

# **Impacto de la Automatización en el Sector Automotriz: Un Enfoque en Colombia**

Juan Enrique Martin Bernal

Marlonm David Pérez Santana

Asesor

William Alexander Cuevas Carrero

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Electrónica

2025

## Índice

Justificación .....	8
Objetivos .....	9
Objetivo General .....	9
Objetivos Específicos .....	9
Metodología de la Revisión Sistemática .....	10
Historia de la Revolución Industrial .....	23
Primera Revolución Industrial .....	24
Segunda Revolución Industrial .....	28
Tercera Revolución Industrial .....	37
Cuarta Revolución Industrial .....	40
Robótica y Tecnologías del Sector Automotriz.....	42
Definiciones de la Robótica .....	43
Sistema de Comunicación de un Robot Industrial .....	44
Industria Automotriz .....	46
Tecnologías Industriales del Sector Automotriz .....	48
Inteligencia Artificial Aplicada a la Robótica.....	51
Automatización e Industrialización Automotriz en América.....	54
Panorama General de la Automatización en América .....	54
Implementación de la Robótica en la Industria Automotriz .....	58

Ensamble e Implementación Vehicular en Colombia.....	66
Éxitos Locales de la Automatización Automotriz en Colombia.....	69
FODA de Automatización en Colombia.....	70
Análisis Comparativo Entre Países Latinoamericanos.....	72
Discusión.....	75
Conclusiones.....	78
Referencias Bibliográficas .....	79

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1</b>	<i>Cadenas de Búsqueda Historia de la Revolución Industrial .....</i>	10
<b>Tabla 2</b>	<i>Cadenas de Búsqueda Robótica y Tecnologías del Sector Automotriz.....</i>	15
<b>Tabla 3</b>	<i>Cadenas de Búsqueda: Automatización e Industrialización Automotriz en América... </i>	18
<b>Tabla 4</b>	<i>Definiciones Más Relevantes Aplicadas en la Actualidad.....</i>	43
<b>Tabla 5</b>	<i>Historia de la Inteligencia Artificial.....</i>	52
<b>Tabla 6</b>	<i>Niveles de Fabricación Vehicular.....</i>	61
<b>Tabla 7</b>	<i>Partes Elaboradas Aleatoriamente.....</i>	68
<b>Tabla 8</b>	<i>Éxitos locales de la Automatización en Colombia.....</i>	69
<b>Tabla 9</b>	<i>FODA de Automatización en Colombia.....</i>	70
<b>Tabla 10</b>	<i>Análisis Comparativo de Automatización Industrial en Latinoamérica.....</i>	72

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b>	<i>Flujograma Prisma de la Revisión Documental</i> .....	22
<b>Figura 2</b>	<i>Máquina Atmosférica de Newcomen</i> .....	25
<b>Figura 3</b>	<i>Máquina de Vapor de Watt</i> .....	26
<b>Figura 4</b>	<i>Telar de Vapor</i> . ....	27
<b>Figura 5</b>	<i>Motor Electromagnético de Nikola Tesla</i> .....	31
<b>Figura 6</b>	<i>Telégrafo Armónico (Teléfono)</i> .....	33
<b>Figura 7</b>	<i>1908 Ford Model T Touring</i> .....	35
<b>Figura 8</b>	<i>Revoluciones Industriales</i> .....	37
<b>Figura 9</b>	<i>Robots Industriales</i> .....	44
<b>Figura 10</b>	<i>Vectores de Posición Robótica</i> .....	45
<b>Figura 11</b>	<i>Revolución Industrial</i> .....	50
<b>Figura 12</b>	<i>Los 10 Primeros Países por Densidad de Robots</i> .....	55
<b>Figura 13</b>	<i>Robots Industriales</i> . ....	56
<b>Figura 14</b>	<i>Brazo robótico</i> .....	67

## Introducción

En Colombia, la automatización y la robótica han comenzado a desempeñar un papel fundamental en la industria automotriz, transformando los procesos de manufactura y ensamblaje de vehículos, lo que ha permitido mayor precisión, eficiencia y reducción de errores en la producción (García et al., 2017). Aunque a nivel global la automatización ha contribuido al aumento de la productividad y a la optimización de recursos, en el contexto colombiano su adopción aún enfrenta desafíos relacionados con la infraestructura tecnológica, la inversión en innovación y la capacitación del talento humano (Martínez, 2023). La transición hacia la Industria 4.0 representa un eje clave para la competitividad del sector automotriz nacional, ya que implica la incorporación de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y la digitalización de los procesos productivos.

El desarrollo de la industria automotriz en Colombia ha estado influenciado por las transformaciones de las revoluciones industriales, desde la mecanización en el siglo XVIII hasta la automatización avanzada de la actualidad. Sin embargo, la implementación de la robótica en la producción nacional aún es limitada en comparación con países líderes en la región como México y Brasil, donde los avances en automatización han sido más acelerados y sistemáticos (Saa, 2021). Esta situación plantea la necesidad de analizar el impacto de la automatización en el sector automotriz colombiano, identificando tanto las oportunidades como los retos que conlleva su modernización.

Esta monografía tiene como objetivo analizar la evolución histórica y el impacto de la automatización y la robótica en la industria automotriz en Colombia, destacando su papel en la transformación de los procesos productivos y su importancia dentro del contexto de la Industria 4.0. Para ello, se ha realizado una revisión documental y sistemática de artículos científicos, lo

que permite fundamentar el estudio en investigaciones previas y proporcionar una base teórica sólida sobre la aplicación de estas tecnologías en el sector automotriz. La revisión de literatura contribuye a comprender cómo la automatización ha evolucionado a nivel mundial y cómo se está implementando en el país, identificando sus beneficios y retos en términos de productividad, competitividad y sostenibilidad.

La metodología empleada en esta investigación se basa en una revisión documental y sistemática de artículos científicos, permitiendo un análisis riguroso de fuentes especializadas que han facilitado la estructuración del contenido de manera lógica y secuencial. A lo largo de esta monografía, se exploran las revoluciones industriales y su impacto en la manufactura, se examina la robótica y su papel en la producción automotriz, se analiza la automatización en América y se estudia el proceso de ensamblaje vehicular en Colombia, incluyendo la implementación de vehículos eléctricos como alternativa sostenible.

De esta manera, este estudio permitirá comprender cómo la automatización y la robótica están configurando el futuro de la industria automotriz en Colombia, qué desafíos deben superarse y cuáles son las perspectivas para lograr una producción más eficiente, competitiva y alineada con las tendencias globales de la Industria 4.0.

## **Justificación**

La automatización y la robótica han revolucionado la industria automotriz a nivel mundial, optimizando procesos y mejorando la eficiencia. En Colombia, la implementación de estas tecnologías es aún limitada en comparación con otros países de la región, lo que plantea la necesidad de analizar su impacto y los desafíos asociados a su adopción (Castro & Paredes, 2023).

Este estudio es relevante porque permite comprender cómo la automatización y la robótica pueden fortalecer la competitividad de la industria automotriz colombiana, mejorando la productividad y fomentando la transición hacia la Industria 4.0. Además, ofrece un análisis fundamentado en una revisión documental y sistemática de artículos científicos, lo que proporciona una base teórica sólida para identificar oportunidades y retos en este ámbito.

La investigación beneficia tanto al sector industrial como al académico y gubernamental, al proporcionar información clave para la toma de decisiones en la modernización del sector automotriz. Asimismo, su aplicabilidad es significativa en el contexto de la sostenibilidad y la movilidad inteligente, contribuyendo al desarrollo de estrategias para la producción de vehículos más eficientes y alineados con las tendencias globales.

De esta manera, esta monografía busca aportar al conocimiento sobre la automatización en la industria automotriz en Colombia, destacando su importancia en la transformación del sector y en la construcción de un modelo de producción más innovador y sostenible.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar la evolución histórica de la automatización en el sector automotriz en Colombia, evaluando su impacto en la productividad, sostenibilidad y competitividad, destacando su rol clave dentro de la transformación digital impulsada por la Industria 4.0.

### **Objetivos Específicos**

Examinar las transformaciones de las revoluciones industriales, desde la primera hasta la cuarta, identificando los avances tecnológicos que impulsaron la evolución del sector automotriz y su relevancia en la adopción de la automatización y la robótica.

Describir el impacto de la automatización y la robótica en los procesos de producción de la industria automotriz en América, con énfasis en el contexto colombiano, evaluando su influencia en la eficiencia y la calidad de los productos.

Explorar las tendencias actuales de la automatización en Colombia, como la implementación de tecnologías avanzadas y el desarrollo de vehículos eléctricos analizando los beneficios, desafíos y oportunidades para el sector automotriz en el país.

## Metodología de la Revisión Sistemática

La siguiente tabla presenta las cadenas de búsqueda utilizadas en bases de datos académicas para la revisión sistemática documental sobre la historia de la Revolución Industrial. Estas cadenas fueron elaboradas con operadores booleanos y términos clave para identificar estudios relevantes sobre sus etapas, impacto en la sociedad y avances tecnológicos en cada revolución industrial.

**Tabla 1**

### *Cadenas de Búsqueda Historia de la Revolución Industrial*

Subtema	Palabras clave	Agrupamiento
Primera revolución industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primera revolución industrial</li> <li>• Industria minera</li> <li>• Textilería</li> <li>• Maquinas a vapor</li> <li>• Industria</li> <li>• Condiciones laborales</li> <li>• Movimientos sociales</li> <li>• Eficiencia</li> </ul>	<p>"Máquina atmosférica"</p> <p>AND "industria minera"</p> <p>"Mejoras en la máquina de vapor" AND "impacto industrial"</p> <p>"Telar de vapor" AND "textilería" AND "cambios en la producción"</p> <p>"Transporte a vapor" AND "locomotoras" OR "barcos a vapor" AND "eficiencia"</p> <p>"Crecimiento industrial" AND "transporte marítimo" AND "comercio internacional"</p>

Subtema	Palabras clave	Agrupamiento
		<p>"Condiciones laborales" AND "Revolución Industrial" AND "movimientos obreros"</p> <p>"Explotación laboral" AND "siglo XVIII" AND "movimientos sociales"</p> <p>"Acero" AND "producción en masa" AND "industrialización"</p> <p>"Proceso Bessemer" AND "producción de acero" AND "Segunda Revolución Industrial"</p> <p>"Energía eléctrica" AND "desarrollo industrial" AND "innovación tecnológica"</p> <p>"Electricidad" AND "expansión industrial" AND "nuevas fábricas"</p> <p>"Corriente alterna" AND " "desarrollo de la electricidad"</p> <p>"Corriente continua" "aplicaciones industriales"</p>
Segunda revolución industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segunda revolución industrial</li> <li>• Acero</li> <li>• Energía eléctrica</li> <li>• Producción en serie</li> <li>• Electricidad</li> <li>• Corriente alterna</li> <li>• Corriente continua</li> <li>• Motor de combustión interna</li> <li>• Batalla de las corrientes</li> <li>• Automóvil</li> </ul>	

Subtema	Palabras clave	Agrupamiento
		<p>"Batalla de las corrientes" AND "electrificación urbana"</p> <p>"Automóvil" AND "cambio en la movilidad" AND "producción en serie"</p> <p>"Motor de combustión interna" AND "revolución en el transporte" AND "desarrollo industrial"</p> <p>"Tercera Revolución Industrial" OR "Industria 3.0" AND ("automatización industrial" OR "producción automatizada")</p> <p>("Electrónica" OR "desarrollo tecnológico") AND ("Tercera Revolución Industrial" OR "Industria 3.0")</p> <p>"Telecomunicaciones" AND ("redes satelitales" OR "fibra óptica") AND "Tercera Revolución Industrial"</p>
Tercera revolución industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tercera revolución industrial</li> <li>• Industria 3.0</li> <li>• Automatización industrial</li> <li>• Electrónica</li> <li>• Telecomunicaciones</li> <li>• Redes satelitales</li> <li>• Dispositivos móviles</li> <li>• Energías renovables</li> <li>• Interconexión global</li> </ul>	

Subtema	Palabras clave	Agrupamiento
		("Dispositivos móviles" OR "telefonía móvil") AND "Tercera Revolución Industrial"
		("Energías renovables" OR "sostenibilidad energética") AND ("Tercera Revolución Industrial" OR "Industria 3.0")
		"Interconexión global" AND ("Internet" OR "redes digitales") AND "Tercera Revolución Industrial"
		("Automatización industrial" OR "transformación digital") AND ("Tercera Revolución Industrial" OR "Industria 3.0")
		("Redes satelitales" OR "telecomunicaciones espaciales") AND "globalización" AND "Industria 3.0"
Cuarta revolución industrial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuarta revolución industrial</li> <li>• Industria 4.0</li> <li>• Automatización</li> <li>• Big data</li> </ul>	"Cuarta Revolución Industrial" AND "Industria 4.0" AND automatización

Subtema	Palabras clave	Agrupamiento
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internet de las cosas (IoT)</li> <li>• Inteligencia artificial (IA)</li> <li>• Internet industrial de las cosas (IIoT)</li> <li>• Transformación digital</li> </ul>	<p>"Big Data" AND "Internet de las cosas" AND "Inteligencia artificial"</p> <p>"Industria 4.0" AND "Transformación digital" AND "Internet industrial de las cosas"</p> <p>"Automatización" AND "Big Data" AND "Inteligencia artificial"</p> <p>"Cuarta Revolución Industrial" AND "Industria 4.0" AND "Transformación digital"</p>

*Nota.* Cadena de búsqueda: Historia de la revolución industrial con subtemas, palabras clave y agrupaciones.

La siguiente tabla muestra la cadena de búsqueda utilizada en bases de datos académicas para la revisión sistemática de artículos científicos sobre robótica y tecnologías en el sector automotriz. Esta cadena fue diseñada utilizando términos clave y operadores booleanos para identificar investigaciones relevantes sobre la automatización y su impacto en la industria automotriz.

**Tabla 2***Cadenas de Búsqueda Robótica y Tecnologías del Sector Automotriz*

Subtemas	Palabras claves	Agrupaciones
Definiciones de la robótica	• Robótica	"Robótica" AND
	• Inteligencia artificial	"Inteligencia artificial" AND
	• Automatización	"Automatización"
	• Industria automotriz	"Industria automotriz" AND
	• Robótica industrial	"Robótica industrial" AND
	• Autonomía de los robots	"Autonomía de los robots"
	• Vectores de posicionamiento	"Robótica" AND "Vectores de posicionamiento" AND "Automatización"
Industria automotriz	• Industria automotriz	"Inteligencia artificial" AND "Automatización" AND "Industria automotriz"
	• Robótica	"Robótica industrial" AND "Autonomía de los robots" AND "Industria automotriz"
	• Inteligencia artificial (IA)	"Robótica" AND "Automatización" AND "Precisión en procesos de fabricación"
	• Automatización	"Industria automotriz" AND
	• Vehículos autónomos	"Robótica" AND
		"Inteligencia artificial" AND
		"Automatización" AND

Subtemas	Palabras claves	Agrupaciones
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vehículos eléctricos</li> </ul>	"Automatización" AND
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimización de procesos</li> </ul>	"Vehículos autónomos"
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovación tecnológica</li> </ul>	AND "Optimización de procesos"
		"Vehículos eléctricos" AND
		"Innovación tecnológica"
		AND "Robótica"
		"Industria automotriz" AND
		"Inteligencia artificial" AND
		"Automatización"
		"Vehículos autónomos"
		AND "Optimización de procesos" AND "Vehículos eléctricos"
		"Industria automotriz" AND
		"Innovación tecnológica"
		AND "Robótica"
		"Automatización" AND
		"Vehículos autónomos"
		AND "Inteligencia artificial"
		"Optimización de procesos"
		AND "Vehículos eléctricos"
		AND "Innovación tecnológica"

Subtemas	Palabras claves	Agrupaciones
Tecnologías industriales del sector automotriz	• Industria 4.0	"Industria 4.0" AND
	• Automotriz	("Automotriz" OR
	• Automatización	"Fabricación de vehículos")
	• Robótica	AND "Inteligencia
	• Inteligencia artificial (IA)	Artificial"
	• Big Data	
	• Internet de las cosas (IoT)	"Industria 4.0" AND
	• Innovación tecnológica	"Automatización" AND
		"Robótica"
		"Industria 4.0" OR
	"Transformación digital"	
	AND "Optimización de	
	procesos"	
	("Big Data" OR "Internet de	
	las Cosas") AND "Industria	
	4.0" AND "Automotriz"	
	"Industria 4.0" AND	
	"Automatización" NOT	
	"Robótica" AND "Vehículos	
	eléctricos"	

*Nota.* Cadena de búsqueda: Robótica y tecnologías del sector automotriz con subtemas, palabras clave y agrupaciones.

La siguiente tabla presenta las cadenas de búsqueda empleadas en bases de datos académicas para recopilar información sobre la industria automotriz, la electromovilidad y la

optimización de procesos. Se utilizaron palabras clave y operadores booleanos para identificar estudios relevantes sobre automatización, robots industriales y movilidad sostenible.

**Tabla 3**

*Cadenas de Búsqueda: Automatización e Industrialización Automotriz en América.*

Subtema	Palabras clave	Agrupaciones
Panorama general de la automatización en América	• Industria automotriz	"Industria automotriz" AND
	• Automatización	"automatización" AND
	• Robótica	"robótica" AND ("América
	• Tecnologías avanzadas	Latina" OR
	• América Latina	"Latinoamérica")
	• Competitividad	"Automatización" AND
	• Transformación digital	"robótica" AND
	• Energías renovables	("transformación" OR "innovación") AND "industria automotriz"
		"Industria automotriz" AND ("tecnologías avanzadas" OR "tecnologías emergentes") AND "competitividad" AND "América Latina"
		("Automatización" OR "robótica") AND ("eficiencia" OR "productividad") AND "industria automotriz" AND "América Latina"

Subtema	Palabras clave	Agrupaciones
Implementación de la robótica en la industria automotriz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatización industrial</li> <li>• Robótica</li> <li>• Industria automotriz</li> <li>• Producción</li> <li>• Eficiencia</li> <li>• Reducción de costos</li> <li>• Ensamblaje</li> </ul>	<p>"Industria 4.0" OR  "automatización industrial"  AND ("robots" OR  "sistemas inteligentes")  AND "América Latina"</p> <p>"Automatización" AND  "robótica" AND ("desafíos"  OR "retos") AND ("América  Latina" OR "México" OR  "Brasil")</p> <p>("Automatización industrial"  OR "automatización de  procesos") AND ("Industria  automotriz" OR "fabricación  de vehículos")</p>
		<p>("Robótica" AND "Industria  automotriz") OR ("robots  industriales" AND "líneas de  ensamblaje")</p> <p>("Producción" AND  "eficiencia") OR  ("optimización de procesos"  AND "automatización")</p> <p>("Reducción de costos"  AND "automatización  industrial") OR  ("optimización de recursos"</p>

Subtema	Palabras clave	Agrupaciones
<p data-bbox="203 1129 500 1272">Ensamble e implementación vehicular en Colombia</p>		<p data-bbox="998 254 1203 338">AND "industria automotriz")</p> <p data-bbox="998 401 1365 596">("Ensamblaje" AND "automatización") OR ("línea de ensamblaje" AND "robots industriales")</p> <p data-bbox="998 659 1360 854">("Industria automotriz" AND "robots industriales") OR ("automatización" AND "fabricación de vehículos")</p> <p data-bbox="998 917 1360 1110">("Eficiencia" AND "automatización industrial") OR ("productividad" AND "industria automotriz")</p>
	<ul data-bbox="573 1136 954 1507" style="list-style-type: none"> <li>• Ensamblaje de carrocerías</li> <li>• Fabricación de autopartes</li> <li>• Robots industriales</li> <li>• Industria automotriz</li> <li>• Electromovilidad</li> <li>• Optimización de procesos</li> <li>• Sostenibilidad</li> </ul>	<p data-bbox="998 1136 1349 1381">("Ensamblaje de carrocerías" OR "línea de ensamblaje") AND "fabricación de autopartes" AND "robots industriales"</p> <p data-bbox="998 1444 1365 1696">("Industria automotriz" OR "sector automotriz") AND ("electromovilidad" OR "vehículos eléctricos") AND "optimización de procesos"</p> <p data-bbox="998 1759 1365 1843">("Electromovilidad" OR "vehículos eléctricos") AND</p>

Subtema	Palabras clave	Agrupaciones
		<p>("sostenibilidad" OR "transporte sostenible") AND "reducción de emisiones"</p>
		<p>"Robots industriales" AND ("fabricación de autopartes" OR "automatización en la industria automotriz") AND ("eficiencia" OR "reducción de costos")</p>
		<p>("Industria automotriz" OR "manufactura de automóviles") AND ("innovación tecnológica" OR "Industria 4.0") AND "optimización de procesos"</p>
		<p>("Ensamblaje de carrocerías" AND "electromovilidad") OR ("fabricación de autopartes" AND "sostenibilidad")</p>
		<p>"Automatización en la industria automotriz" AND ("robots industriales" OR "línea de ensamblaje") AND "mejora de la calidad"</p>

*Nota.* Cadena de búsqueda: Automatización e industrialización automotriz en América con subtemas, palabras clave y agrupaciones.

Las cadenas de búsqueda utilizadas en los capítulos sobre la Historia de la Revolución Industrial, Robótica y Tecnologías del Sector Automotriz, y Automatización e Industrialización Automotriz en América, han sido fundamentales para identificar, filtrar y analizar los artículos científicos más relevantes. Estos procesos de búsqueda están alineados con la metodología PRISMA, lo que ha permitido la visualización clara de las fases de selección, inclusión y exclusión de los estudios, garantizando una revisión sistemática y rigurosa de la literatura.

### Figura 1

*Flujograma Prisma de la Revisión Documental*



*Nota.* Flujograma Prisma de la revisión documental determinando los 52 artículos científicos obtenidos y las 8 páginas web para la realización de la presente monografía.

## Historia de la Revolución Industrial

Las revoluciones industriales han sido hitos trascendentales en aspectos claves del diario vivir de la humanidad. En primera instancia la evolución económica pues se acelera la producción en masa y se disminuyen los costos; así mismo, la mecanización de procesos, la electrificación y la automatización han aumentado la productividad facilitando el crecimiento de economías globales y la expansión del comercio internacional creando nuevas industrias. De la mano con la economía están los cambios sociales, surgen nuevas clases sociales como lo son la clase obrera y la clase media, estas también han influido en la forma en la que la sociedad se puede organizar geográficamente, debido a que hace que millones de personas migren a las ciudades buscando nuevas oportunidades laborales.

T Kemp (1979) en su libro *La revolución Industrial en la Europa del siglo XIX* menciona que Inglaterra fue el país pionero con el proceso de industrialización haciendo referencia a que “asistimos a la transformación de una economía tradicional agraria en una sociedad urbana cuyos pilares son los de la tecnología de las máquinas” (p.11). Por lo tanto, la revolución fue impulsada por avances tecnológicos claves, como la máquina de vapor, la electricidad, la informática y en la actualidad por la inteligencia artificial y la robótica.

Con el pasar de las décadas las transformaciones y las necesidades de la humanidad se han reconfigurado no solo con los sistemas de producción, sino también se ven involucradas las estructuras sociales y laborales que por supuesto influyen en la marcha del desarrollo global. Este capítulo permite explorar la historia de las revoluciones industriales, desde su primer acontecimiento en el siglo XVIII hasta la industria 4.0 de la era contemporánea, y su impacto en la sociedad.

## Primera Revolución Industrial

A lo largo de la historia, la humanidad ha podido afrontar innumerables cambios, desde la forma en la que se comportan, el estilo de vida y su ubicación geográfica en las sociedades que diferentes grupos de personas han logrado conformar, por lo tanto, la Revolución Industrial no debería ser entendida como un cambio súbito y radical sino un proceso de transición en la aplicación de las nuevas tecnologías para seguir aportando al desarrollo y crecimiento de las ciudades. La primera revolución industrial tuvo a Inglaterra como protagonista. Según Chaves (2004) “los cambios tecnológicos introducidos por la Revolución Industrial supusieron una ruptura con el pasado mucho más drástica que cualquier otra desde la invención de la rueda”. (p.109)

Villas (2012) menciona que para llevar el término **revolución** se requiere que cumpla ciertas características; tales como, llevarse a cabo en un tiempo relativamente corto, transformar profundamente las estructuras (económico, social o cultural) y además que involucre un “*punto de no retorno*”. Básicamente esto ocurrió en Gran Bretaña en el s. XVIII gestando a la revolución industrial en el sector agrario que era el principal elemento de la estructura económico-social de aquella época, Edad Moderna. En este punto coexisten las dos caras de la moneda, una crisis social que hacía que los campesinos migraran a las ciudades buscando oportunidades laborales que el campo les negaba y, por otro lado, está la oportunidad de los empresarios a generar más empresas para ocupar al contingente humano que venía de los campos.

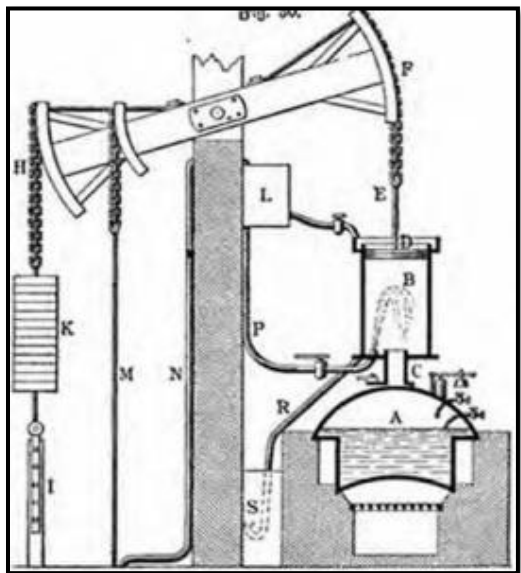
Cuando llegó la Edad Moderna el vapor ya había sido utilizado para producir trabajo mecánico por Herón de Alejandría en la antigua Grecia, sin embargo, fue hasta la primera mitad del siglo XVIII que fue utilizado en la industria minera, pues para la época la minería era un

sector económico fuerte en Gran Bretaña, y fue entonces cuando los elementos de la máquina de vapor y la ingeniería práctica se mezclaron para hacer una máquina que revolucionaría la industria minera, como se puede evidenciar en la Figura 2, La máquina atmosférica de Newcomen diseñada para bombear agua de las minas de carbón inundadas.

Faltaba solamente el ingeniero que combinara los conocimientos prácticos y teóricos disponibles en una máquina que fuera capaz de aprovechar el poder del vapor de forma económica y éste fue Thomas Newcomen quien con su ayudante John Calley inventó una nueva máquina que denominó Máquina de vapor atmosférica (1705). (Ruíz y García, 2019)

**Figura 2**

*Máquina Atmosférica de Newcomen*



*Nota.* La figura representa la máquina realizada por Newcomen y Calley en 1705. Tomada de *La primera Revolución Industrial* (p. 6). *Máquina atmosférica de Newcomen*, de Siro Villas Tinoco, (2012), *Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias*.

Seis décadas más tarde la máquina realizada por Newcomen llegaba a manos de James Watt para una reparación, esto inquietó tanto Watt que optó por hacer un perfeccionamiento a la máquina de vapor, pero mantenía su principio de ser una máquina atmosférica, diseño que patentaría por ser una variante sustantivamente evolucionada. Sr Siro (2012) menciona que:

La esencial modificación de Watt fue incorporar un serpentín para enfriar más rápida y eficientemente el vapor que había elevado el émbolo, con lo que lograba tres ventajas importantes: primero que el émbolo bajara con mayor rapidez; segundo que sólo se enfriaba el vapor, pero no el cilindro, con lo que el pistón volvía a subir más pronto; y tercero ahorrar combustible. (p. 6)

### Figura 3

*Máquina de Vapor de Watt*



*Nota.* La figura representa La máquina de vapor de Watt. Tomada de *La primera Revolución Industrial* (p. 6). *Máquina de vapor de Watt*, de Siro Villas Tinoco, (2012), *Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias*.

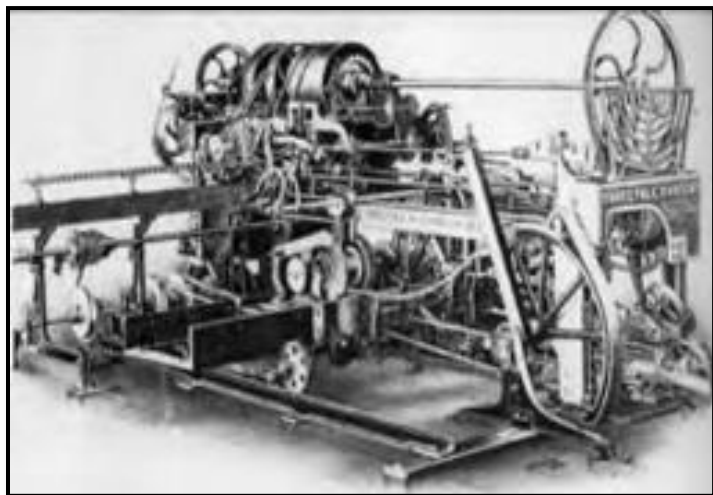
La utilización de las máquinas de vapor en la industria fue tanta que no solamente estuvo en el sector minero, sino también en la textilería, pues hacia 1783 el reverendo Edmund

Cartwright presentó un telar movido a vapor, aunque en principio fue bien acogido por los campesinos, posteriormente desataría discordia en la sociedad.

Sr Siro (2012) afirma que lo ocurrido con los artesanos de la Edad Moderna era que “abarataba el precio de los nuevos productos en la misma proporción que reducía a los obsoletos artesanos a la más absoluta pobreza.” (p. 3), por lo anterior, se generaron luchas que desataban incendios en las ciudades de Europa.

#### **Figura 4**

*Telar de Vapor.*



*Nota.* La figura representa el Telar de Vapor de Cartwright 1783. Tomada de *La primera Revolución Industrial* (p. 4). *Telar de vapor*, de Siro Villas Tinoco, (2012), *Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias*.

También el desarrollo de las máquinas de vapor influyó en el sector del transporte precisamente en los barcos y locomotoras, Rosales et al. (2024) consolidan que “al fabricar el primer barco a vapor, se descubrió que se tenían ciertas ventajas al utilizar este tipo de motores

en los barcos, ya que sus funciones se hacían más eficientes” (p.40). Pues mientras las carrozas que eran haladas por caballos evolucionaban a ser locomotoras movidas por mecanismos que funcionaban a vapor, la navegación a vela cambiaría a buques a vapor facilitando que tanto personas como mercancía hicieran recorridos más largos en tiempos más eficientes, el intercambio de materia prima se hizo más rápido y potencializó el crecimiento de ciudades industriales, por su parte, en el medio de transporte marítimo se aceleró el comercio internacional.

Si bien este cambio generó nuevas dinámicas sociales, evolución y progreso; en especial en las ciudades que fueron la cuna de la clase trabajadora industrial, también trajo consigo desafíos como, precarias condiciones laborales y explotación al trabajador, que permitieron el origen de movimientos sociales que buscan un mejor trato laboral.

## **Segunda Revolución Industrial**

Históricamente hablando la segunda revolución industrial tuvo lugar a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX (1870-1914). Para este momento los avances tecnológicos desarrollados en la primera revolución industrial no tendrían regreso, tanto así que seguiría modificando la sociedad, sobre todo la transformación de la vida material. Delgado (2023) en su artículo *Revoluciones tecnológicas, cambio social e imperialismo* menciona que “la fase tecnológica se completa con la segunda revolución industrial que cambió la energía predominante del carbón al petróleo y la electricidad, completó la automatización de procesos industriales, se extendió a la agricultura y transformó la sociedad.” (p.9). En este punto el hecho de que se pudieran implementar nuevas técnicas de fabricación, como la producción en serie y el uso de la energía eléctrica, impulsaron la productividad industrial y aumentaron la eficiencia.

Así mismo, se generarían otros sectores laborales y gremios que aportarían al desarrollo y crecimiento de la sociedad que continuaría desde las grandes ciudades, menciona lo siguiente:

Durante esta época florecieron las invenciones que habilitarían la rápida evolución de la humanidad en el siglo XX. Sir Henry Bessemer (1813-1898) había creado un proceso, en 1850, para la producción masiva de acero con menor costo y mayor velocidad, para 1857 Sir Charles Williams Siemens (1823-1883) creó hornos con ahorros energéticos entre 70 y 80%, en 1865 Pierre-Émile Martin (1824-1915) usó los hornos de Siemens para producir acero. (p.35).

La posibilidad de tener acero barato facilitó la fabricación de puentes y edificios, así mismo, fue útil para crear alambres, barras y láminas para ser aprovechadas en artículos domésticos. El acero se implementó para fabricar armas, tanques de guerra, barcos navales y vehículos de guerra. Sin embargo, el progreso de la segunda revolución industrial no se estanca en la industria del acero, también se vieron avances significativos en industrias petroleras, papel, electricidad, entre otras.

Es vital mencionar la importancia que tuvo la electricidad en el desarrollo de las sociedades modernas, como un servicio intangible y complejo. En pleno siglo XXI es casi imposible imaginar el diario vivir sin contar con este servicio, desde el alumbrado en las calles hasta la manera en la que se pueden preservar los alimentos y medicamentos, así mismo las telecomunicaciones y un buen número de actividades y tareas que tenemos en nuestro diario vivir. Aunque para llegar a este punto de aplicación de la energía eléctrica en diversos sectores se requiere mencionar a grandes personajes de la historia que estuvieron durante el siglo XVIII y comienzos del XIX. A principios de 1800 aún se usaban lámparas de gas, hasta que un gran visionario de la época, Thomas Alva Edison se inquietó en la segunda mitad del siglo XIX en la iluminación por arco, Barazarte (2013) menciona que:

En 1879 Edison tuvo éxito en construir un bombillo incandescente con un filamento sólido, el cual le permitía iluminar eléctricamente el interior de los edificios. Y, aunque para algunos, el bombillo de filamento sea solamente una mejora incremental sobre otra tecnología de iluminación eléctrica, fue el dispositivo que estimuló la aparición de un sistema de distribución eléctrica. (p.1)

Para confirmar lo brillante de Edison y sus grandes aportes en la tecnología eléctrica durante la segunda revolución industrial. Vásquez et al., (2019) mencionan que “no es hasta en 1880, que se conoce la primera planta de generación eléctrica, gracias a Thomas Alva Edison, dando inicio a la tecnología eléctrica” (p.65). Sin embargo, no es el único que se interesó por realizar aportes relacionados a la electricidad, pues Nikola Tesla también fue uno de los físicos e ingenieros que promovieron el uso de la electricidad, sin embargo, tuvo varias discusiones con Edison relacionadas al mejor uso de la corriente eléctrica. Vásquez et al. (2019) menciona en su artículo *Nikola Tesla y la batalla de las corrientes* que Edison defendía a capa y espada su invento de la bombilla incandescente y la corriente continua (DC, por sus siglas en inglés) mientras que, por su parte Nikola Tesla defendía el motor eléctrico y la corriente alterna (AC, por sus siglas en inglés). El periodo conocido como la Batalla de las Corrientes duró una década (1885-1895) donde tanto Edison como Tesla defendían sus intereses individuales. Por lo tanto, Vásquez et al. (2019) mencionan lo siguiente.

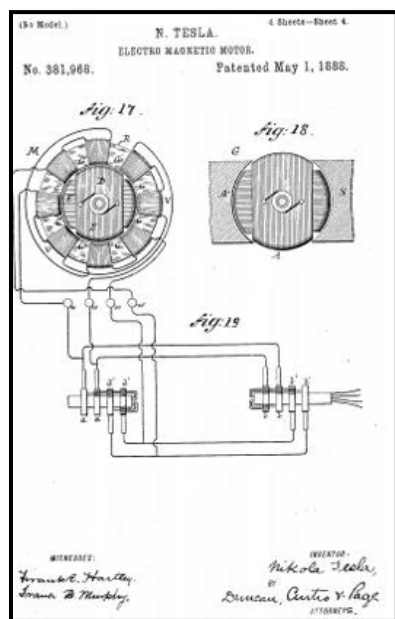
Fue una batalla de relaciones públicas por el control del incipiente mercado de la generación y distribución de la energía eléctrica. Adicionalmente, sopesaban aspectos a favor a la AC como su eficiencia, al elevarse mediante el uso de transformadores, la reducción de las pérdidas y al uso de calibre de conductores menores. Por otra parte, el sector industrial, movido hasta ahora por máquinas de vapor generado en base al carbón, se podía apoyar en los motores de corriente alterna, siendo esto una gran ventaja. (p.7)

El final de la Batalla de las corrientes llega cuando la Niagara Falls Power Company encarga a Westinghouse la aplicación de su sistema de transmisión eléctrica, basado en la

tecnología de Tesla. En 1893, comienza la obra de la instalación de la primera central hidroeléctrica del mundo en las Cataratas del Niágara, capaz de llevar energía eléctrica hasta 32 km de distancia. (p.7)

## Figura 5

### *Motor Electromagnético de Nikola Tesla*



*Nota.* La figura representa el Motor electromagnético de Nikola Tesla (1888). *Desarrollo de Nuevos Productos Enfocado al Diseño de Máquinas: La Extrapolación de Nikola Tesla (p. 38).*  
*Motor electromagnético Patente EUA No. 381,968, (2022). Research Gate.*

Tesla se destacó por haber promovido el uso de la corriente alterna (CA), lo que contribuyó al desarrollo de sistemas eléctricos modernos y de los motores que impulsaron la Segunda Revolución Industrial. Esto lo llevó a enfrentarse a su famoso rival, Thomas Alva Edison, en la llamada "*Batalla de las Corrientes*". Este período es conocido en la historia por los

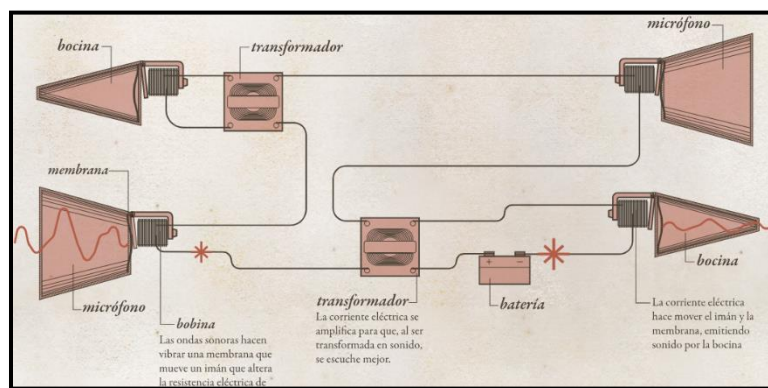
controvertidos experimentos con la silla eléctrica, que se utilizó para demostrar los supuestos peligros de la corriente alterna.

Otro cambio que trajo esta revolución fue en los medios de comunicación combinados con la electricidad, sin embargo, no es posible hablar de las telecomunicaciones de hoy en día sin el invento patentado de Alexander Graham Bell, aunque ya había sido desarrollado anteriormente por Antonio Meucci. Porcel (2009) menciona que “el 2 de junio de 1875 Watson desenchufó accidentalmente uno de los alambres, y Bell en el final del alambre, oyó las insinuaciones del alambre. Las insinuaciones serían suficientes para transmitir el discurso” (p.8). El dispositivo móvil más usados en la actualidad surge de un accidente, sin embargo, el aporte de la electricidad era crucial para el invento del ingeniero escoces Graham Bell.

El teléfono de Bell, inventado en 1876, funcionaba convirtiendo el sonido en señales eléctricas. Como se muestra en la figura 6, el aparato utilizaba un transmisor con una membrana que vibraba cuando alguien hablaba cerca de él. Estas vibraciones activaban un electroimán, generando así una corriente eléctrica variable. Esa corriente se transmitía a través de un cable a un receptor en el otro extremo, donde un electroimán similar invertía el proceso, reconvirtiendo las señales eléctricas en vibraciones sonoras. Este sistema permitía la transmisión de la voz a largas distancias mediante cables.

**Figura 6**

*Telégrafo Armónico (Teléfono)*



*Nota.* La figura representa el modelo del Teléfono de Graham Bell 1876. Tomada de *EL TIEMPO. El legado de Alexander Graham Bell*, de Sebastián Márquez, (2022), *Infografía de EL TIEMPO.*

El surgimiento de la industria petrolera se remonta a 1859, cuando el coronel Edwin L. Drake perforó el primer pozo con fines comerciales, para producir keroseno, con el propósito de generar iluminación sustituyendo el aceite de ballena, como señala (Yerguin 2008, como se citó en Amórtégui, 2022). Este acontecimiento promovió que en Estados Unidos y Europa se generaran condiciones favorables al proceso de industrialización y urbanización, además como señala Amórtégui (2022) “el desarrollo de la técnica de refinación por destilación, utilizando la separación física de los productos mediante el calentamiento del crudo a diferentes temperaturas, permitió obtener keroseno, lubricantes y parafina y posteriormente gasolina, diésel y *fuel oil*” (p.21). Este nuevo hito llevó a que no solo el comercio tuviera un cambio radical a nivel global,

sino que también fomentó la necesidad de desarrollar nuevos avances en la industria, trayendo consigo el origen de la industria automotriz.

En pro del desarrollo de la industria automotriz comenzaron a realizar sus aportes ingenieros e inventores de la época para revolucionar nuevamente el medio de transporte que acompañaría a la sociedad del siglo XX en Europa y Estados Unidos, Amórtégui (2022) afirma lo siguiente:

Los alemanes Gottlieb Daimler y Wilhelm Maybach patentaron el primer prototipo de un motor de combustión interna con gasolina en 1885; estos mismos inventores fueron los creadores del primer carro de cuatro ruedas en 1886. Francia inició la manufactura a escala comercial de automóviles en 1890, el francés Rudolf Diesel construyó el primer motor con diésel en 1897 y los Estados Unidos iniciaron su producción de automóviles en 1901. (p.10)

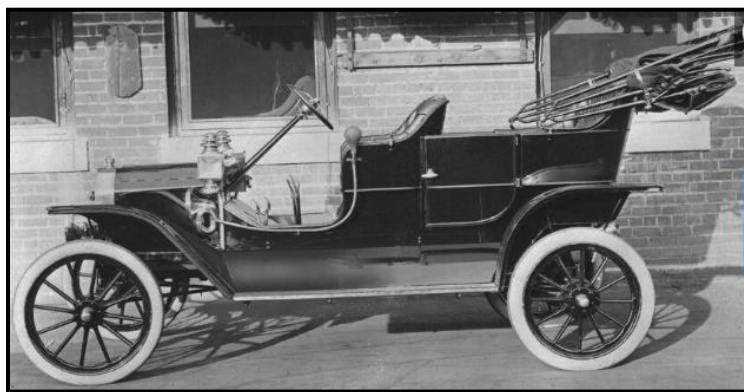
Aunque, la carrera por el monopolio de la industria automotriz había comenzado, “fue el motor de combustión interna alimentado con gasolina lo que selló la supremacía del petróleo” (Amórtégui, 2022, p.21), contribuyendo de esta forma al nuevo combustible que aceleraría aún más el comercio y optimizaría los recorridos tanto de las personas como de la mercancía hacia su punto de destino. Para Cepeda (2024) en el sector automotriz “la introducción de nuevas tecnologías y técnicas de gestión avanzadas puede reducir costes, aumentar la productividad y mejorar la competitividad”. (p.8).

Hablar de la industria automotriz sin mencionar al estadounidense Henry Ford es casi imposible, pues él en la primera década del siglo XX hizo posible el sueño de producir un vehículo seguro, eficiente y accesible, el cual llamaría modelo T, como se puede apreciar en la Figura 7. El auge de este nuevo vehículo fue tanto que, “en 1913, más de un millón de coches y

camiones circulaban por Estados Unidos y Europa, y la mayoría de ellos funcionaban con gasolina o gasoil.” Amórtegui (2022).

### **Figura 7**

*1908 Ford Model T Touring*



*Nota.* La figura representa el modelo del vehículo Ford Model T Touring 1908. *Tomada de Ford Media Center. 1908 Ford Model T Touring.*

El automóvil de combustión a gasolina revolucionó la sociedad al introducir nuevos estilos de vida, permitiendo desplazamientos más rápidos y confiables a largas distancias y a costos reducidos. Esto mejoró la conectividad interna y favoreció el crecimiento y desarrollo de los países. Además, el uso de los derivados del petróleo se expandió a otros medios de transporte como barcos, trenes, aviones, automóviles, camiones y autobuses. (Roberts 2004, como se citó en Amórtegui, 2022, p. 22)

Las innovaciones ejecutadas en el proceso productivo de la Ford Motors Company (FMC) a partir de la producción en serie, la división y la especialización del trabajo, llevaron a que en 1913 la FMC implementara una línea de montaje móvil. Según Amórtegui (2022) “las innovaciones implementadas en el proceso productivo condujeron a la concentración y

centralización del capital por la reducción de los costos de producción y la generación de economías de escala” (p.23). Esto facilitó la producción en masa de vehículos, permitiendo que se fabricaran a una escala sin precedentes.

Para Rozo (2020a) la segunda revolución industrial se caracterizó por el avance tecnológico y científico, así mismo, la expansión de las nuevas tecnologías hacia otros países europeos como Francia, Alemania, URSS (Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas), en Asia a Japón y en América a Estados Unidos, además relaciona que, aunque, el origen de la revolución industrial fue en Inglaterra, en este punto los británicos fueron desplazados por otras potencias mundiales.

Por otra parte, relacionado a los avances e inventos de la segunda revolución industrial Rozo (2020a) menciona que:

Dentro de las invenciones que la identifican están: el primer motor diésel, creado por Rudolf Diésel en 1892, el radio por Guillermo Marconi, el automóvil de Karl Friedrich Benz, el avión de los hermanos Wright, el telégrafo de Samuel Morse, el teléfono de Graham Bell, la bombilla eléctrica de Thomas Alva Edison.

La Segunda Revolución Industrial promovió innovaciones tecnológicas significativas como la electricidad, el motor de combustión interna y las telecomunicaciones, transformando la economía global y sentando las bases para el capitalismo moderno y la producción en masa. Estos avances mejoraron el nivel de vida de muchos, pero también profundizaron las desigualdades sociales y económicas. Socialmente, la organización del trabajo cambió, lo que llevó al surgimiento de movimientos laborales y a la aceleración de la urbanización, consolidando las ciudades como centros industriales. Países como Estados Unidos, Alemania y Japón lideraron la industrialización, impulsando la innovación científica y el desarrollo de

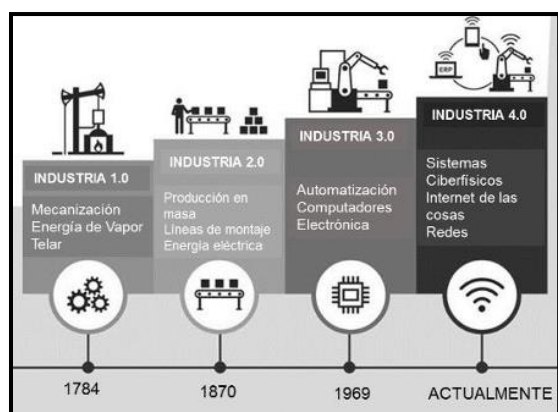
infraestructura, fortaleciendo así la conexión entre las economías globales. Este período histórico fue crucial para las innovaciones tecnológicas del siglo XX y las posteriores revoluciones industriales.

### Tercera Revolución Industrial

La tercera Revolución Industrial, también conocida como la Industria 3.0, como se indica en la figura 8, se desarrolló en la segunda mitad del siglo XX, aproximadamente entre 1930 y 1960. Como menciona Rozo (2020a) la Tercera Revolución Industrial marcó un cambio radical en la forma en que la humanidad produce, distribuye y consume bienes y servicios. También relaciona que fue impulsada principalmente por el conocimiento en las tecnologías de la información, la electrónica, las telecomunicaciones y combinando los aspectos del conocimiento mencionados se genera una transición intensiva de la automatización.

### Figura 8

#### *Revoluciones Industriales*



*Nota.* La figura presenta la línea temporal de las revoluciones industriales y sus aportes tecnológicos. Tomada de Revista UIS Ingenierías. Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0, de Florelva Rozo, (2022).

Entendiendo la forma de comunicación en la segunda mitad del siglo XX, Delgado (2023) afirma que “la tercera revolución industrial cambió radicalmente la comunicación humana” (p.9), contribuyendo a que la sociedad migre a la tecnología, pues ésta pasa a ser el medio en el que la humanidad puede realizar sus actividades cotidianas. Por su parte, Rozo (2020a) hace referencia a que en este periodo se presencié el surgimiento y avance precipitado en la electrónica, ordenadores, telecomunicaciones, el desarrollo de software y por supuesto los dispositivos móviles. La industria de las telecomunicaciones estaría en auge tanto así que las innovaciones en la tecnología de la fibra óptica y las redes satelitales facilitaron la transmisión de datos a distancia, permitiendo integración global y el comercio internacional a gran escala. Haciendo énfasis a lo mencionado anteriormente Delgado (2023) afirma que:

La tercera revolución industrial produce un nuevo cambio de fase: la tecnología se transforma en meta-tecnología, es decir, en un medio a través del cual se realiza la actividad humana, rebasa los marcos de la fábrica y transforma directamente un elemento clave de la vida social: la comunicación. (p.10)

La humanidad tendría la posibilidad de comunicarse a cualquier lugar del mundo por medio del internet. Según Arrieta (2021) durante la década de 1960, en el contexto de la Guerra Fría, estrategias y técnicos estadounidenses comenzaron a desarrollar la idea de una red de información que descentralizara el sistema de comunicaciones del país, con el objetivo de asegurar la capacidad de reacción ante un posible ataque nuclear soviético. Este esfuerzo llevó a la creación de ARPANET en 1969, una red inicial que conectaba cuatro universidades en Silicon Valley, permitiendo que las computadoras compartieran datos, programas e intercambiaran paquetes de información entre sí. El Internet transformó radicalmente la comunicación humana durante la Tercera Revolución Industrial, facilitando un cambio sin precedentes en cómo las

personas se conectan e interactúan. Este impacto fue clave para moldear la sociedad actual, donde las distancias físicas y las barreras geográficas ya no limitan las interacciones humanas. Un ejemplo clave alusivo a la comunicación, es la forma en que las personas dejaron a un lado las cartas físicas y migraron a los e-mails, pues con estos la comunicación es casi instantánea acortando las distancias y eliminando las barreras de tiempo. Además, facilitaba el trabajo colaborativo y a distancia proponiendo en el mercado una nueva tendencia laboral, trabajo remoto.

La tercera revolución no estuvo asociada únicamente a las telecomunicaciones, sino que también produjo un mayor uso de las energías renovables y baterías recargables (Arrieta, 2021), con relación a esto el profesor Mínguez (2015, como se citó en Rozo 2020) realiza un resumen global sobre la influencia y el impacto que han tenido los recursos naturales, y cómo su transformación en diversas formas de energía ha afectado a lo largo de las diferentes revoluciones industriales. Por lo tanto, Rozo (2020a) establece que “siendo el área de las energías un factor crucial para la supervivencia y sostenibilidad del planeta es interesante evidenciar a profundidad el tema a lo largo de la historia” (p.179).

La digitalización y el uso de Internet han traído avances significativos en la automatización industrial y de servicios. A través de redes interconectadas, la automatización de procesos se hizo posible, y la eficiencia de las cadenas de producción y distribución ha mejorado. Rifkin (2011, como se citó en Arrieta, 2021) afirma lo siguiente:

Los pilares de la Tercera Revolución Industrial [...] son concretamente cinco: 1) la transición hacia la energía renovable; 2) la transformación del parque de edificios de cada continente, en microcentrales eléctricas que recojan y aprovechen in situ las energías renovables; 3) el despliegue de la tecnología del hidrógeno y de otros sistemas de almacenaje energético en todos los edificios y a lo largo y ancho de la red de

infraestructuras, para acumular energías como las renovables, que son de flujo intermitente; 4) el uso de la tecnología de Internet, para transformar la red eléctrica de cada continente en una interred de energía compartida, que funcione exactamente igual que Internet, y 5) la transición de la actual flota de transportes hacia vehículos de motor eléctrico, con alimentación de red. (p. 7)

En este punto, la Tercera Revolución Industrial marcó un período de transformación sin precedentes, caracterizado por la revolución digital y el auge de las telecomunicaciones. Este cambio no solo impulsó la automatización de procesos industriales y de servicios, sino que también facilitó la globalización y la interconexión de mercados a nivel mundial. La adopción de tecnologías digitales, como Internet y la computación, redefinió la producción y la distribución, mejorando significativamente la eficiencia y la competitividad de las empresas.

#### **Cuarta Revolución Industrial**

La cuarta revolución industrial, también llamada Industria 4.0, es el periodo en transformación tecnológica actual cuyas características generales son la convergencia de sistemas físicos, digitales y biológicos que están transformando aceleradamente la sociedad. A diferencia de las revoluciones anteriores, ésta se distingue por la velocidad, alcance y profundidad de los cambios que está generando en prácticamente todos los campos sociales y económicos. Un claro ejemplo de esta transformación es la evolución en las modalidades de pago: mientras que hace unas décadas se hacía de forma física y con dinero, ahora las transferencias se pueden realizar de forma virtual o digital usando las plataformas a las que han tenido que migrar también las entidades bancarias. La Industria 4.0 se define por la conectividad masiva, el acceso a grandes volúmenes de datos (big data) y el uso de algoritmos avanzados capaces de aprender y mejorar de forma autónoma. De este modo se requiere la intervención de las tecnologías emergentes, conocidas hoy en día como la inteligencia artificial (IA), el internet

de las cosas (IoT), la robótica avanzada, la biotecnología, impresión 3D, entre otras. Las cuales generan cambios disruptivos que afectan no solo la producción industrial, sino también sectores como la salud, educación, finanzas y movilidad, generando de esta forma desafíos y oportunidades sin precedentes para la economía global, el mercado laboral y la sostenibilidad del planeta.

Más allá de la automatización y digitalización, la Cuarta Revolución Industrial introduce el concepto de *fábricas inteligentes* (Industria 4.0), donde las máquinas y sistemas interconectados pueden comunicarse para ejecutar tareas y tomar decisiones de forma autónoma. Este entorno optimiza procesos, reduce costos y mejora los tiempos de producción. No obstante, también plantea desafíos importantes, como el aumento de la brecha digital y la necesidad de adquirir nuevas competencias laborales. En última instancia, las innovaciones desarrolladas durante esta revolución están sentando las bases para una transformación integral que afecta la relación entre trabajadores, empresas y tecnología. Rozo (2020) sostiene que:

El concepto de industria 4.0 integra todas esas tecnologías que son los pilares fundamentales para permitir la cuarta revolución industrial, donde las tecnologías de fabricación e información se integran con el potencial de transformar la producción y cambiar el carácter de las relaciones, no solo entre el hombre y la máquina, sino también entre proveedores, productores y consumidores. (p.177)

Salgado y Pangol (2022) argumentan que la Industria 4.0 impulsa la innovación tecnológica y la automatización, lo que permite disminuir los costos en los procesos de producción y reduce la necesidad de mano de obra, generando una transformación en la dinámica tradicional de las relaciones laborales. Esta transformación no solo optimiza la eficiencia y la productividad, sino que también exige una reconfiguración de las competencias laborales, impulsando la demanda de habilidades digitales y técnicas más especializadas. Fernández y

Pajares (2016, como se citó en Guerrero y Mora, 2020) indican que “la transformación digital representa un desarrollo adicional dentro de la organización, incluyendo la gestión de los procesos llevados a cabo a través de la automatización, la robótica y el intercambio de datos” (p. 194).

En el ámbito industrial, la productividad no ha quedado al margen de estos avances, por lo tanto, también se ven en la necesidad de vincular la inteligencia de las cosas IoT, pero en este campo industrial migra como IIoT (Internet Industrial de las Cosas) mencionan (Guerrero y Mora, 2020). El IIoT se entiende como la implementación de tecnologías del Internet de las Cosas en el ámbito industrial, permitiendo la conexión y el control de procesos físicos mediante la integración de capacidades de análisis, almacenamiento y transmisión de datos.

Finalmente, la Cuarta Revolución Industrial impulsa cambios tecnológicos profundos que transforman los procesos productivos y sociales. Aunque ofrece grandes beneficios, también plantea desafíos, como la brecha digital y la necesidad de nuevas habilidades laborales. Es fundamental equilibrar la innovación con una adaptación inclusiva y sostenible.

### **Robótica y Tecnologías del Sector Automotriz**

Para comprender adecuadamente el concepto de robótica, es esencial examinar las definiciones clave en este campo, teniendo en cuenta su creciente relevancia en la sociedad actual. Este enfoque permite explorar la interacción entre los seres humanos y los robots, así como entender su funcionamiento a través de los vectores de posicionamiento, fundamentales para garantizar la precisión y eficiencia de los sistemas robóticos. Además, la inteligencia artificial desempeña un papel crucial en la robótica, ya que su integración permite mejorar la autonomía y capacidad de los robots. Para abordar su aplicabilidad en la industria automotriz, es

necesario también revisar la evolución histórica de la inteligencia artificial, especialmente en el contexto de la Revolución Industrial, y cómo ha influido en la automatización de este sector.

### Definiciones de la Robótica

Por su parte Valverde (2020) define a la robótica en el siguiente concepto:

La robótica es la descripción de todas las tecnologías asociadas con los robots en donde podemos reconocer las diferentes tecnologías implementadas a través de los años en el área de la robótica, teniendo en cuenta que la robótica tiene diferentes definiciones. (p. 4)

Las definiciones más relevantes aplicadas en la actualidad son las siguientes:

**Tabla 4**

*Definiciones Más Relevantes Aplicadas en la Actualidad*

<b>Enciclopedia/Diccionario</b>	<b>Definición</b>
Enciclopedia británica	Maquina operada automáticamente que sustituye el esfuerzo de los humanos, aunque no tiene por qué tener apariencia humana o desarrollar sus actividades a la manera de los humanos
Diccionario Merrian Webster	Máquina que se asemeja a los humanos y desarrolla como ellos tareas complejas como andar o hablar
Diccionario de la real academia española	Maquina o ingenio electrónico programable, capaz de manipular objetos y realizar operaciones antes reservadas solo a las personas

*Nota.* Esta tabla presenta las definiciones más relevantes de la robótica tomada de *la importancia de la robótica como eje en el desarrollo de la sociedad*(Valverde, 2020) (p. 4)

Según las definiciones previas, un robot se puede entender como una máquina diseñada para ejecutar tareas complejas de manera autónoma, sustituyendo el esfuerzo humano. Esta máquina es programable y tiene la capacidad de manipular diversos objetos y realizar múltiples operaciones, lo que le permite llevar a cabo funciones variadas con gran eficiencia. Su habilidad para automatizar procesos y su versatilidad son particularmente destacadas en la robótica industrial, donde los robots juegan un papel fundamental en la optimización de la productividad y la mejora de la precisión en los procesos de fabricación.

### **Sistema de Comunicación de un Robot Industrial**

#### **Figura 9**

##### *Robots Industriales*



*Nota.* Robots Industriales utilizados en la fabricación industrial como lo son articulaciones y brazos tomada de *la importancia de la robótica como eje en el desarrollo de la sociedad*

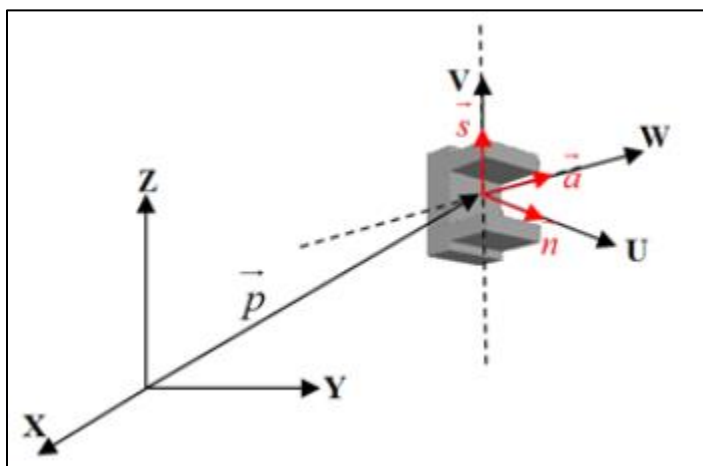
*Valverde (2020). (p. 8)*

En la robótica industrial, las transformaciones homogéneas son esenciales para describir y controlar los movimientos de los robots en el espacio tridimensional. Mediante el uso de matrices de transformación, es posible calcular con precisión la posición y orientación de los brazos robóticos, lo que permite realizar tareas complejas de manera eficiente y exacta en procesos de fabricación automatizados.

Así mismo Sanz (2021) afirma las: “Transformaciones homogéneas (propias de un espacio vectorial con cuatro dimensiones) para describir los cambios en posición y orientación de objetos manipulados, las cuales son cantidades imprescindibles en Robótica determinadas mediante los vectores  $\vec{p}$ ,  $\vec{n}$ ,  $\vec{s}$  y  $\vec{a}$ ”. (p. 3)

### Figura 10

#### *Vectores de Posición Robótica*



*Nota.* Los vectores de posición y orientación definen el sistema de referencia de un robot. El vector de posición  $\vec{p}$  indica las coordenadas del Punto Central de la Herramienta (TCP), mientras que los vectores unitarios  $\vec{n}$ ,  $\vec{s}$  y  $\vec{a}$  definen las direcciones de un sistema de referencia móvil, unido a los objetos manipulados tomado de *Enseñanza y aprendizaje de robótica industrial desde la virtualidad Sanz (2021)*. (p. 3)

## **Industria Automotriz**

En el sector automotriz, la aplicación de la robótica ha permitido evidenciar los avances tecnológicos alcanzados hasta la fecha.

Por una parte Aguirre et al. (2020) declara mediante diferentes factores que:

La industria automotriz y sus exportaciones han sido un factor notable para un país desarrollado, estas industrias se han encargado de diseñar, desarrollar, fabricar, ensamblar y comercializar este tipo de producto, han sido una de las principales fuentes generadoras de empleo. (Pag 2)

La tecnología ha transformado diversos sectores, destacándose en la industria automotriz, donde la transferencia de datos ha optimizado la producción, reduciendo costos y la dependencia de mano de obra. En el ámbito comercial, la tecnología se refleja en la publicidad en redes sociales, que atrae eficazmente a los clientes.

El objetivo principal de Aguirre et al. (2020) es destacar la aplicación de la inteligencia artificial más conocida por las siglas IA de esta forma, empezando desde sus inicios, tal cual como se muestra seguidamente:

A partir de 1956, la IA aporta a la industrialización automotriz. La industria automotriz ha destacado desde sus inicios hasta la actualidad, por ser referente en los avances tecnológicos. Se marca como hito histórico, la combinación de la mecánica con la electrónica, debido a que los procesos de fabricación se automatizan, dando aceleración a la fabricación de automóviles. (p. 4)

La IA en la industria automotriz mejora la producción, la calidad y el desarrollo de vehículos autónomos. Optimiza procesos, personaliza vehículos y predice el mantenimiento, impulsando la innovación en el sector.

En otras palabras A. Martínez et al. (2020) da a entender el avance de la industria automotriz teniendo en cuenta la diversidad de tecnologías:

La implementación de tecnología en la industria automotriz ha tenido un significativo progreso gracias a la incorporación de las tecnologías innovadoras como la inteligencia artificial, el censado y colección digital de datos, el reconocimiento de voz, la visión computacional, el control automatizado de traducción de idiomas y la realidad aumentada, entre otras (p. 124).

A su vez (Camargo, 2023) dice que “Para el entendimiento de la investigación es necesario comprender los tipos de tecnologías que existen en el mercado de autos de cero y bajas emisiones” (p. 23) como lo son “Los vehículos eléctricos son aquellos que están impulsados por un motor alimentado por una fuente de energía eléctrica que, posteriormente, se transforma en energía cinética” (p. 23), determinando las ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos

Las ventajas de los vehículos eléctricos según (Camargo, 2023) son que:

Su conducción es más sencilla al no requerir cambios de velocidad debido a que funcionan como un auto automático, presentan menor incidencia de fallas mecánicas con respecto al motor, la ventaja que más han vendido los fabricantes de automóviles y por la que se han popularizado es que son amigables con el medio ambiente al no producir partículas contaminantes (p. 24).

Por otro lado, la desventaja de los vehículos eléctricos según (Camargo, 2023) son es:

El costo, específicamente el de las baterías de litio, al ser utilizadas en varios sectores su demanda es alta y se dan ciertos periodos de escasez que hacen que su precio se dispare (p. 24)

Los vehículos eléctricos y la inteligencia artificial están cambiando la forma en que nos movemos. Gracias a la IA, estos autos pueden optimizar el uso de la batería, mejorar la seguridad y hasta conducir de manera autónoma. A medida que avanzan estas tecnologías, la movilidad se

vuelve más eficiente y sostenible, marcando el camino hacia un futuro más inteligente y ecológico.

La inteligencia artificial en la fabricación de vehículos ha revolucionado todos los aspectos al optimizar los procesos y aumentar la eficiencia, equipados con IA, los robots y las máquinas llevan a cabo tareas repetitivas para asegurarse de que la producción siga siendo de alta calidad. Además, los robots pueden aprender a cambiar su trabajo basándose en cambios en la producción. Esto continuamente mejora la calidad, reduce los tiempos y los costos de producción. En general, robots y IA llevan a la automatización en la fabricación de automóviles participando como acelerador haciendo que la producción sea más eficiente y completamente automatizada.

### **Tecnologías Industriales del Sector Automotriz**

Las tecnologías industriales del sector automotriz han revolucionado la forma en que se diseñan y producen los vehículos, mejorando la eficiencia y la calidad en cada etapa del proceso. La implementación de innovaciones como la automatización, la robótica y la inteligencia artificial ha permitido a las empresas automotrices optimizar su cadena de suministro y reducir costos, al mismo tiempo que se adaptan a las exigencias de un mercado en constante evolución. Estas tecnologías no solo contribuyen a la fabricación de automóviles más sostenibles y seguros, sino que también impulsan la competitividad en un sector cada vez más globalizado

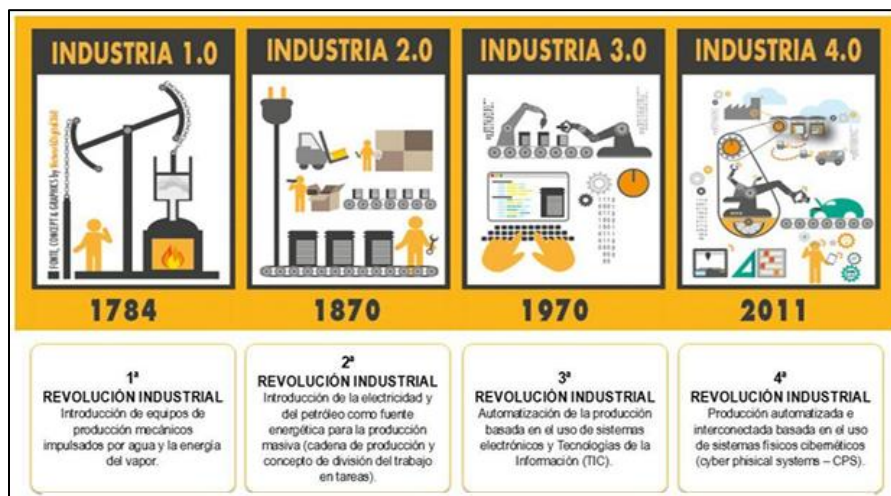
En la actualidad los avances tecnológicos contribuyen al desarrollo como se puede evidenciar en el paso de tecnología analógica a tecnología digital trayendo consigo la innovación de diferentes tecnologías, González y Granillo (2020) afirma que:

La Industria 4.0 es un nuevo capítulo en el desarrollo humano, esta revolución está habilitada por los avances y la fusión de tecnologías, así como por una creciente armonización e integración entre las disciplinas de investigación, en donde los avances en investigación aprovechan la capacidad tecnológica y digital. (p. 2)

A su vez (Parra, 2021) establece que mediante la adaptación de diferentes tecnologías se afirma un enfoque masivo hacia el futuro ya que:

Con cada año que transcurre, surgen nuevas innovaciones impulsadas por la tecnología digital como por ejemplo la Robótica, siendo esta una de las características principales de la cuarta revolución o industria 4.0, obteniendo como resultado un aumento de la presencia de robots automatizados en plantas de producción industrial. (p. 18)

Sin embargo, a medida que la tecnología avanza se acopla más a las necesidades de la sociedad mediante diferentes ramas contribuyendo a grandes avances en el mundo, reconociéndose los países más desarrollados siendo estos pioneros en avances tecnológicos y los cuales contribuyen a los demás países que no cuentan con el mismo desarrollo.

**Figura 11***Revolución Industrial*

*Nota.* Etapas del desarrollo de la revolución industrial tomada de *la revolución industrial 4.0, sus características e impacto laboral en Colombia* Bautista et al. (2022) (p. 7)

La Industria 4.0 se apoya en pilares clave como Big Data, el Internet de las Cosas (IoT) y la Inteligencia Artificial (IA), los cuales trabajan juntos para optimizar procesos, mejorar la automatización y permitir una producción más flexible y eficiente.

Como resultado Bautista et al. (2022) establece los pilares de la industria 4.0:

La industria 4.0 tiene algunos pilares que lo componen, que son fundamentales en la idea de esta nueva tendencia. Por lo anterior, para efectos de esta revisión literaria solo se definen los siguientes: Big Data, Internet de las cosas, Inteligencia Artificial. (p. 10)

**Big Data**

Posteriormente Bautista et al. (2022) especifica que: “la recopilación y evaluación de una gran cantidad de datos de muchas fuentes diferentes como la maquinaria y los sistemas de producción, los sistemas de gestión de proveedores y cliente para la toma de decisiones” (p. 10).

Así mismo, Bazzara (2021) afirma que el Big Data “se encarga de poner en marcha los engranajes de la máquina para su correcto y eficaz funcionamiento” (p. 52), lo que facilita la interconexión de la maquinaria para efectuar procesos industriales en diferentes sectores de la producción automovilística.

### **Internet de las Cosas**

Lo dicho por Bautista et al. (2022) consiste en “Integrar una serie componentes electrónicos en la fase de diseño de estos para dotarles de conectividad entre sí, ya que el internet está en cualquier rincón del planeta” (p. 10).

### **Inteligencia Artificial**

Por su parte Bautista et al. (2022) hace énfasis en que: “un desarrollo del ser humano en la búsqueda de crear un ser muy parecido al él donde integre la tecnología y el comportamiento, pensamiento e inteligencia humana” (p. 11).

La Industria 4.0 ha revolucionado la industria automotriz, utilizando Big Data, IoT e Inteligencia Artificial para optimizar la producción, mejorar la calidad y reducir costos, estos avances permiten una mayor automatización, personalización de vehículos y el desarrollo de tecnologías inteligentes y autónomas, llevando la innovación automotriz a nuevas alturas.

### **Inteligencia Artificial Aplicada a la Robótica**

La robótica industrial y la inteligencia artificial están transformando la automatización. La IA permite que los robots aprendan, adapten sus acciones y tomen decisiones en tiempo real, mejorando la flexibilidad y precisión en la producción. Esto no solo optimiza procesos, sino que también mejora la colaboración entre robots y humanos en el entorno industrial.

Por lo tanto, Abeliuk y Gutiérrez (2020) habla sobre la inteligencia artificial (IA) en donde esta: “podría actuar sobre otras cosas además de los números, el motor (la máquina) podría componer piezas musicales elaboradas y científicas de cualquier grado de complejidad o extensión” (p. 2).

La inteligencia artificial (IA) abarca diversos campos según su programación. No solo se utiliza para cálculos numéricos, sino también para tareas como la creación de música, diagnósticos médicos e innovación en aplicaciones. A continuación, se presentará una tabla que muestra la evolución histórica de la IA.

**Tabla 5**

*Historia de la Inteligencia Artificial*

Historia de la inteligencia artificial	
1842	De los números a la poesía
1921	Se introduce la palabra “Robot”
1943	Las neuronas se vuelven artificiales
1950	Turing Test comportamiento inteligente
1956	La IA nace al igual que el primer programa de IA
1961	Unimate primer robot industrial en trabajar dentro de una línea de montaje en General Motors
1964	Eliza Primer chatbot que podía conversar funcionalmente con una persona en idioma ingles
1969	El problema del XOR (incapacidad de implementar la función lógica XOR)
1974-1980	Invierno IA (Sin fondos y con poco interés)

Historia de la inteligencia artificial	
1986	Aprendiendo a aprender con retro programación en donde se populariza el algoritmo de retro propagación para entrenar redes neuronales multicapa
1986	RNNs introduce la arquitectura para el aprendizaje
1987-1993	Segundo invierno de IA
1997	Deep Blue Computadora que juega ajedrez y derrota al campeón mundial
2002	Roomba primer robot comercial para el hogar siendo una aspiradora autónoma
2009	ImageNet democratiza los datos
2012	Visión sobrehumana
2014	Enseñando a las maquinas a inventar mediante el uso de redes neuronales
2014	Alexa un asistente virtual inteligente con interfaz de vox
2015-2016	Aprendizaje profundo al alcance de todos lanzando dos librerías de código abierto sorFlow y PyTorch
2017	AlphaGo vencedor del complejo juego al mejor jugador
2018	Bert, un modelo de lenguaje utilizado en una variedad de tareas

*Nota.* En esta tabla se muestra que la inteligencia artificial (IA) ha evolucionado considerablemente desde el año 1842 hasta el 2018, transformando diversos campos como la ciencia y la tecnología tomado de *inteligencia artificial el primer programa de IA, Abeliuk y Gutiérrez (2020). (p. 3 - 4)*

La robótica y las tecnologías avanzadas han transformado la industria automotriz, optimizando la producción y mejorando la eficiencia. La integración de inteligencia artificial y automatización ha permitido mayor precisión y reducción de costos, aunque en Colombia su adopción aún enfrenta desafíos. No obstante, la transición hacia la Industria 4.0 es clave para fortalecer la competitividad del sector y consolidar una manufactura más eficiente y sostenible.

### **Automatización e Industrialización Automotriz en América.**

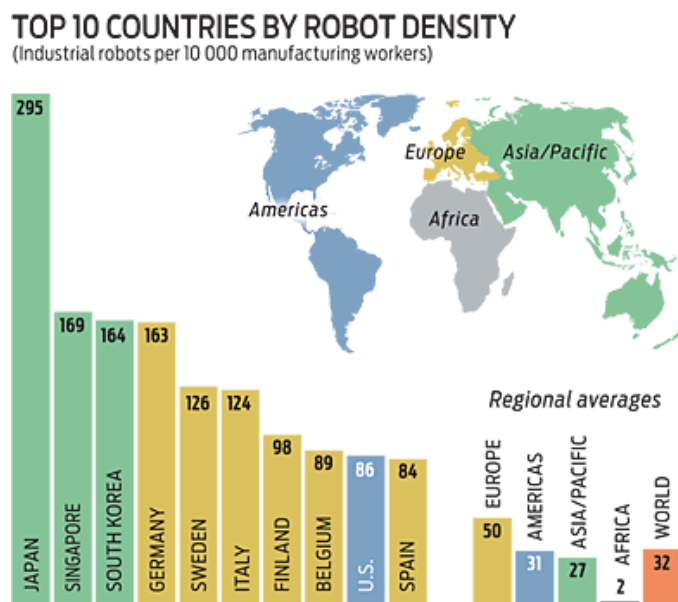
La industria automotriz en América Latina ha experimentado una transformación significativa en las últimas décadas debido a la integración de tecnologías avanzadas de automatización y robótica. Esta región, caracterizada por su gran potencial en el sector manufacturero, ha comenzado a adoptar estrategias que buscan mejorar la competitividad y la eficiencia en un mercado global altamente exigente. Este capítulo examina el panorama general de la automatización en América, con énfasis en su aplicación en la industria automotriz, analizando sus beneficios, desafíos y perspectivas futuras.

#### **Panorama General de la Automatización en América**

Definida como un avance de la robótica, las tecnologías con IA dominan la industria automotriz, lo que facilitó que Estados Unidos utilizara los robots industriales en la línea de montaje presentándolo como pionero en la industria automotriz en el continente americano (Blasco, 2018). Así mismo Ñique (2011) refiere que Estados Unidos es el país en América que más densidad de Robots posee (31 por cada 10.000 trabajadores de la industria manufacturera) como se ilustra en la *figura 12*.

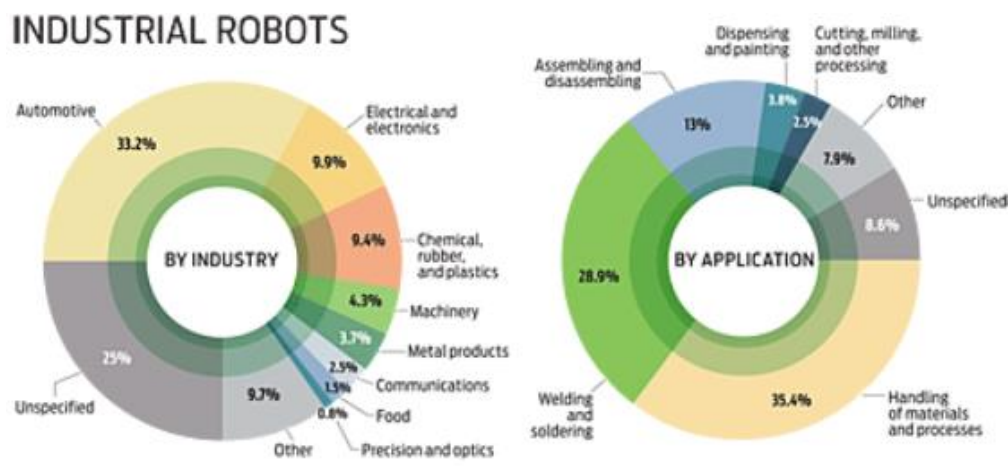
## Figura 12

*Los 10 Primeros Países por Densidad de Robots*



*Nota.* La figura presenta los 10 primeros países por densidad de Robots en el mundo. Tomada de *la Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial 00 (2011) 1-4*, de Víctor Ñique, (2011).

También añade que el 33.2 % de los robots industriales son aprovechados en el sector automovilístico ver *figura 13*. En consecuente Blasco (2018) alude que “en el año 2016, la demanda de los robots industriales nuevos en el sector automotriz estadounidense incrementó un 25% respecto al año anterior” (p.20), lo que ha generado que Estados Unidos se mantenga en el mercado como una potencia competitiva en el campo de la industria automotriz.

**Figura 13***Robots Industriales.*

Nota. La figura presenta los Robots Industriales. Tomada de *la Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial 00 (2011) 1-4*, de Víctor Ñique, (2011).

Impulsada por la necesidad de aumentar la productividad y reducir los costos en la producción América Latina se encuentra en una transición hacia la automatización. Países como México y Brasil lideran la implementación de tecnologías avanzadas en el sector automotriz, asociado a sus cadenas de suministro bien desarrolladas y a la presencia de importantes fabricantes internacionales. Referente a México, Carrillo et al. (2020) mencionan que la industria automotriz ha estado presente por más de nueve décadas y a lo largo de este período, se han producido transformaciones internas significativas en relación con sus áreas de producción, las tecnologías adoptadas, sus sistemas de organización y las estructuras laborales.

Como consecuencia del desarrollo e implementación de tecnologías modernas en la industria automotriz “en Latinoamérica grandes franquicias han implementado fábricas de ensamblaje, como Toyota en Ecuador y Brasil, en Argentina también hay empresas que fabrican y venden tecnología robótica” (Ñique, 2011, p.2).

Por otra parte, para Pinto et al. (2021), la región enfrenta el desafío de equilibrar las inversiones en tecnología con el desarrollo de una fuerza laboral capacitada para operar sistemas automatizados. Además de México y Brasil, naciones como Argentina y Colombia han empezado a desarrollar estrategias que promueven la adopción de tecnologías automatizadas en sus procesos productivos, aunque aún enfrentan desafíos vinculados a la infraestructura y la atracción de inversión extranjera.

Teniendo en cuenta los diferentes desafíos que se han tomado (Cruz et al., 2020) establece que:

Es ahora donde en la actualidad se ha empezado a notar el esfuerzo que realizan algunos países por contribuir a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y empezar a fomentar una transición a energías más limpias y sostenibles que no destruyan el planeta. Es allí donde muchos países han empezado a tomar políticas y adoptar tecnologías que promueven las energías renovables. (p. 8)

El uso de sistemas tecnológicos y máquinas a través de la automatización industrial tiene como objetivo mejorar la ejecución de tareas repetitivas y rutinarias. En este contexto, su rol en Colombia, especialmente dentro del sector automotriz, es crucial para incrementar la eficiencia y productividad en la fabricación de vehículos. Este proceso resalta los avances tecnológicos logrados y subraya la importancia de la industria automotriz en la transformación de diversos sectores económicos del país.

En relación con Rodríguez y Matamoros (2020) determina la automatización como una implementación tecnológica de la siguiente manera:

Colombia es un país donde recientemente se ha iniciado una etapa de automatización o robotización en procesos productivos, lo que permite tener una amplia visión y bastante

campo de acción para hacer desarrollos o implementaciones tecnológicas donde aún los procesos tecnificados se encuentran rezagados. (p. 38)

Sin embargo, frente a la automatización y el auge de la Industria 4.0 que promueve el uso de las IoT e IIoT, también es importante tener presente el estado emocional de las personas, en este punto Ravina-Ripoll et al. (2019) afirman que:

La implementación de modelos de gestión empresariales basados en la precariedad laboral y la reducción masiva de puestos de trabajos derivados de la automatización de los procesos productivos y el uso extensivo de los robots [...] influyen negativamente en la felicidad de los seres humanos” (p.189).

A su vez como una consecuencia social principal a la automatización industrial Ñique (2011) asegura que “la principal corriente se basa en el temor que el desarrollo tecnológico industrial reemplazaría por completo la participación humana y por consecuencia aumentaría el desempleo” (p.2), por lo tanto, generaría desempleo debido al ahorro en nómina que tendrían las empresas haciendo uso del empleo de tecnologías para suplir ciertas actividades. Aunque también existen grandes ventajas, relacionadas a la precisión, los tiempos que usarían los robots y la calidad donde Ñique (2011) consolida que:

La implementación de tecnología robótica nos permitiría ahorrar en gastos de planillas, también aseguraría mayor productividad, calidad en la labor empeñada al reducir el margen de errores, también evitaríamos exponer personas a trabajos peligroso e insalubres. (p.4)

### **Implementación de la Robótica en la Industria Automotriz**

La automatización consiste en el uso de tecnologías para realizar tareas sin necesidad de intervención humana. A medida que avanza, la implementación de robots y sistemas

automatizados se ha vuelto clave, permitiendo a las empresas mejorar la eficiencia, reducir costos y realizar trabajos de manera más precisa.

La incorporación de robots en las cadenas de producción automotriz ha transformado significativamente la manera en que se ensamblan los vehículos. En especial, los robots industriales desempeñan funciones como soldadura, pintura, montaje de componentes y control de calidad, optimizando la precisión y acortando los tiempos de fabricación.

Por lo tanto, Palacios (2024) menciona que “La automatización industrial utiliza robots y sistemas automatizados para realizar tareas que antes eran ejecutadas por humanos. Esto puede tener un impacto significativo en el empleo, ya que puede reemplazar a los trabajadores en algunas tareas” (p. 11).

La automatización industrial, al integrar robots y sistemas automatizados, no solo mejora la eficiencia y productividad de las empresas, sino que también permite reducir los costos de producción y elevar la calidad del trabajo. Este avance, aunque trae beneficios significativos, también puede generar un impacto en el empleo al reemplazar ciertas tareas realizadas por humanos.

Con respecto a Palacios (2024) “la automatización industrial puede aumentar la eficiencia y la productividad de las empresas, disminuir los costos de producción y aumentar la calidad del trabajo” (p. 12).

La automatización industrial es un pilar importante en la unión con la robótica ya que mediante esta podemos optimizar los procesos de producción y generar una mayor velocidad optimizando el tiempo de producción.

De igual manera la automatización Poquet (2020) describe la aplicación de software en la automatización de la siguiente manera “Por tanto, en el caso de la automatización no se utilizan los robots, sino los «bots», esto es, la utilización de un software para la realización de ciertas tareas informáticas” (p. 4).

De acuerdo con la implementación del software para cada función podemos programar y así mismo determinar la función que el robot va a desempeñar.

Además, Restrepo et al. (2020) realiza una descripción de los principales objetivos del proceso de automatización los cuales son: (p. 6)

1. Mejorar la productividad y eficiencia
2. Reducir costos de producción
3. Mejorar la calidad y precisión del producto final
4. Optimizar la planificación y el control
5. Mejorar las condiciones de trabajo del personal
6. Suprimir las tareas más tediosas
7. Reenfocar las tareas y asignaciones de sus empleados
8. Dedicar más tiempo en actividades tácticas o estratégicas que generen mayor

valor para la organización

Con base a lo anterior, se puede deducir que la implementación de la automatización en la industria automotriz tiene diversos objetivos tales como la optimización de procesos, el aumento de la producción y la reducción de costos en las actividades laborales continuas, permitiendo operar por más tiempo sin interrumpir la producción.

Debe señalarse que Arias (2022) recalca los niveles de automatización en las siguientes palabras: “En la industria automovilística con temas relacionados a fabricación y ensamble de

vehículos se habla de un tema muy importante que en la automatización que se conforma de cinco niveles:” (p. 3)

**Tabla 6**

*Niveles de Fabricación Vehicular*

Nivel 0: Nivel de Proceso	Se trata del nivel más bajo en la jerarquía de la automatización. Incluye los actuadores, sensores y otros elementos hardware que forman una máquina.
Nivel 1: Nivel de Estación	Este nivel está formado por las máquinas individuales que intervienen en el proceso productivo. Por tanto, desde el punto de vista de control, en este nivel se sitúan los autómatas programables, los sistemas de control numérico de las máquinas, los robots industriales, los computadores industriales, etc.
Nivel 2: Nivel de Célula/Nivel de Área	Este nivel está formado por las células de fabricación, que son grupos de máquinas o estaciones de trabajo y los conjuntos de células que se agrupan en áreas.
Nivel 3: Nivel de Fábrica	Este es el nivel de la fábrica o sistema de producción integrado. En él se realiza la secuenciación de las tareas, la administración de los recursos y el control de calidad a partir de las órdenes incluidas en los planes operacionales de producción que se generan en el nivel superior.
Nivel 4: Nivel de Empresa	Este nivel incorpora el sistema global de información de la empresa. Se trata del

---

nivel más alto de la pirámide y por tanto gestiona e integra todos los niveles inferiores.

---

*Nota. Niveles de fabricación vehicular tomado de defectos de producción en la industria automovilística colombiana a nivel de seguridad Arias (2022).(p. 3 - 4)*

Según (Gonzalez, 2021) la fabricación de un vehículo lleva una serie de procesos los cuales al ser ejecutados se llega al resultado esperado por el fabricante ya que:

Para los procesos de elaboración de autos se tiene un conjunto de procesos que trabajan armónicamente para la elaboración de vehículos siendo su principal proceso la línea de ensamblaje de esta se empieza la elaboración de las otras partes del vehículo. (p. 14) estos procesos son:

- Piezas individuales, que pueden ser elaboradas por la misma ensambladora o alguna industria de autopartes. (p. 14)
- Elaboración del Armazón o bastidor donde, se empieza la cadena de montaje pieza por pieza. (p. 14)
- Instalación de piezas al armazón, suspensión depósito de gasolina ejes, entre otros. o Instalación del motor y su transmisión, esta parte es elaborada por robots, ya que estas partes son muy pesadas. (p. 14)
- Construcción y componentes de la carrocería se instalan puertas, capo entre otras más. (p. 14)
- Inspección y pintura, se inspeccionan todos los componentes que estos no tengan ningún tipo de abolladura o daño y se procede a pintar. (p. 15)
- Funcionamiento eléctrico, se instalan todos los componentes eléctricos y accesorios al vehículo para su funcionamiento. (p. 15)

De hecho, Mayorga-Salamanca et al. (2024) se remite a años anteriores para dar a conocer la importancia de la industria automotriz.

La industria automotriz, una actividad económica que se ha caracterizado desde sus inicios a finales del siglo XIX por un gran dinamismo, avance tecnológico, innovaciones. Esta industria tiene efectos multiplicadores positivos en las economías, se encuentra vinculada a gran cantidad de actividades económicas. (p. 140)

La industria automotriz, conocida por su dinamismo y constante innovación, tiene un gran impacto en la economía, ya que está vinculada a muchas otras actividades. Debido a su complejidad, las plantas están diseñadas para realizar tareas específicas en cada unidad de negocio. Así, se ajustan rápidamente para cambiar la producción de un modelo a otro según la demanda del mercado.

De la misma forma, Baquero (2020) hace énfasis en que una infraestructura adecuada juega un papel fundamental para el desarrollo económico de las empresas:

Dado el grado de complejidad y especialización que esta planta y sus colaboradores deben manejar, su infraestructura está diseñada de forma que se realicen labores específicas por cada una de sus unidades de negocio, bajo un sistema de producción en el cual se establece una demanda a producir de un modelo específico para una vez culminada esta labor se realicen los cambios necesarios para iniciar producción de otro tipo de unidad de negocio. (p. 2)

La planta está diseñada para adaptarse rápidamente a las necesidades de producción, lo que le permite manejar la complejidad de fabricar diferentes modelos. Sectores como la fabricación de partes y piezas para vehículos, motores y turbos destacan por su alta capacidad productiva y complejidad económica, lo que les permite mantener un ritmo de producción eficiente.

Con respecto a la producción Pinillos (2020) analiza que: “Los subsectores que tienen las capacidades productivas más altas son: sector de partes y piezas para vehículos, fabricación de motores para autos y turbos para motores, cuyo índice de complejidad económica es 0.13, 0.11 y 0.08 respectivamente” (p. 51).

Los subsectores con mayor capacidad productiva, como el de partes y piezas para vehículos, fabricación de motores y turbos para motores, se destacan por su alta complejidad económica. Gracias a la automatización, estos procesos alcanzaron niveles de precisión mucho más altos que los obtenidos de manera manual, lo que resultó en una mejora significativa en la calidad del proceso de ensamblaje.

Por otra parte Diaz (2019) dice que: “La automatización permitió ejecutar los procesos con un nivel de precisión mucho más elevado que en un proceso manual, lo cual aumento el nivel de calidad óptima en el proceso de ensamble”

Debido a la implementación de estas nuevas tecnologías se ha permitido que las empresas tengan un crecimiento potencial en su producción y a la vez tengan herramientas óptimas para enfrentar a competidores tanto locales como internacionales, destacándose el manejo de una calidad optima, influyendo directamente en el área de ensamble, lo que contribuye a que exista una reducción en los errores y defectos teniendo como resultado la satisfacción de los clientes y así resaltar el nombre de la marca.

Al mismo tiempo Velásquez et al. (2022) determina que “En el desarrollo de nuevos productos, concretamente en el sector automotor, se presentan retos técnicos asociados con la aplicación de tecnología que permita hacer realidad las expectativas de los clientes finales y mejorar la eficiencia de los procesos productivos” (p.9).

Los retos técnicos de implementar tecnología pueden variar según la industria y el contexto, uno de los retos de gran relevancia es el mantenimiento y actualización para el cumplimiento de dichas expectativas.

De acuerdo con M. García (2020) día tras día los avances tecnológicos son superiores y con ello superamos los avances robóticos en las grandes industrias.

Los avances en robótica, inteligencia artificial y aprendizaje automático están abriendo el camino hacia una nueva era de automatización conforme las máquinas equiparan o superan el desempeño humano en una gran gama de actividades laborales, incluyendo las que requieren competencias cognitivas. (p. 10)

Los avances en robótica, inteligencia artificial y aprendizaje automático están permitiendo que las máquinas superen al ser humano en muchas tareas, incluidas las que requieren habilidades cognitivas. Este cambio ya está afectando sectores como la automoción y la industria, y se espera que su impacto en el empleo siga creciendo en los próximos años.

Sin embargo Aguirre (2023) determina “La irrupción de los robots, la automatización y la IA ya ha comenzado a transformar el mundo del empleo en algunos sectores como el de la automoción o la industria, pero continuará haciéndolo con intensidad en los próximos años” (p. 110).

A partir del análisis de la información previa, se puede concluir que la automatización desempeña un papel fundamental en el desarrollo del sector automotriz. En la industria, se observan diversas aplicaciones automatizadas que, en conjunto con robots y líneas de ensamblaje, transforman el proceso de fabricación de vehículos, con el objetivo principal de optimizar la eficiencia y la productividad.

## **Ensamble e Implementación Vehicular en Colombia**

El ensamblaje de carrocerías, la fabricación de partes y autopartes, y el papel crucial de los robots en estos procesos son elementos clave para la optimización de la producción. En el caso de General Motors Colombia se destaca su impacto en la industria. Además, destacando la implementación de vehículos eléctricos, resaltando las ventajas que estos ofrecen frente a desafíos actuales como el cambio climático y la contaminación, problemas que afectan directamente a la sociedad, promoviendo una solución efectiva para un transporte más sostenible.

Con relación a los automóviles Beltrán et al. (2024) define que “El automóvil es posiblemente el producto de consumo más complejo del mercado actual” (p. 2).

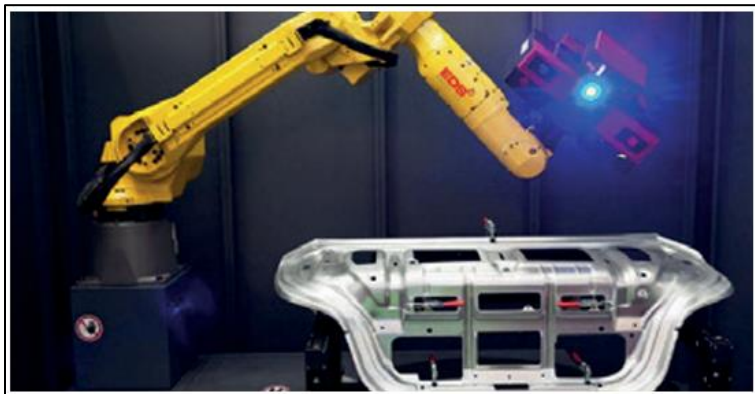
En la actualidad el automóvil es considerado uno de los medios de transporte más utilizados en la sociedad debido a varios beneficios que trae consigo como lo son comodidad, rapidez, privacidad, entre otras.

Según Beltrán et al. (2024) Con la optimización de los procesos se busca mejorar los siguientes puntos

- Reducción de tiempos
- Eliminación de tareas poco relevantes
- Reducción de costos
- Mitigación de riesgos
- Prevención y control de problemas durante todo el proceso
- Satisfacción del cliente
- Mejora de la calidad

## Figura 14

### *Brazo robótico*



*Nota.* Brazo manipulador realizando inspección de una autoparte tomado de *La mecatrónica en el desarrollo de la industria automotriz en México Beltrán et al. (2024)(p. 7)*

Cabe considerar que De los Santos (2022) enfatiza el ensamble de carrocerías sobre chasis, iniciando la producción de autobuses como se presenta a continuación:

En términos de electromovilidad, la industria automotriz de Colombia ha incursionado con bajos niveles de integración productiva pues los casos se limitan a empresas dedicadas a la fabricación de carrocerías que montan su estructura sobre chasis eléctricos de empresas extranjeras, como son el caso de las empresas Busscar y Marcopolo. (p. 43)

En Colombia, la industria automotriz en electromovilidad aún muestra una integración limitada, destacándose empresas como Busscar y Marcopolo, que fabrican carrocerías sobre chasis eléctricos importados. A pesar de esto, en el proceso de fabricación de vehículos, la línea de ensamblaje juega un papel central, coordinando la producción de las diversas partes del vehículo.

Al mismo tiempo A. Martínez et al. (2020) profundiza que, en el proceso de fabricación de automóviles, camiones, autobuses entre otros, la línea de ensamblaje es el eje principal.

Para los procesos de elaboración de autos se tiene un conjunto de procesos que trabajan armónicamente para la elaboración de vehículos siendo su principal proceso la línea de ensamblaje de esta se empieza la elaboración de las otras partes del vehículo. (p. 14)

En el proceso de elaboración de vehículos, diversos procedimientos trabajan de manera armónica, siendo la línea de ensamblaje el principal, desde donde se inician la fabricación y montaje de otras partes del vehículo. A continuación, se presenta una tabla con algunas de las partes fabricadas aleatoriamente.

### **Tabla 7**

#### *Partes Elaboradas Aleatoriamente*

---

Piezas individuales, que pueden ser elaboradas por la misma ensambladora o alguna industria de autopartes.

Elaboración del Armazón o bastidor donde, se empieza la cadena de montaje pieza por pieza.

Instalación de piezas al armazón, suspensión depósito de gasolina ejes, entre otros.

Instalación del motor y su transmisión, esta parte es elaborada por robots, ya que estas partes son muy pesadas.

Construcción y componentes de la carrocería se instalan puertas, Capo entre otras más.

Inspección y pintura, se inspeccionan todos los componentes que estos no tengan ningún tipo de abolladura o daño y se procede a pintar

Funcionamiento eléctrico, se instalan todos los componentes eléctricos y accesorios al vehículo para su funcionamiento.

---

*Nota.* Partes elaboradas aleatoriamente tomada de *industria 4.0 en México. Elementos*

*diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas A. Martínez et al. (2020)(p. 14)*

La complejidad y diversidad de las partes fabricadas para vehículos reflejan la evolución de la industria automotriz, donde cada componente no solo cumple una función específica, sino que también contribuye al objetivo más amplio de crear vehículos más seguros, eficientes y respetuosos con el medio ambiente. A medida que continuamos avanzando hacia el futuro, la innovación en este campo seguirá siendo un motor clave para el desarrollo y la transformación de la movilidad.

### Éxitos Locales de la Automatización Automotriz en Colombia

**Tabla 8**

*Éxitos locales de la Automatización en Colombia*

Empresa	Descripción
Renault Sofasa S.A.S.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación: Envigado Antioquia</li> <li>Descripción: Ensambla modelos como el Renault Logan, Sandero y Duster (Renault Colombia, 2025).</li> </ul>
Hino Motors Manufacturing Colombia S.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación: Cota, Cundinamarca.</li> <li>Descripción: Ensamblaje de camiones y buses (HINO, 2023).</li> </ul>
General Motors Colmotores S.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación: Bogotá, D.C.</li> <li>Descripción: Ha ensamblado vehículos Chevrolet en Colombia. (GM Colombia, 2025).</li> </ul>
Auteco Mobility	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación: Itagüí, Antioquia.</li> <li>Descripción: Ensambla vehículos eléctricos y motocicletas. (Grupo Auteco, 2025).</li> </ul>
BYD Colombia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación: Bogotá, D.C.</li> <li>Descripción: Especializada en la comercialización y ensamblaje de vehículos eléctricos. (BYD, 2025)</li> </ul>
Superpolo S.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación: Cota, Cundinamarca.</li> </ul>

Empresa	Descripción
Busscar de Colombia S.A.S.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción: Ensambla carrocerías para buses de transporte público (Superpolo, 2021).</li> <li>• Ubicación: Yumbo, Valle del Cauca</li> </ul>
Carrocerías JGB S.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción: Especialista en la fabricación de carrocerías de buses intermunicipales (BUSSCAR DE COLOMBIA, 2025).</li> <li>• Ubicación: Mosquera, Cundinamarca</li> </ul>
Carrocerías Marco Polo Colombia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Descripción: Diseña y ensambla buses urbanos y especiales (Crictech SAS, 2021).</li> <li>• Ubicación: Cundinamarca</li> <li>• Descripción: Ensambla carrocerías para buses urbanos y articulados</li> </ul>

*Nota.* Éxitos locales de la automatización en Colombia ensambladora de vehículos y carrocerías.

## FODA de Automatización en Colombia

### Tabla 9

#### *FODA de Automatización en Colombia*

Automatización en Colombia	
Fortalezas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento en la adopción de tecnologías digitales, especialmente en sectores industriales y de servicios.</li> <li>• Iniciativas gubernamentales que fomentan la transformación digital y la automatización.</li> <li>• Mano de obra joven y en constante formación en habilidades tecnológicas.</li> <li>• Empresas nacionales y multinacionales invirtiendo en innovación y automatización.</li> <li>• Red de conectividad en expansión que facilita la implementación de soluciones automatizadas.</li> </ul>

---

Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expansión del comercio electrónico y la logística inteligente, impulsando la automatización.</li> <li>• Creciente interés en la inteligencia artificial y el internet de las cosas (IoT) en diferentes sectores.</li> <li>• Disponibilidad de financiamiento y apoyo estatal para proyectos de innovación tecnológica.</li> <li>• Aumento en la digitalización de las pymes, generando demanda por soluciones automatizadas.</li> <li>• Posibilidad de reducir costos operativos y mejorar la eficiencia en empresas de diversos sectores.</li> <li>• Brecha digital significativa entre regiones urbanas y rurales, dificultando la adopción equitativa.</li> <li>• Falta de capacitación especializada en automatización en algunos sectores laborales.</li> </ul>
Debilidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestructura tecnológica en desarrollo, con limitaciones en conectividad y acceso a tecnologías avanzadas.</li> <li>• Resistencia al cambio por parte de algunas empresas y trabajadores.</li> <li>• Costos iniciales elevados para la implementación de tecnologías de automatización.</li> <li>• Posible desplazamiento laboral debido a la automatización, generando preocupaciones sobre desempleo.</li> <li>• Ciberseguridad como un desafío clave en la implementación de procesos automatizados.</li> <li>• Dependencia de tecnologías extranjeras, limitando el desarrollo de soluciones locales.</li> </ul>
Amenazas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulaciones y políticas en constante cambio que pueden afectar la adopción tecnológica.</li> <li>• Impacto ambiental derivado de la producción y desecho de tecnologías automatizadas.</li> </ul>

---

*Nota.* FODA de la automatización en Colombia elaborada de manera original con base a conocimientos generales sobre la automatización colombiana.

## Análisis Comparativo Entre Países Latinoamericanos

La industria automotriz en América Latina ha experimentado diversas transformaciones en las últimas décadas, influenciadas por factores económicos, políticos y tecnológicos. La adopción de procesos de automatización varía significativamente entre los principales países productores de la región, como México, Brasil, Chile y Colombia.

### Tabla 10

#### *Análisis Comparativo de Automatización Industrial en Latinoamérica*

País	Comparativa
	Según (Trujillo C, 2021) los diferentes avances se determinan de la siguiente manera:
México	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dentro de los avances generados en la fusión de la industria automotriz y la I4.0, empresas automotrices han creado nuevas y mejores soluciones aplicadas a sus procesos, desde la fabricación de vehículos hasta sus elementos (carrocería, neumáticos y combustibles). Dentro de este apartado se detalla la aplicación de la industria 4.0 en el sector automotriz, partiendo de la automatización de sus procesos hasta la autonomía del producto final, todo esto desde el panorama internacional. (p. 81)</li> </ul>
	Teniendo en cuenta lo dicho por (Duque I, 2021) Brasil trae una maximización al crear nuevos campos de acción en donde:
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brasil es un buen mercado para la exportación de aparatos mecánicos, eléctricos, automóviles, tractores, productos agrícolas, inorgánicos, farmacéuticos, aeronaves, entre otros. (p. 23)</li> <li>Brasil se encuentra entre los países con crecimientos económicos importantes, que ayuda a que su economía sea más fuerte, sus</li> </ul>

País	Comparativa
Colombia	<p>relaciones se potencien en todo sentido aprovechando las oportunidades que tiene por ser un país interesado en la inversión en tecnología y que está dispuesto a generar innovación, con el objetivo de ser cada vez más competitivos. (p. 23)</p> <p>Por otro lado, según (Duque I, 2021) Colombia tiene poco avance en la implementación de la industria 4.0 y automatización en donde las empresas colombianas desconocen las ventajas de la industria 4.0 en donde</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La industria 4.0 ha generado grandes cambios por las nuevas tecnologías y formas de ver el mundo. Los cambios se deben a inmensas transformaciones que afectan la productividad, los procesos económicos, sociales, creando retos para los gobiernos, empresas y personas. (p. 28)</li> <li>• La industria 4.0 trae grandes beneficios a la sociedad y a la economía. Las empresas han analizado que las empresas adquieren valor, eficiencia y optimizan sus beneficios con la implementación de estas nuevas tecnologías. (p. 28)</li> </ul> <p>Así mismo según (Duque I, 2021) Chile se basa en la estructura productiva e implementación de nuevas tecnologías que facilitan la producción y aumentan la rentabilidad</p>
Chile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las políticas industriales son fundamentales para países como Chile, basadas en la estructura productiva e implementación de nuevas tecnologías que facilitan la producción y aumentan la rentabilidad. (p. 25)</li> <li>• Las nuevas estrategias de la industria 4.0 en Chile pretenden cambios en la producción y capacidades tecnológicas que permitan salir del bajo crecimiento y aprendizaje. (p. 25)</li> </ul>

*Nota.* Análisis comparativo entre países latinoamericanos como lo son: México, Chile, Colombia y Brasil.

La automatización en la industria automotriz latinoamericana presenta variaciones significativas entre países, influenciada por factores como políticas gubernamentales, inversión en tecnología y capacitación laboral. Mientras que México y Brasil muestran avances notables en la implementación de tecnologías avanzadas, Chile y Colombia enfrentan desafíos que requieren estrategias específicas para fomentar la modernización y competitividad del sector.

## Discusión

El análisis realizado en esta monografía permite evidenciar cómo la automatización y la robótica han transformado la industria automotriz a lo largo de las distintas revoluciones industriales. La Primera Revolución Industrial sentó las bases con la mecanización, mientras que la Segunda y la Tercera Revolución Industrial impulsaron la producción en masa, la electrificación y el uso de computadoras en los procesos productivos. Finalmente, la Cuarta Revolución Industrial, o Industria 4.0, ha dado paso a la integración de tecnologías como la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y la digitalización, revolucionando la manufactura de vehículos.

Uno de los principales hallazgos de la revisión documental es que, mientras la automatización en la industria automotriz ha avanzado significativamente en países como Estados Unidos, Alemania y Japón, en América Latina la adopción ha sido más lenta. Colombia, en particular, enfrenta desafíos importantes en la modernización de su industria automotriz. Aunque empresas como General Motors Colmotores y Renault-Sofasa han implementado procesos automatizados en sus líneas de producción, el nivel de robotización aún es bajo en comparación con países como México y Brasil. Este rezago puede atribuirse a factores como la baja inversión en infraestructura tecnológica, la limitada capacitación del talento humano y la necesidad de incentivos gubernamentales que promuevan la digitalización industrial (El Espectador, 2018; Manufactura Latam, 2021).

En cuanto a Renault-Sofasa, la empresa ha realizado inversiones significativas para modernizar su planta en Envigado. Entre 2020 y 2023, la compañía destinó alrededor de 100 millones de dólares para la implementación de nuevas tecnologías y la automatización de

procesos, lo que permitió aumentar el nivel de robotización de la planta a cerca del 20 % en los diferentes procesos involucrados en el ensamble de cada vehículo (Pérez, 2024).

Por su parte, General Motors Colmotores ha invertido 50 millones de dólares en la adecuación de su planta en Bogotá para reactivar el ensamble de vehículos, específicamente el modelo Chevrolet Joy. Esta inversión incluyó la implementación de nuevas tecnologías y la automatización de procesos, con el objetivo de mejorar la productividad y eficiencia de la producción (Chávez, 2021; El Espectador, 2018).

Otro aspecto clave identificado en la monografía es la relación entre la automatización y la sostenibilidad. La industria automotriz se enfrenta a la necesidad de reducir su impacto ambiental, lo que ha impulsado el desarrollo de vehículos eléctricos y sistemas de manufactura más eficientes. En Colombia, empresas como BYD y Auteco Mobility han iniciado la transición hacia la fabricación de estos vehículos, sin embargo, la infraestructura y las políticas de incentivo aún son insuficientes para su adopción masiva. La revisión documental resalta que la automatización no solo contribuye a mejorar la productividad y la calidad de los vehículos, sino que también es fundamental para lograr una producción más limpia y sostenible.

A pesar de los beneficios que la automatización puede traer al sector automotriz en Colombia, la investigación también señala limitaciones importantes. La revisión documental se basa en estudios previos que, aunque proporcionan un análisis sólido del impacto de la automatización en la industria, no siempre reflejan con exactitud la realidad actual del sector en Colombia. Además, la rápida evolución tecnológica sugiere que las estrategias de modernización deben actualizarse constantemente para responder a las tendencias globales.

Desde una perspectiva futura, es fundamental continuar explorando cómo la automatización puede integrarse de manera más efectiva en la industria automotriz colombiana. Investigaciones adicionales podrían enfocarse en evaluar el impacto de la Industria 4.0 en ensambladoras nacionales, así como en el desarrollo de estrategias para fortalecer la adopción de tecnologías avanzadas. Además, la revisión documental sugiere que la colaboración entre el sector privado, el académico y el gubernamental será clave para impulsar la modernización del sector.

De esta forma, la automatización y la robótica representan una oportunidad clave para el desarrollo de la industria automotriz en Colombia. Aunque existen desafíos en términos de inversión, formación de talento humano e infraestructura, su implementación puede fortalecer la competitividad del sector y alinearlos con las tendencias globales de la Industria 4.0. Para que este proceso sea exitoso, se requiere un enfoque integral que incluya el desarrollo de políticas públicas, incentivos económicos y una mayor articulación entre empresas y centros de investigación.

## Conclusiones

Las revoluciones industriales han marcado hitos cruciales en el desarrollo de la humanidad, transformando la producción, la economía y la sociedad. Desde la mecanización inicial hasta la digitalización avanzada de la industria 4.0, cada etapa ha facilitado la evolución tecnológica, siendo el sector automotriz un claro beneficiario de estos avances.

La incorporación de tecnologías en la automatización y la robótica en el sector automotriz ha permitido optimizar procesos productivos mejorando la calidad de los productos y reducir costos. En particular el uso de robots industriales y sistemas avanzados han transformado significativamente las líneas de ensamble, aumentando la precisión y la eficiencia.

En Colombia, aunque el desarrollo de la automatización en la industria automotriz está en sus primeras etapas, las tendencias hacia la implementación de tecnologías avanzadas, como la robótica y los vehículos eléctricos, representan una gran oportunidad para posicionarse como un competidor en el mercado global. Sin embargo, el país enfrenta desafíos relacionado con la infraestructura, la formación de talento humano y la inversión en innovación tecnológica.

La industria 4.0 ha redefinido la forma de producir y consumir en el sector automotriz, incorporando soluciones como el Big Data, el internet de las cosas (IoT) y la inteligencia artificial (IA). Estas tecnologías no solo aumentan la productividad, sino que también abren la puerta a una producción más sostenible, en línea con las necesidades globales de cuidado ambiental y reducción de emisiones.

Si bien la automatización y la robótica ofrecen beneficios significativos, también generan retos sociales como la reducción de empleos tradicionales y la necesidad de adquirir nuevas competencias, esto demanda estrategias integrales que equilibren la innovación tecnológica con la inclusión social y el bienestar laboral.

### Referencias Bibliográficas

- Abeliuk, A., & Gutiérrez, C. (2020). *Inteligencia Artificial El primer programa de IA*.
- Aguirre, J. (2023). *Rutas y experiencias en la generación de conocimiento*.
- Aguirre, J., García, F., Ramírez, C., Floreano, S., Guarda, T., Sanchez, I., Riviera, J., & Sanchez, C. (2020). *Aplicación de la Inteligencia Artificial en la Industria Automotriz*.
- Amórtegui Rodríguez, L. R. (2022). La transición al carro eléctrico. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y Seguridad*, 17(2), 13–33. <https://doi.org/10.18359/ries.5501>
- Arias, L. (2022). *DEFECTOS DE PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA AUTOMOVILÍSTICA COLOMBIANA A NIVEL DE SEGURIDAD*.
- Arrieta, G. (2021). *Tendencias laborales y el futuro del trabajo por medio de la robotización, digitalización e inteligencia artificial en España*.  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=645877151005>
- Baquero, G. (2020). *Comparativa en la industria Automotriz de la estructura empresarial entre Volvo México y GM Colmotores*.
- Barazarte, R. Y. (2013). La Batalla de las Corrientes: Edison, Tesla y el nacimiento del sistema de potencia. In *Prisma Tecnológico* | (Vol. 4, Issue 1). <http://en.wikipedia.org/>
- Bautista, J., Zabala, L., & Mendoza, R. (2022). *La Revolución Industrial 4.0, sus características e impacto laboral en Colombia*.
- Bazzara, L. (2021). Datificación y streamificación de la cultura. *In Mediaciones de La Comunicación*, 16(2). <https://doi.org/10.18861/ic.2021.16.2.3082>

- Beltrán, F., Yañez, H., Galván, D., & Rivas, I. (2024). *La mecatrónica en el desarrollo de la industria automotriz en México.*
- Blasco, Y. (2018). *LOS EFECTOS DE LA ROBOTIZACIÓN Y DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ TONG WU (VIOLETA).*
- BUSSCAR DE COLOMBIA. (2025, March 30). *BUSSCAR.* <https://www.busscar.com.co/es/>
- BYD. (2025, March 30). *BYD Global.* <https://www.byd.com/co>
- Camargo, L. (2023). *La transición hacia la movilidad sostenible, un reto para General Motors Colmotores.*
- Carrillo, J., Gomis, R., & De los Santos, S. (2020). *¿Podrán transitar los ingenieros a la Industria 4.0? Análisis industrial en Baja California.*  
<https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2020.22.76089e22.76089>
- Cepeda, E. (2024). *Presidente y Miembro del Tribunal.*
- Chaves, J. (2004). Desarrollo tecnológico en la Primera Revolución Industrial. In *Revista de Historia* (Vol. 17).
- Chávez, E. (2021, December 24). *Renault cierra el año creciendo a la par de Colombia.*  
Autocosmos Colombia. <https://noticias.autocosmos.com.co/2021/12/24/renault-cierra-el-ano-creciendo-a-la-par-de-colombia>
- Crictech SAS. (2021). *Carrocerías JGB.* <https://www.carroceriasjgb.com/>
- Cruz, J., Rodríguez, S., Vanegas, C., & Rivera, M. (2020). *Estrategias para la industria automotriz en Colombia con ausencia de combustibles fósiles en el mundo.*

De los Santos, S. (2022). *Modelo de evaluación para la fabricación de autobuses eléctricos en México y otros países de América Latina*. [www.issuu.com/publicacionescepal/stacks](http://www.issuu.com/publicacionescepal/stacks)

Delgado, C. (2023). *Revoluciones tecnológicas, cambio social e imperialismo*.

“*DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA HISTORIA DE LA HUMANIDAD: INVENTORES E INVENTOS. GRAHAN BELL Y EL TELÉFONO.*” (2009).

Díaz, L. (2019). *Optimización del proceso línea de ensamble automotriz de la empresa GM Colmotores*.

Duque I. (2021). *La industria 4.0 en países*.

El Espectador. (2018, March 1). *Colombia avanza en su tecnología para ensamblar vehículos*.

Economía - El Espectador. <https://www.elespectador.com/economia/colombia-avanza-en-su-tecnologia-para-ensamblar-vehiculos-article-741897/>

García, C., Vergara, M., & Rivas, F. (2017). *Desarrollo tecnológico en ingeniería automotriz*.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16900/1/Desarrollo%20tecnolo%CC%81gic%20en%20ingenieri%CC%81a%20automotriz.pdf>

García, M. (2020). *Estrategias de adopción de tecnologías de la industria 4.0 en el sector automotriz*.

GM Colombia. (2025). *General Motors*. <https://search-careers.gm.com/es/ubicaciones/colombia/>

González, I., & Granillo, R. (2020). *Competencias del ingeniero industrial en la Industria 4.0*.

Gonzalez, K. (2021). *ANÁLISIS DE LA INDUSTRIA VEHICULAR EN LOS AÑOS 2015-2020*.

- Grupo Auteco. (2025, March 30). *Auteco*. <https://www.auteco.com.co/quienes-somos>
- Guerrero, L., & Mora, D. (2020). Industria 4.0: el reto en la ruta hacia las organizaciones digitales. *Estudios de La Gestión. Revista Internacional de Administración*.  
<https://doi.org/10.32719/25506641.2020.8.7>
- HINO, G. T. (2023). *Hino Motors - Colombia*. <https://www.hino.com.co/>
- Kem, T. (1979). *La revolución Industrial en la Europa del siglo XIX*.
- Luisa, C., Stanescu, V., Pérez, R., & Ramírez-Pisco, R. (2019). Nikola Tesla y la batalla de las corrientes, Nikola Tesla and the current war. *Publicaciones En Ciencias y Tecnología*, 13(1), 64–72. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27114.88005>
- Manufactura Latam. (2021, April 14). *Nuevo vehículo producido en Colombia, uno de los mercados más estratégicos de Renault*. Manufactura Latam. <https://www.manufactura-latam.com/es/noticias/nuevo-vehiculo-producido-en-colombia-uno-de-los-mercados-mas-estrategicos-de-renault>
- Martínez, A., García, A., Carrillo, J., & Alvarez, M. (2020). *Industria 4.0 en México. Elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas*.
- Martínez, R. (2023). *Automatización e inclusión laboral en América Latina Impactos potenciales, vulnerabilidades y propuestas de política pública*. 132. [https://sib.org.bz/wp-content/uploads/S2300729\\_es.pdf](https://sib.org.bz/wp-content/uploads/S2300729_es.pdf)
- Mayorga-Salamanca, P. I., Sanchez-Gutierrez, J., & Estrada-Zamora, C. (2024). *Impulsando la competitividad a través de la sostenibilidad y la innovación social-una perspectiva estratégica*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23284.97920>

- Ñique, V. A. (2011). Análisis sobre la difusión de la Robótica Industrial en Latinoamérica. In *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial* (Vol. 00).  
www.elsevier.es/RIAI
- Palacios, A. (2024). *EL IMPACTO DE LA AUTOMATIZACIÓN EN LA SUSTITUCIÓN DE MANO DE OBRA HUMANA POR ROBOTS EN LA INDUSTRIA.*
- Parra, C. (2021). *Implementación y desarrollo de la industria 4.0 en siete países desarrollados y Colombia.*
- Pérez, J. (2024, December 6). *La exportación, un camino para la industria automotriz en Colombia: Sofasa, un ejemplo.* Motor Hub Latam. <https://www.motorhublatam.com/la-exportacion-un-camino-para-la-industria-automotriz-en-colombia-sofasa-un-ejemplo/>
- Pinillos, L. (2020). *Aporte de la industria automotriz al crecimiento del sector secundario y cómo impactan las tendencias actuales en el crecimiento económico del sector.*
- Pinto, A., Guevara, G., & Arteaga, A. (2021). LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN AMÉRICA LATINA: ESTUDIOS DE LAS RELACIONES ENTRE TRABAJO, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO SOCIOECONÓMICO, 2020. In *POLIS. México* (Vol. 17, Issue 2).
- Poquet, R. (2020). *Cuarta revolución industrial, automatización y afectación sobre la continuidad de la relación laboral.* <https://www.oxfordmartin>.
- Ravina-Ripoll, R., Domínguez, J. M., & Montañés-Del Río, M. Á. (2019). Happiness Management in the age of Industry 4.0. *Retos(Ecuador)*, 9(18), 189–202.  
<https://doi.org/10.17163/ret.n18.2019.01>
- Renault Colombia. (2025). *Renault.* <https://www.renault.com.co/>

- Restrepo, D., Navarro, I., & Obando, C. (2020). Lineamientos para la Automatización de Robótica de Procesos. In *Revista CIES*.
- RODRÍGUEZ, E., & MATAMOROS, F. (2020). *AUTOMATIZACIÓN EN LA GESTIÓN DE INVENTARIOS PARA SECTOR AUTOMOTRIZ*.
- Rosales, D. J., De la Cruz-Sánchez, J. X., Gaspar-Rocha, D. L., Sánchez-Domínguez, M. F., & Colin-Díaz, J. F. (2024). Barcos a vapor. *TEPEXI Boletín Científico de La Escuela Superior Tepeji Del Río*, 11(21), 39–41. <https://doi.org/10.29057/estr.v11i21.11664>
- Rozo, F. (2020a). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177–191. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>
- Rozo, F. (2020b). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177–191. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>
- Ruiz, K. V., Andrés, M., & García Martínez, F. (2019). *Máquina de Vapor*.
- Saa, D. (2021). *Análisis de la industria 4.0 en Latinoamérica y países desarrollados*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16900/1/Desarrollo%20tecnolo%CC%81gic%20en%20ingenieri%CC%81a%20automotriz.pdf>
- Salgado, N., & Pangol, A. (2022). *La flexibilización laboral en la Industria 4.0*. 188–197. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=721778114022>
- Sanz, W. (2021). Enseñanza y Aprendizaje de Robótica Industrial desde la Virtualidad. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 11(2), 19–27. <https://doi.org/10.37843/rted.v11i2.245>
- Sr Siro, I. D. (2012). *La primera revolución Industrial*.
- Superpolo. (2021). *Marcopolo Superpolo*. <https://superpolo.com.co/>

Trujillo C. (2021). *RETOS Y DESAFÍOS DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO. UNA VISIÓN DESDE LA INDUSTRIA 4.0, 2021.*

Valverde, B. (2020). *La importancia de la Robótica como eje en el desarrollo de la sociedad.*

Vásquez, C., Pérez, R., & Ramírez, R. (2019). Nikola Tesla y la batalla de las corrientes, Nikola

Tesla and the current war. *Publicaciones En Ciencias y Tecnología, 13(1)*, 64–72.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27114.88005>

Velásquez, A., Sánchez, C., Fuquen, H., Obando, N., & Osorio, D. (2022). Ensamble de un

nuevo vehículo: el impacto en el desarrollo de procesos, partes y herramientas para el

ensamblador y sus proveedores. *Entre Ciencia e Ingeniería, 16(31)*, 60–69.

<https://doi.org/10.31908/19098367.2623>

Villas, S. (n.d.). *La primera revolución Industrial.*