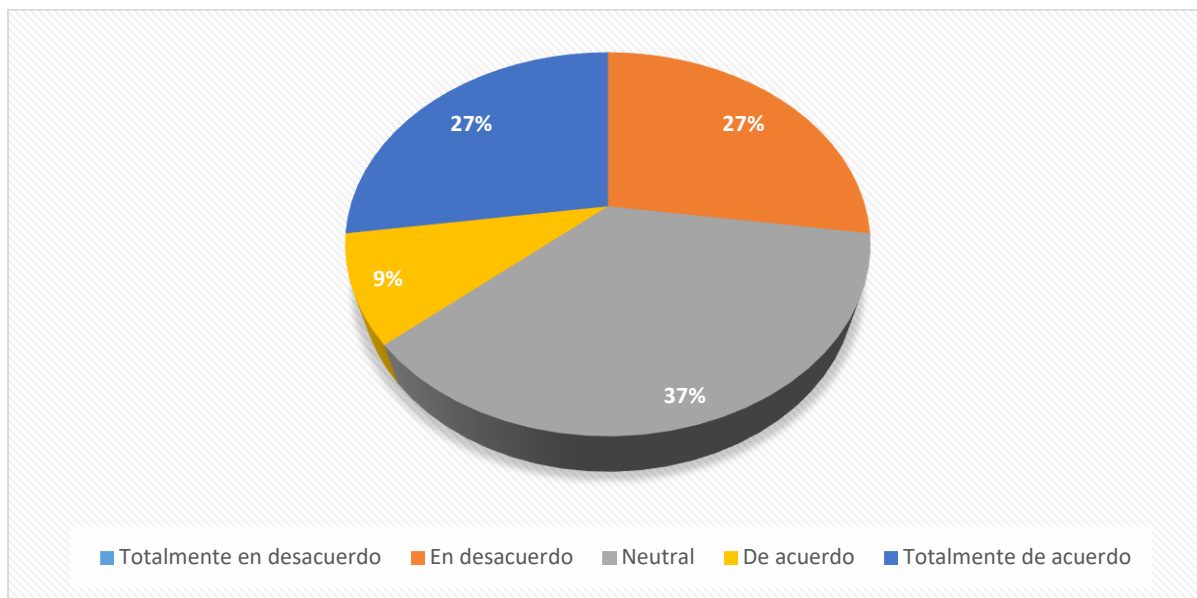


Nota: Elaboración propia

Los resultados de estas graficas vemos que la mayoría está neutral, pero un 37% de los encuestados piensan que es importante que los centros de formación replanteen sus metodologías, tomando como referencia las experiencias y buenas prácticas del sector europeo. Uno de los principales desafíos que enfrentan los profesionales actualmente es la adaptación a las nuevas tecnologías. Por ello, resulta fundamental que estas instituciones integren herramientas y contenidos que respondan a las demandas del mercado laboral, especialmente en el contexto de la actual revolución industrial. Cabe resaltar que existen universidades que ya están implementando nuevas tecnologías aún persisten importantes desafíos relacionados con la equidad, la formación práctica y la conexión con el sector productivo. Para lograr una verdadera transformación, se requiere un esfuerzo más articulado y descentralizado entre academia, industria y Estado.

Figura 18

Mi organización/sector está desarrollando estrategias activas para la gestión del talento en el contexto de la Industria 4.0 (ej., formación continua, atracción de talento).

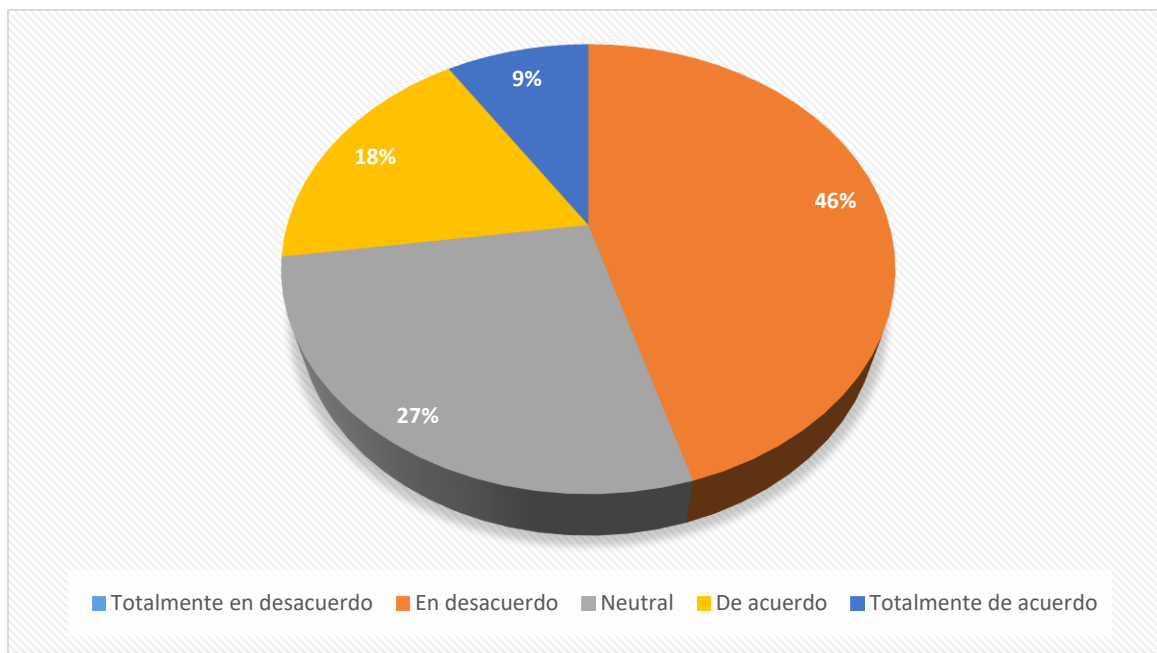


Nota: Elaboración propia

En esta encuesta podemos observar los diferentes resultados cabe resaltar que los encuestados son de empresas locales “Trinidad Casanare” es importante y fundamental seguir el desarrollo de nuevas tecnologías e implementarlas para su crecimiento global. Desde este enfoque, se puede decir que es importante precisar que la capacidad de gestionar eficazmente estos factores es crucial para lograr una ventaja competitiva sostenible y ambiciosa asegurar el éxito a largo plazo de la organización y el desarrollo de los colaboradores, haciendo crecer el gremio.

Figura 19

Mi organización/empresa ha iniciado o planea iniciar pronto un proceso formal de transformación digital hacia la Industria 4.0.

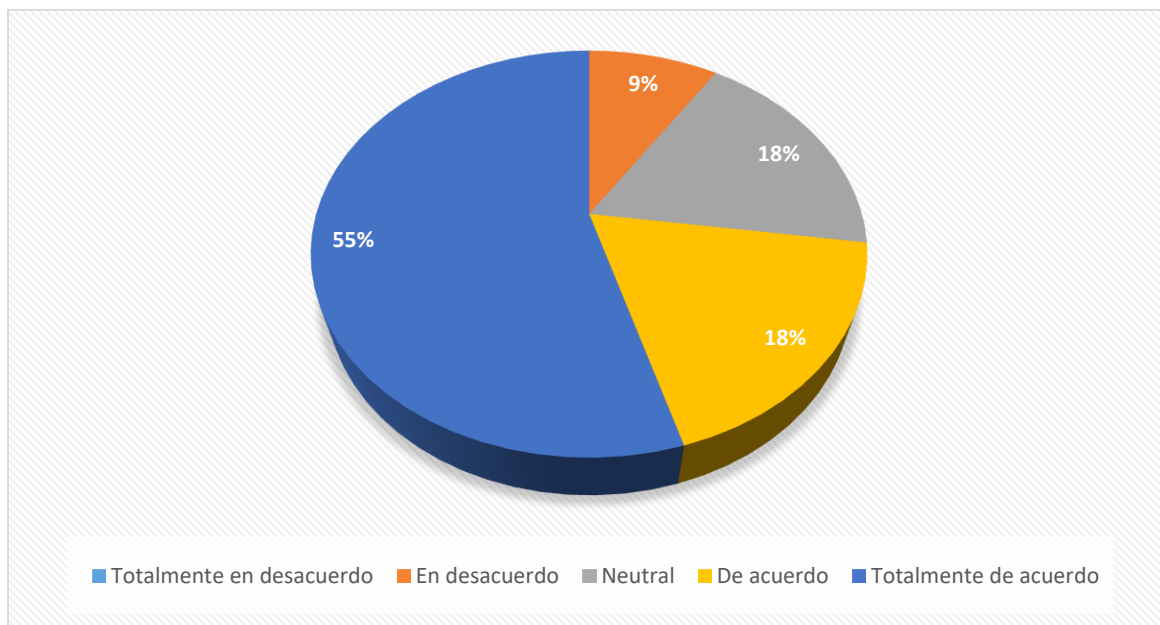


Nota: Elaboración propia

Estos resultados considero que son un poco preocupantes ya que el 46% de los empresarios locales aun no contempla la transformación digital se requiere una adecuada planificación y formación con el fin de cubrir todas las necesidades de la entidad. Esto incluye tanto el talento humano como las instalaciones, permitiendo su adaptación a la implementación digital e industrial. Este proceso demanda la incorporación de nuevas tecnologías y profesionales capacitados para asumir los retos y aprovechar las oportunidades que exige el mercado. Cabe resaltar que, sin el apoyo de los gobiernos y el fortalecimiento empresarial, este desarrollo sería difícil de alcanzar.

Figura 20

Estoy optimista sobre el potencial de la Industria 4.0 para transformar positivamente el panorama laboral e industrial de Colombia en los próximos 5 años.



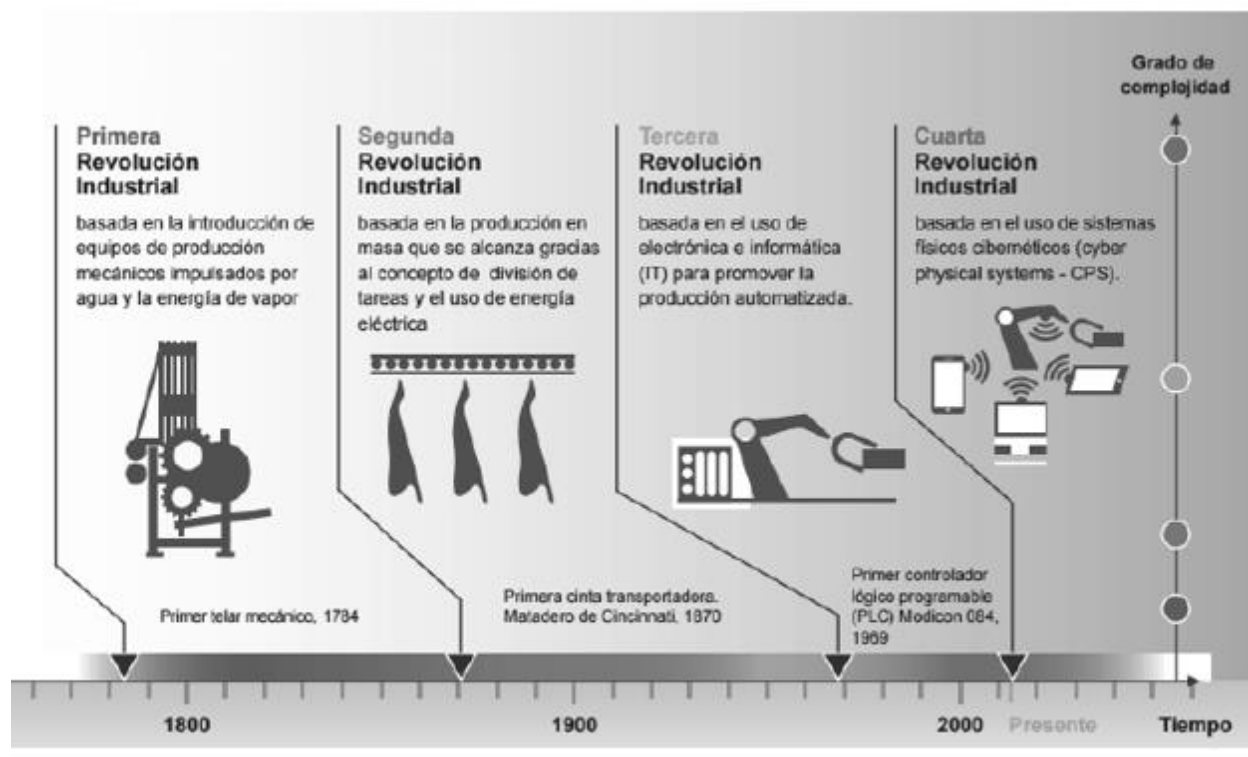
Nota: Elaboración propia

Los resultados de estas graficas vemos que la mayoría de encuestados son optimistas y comprenden la importancia de implementar los principios de la Industria 4.0 para potenciar su desarrollo empresarial e industrial. Esta transformación no solo permitirá optimizar procesos y reducir costos, sino que también impulsará la personalización de productos y servicios, fomentando así un mayor crecimiento económico y la generación de empleo.

La Cuarta Revolución Industrial está marcando un cambio significativo, en el que las empresas adoptan tecnologías como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT), la automatización avanzada y el análisis de datos, para ser más competitivas e innovadoras en un mercado global en constante evolución.

Figuras

Figura 21



Fuente: DFKI (2011)

Como se observa en la figura 21, las revoluciones industriales pueden entenderse a partir de la evolución de la energía, la automatización y la conectividad. La Primera Revolución Industrial marcó el inicio del uso de las máquinas de vapor y la mecanización de la producción. La Segunda Revolución Industrial introdujo la electricidad y permitió el desarrollo de la producción en masa. La Tercera Revolución Industrial trajo consigo la automatización de procesos mediante el uso de computadoras e internet. Finalmente, la Cuarta Revolución Industrial combina la automatización avanzada con la conectividad digital, integrando sistemas ciberfísicos, inteligencia artificial e Internet de las cosas (IoT).

EMPLEOS EN LA ECONOMÍA DIGITAL

Tabla 1

EMPLEOS CON MAYOR RIESGO DE AUTOMATIZACIÓN / DIGITALIZACIÓN	EMPLEOS CON MENOR RIESGO DE AUTOMATIZACIÓN/ DIGITALIZACIÓN	NUEVOS EMPLEOS
Trabajos de oficina y tareas administrativas	Educación, arte y medios de comunicación	En lo alto de la escala Análisis de datos, mineros de datos, arquitectos de datos
Ventajas y comercio	Servicios jurídicos	Desarrolladores de software y aplicaciones
Transporte, logística	Gestión, gestión de recursos humanos Negocio	Especialista en redes, inteligencia artificial, etc.
Industria manufacturera	Algunos aspectos de los servicios financieros	Diseñadores y productores de nuevas máquinas inteligentes robots e impresoras 3D
Contrición	Proveedores de servicios de salud	Especialización en marketing digital y comercio electrónico
Algunos aspectos de los servicios financieros	Trabajadores informales, ingenieros y científicos	La parte baja de la escala Los “esclavos de las galeras” galeotes digitales (trabajadores de la entrada de datos o del filtro) y otros” mecánicos turcos” que trabajan en las plataformas digitales
Algunos tipos de servicios (traducción, consultoría fiscal, etc.)	Algunos tipos de servicios (trabajo social, peluquería, cuidado de belleza. Etc.)	Los conductores de Uber, los empleos causales o “raros” (reparaciones, mejoras del hogar, cuidado de animales domésticos, etc.) en la economía colaborativa

Fuente: Christophe Degryse (ETUI 2016), sur la base de Frey&Osborne, Ford, Valsamis, Irani, Head, Babinet

En Colombia, un estudio de Fedesarrollo plantea una preocupación muy relevante para el futuro del empleo en Colombia. El riesgo de automatización afectando a seis de cada diez empleos es un desafío considerable, especialmente porque muchos de esos puestos se encuentran en sectores con menos acceso a educación formal o a oportunidades de capacitación.

La automatización está remodelando no solo el tipo de empleos que existen, sino también las habilidades requeridas. Como mencionas, habilidades como la programación, el análisis de datos y el uso de herramientas de inteligencia artificial (IA) son cada vez más fundamentales. En ese sentido, la formación continua en estas áreas puede ser una estrategia clave para que los trabajadores se mantengan competitivos en un mercado laboral en transformación.

Además, este fenómeno pone de relieve la importancia de iniciativas educativas inclusivas, especialmente dirigidas a grupos demográficos con menor nivel educativo, para que puedan tener acceso a formación en estas tecnologías emergentes. Hay que pensar en soluciones que vayan más allá de las universidades, como la capacitación técnica y los programas de aprendizaje en línea, que están demostrando ser más accesibles y flexibles.

Conclusiones

En conclusión, el análisis realizado permitió evidenciar los desafíos que enfrenta el sector empresarial en temas de seguridad de la información, integridad en los procesos de producción, automatización industrial, desarrollo de habilidades y conocimiento, exposición a la pérdida de empleos especialmente en la población con menos formación académica.

Asimismo, se destaca el enfoque integral de las nuevas tecnologías digitales que buscan mejorar las cadenas productivas, aumentar las utilidades de las empresas, transformar los procesos productivos y poner en un alto nivel el servicio al cliente.

Finalmente, es necesario subrayar que las nuevas herramientas tecnológicas están cambiando todos los entornos, la forma de relacionarse, la forma de hacer negocios, la forma de producir se está trascendiendo de un estilo presencial a un estilo virtual como forma de conectarse con el mundo y de ser sostenible en los mercados.

Recomendaciones

La Industria 4.0 representa un reto y una oportunidad para el entorno laboral en Colombia. Aunque el nivel de implementación varía, el país ha comenzado a explorar sus beneficios. El impacto implica la transformación de la estructura del empleo, la aparición de nuevas ocupaciones y la reestructuración de las cadenas de valor. Para gestionar esta transición se requiere:

- **Crear programas de formación y capacitación.** Implementar programas de aprendizaje continuo en empresas, centros de formación técnica y universidades, enfocados en tecnologías 4.0 (inteligencia artificial, big data, robótica, blockchain). Esto permitirá cerrar la brecha entre las habilidades requeridas por el mercado y las que posee la fuerza laboral.
- **Reformar el sistema educativo.** Adaptar los planes de estudio en todos los niveles educativos para incluir habilidades digitales, pensamiento crítico, creatividad y resolución de problemas, asegurando que las futuras generaciones estén preparadas para el entorno laboral del futuro.
- **Promover la colaboración entre la academia y la industria.** Impulsar la creación de alianzas estratégicas para desarrollar currículos y programas de formación que respondan directamente a las necesidades del sector productivo.
- **Ofrecer incentivos para la adopción de tecnologías 4.0.** Crear políticas públicas que incentiven a las empresas, especialmente las pequeñas y medianas (PYMES), a invertir en digitalización y automatización para mejorar su eficiencia y competitividad.
- **Apoyar el emprendimiento tecnológico.** Establecer políticas de apoyo a la creación de *startups* digitales que generen nuevos empleos y soluciones innovadoras.

- **Desarrollo de políticas públicas y regulación laboral para la era digital:** Impulsar normativas que garanticen los derechos de los trabajadores en el nuevo contexto, abordando temas como el teletrabajo, la seguridad de los datos y las relaciones laborales en plataformas digitales.
- **Crear un marco regulatorio para la Industria 4.0.** Establecer normas que regulen el uso de tecnologías emergentes y promuevan la productividad, garantizando al mismo tiempo una transición justa y equitativa.
- **Abordar los riesgos para la salud laboral.** Generar protocolos para mitigar el tecnoestrés y otros riesgos psicosociales derivados de la digitalización y el uso intensivo de la tecnología en el lugar de trabajo.
- **Garantizar la protección de los trabajadores vulnerables.** Implementar medidas que aseguren que los sectores de la población más susceptibles a la automatización, como mujeres, jóvenes y trabajadores de edad avanzada, reciban apoyo para capacitarse y adaptarse a los nuevos empleos.
- **Aprovechar los beneficios de tecnologías específicas.** Impulsar el uso de la realidad aumentada para la capacitación y asistencia en la producción, y el big data para la toma de decisiones basada en datos y la optimización de procesos.

Referencias Bibliográfica

ANDI. (2019). Encuesta de Transformación Digital 2019.

Casablanca, P., & Arroyo, J. (2023). Productividad en la Industria 4.0: Evidencias empíricas en el sector de embotellado. *Dirección y Organización*, 79, 35-51.

<https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/2227/2291>

CIDEI. (s.f.). Impacto de la industria 4.0 en un mundo en transformación.

<https://cidei.net/impacto-de-la-industria-4-0-en-un-mundo-en-tranformacion/>

Cortes, Y., Berenice, C., Landeta, I., & Osorio, F. (2017). El entorno de la industria 4.0:

Implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia Tecnológica*.

Decreto 1151 de 2008. Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en Línea de la República de Colombia, se reglamenta parcialmente la Ley 962 de 2005, y se dictan otras disposiciones. [https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-](https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-74002_Presentacion.pdf)

[74002_Presentacion.pdf](https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-74002_Presentacion.pdf)

Innpulsa Colombia. (2024). Cuarta Revolución Industrial.

https://www.innulsacolombia.com/wp-content/uploads/2024/01/Cuarta_Revolucion_Industrial1.pdf

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia. (2023). Hoja de Ruta para la Adopción Ética y Sostenible de la Inteligencia Artificial en Colombia.

https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/hoja_de_ruta_adopcion_etica_y_sostenible_de_inteligencia_artificial_colombia_0.pdf

Prensa Senadora Ana María Castañeda. (13 de noviembre de 2024). Esta iniciativa promete transformar el panorama tecnológico y económico del país. Bogotá D.C., Colombia.

ResearchGate. (s.f.). Challenges and opportunities of Industry 4.0 enabling technologies in Micro, Small and Medium-sized Companies.

https://www.researchgate.net/publication/383117316_Challenges_and_opportunities_of_Industry_40_enabling_technologies_in_Micro_Small_and_Medium-sized_Companies

Moll, Ian (2021). [«The Myth of the Fourth Industrial Revolution»](#). *Theoria* **68** (167).