



*Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.*



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

## La industria automotriz, tecnología 4.0 y competitividad en México

*Araceli Rendón-Trejo<sup>1</sup>*

*Andrés Morales-Alquicira \**

*Irene Juana Guillén-Mondragón<sup>2</sup>*

### **Resumen**

Este trabajo trata de la industria automotriz, aborda la importancia que tiene en la economía mexicana y plantea algunas de las acciones que realizan las empresas instaladas en el país con el fin de enfrentar un mercado caracterizado por una fuerte competencia y con la presencia de empresas con alto desarrollo tecnológico como son las chinas. Se destacan cuales son sus desafíos y cuales son sus oportunidades. Igualmente se plantea la importancia de que, a la par que se incorporen avances tecnológicos de la industria 4.0, existan apoyos y estímulos para la transición hacia el uso de vehículos menos contaminantes. La metodología de trabajo se basó en una exhaustiva revisión de materiales en la red sobre informes, noticias, periódicos, revistas, páginas de las empresas, así como la revisión de materiales de organizaciones como la CEPAL, Banco de Comercio exterior (Bancomext) y Foro Económico Mundial.

**Palabras clave:** Industria automotriz, industria 4.0, competencia,

### **Abstract**

This paper deals with the automotive industry, addresses the importance it has in the Mexican economy and outlines some of the actions carried out by companies installed in the country in order to face a market characterized by strong competition and with the presence of companies with high technological development such as the Chinese. It highlights what are your challenges and what are your opportunities. Likewise, the importance of incorporating technological advances in industry 4.0 is raised, as well as support and incentives for the transition towards the use of less polluting vehicles. The work methodology was based on an exhaustive review of online materials on reports, news, newspapers, magazines, company pages, as well as a review of materials from organizations such as ECLAC, Banco de México (Banxico), and the World Economic Forum.

**Keywords:** Automotive industry, industry 4.0, competition.

---

<sup>1</sup> \*\*Unidad Xochimilco-Universidad Autónoma Metropolitana, México.

<sup>2</sup> Unidad Iztapalapa-Universidad Autónoma Metropolitana, México.

## **Introducción**

Los avances tecnológicos han estado presentes en el crecimiento. La industria es una de las primeras actividades económicas en incorporar los avances tecnológicos<sup>3</sup>, y una de las que más lo hace es la automotriz. Esta industria es fundamental en las economías ya que, por un lado promueve la transferencia tecnológica y por otro, favorece el crecimiento de un ecosistema de manufactura avanzada y el desarrollo de proveedores en las distintas etapas del proceso productivo<sup>4</sup>. Así mismo sienta las bases para otras industrias como la aeronáutica, de manera que “... forma parte de la columna vertebral de cualquier economía para la generación de cadenas de alto valor agregado” (Bancomext, 2022). No obstante, es una industria con altas emisiones de efecto invernadero por lo que hay una migración paulatina a la descarbonización de la industria.

Este trabajo trata sobre la industria automotriz. Aborda su importancia en la economía, la incorporación de tecnologías de la industria 4.0 en sus procesos y los principales problemas y desafíos que enfrenta. En el caso de México, es un sector prioritario para el desarrollo del país, tanto por sus encadenamientos, su crecimiento, su impacto en la economía; es un importante exportador a nivel mundial de automóviles y de autopartes y el principal generador de divisas.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: en principio se presenta un apartado sobre la industria 4.0; en segundo lugar se plantea la relevancia que tiene la industria automotriz, los principales países y empresas productoras a nivel mundial, las tendencias hacia la descarbonización y, por tanto, la importancia de la migración hacia la producción de vehículos menos contaminantes. En otro apartado se aborda la industria en México y se plantean algunas experiencias de incorporación de tecnologías 4.0 en armadoras en el país. Por último, se plantean las conclusiones.

La metodología de trabajo se basa en una amplia revisión de materiales en la red internet en las que se incluyen reportes de las empresas, informes de sitios relacionados con la industria, con los avances tecnológicos, periódicos, organismos internacionales como la CEPAL, Foro económico mundial, entre otros.

### **1. Avance tecnológico e Industria 4.0**

El avance tecnológico y las revoluciones industriales han provocado cambios disruptivos en la sociedad y en la economía. La cuarta revolución industrial, con el internet de las cosas (IoT), Big data, la robotización, el gemelo digital, la impresión 3D, entre otras, ha modificado muchas prácticas en la industria. Los antecedentes de la industria 4.0 están en los cambios efectuados en la tercera revolución industrial con las tecnologías de la información y la comunicación (TI) (Santos-Assán, Diaz-Pompa, Cruz-Aguilera, Balseira-Sanamé, & Serrano -Leyva, 2022). Su relevancia se basó en gran medida en la internet, la cual se volvió imprescindible en las actividades de las organizaciones y de la economía en

---

<sup>3</sup> Es una industria que “en los últimos 50 años [...] ha invertido millones de dólares en el desarrollo de soluciones tecnológicas” (Deloitte, 2023).

<sup>4</sup> Que posteriormente, gracias a su desarrollo, pueden convertirse en proveedores de industrias más complejas.

general. La internet cambió no solo “la manera en que las personas crean, construyen, almacenan y transmiten información”, sino también la forma de relacionarse, la comunicación, la educación, el trabajo (Santos-Assán et al., 2022).

Se conformó así una nueva economía -economía digital o economía - se refiere a la economía basada en la tecnología digital (Santos-Assán et al., 2022) la cual se basa en las TIC, usuarios y la red de internet, lo cual facilita las actividades sociales y económicas, la infraestructura de telecomunicaciones, la computación en la nube, las industrias TIC y las redes móviles (Mochón Morcillo, 2014), (CEPAL, 2022). Lo que a su vez se traduce en el crecimiento de los negocios digitales. Tanto la industria digital como la digitalización de la industria, tienen el potencial para cambiar la competitividad de una industria, así como su composición en la cadena global de valor. En el mundo virtual, las organizaciones crean valor con la recolección, la organización, la selección, la síntesis y la distribución de la información, por lo que son más flexibles y eficientes (Li, Kim, Lang, Kauffman, & Naldi, 2020). La tecnología 4.0 está transformando los modelos de negocios y de educación.

Con tecnologías 4.0 puede darse la operación conjunta de activos físicos y virtuales y así, la integración de todas las actividades de la cadena de valor de la empresa y con ello una mayor eficiencia, disminución de costos, ahorro en tiempo, optimización de las actividades productivas y mejor conocimiento del cliente. La tecnología 4.0 permite operar con procesos productivos inteligentes que toman decisiones de manera autónoma y en tiempo real, es decir, una manufactura inteligente. La introducción del internet de las cosas permitió “compartir, analizar y guiar acciones inteligentes en distintos procesos de manufactura. La manufactura conectada mejora la efectividad del equipo en general y utiliza el análisis de datos para optimizar la cadena de suministro, la logística, las predicciones de la demanda, el planeamiento de la producción y las programaciones, el control de calidad y el uso de la capacidad” (Rivero, 2023).

La inteligencia artificial (IA) se adopta cada vez. Las fábricas inteligentes tienen altos niveles de automatización y robotización. Los datos obtenidos son procesados mediante algoritmos inteligentes que aprenden automáticamente, minimizan los errores, aumentan la precisión de cada tarea, mejoran la flexibilidad, optimizan operaciones lo que se traduce en menos tiempos de elaboración y disminución de costos. Con la IA los robots en la industria pueden: monitorizar, visión artificial, aumentar la productividad, ahorro de tiempo y costos de producción (Teknie, 2021). El trabajo humano requerido cambiará con el uso de la IA (World Economic Forum, 2020).

## **2. Industria automotriz**

La industria automotriz se ve influida por tres fuerzas: la competencia, los avances tecnológicos y digitales y el poder del consumidor. Por lo mismo, la incorporación y manejo de estas tecnologías no puede realizarse de manera individual o aislada del resto del ecosistema; los conocimientos y experiencia de cada empresa son útiles para otras por lo que es frecuente ver intercambio de conocimiento, tecnología mediante asociaciones. Es decir, no solo es digitalizarse o integrar tecnologías

de la industria 4.0 “Los actores automotrices tienen como objetivo prepararse para el futuro a través de asociaciones estratégicas y fusiones y adquisiciones específicas. Algunos buscan oportunidades en los competidores para cubrir las brechas en su cartera de tecnología. Otros están cosechando los paisajes fértiles de los centros de innovación global [...], identificando nuevas empresas para lograr un cambio significativo en toda la organización. Sin embargo, otras empresas están buscando iniciativas de transformación digital para impulsar la eficiencia a través de sus procesos de fabricación, invirtiendo fuertemente en soluciones tecnológicas, incluidas fábricas inteligentes, robótica, redes de suministro digital, inteligencia artificial, mantenimiento predictivo y blockchain. Incluso algunas de las tecnologías de CASE están haciendo que las empresas piensen detenidamente en cómo fabricarán los vehículos en el futuro.” (Dutt, Natarajan, Wilson, Robinson, & Hertzberg, 2020)<sup>5</sup>.

Estudiar la industria automotriz y su impacto en la economía requiere considerar al conjunto del sector automotriz, el cual está compuesto por tres subsectores: fabricación de automóviles y camiones, autopartes y comercio y servicios<sup>6</sup>. Además de que permite la transferencia tecnológica, desarrolla un ecosistema de manufactura avanzada y de proveedores en las distintas etapas del proceso productivo. Constituye, por tanto, la base para el desarrollo de otras industrias más avanzadas y tiene un efecto multiplicador hacia otras actividades económicas, con un gran potencial como generadora de empleos, transferencia de tecnología y atracción de inversiones (Bancomext, 2022). Está asociada directamente con la industria metalmeccánica, de los plásticos, los neumáticos, las autopartes, las pinturas. China, Estados Unidos y Japón han sido los principales productores de autos, como se ve en el cuadro no. 1 (Statista, 2023), (Rodríguez, 2015).

**Cuadro No.1 Principales países productores de automóviles**

	2014	2022	Miles de autos - 2022
1	China	China	27,020.6
2	Estados Unidos	Estados Unidos	10,060.3
3	Japón	Japón	7,835.5
4	Alemania	India	5,456.9
5	Corea del Sur	Corea del Sur	3,757.1
6	India	Alemania	3,677.8
7	México	México	3,509.1
8	Brasil	Brasil	2,369.8
9	España	España	2,219.5
10	Canadá	Tailandia	1,883.5

Fuente: Elaborado con información de (Statista, 2023) y (Rodríguez, 2015).

En 2022 uno de cada tres autos en el mundo procedía de China, de acuerdo a la Organización Mundial del Comercio (OMC). India ha tomado un papel importante en la producción de autos al

<sup>5</sup> Las tecnologías CASE se refieren a la transformación digital conectada, automatizada y electrificada.

<sup>6</sup> La industria automotriz incluye la producción de automóviles y camiones y las autopartes.

superar a Corea del Sur, Alemania y México y se ha colocado “como uno de los países claves en la transición hacia la electromovilidad” (González L. , 2023)<sup>7</sup>.

En 2022 la producción mundial de vehículos creció 6% respecto al año anterior, con un total de 85 millones de vehículos, sin embargo, esa cifra fue inferior a la de 2017 (Mena, 2023). De los países productores, China es desde 2012, el líder en la fabricación mundial de autos gracias a su gran capacidad productiva e innovación tecnológica; su producción casi triplica la de Estados Unidos. Como se ve en el cuadro 1, varios países asiáticos son importantes productores; en América Latina se encuentran México y Brasil (Statista, 2023), (Mena, 2023), (Rodríguez, 2015). En cuanto a las exportaciones fueron Alemania, Japón y Estados Unidos los principales países exportadores en 2021; México ocupó el quinto lugar en 2021, después de Corea del Sur (Opportimes, 2022)<sup>8</sup>. Gran parte de la producción sigue siendo de autos de combustión interna. En 2022 las principales empresas de autos en el mundo, por volumen de ventas, fueron Toyota, Volkswagen y Hyundai-Kia.

**Cuadro no. 2 Principales fabricantes de automóviles según volumen de ventas. 2022**  
(Millones de unidades)

	<b>Empresa</b>	<b>País</b>	<b>Unidades</b>
1	Toyota	Japón	9.57
2	Volkswagen	Alemania	8.26
3	Hyundai-Kia <sup>a</sup>	Corea del Sur	6.85
4	Stellantis	Multinacional <sup>b</sup>	6.0
5	General Motors	Estados Unidos	5.94
6	Ford	Estados Unidos	4.24
7	Honda	Japón	4.07
8	Nissan	Japón	3.23
9	BMW	Alemania	2.52
10	Changan	China	2.35
11	Renault	Francia	2.05

*Notas:* a: Grupo de empresas afiliadas por acuerdos de participación.

b: Italo-franco-estadounidense.

Fuente: Elaboración propia con información de (Statista, 2023), (Statista-Orús A, 2023), (Autobild, S/F) y (Motornation, S/F).

Esta industria ha invertido desde hace varias décadas en tecnología e innovación. La incorporación de las tecnologías 4.0 y la digitalización en esta industria disminuye el tiempo de fabricación y los defectos debido a que pueden, entre otros aspectos, hacer revisiones y pruebas de manera virtual sin necesidad de hacerlo de manera física, hacer uso de prototipos y con ello optimizar las cadenas de montaje. Con ello se incrementa la productividad, la gestión de los recursos, la

<sup>7</sup> Ha sido importante el anuncio hecho por el gobierno indio sobre el descubrimiento de 5.9 millones de toneladas de litio (González L. , 2023).

<sup>8</sup> En 2019, las ventas cayeron debido a la interrupción que se dió en las cadenas de suministro por la escasez en el suministro de semiconductores.

flexibilidad para poder tener una producción masiva y a la vez personalizada -como es la tendencia actual. Además, la generación y el acceso a distintas fuentes de datos, el diagnóstico a distancia, el suministro y rastreo de materiales y la logística y monitoreo de la demanda en tiempo real permite una mejor toma de decisiones (Lucas, 2021). Las principales tecnologías 4.0 utilizadas en la industria automotriz son (Olano, 2022):

- 1) Análisis y Big Data. Para almacenar y analizar los datos que provienen de los sensores IoT instalados en la planta, equipos de fabricación y otros software. “Esta tecnología identifica patrones recurrentes y sesgos hacia productos o servicios particulares, así mismo configura la programación de mantenimiento de cada artículo y equipo” con lo que se optimiza.
- 2) Gemelo digital y subproceso digital. El gemelo digital genera una versión virtual exacta del objeto; se simulan diferentes escenarios. Trabaja con sensores IoT (o escáner 3D) que recopilan datos en tiempo real y los transmiten a la nube o a los servidores. Entre sus beneficios: integra datos de diversos orígenes para facilitar su análisis; evita errores de fabricación y todas las pérdidas asociadas con la merma, reclamaciones o devoluciones; facilita el aprovechamiento de espacios en la planta; reduce las suspensión no planificada por averías en la maquinaria, habilita la comunicación entre los profesionales implicados.
- 3) Impresión 3D<sup>9</sup>. Reduce costos, tiempo y peso al producir piezas complejas; permite una mayor personalización (3Dnatives, 2022).
- 4) Robots autónomos. Entre sus beneficios está la velocidad, la precisión, la calidad constante, la disminución de accidentes de trabajo al realizar trabajos que implican altos riesgos a los trabajadores. Se logran altos índices de seguridad, eficiencia, flexibilidad y competitividad en la industria.

La industria automotriz incorpora la tecnología de la industria 4.0, nuevos materiales tanto en la producción de vehículos de combustión interna como en los híbridos<sup>10</sup> y eléctricos (y autónomos). Los vehículos eléctricos, por ser vehículos considerados de alta gama o de lujo, son menos requeridos. Su adopción y aceptación está relacionada con el precio y la suficiente infraestructura que existe para ser abastecidos de energía eléctrica para su funcionamiento, por lo que su demanda es aún pequeña. Sin embargo, la tendencia es hacia ese tipo de vehículos<sup>11</sup> y paulatinamente crecerá su demanda. Los productores de autos y proveedores que no se integren o tarden en integrarse a la corriente de innovación y cambios que exige el abandono de carbonización, perderán mercado y algunos serán eliminados; lo

---

<sup>9</sup> La impresión 3D es la fabricación de un modelo tridimensional físico a partir de un archivo original; también puede llamarse proceso de fabricación por adición.

<sup>10</sup> Los vehículos híbridos tienen como antecedente los híbridos eléctricos del siglo XIX. En 1890 se exhibió en Chicago un tranvía con propulsión híbrida, con un motor de gas y otro eléctrico (Toyota Perú, S/F).

<sup>11</sup> Iniciativas gubernamentales buscan que para 2050 la industria automotriz se descarbonice por completo. Algunos países tienen metas a más corto plazo, por ejemplo, la Unión Europea ha establecido una meta de reducción de las emisiones del 55% en 2030; Estados Unidos prohibirá la venta de automóviles que usen gasolina en 2050; en China, tardarán más, su expectativa de cero emisiones es para 2060 (Deloitte, 2023).

mismo sucederá con los proveedores de tecnologías tradicionales. En el siguiente cuadro se presentan los principales países y empresas productoras de autos eléctricos por orden de importancia en 2021.

**Cuadro No. 3 Principales países y empresas productoras de autos eléctricos en el mundo**

n	Países productores 2020	Vehículos (unidades) 2020	n	Países Vendedores 2021	Vehículos (Unidades) 2021	n	Empresas producción 2021	Vehículos (Unidades) 2021
1	China	1,265,000	1	China	3,519,054	1	Tesla	936,000
2	Europa	1,120,000	2	Alemania	695,657	2	VW Group	763,000
3	Estados Unidos	455,000	3	Estados Unidos	630,152	3	BYD	598,000
4	Japón	110,000	4	Reino Unido	326,990	4	GM	517,000
5	Corea del Sur	110,000	5	Francia	322, 643	5	Stellantis	385,000

Fuente: Elaboración propia con base en (Ospina, 2022).

China, Alemania y Estados Unidos fueron los más importantes productores y vendedores entre 2020 y 2021. Tesla, VW Group y BYD las empresas más importantes, situación que cambió en 2022, cuando la empresa china BYD superó a Tesla (De Luna, 2023).

**Cuadro No. 4 Los mayores productores de autos eléctricos e híbridos. 2022**

	Empresa	Eléctricos	PHEV <sup>a</sup>	Total
1	BYD	910,000	940,000	1,850,000
2	Tesla	1,300,000	0	1,300,000
3	VW Group	580,000	280,000	860,000
4	General Motors	570,000	30,000	600,000
5	Stellantis	260,000	260,000	520,000
6	Hyundai	370,000	130,000	500,000
7	BMW Group	200,000	220,000	420,000
8	Geely Auto Group	250,000	1110,00	250,000
9	Mercedes Benz	160,000	180,000	340,000

Notas: a. Plug-in hibrid electric vehicle (vehículo eléctrico híbrido que se enchufa).

Fuente: Elaboración propia con información de (De Luna, 2023).

Hay nuevos participantes en la industria con productos diferentes de los tradicionales. Apple se encuentra desarrollando su Apple car eléctrico y autónomo, al igual que Google (García, 2022). En la década pasada varias start-up de coches eléctricos se hicieron presentes, entre otras, NIO, XPeng, Rivian o Lucid Motors, Nikola, Faraday Future<sup>12</sup>. Las empresas se unen a un ecosistema de fabricantes de automóviles, proveedores de nivel 1, productores de camiones, proveedores de sensores, compañías de robotaxis y empresas emergentes de software. Estos fabricantes utilizan la plataforma -abierta y

<sup>12</sup> Algunas han tenido problemas para mantenerse.



escalable- de eficiencia energética y alto rendimiento NVIDIA DRIVE AGX que permite la conducción autónoma y automatizada<sup>13</sup> (Berruecos, 2020). Algunos ejemplos.

Pony.ai. es una startup especializada en la conducción autónoma; tiene sedes en Estados Unidos (Silicon Valley) y en China (Guangzhou). Desde 2018 opera vehículos autónomos de prueba en Estados Unidos (California) y en China. Su tecnología procesa una variedad de redes neuronales profundas diversas y redundantes en simultáneo, lo que permite desarrollar tecnologías de movilidad sustentable y segura para la entrega de bienes y el transporte de pasajeros <sup>14</sup> (Berruecos, 2020). Por sus características Toyota se ha unido a ella en un programa piloto para poner a prueba vehículos autónomos en Beijing y Shanghai. Mediante esta alianza, la startup podrá comercializar sus vehículos de manera más fácil y Toyota podrá entrar al mercado chino<sup>15</sup> (Hernández, 2020) (Ramos, 2020).

La startup Canoo desarrolla vehículos eléctricos basados en una plataforma común en forma de patinete sobre la que se pueden crear numerosas variantes de carrocería. Usa inteligencia artificial y la tecnología NVIDIA DRIVE AGX Xavier; ofrece 30 aspectos de rendimiento para la detección de objetos y fusión de sensores, lo que permite ejecutar algoritmos que proporcionan alertas de tráfico cruzado, detección de peatones y puntos ciegos, así como control de cruce adaptable y control centrado en el carril. Tiene funciones más avanzadas como cambio automático de carril, el reconocimiento de luces de tránsito y la conducción evasiva. Planeaba producir sus vehículos a finales de 2021, pero por problemas financieros era probable que fuera comprada por Apple (Berruecos, 2020) (García, 2022).

La startup Faraday Future surgió en 2014 en Estados Unidos con el apoyo financiero de un inversor de China<sup>16</sup>. La empresa ha tenido muchos problemas financieros y de gestión de capital; en 2021 salió a Bolsa y cambió su nombre a Faraday Future Intelligent Electric. Su vehículo FF91, es de alta gama, tiene tres motores eléctricos (más potente que los Tesla actuales), asientos de gravedad cero y una batería que puede ser cargada a una velocidad cercana a los 482 Km en una hora, incorpora más de 36 sensores para las capacidades de conducción autónoma avanzada (Ortega, 2022).

Estos son solo unos ejemplos de lo que sucede en la industria automotriz. ¿Cuáles son sus retos? Algunos de los principales son: la innovación del producto y de los servicios, la colaboración empresarial, gestión de la cadena de suministro, excelencia operacional y la transformación digital (Rivero, 2023). Retos que pueden convertirse en oportunidades de nuevos negocios (e ingresos) o reconsideración de lo que se hace. Muy importante es la relación con el cliente, su experiencia con el producto y los servicios relacionados (Rivero, 2023). Los beneficios que tiene la industria con la

---

<sup>13</sup> El ecosistema DRIVE está desarrollando vehículos autónomos “que siempre se mejoran y con capacidades de actualización alámbricas para alcanzar un transporte más eficiente y seguro en el futuro” (Berruecos, 2020).

<sup>14</sup> En Irvine y Fremont (en California) también dio servicios de entrega autónomos a personas en confinamiento por la pandemia de COVID-19 con taxis robots.

<sup>15</sup> Las empresas extranjeras sólo pueden entrar al mercado chino cuando están vinculadas a una empresa matriz local, debido a que el gobierno sólo otorga licencias de mapas digitales a empresas chinas (Hernández, 2020) (Ramos, 2020).

<sup>16</sup> Debido a problemas financieros, en varias ocasiones se detuvo el lanzamiento de sus productos.

manufactura inteligente (industria 4.0) pueden resumirse en lo siguiente (Lucas, 2021) (Rivero, 2023).

- Disminución de errores y tiempo de elaboración de los productos. Gracias a que los prototipos se pueden probar de manera virtual y con ello se optimizan las cadenas de montaje.
- Mejor gestión de recursos y mayor productividad. Al tener una “mayor flexibilidad para lograr una producción masiva y personalizada en tiempo real; y toma decisiones más eficientes basadas en información real”.
- Mejor experiencia del cliente. La demanda se dirige cada vez más a productos personalizados. Con tecnologías 4.0, las empresas productoras tienen la agilidad, la flexibilidad y la eficiencia para hacerlo y lograr mayor satisfacción del cliente y lealtad a la marca .
- Producción más cercana al mercado. Las empresas instalan fábricas de menor tamaño, más inteligentes y cercanas a los clientes con el fin de disminuir retrasos y costos de transporte.
- Operaciones integradas. Con estas tecnologías se integran mejor y optimizan los procesos de gestión de la demanda, operaciones de piso de planta y de la cadena de suministro.
- Visibilidad y control operacional. Las empresas pueden reaccionar rápidamente al anticipar problemas y retos de la cadena de suministro y de la operación.

Aunque la adopción de esas tecnologías ha sido muy útil para las empresas, centrarse en soluciones tecnológicas de forma aislada no es suficiente. Se requiere considerar todos los aspectos del negocio: la proveeduría de insumos, proceso de producción, la oferta de productos, el modelo comercial y la confianza, experiencia y satisfacción del cliente. Las soluciones tecnológicas individuales no son útiles, se requiere el trabajo conjunto de los componentes de la cadena de valor y el contacto continuo con los proveedores de tecnologías, con ello se puede hacer de los retos, oportunidades para innovar incluso en los modelos de venta y distribución de vehículos. (Rivero, 2023).

¿Cuáles son los desafíos en esta industria? (The Logistic World, 2023):

- 1) Regulaciones ambientales. Por el impacto ambiental de los autos de combustión interna, se exige una transición hacia los menos contaminantes (hacia los híbridos y eléctricos).
- 2) Biomecánica<sup>17</sup>. Se espera que los coches trabajen por medio de controladores que tomen en cuenta el diseño, la manufactura y los dispositivos que serán útiles en prótesis mioeléctricas y en implantes.
- 3) Innovación. Siempre constante por los rápidos y constantes avances de la tecnología y los cambiantes gustos y necesidades de los consumidores. La automatización robótica y nuevos materiales serán muy útiles para disminuir costos, aumentar la calidad y disminuir el tiempo de producción y de entrega.
- 4) Competencia. Nuevos participantes aparecen enfocados al segmento de los menos contaminantes.

---

<sup>17</sup> El término refiere la unión de materiales, el mecanismo y la ingeniería biomédica.

- 5) Cambio en las preferencias de los clientes. Los consumidores demandan vehículos más eficientes en su desempeño, con menos uso de combustibles fósiles, más ecológicos y con conexiones a redes digitales.

Esta industria también tiene oportunidades, entre ellas en el crecimiento de los mercados emergentes como China e India – por el aumento en su ingreso y urbanización de esos mercados-, demanda de nuevas tecnologías (vehículos eléctricos y autónomos), movilidad sostenible (The Logistic World, 2023).

### **3. Industria Automotriz en México**

El sector automotriz tiene un papel estratégico en la economía del país. Si bien la industria automotriz comenzó en el país en 1925 con la llegada de la empresa Ford, fue en los años 90 cuando inició un fuerte crecimiento. México es atractivo para la inversión por sus recursos naturales, el bajo costo de la mano de obra<sup>18</sup>, los diferentes tratados comerciales que tiene<sup>19</sup>, su posición geográfica privilegiada (por su cercanía con uno de los mercados más importantes en el mundo, Estados Unidos). La industria automotriz forma parte de cadenas globales de valor que se están reconfigurando para acercarse a los mercados de interés. Se está dando una relocalización.

Algunos datos sobre esta industria. En 2022 ocupó el quinto lugar como exportador mundial de vehículos ligeros, el séptimo como fabricante de vehículos en el mundo, el primer productor de autos en América Latina, cuarto exportador de autopartes, primer proveedor de componentes de Estados Unidos. Una de cada cinco personas que trabaja en la manufactura está vinculada con la industria automotriz; además es la principal generadora de divisas (Hernández del Arco, 2023). La industria automotriz se relaciona con 157 actividades económicas, de las cuales 84 son de la industria manufacturera y el restante son de comercio y servicios. De 1993 a 2017 su PIB creció más del doble que el PIB manufacturero y el PIB nacional (AMDA, 2018)<sup>20</sup>. En 2017 contribuyó con el 2.9% del PIB nacional y el 18.3% del manufacturero, en 2019 representó el 3.57% del PIB (Bancomext, 2022).

En México se ha desarrollado una amplia proveeduría y hay mano de obra calificada y competitiva (Bancomext, 2022). Se han desarrollado grandes clusters en el norte y centro del país y hay importantes redes de distribución. En 2017 había 20 complejos productivos de vehículos ligeros y motores -distribuidos en 12 entidades federativas- así como 11 plantas armadoras de vehículos pesados. Adicionalmente se construían nuevas plantas y motores a diésel en 8 estados de la República. Un total de 24 estados tenían presencia de empresas fabricantes de autopartes y se contaba con 2,361 agencias distribuidoras de vehículos nuevos y servicio de postventa, localizadas a lo largo del territorio nacional (AMDA, 2018). En ese año 1,904,835 personas se empleaban en ese sector, de las cuales el 47.14%

---

<sup>18</sup> Esto les ha permitido que sus actividades sean más rentables. Por otro lado, ha sido también atractivo para su cadena de proveedores los cuales se han instalado en el país.

<sup>19</sup> Gracias a ellos se integraron procesos de abastecimiento y se crearon redes productivas, al mismo tiempo, se eliminaron barreras comerciales que impedían la exportación.

<sup>20</sup> La primera planta productora de automóviles en México fue instalada por la empresa Ford en 1925.

estaba en la fabricación de automóviles, camiones y autopartes. Actualmente hay 21 armadoras en México en diferentes estados del país.

La inversión extranjera directa (IED) en esa actividad ha sido muy importante<sup>21</sup>. El sector automotriz (fabricación de equipo de transporte) es la actividad manufacturera con más inversión extranjera directa (IED), el 34.3% del total en 2022 (Secretaría de Economía, 2022). Entre 2000 y 2017 la IED se dirigió en mayor medida a la fabricación de autopartes (59.6%) seguida de la de automóviles y camiones (34.2%) (AMDA, 2018). En 2022 en el país había 37 plantas de manufactura automotriz de 13 marcas de autos ligeros; del total, 20 eran de ensamble de vehículos, 10 de motores y 7 de transmisiones (Líder empresarial, 2022). En la industria de autopartes, la producción aumentó 13.35% respecto a 2021; las principales regiones productoras son la zona Norte (principalmente Coahuila seguido de Chihuahua y Nuevo León), zona del Bajío y la zona Centro (Modern Machine Shop México, 2023).

De la producción de vehículos, la mayor parte se destina a la exportación. Entre 2010 y 2018 las exportaciones crecieron, excepto en 2016 (disminuyeron 4.3%) (Morales, Roberto, 2019). En 2022 la exportación aumentó 5.9 % en relación a 2021 (Pineda, 2023). En las exportaciones totales la participación de la industria automotriz fue de 32.1% en 2019, en 2022 fue de 28.6% (Morales, Roberto, 2023).

En 2008 los principales destinos de exportación fueron Estados Unidos (74.5%), Europa (12.6%), Canadá (6.7%) Brasil (2.9%) (Secretaría de Economía, 2012). En 2022 los principales destinos de exportación de vehículos fueron Estados Unidos, Canadá y Alemania con el 94.4%. Hay que mencionar que uno de cada 25 autos producidos en el mundo proceden de México y el 90% de los autos ensamblados en el país, se exportan (Hernández del Arco, 2023).

México ha mejorado su posicionamiento como productor de automóviles en el mundo. En 2009 era el décimo, en 2010 el noveno, en 2014 el octavo (y el cuarto lugar en exportaciones) (Bancomext, 2015) (Secretaría de Economía, 2014). Para 2022, la industria automotriz ocupaba ya el séptimo lugar (Statista, 2023). En el siguiente apartado algunos casos sobre la industria automotriz y la tecnología 4.0.

### **México. Industria automotriz e industria 4.0**

Gran parte de las inversiones y proyectos de inversión relacionados con la industria automotriz provienen de países asiáticos y Estados Unidos. Eso favorece la transferencia de tecnología al país.

En esta industria, además del cambio tecnológico (la adopción de tecnologías 4.0), hay otro aspecto a considerar, la urgencia de la migración a la producción de vehículos menos contaminantes. Si bien aún es muy alta la demanda en el mercado mexicano de autos convencionales (de combustión interna), los otros vehículos van ganando poco a poco participación como se ve en el siguiente cuadro.

---

<sup>21</sup>Algunas empresas mexicanas con producción son VUHL, fabricante de autos deportivos; ZACUA, empresa especializada en autos eléctricos inauguró su planta de producción en Puebla en 2018 (Autocosmos, 2021).

**Cuadro No. 6 México. Autos vendidos híbridos y eléctricos**

	2016	%	2018	%	2020	%	2021	%
Híbrido regular	7,490	90.6	16,022	90.0	22,139	90.7	35,911	91.6
Híbrido enchufable	521	6.3	1,584	8.9	1,817	7.4	2,515	6.4
Eléctrico	254	3.1	201	1.1	449	1.8	768	2.0
Total	<b>8,265</b>	<b>100</b>	<b>17,807</b>	<b>100</b>	<b>24,405</b>	<b>100</b>	<b>39,194</b>	100

Fuente: Elaborado con base a (Statista, 2022).

Los híbridos son los más vendidos; los eléctricos representan todavía un pequeño porcentaje (2%) respecto a ese conjunto en 2021, debido, entre otros factores, al insuficiente equipamiento para abastecer de energía a los automóviles. A pesar de ello, en el país las empresas se están reconvirtiendo, entre ellas están Ford, General Motors, BMW, Volkswagen y Audi; también vehículos “pesados” de EV Electric Vehicles, Wtech de capital. También empresas chinas como Jetour, BYD y Chirey planean ensamblar vehículos eléctricos en el país. Las inversiones se dirigen también a la fabricación de baterías para autos eléctricos, chasises, transmisiones y rines (Morales, 2023) (González L. , 2023).

La planta de Coahuila de General Motors será totalmente de vehículos eléctricos. Audi mantiene la producción de su híbrido en Puebla. Volkswagen planea tener vehículos eléctricos antes de 2030 (Morales, 2023). Algunas nuevas inversiones en el país son las siguientes.

**Cuadro No. 7 México. Nuevas empresas en el sector automotriz de México tecnologías de la Industria 4.0**

Año	Empresa	Actividad	País de origen	Monto de inversión Millones de dólares
2022	Link EV Electric Vehicles se instaló en Puebla.	Armadora de camiones y autobuses	China	265
2022	Wtech se instaló en Jalisco	Armadora de autobuses eléctricos de uso táctico militar y eléctricos foráneos y urbanos	México	180
2022	Pegatrón	Fabricación de computadoras y electrónicos para autos eléctricos	Taiwan	200 en su segunda planta
2022	Solarever	Baterías de Litio	China	1000 a ejecutar en 5 años
2023	Tesla en Nuevo León	Fabricación y desarrollo de autos eléctricos	Estados Unidos	Entre 5,000 y 10,000
2023	BMW	Fabricación de vehículos eléctricos y baterías de litio	Alemania	865

Fuente: Elaboración propia con base en (Morales, 2023) (Romo, 2022) y (Bnamericas, 2023).

Tesla en 2023 construye una planta de manufactura en México y a la par se desarrolla todo un ecosistema de proveeduría (González L. , 2023). En la planta de Wtech se ensamblarán vehículos tácticos militares de la marca Defenture y autobuses eléctricos de la marca Kia. Su capacidad de

producción fue de 1000 vehículos en su primera etapa (Romo, 2022). En los párrafos siguientes se presentan acciones sobre uso de tecnologías de la industria 4.0 de dos empresas:

1) Para **Honda**, también japonesa, la tecnología y desarrollo de innovaciones son fundamentales para hacer frente a la competencia. Para ello, entre otras acciones, establece colaboraciones, asociaciones o inversiones con distintas empresas para que sus productos integren aquellos elementos requeridos en las actuales condiciones de desarrollo tecnológico; algunos ejemplos.

- A. En 2019 invirtió con la empresa Helm.ai en colaboración -a través de Honda Xcelerator- para mejorar su desarrollo de tecnología de software en dos áreas: inteligencia artificial y tecnologías de visión por computadora. Esta empresa es una startup de software de inteligencia artificial que inició en noviembre de 2016; tiene fortaleza en el área de tecnologías de reconocimiento de imágenes basadas en la inteligencia artificial avanzadas a través de aprendizaje no supervisado. La colaboración tiene como fin lograr que los productos de movilidad sean más inteligentes (Castro, 2022).
- B. Honda tiene pocos vehículos eléctricos en su línea<sup>22</sup>. En la unión que lleva con Sony<sup>23</sup> las empresas unirán sus conocimientos y su experiencia específica en Sony Honda Mobility Inc. para aprovechar la experiencia en tecnología de movilidad y ventas de Honda y la experiencia en imágenes, redes, sensores y entretenimiento de Sony. Esta última proporcionará el sistema de software, desde los controladores integrados, sensores y otra tecnología para un sistema de manejo autónomo de Nivel 3<sup>24</sup>, hasta los servicios basados en la nube que se conectarán con los sistemas de pago y entretenimiento. Honda, al igual que Toyota, ha tardado en cambiar su flota a vehículos eléctricos (Vázquez, 2021).
- C. Honda -con sede en Tokio- se ha asociado con General Motors para compartir plataformas para vehículos eléctricos en América del Norte (Vargas, 2022).

2) **BMW Group**<sup>25</sup> usa tecnología 4.0 en la planta en Ratisbona (Regensburg), Alemania para operar y armar automóviles con la ayuda de 4 mil robots (y 9 mil personas), de los cuales, 1500 se ubican en el área de ensamble, 2 mil 350 en el área de chasis y pintura -que desarrollan el 98% de la operación-; el resto se distribuye en otras zonas de la planta<sup>26</sup>. Para soldar y unir piezas en las diferentes piezas de la cabina de un auto BMW, se emplean 10 robots que trabajan juntos. Con esta tecnología,

---

<sup>22</sup> Algunos competidores rivales, como Ford Motor Company o Nissan Motor Company tienen más vehículos eléctricos.

<sup>23</sup> Sony, que fabrica la consola de videojuegos PlayStation y tiene varios negocios, entre otros, de películas y música, mostró en Las Vegas, un concepto de automóvil eléctrico en la exhibición de dispositivos CES en 2021; requería de un socio automotriz.

<sup>24</sup> En los sistemas de Nivel 3, también conocidos como automatización de conducción autónoma limitada, los conductores pueden conducir sin mirar la carretera o manejar el volante en la conducción, pero deben estar listos para recuperar el control.

<sup>25</sup> Tiene su origen en 1916 en Alemania.

<sup>26</sup> Para los desarrollo tecnológicos cuenta con el apoyo de Siemens con sus diversos software y aplicaciones tecnológicas (Lara, 2018).

BMW estima que esa planta logró aumentar su producción en los últimos años, que en 2018 ascendía a más de 330 mil vehículos anuales (de la serie 1, 2, 3, 4, y convertible, entre otros) (Lara, 2018).

Esa planta en Alemania es la primera en el mundo que usa procesos basados en inteligencia artificial (IA) en gran escala<sup>27</sup>. Emplea procesos completamente digitalizados y automatizados para la inspección, procesamiento y el marcado de superficies pintadas de vehículos. Hay 4 robots, que son controlados por IA, que procesan cada vehículo de manera individual con un excelente nivel de calidad en la superficie del vehículo. Los robots alrededor de una carrocería lijan, aplican compuesto para pulir, pulen, cambian accesorios y cambian el papel de lija sucesivamente siguiendo el mismo patrón, hasta que son reprogramados. Desde marzo de 2022, la empresa puede trabajar hasta mil vehículos por día; toda la información que se genera se almacena en la nube, lo cual permite realizar un análisis óptimo de causalidades, con lo que se trabaja en una fábrica conectada inteligente y digital conocida como *BMW iFactory*. Sin embargo, no todo puede ser hecho por robots, ya que no pueden procesar los bordes de la carrocería ni los milímetros finales junto a la puerta y otras uniones, al igual que la tapa de depósito de combustible, la cual es muy frágil. Para ello y para el toque e inspección final de la carrocería se requiere mano de obra altamente calificada (Cluster industrial, 2023). En cuanto a la comercialización, en 2020, BMW y Alibaba firmaron un memorándum de entendimiento con el fin de digitalizar el proceso de marketing comercial de la automotriz para que los concesionarios puedan brindar una experiencia digital de extremo a extremo a sus clientes (Pérez, 2020).

BMW en su planta en San Luis Potosí, México, que comenzó a operar en 2019, emplea tecnología de última generación como realidad virtual, inteligencia artificial, robótica, internet de las cosas (IoT). Tiene un equipo especializado para tareas de ciberseguridad, que incluye también la capacitación y entrenamiento de su personal. Usa fibra óptica con las redes locales 4G y el Wifi<sup>28</sup> para una conexión de alta velocidad. Es la primera planta 100 por ciento paperless (González A. , 2021).

Uno de los primeros procesos digitales que se implementaron fue la capacitación a personal con realidad virtual en el área de pintura y soldadura para que al hacerlo en la realidad lo hicieran sin problema. Con un sistema de cámaras de alta resolución se capturan imágenes de sus procesos de ensamble que son analizadas y procesadas por sistemas de IA para supervisar y agilizar el proceso sin que se presenten errores (González A. , 2021).

En la línea de ensamble tienen múltiples sensores, necesarios para recabar información en tiempo real; en lugares remotos de la planta, como la zona de estacionamiento de los vehículos terminados, utilizan su red 4G para realizar cualquier proceso que sea necesario (González A. , 2021). En el proceso de premontaje se usan robots los cuales giran las unidades mientras que los empleados realizan los atornillados finales sustituyeron el papel por dos pantallas por ciclo para obtener

---

<sup>27</sup> El paso previo utilizado, que se consideró vanguardista en la industria automotriz por algún tiempo, fue la inspección automatizada de superficies (Cluster industrial, 2023).

<sup>28</sup> Emplean redes locales 4G pero ya delinean el plan encaminado hacia el 5G relacionado con el Internet de las cosas.

la información necesaria de la unidad con una nota de pedido digital. Esto se utiliza por primera vez en la planta de BMW Group en México (Duran, 2020).

La tecnología IoT es usada en varias formas: a) el llenado del vehículo con fluidos para ser monitoreado a través de los sensores, con ello han identificado pequeñas desviaciones en el llenado de los fluidos del coche, b) con sensores se monitorea el medio ambiente y se genera Digital Shadow para hacer una réplica virtual de lo que sucede que se mete en Big Data para ver si hay variaciones de humedad o temperatura, en cuyo caso se ajusta para mejorar la producción y calidad, c) se capturan imágenes de los vehículos en la línea de producción para ver si la distancia entre el pilar B o la puerta es la apropiada (González A. , 2021).

Blockchain es utilizado en distintos procesos, uno de ellos personalizar vehículos ya que se puede tener una trazabilidad<sup>29</sup> completa del automóvil, lo que permite una mejor y más rápida atención a los compradores cuando requieren alguna refacción o el vehículo tiene algún desperfecto (González A. , 2021). La tecnología y la digitalización también se encuentran en el *back office*. A los empleados de recursos humanos o finanzas les instalaron Robotic Process Automation, un *software* que es un robot virtual que analiza, extrae y genera información de las bases de datos para las necesidades de los colaboradores (González A. , 2021).

Lo expuesto es solo una muestra de lo que las armadoras realizan en el país; algo semejante ocurre con las empresas de autopartes. Con las tendencias actuales de relocalización de la producción es importante que en el mercado se atiendan las tareas pendientes que contribuyan a mejorar la competitividad del sector automotriz mexicano (AMDA, 2018):

- Fortalecer el mercado interno. Las políticas públicas, como en otros países, pueden impulsar el uso de vehículos más amigables con el medio ambiente.
- Seguridad y combate a la corrupción.
- Promover incentivos competitivos a la inversión nacional y extranjera para fortalecer la atracción de nuevas inversiones y el desarrollo de las existentes.
- Fortalecer la cadena productiva en la industria automotriz nacional.
- Asegurar el acceso a agua y energéticos en cantidad, calidad y precios competitivos a nivel internacional.
- Acceso a nuevos mercados internacionales.
- Apoyo a la investigación, desarrollo e innovación. Lo que implica crear estímulos fiscales competitivos a nivel mundial para ese rubro.
- Promover mayor vinculación industria-academia y centros de investigación enfocados a proyectos de innovación,

---

<sup>29</sup> Detalles del vehículo como la fabricación de una pieza, el proveedor, la fecha de instalación, entre otros datos.



## Conclusiones

La industria automotriz tiene una gran importancia por la vinculación que tiene con otras industrias de manera directa e indirecta. En el país se han formado grandes clústers en diferentes regiones del país y se ha desarrollado a la par una amplia red de proveeduría de empresas nacionales y extranjeras que atienden las demandas y requerimientos de las empresas automotrices. El crecimiento de la industria en el sector automotriz tiene efectos multiplicadores en la economía nacional además de ser la que más divisas aporta al país.

El sector automotriz tiene una alta inversión extranjera. Prácticamente el total de las armadoras provienen de otros países, entre ellos, Estados Unidos, Japón, Alemania, Corea. Por la importancia que tiene el país por su cercanía con la economía de Estados Unidos y los Tratados comerciales que ha firmado, además de la tendencia hacia la desglobalización y el nearshoring, nuevas inversiones se han realizado y se planea realizar, como es el caso de empresas chinas. Los más importantes países productores han sido China, Estados Unidos y Alemania, pero hay países que ya tienen presencia como la India y Corea.

La industria automotriz siempre ha incorporado avances tecnológicos, sin embargo, eso no es suficiente para permanecer y crecer en el país. Hay dos aspectos, por un lado, la presencia de nuevos participantes en la industria, esto es, aumenta la competencia, por otro, la exigencia de migrar a la producción de autos menos contaminantes, ante las graves afectaciones al medio ambiente y el calentamiento global. Para ello, además de los proyectos propios para la incorporación de tecnología encaminado a ese objetivo, las asociaciones, alianzas con otras empresas del ramo o de otras actividades han sido indispensables para subsanar carencias tecnológicas, de innovación, de ingreso a nuevos mercados. No solo eso, es importante el impulso del gobierno para incentivar la preferencia por vehículos menos contaminantes.

La incorporación de tecnologías 4.0 en la industria automotriz están presentes en las plantas de empresas en otros países y también en México. Aunque en este trabajo se presentaron solo algunos datos sobre las tecnologías 4.0 en 2 empresas que tienen plantas en el país, por razones de espacio. En otras también se están aplicando, así como a sus proveedores en distintos niveles. ¿Esto es suficiente para mejorar la competitividad del país en esa actividad? En el documento el plantea que no, pues hay todavía tareas pendientes, entre otros, una política que estimule por un lado el uso de vehículos de menores o cero emisiones, lo que implica la infraestructura necesaria. Por otro, a pesar del uso de tecnologías 4.0 es necesario que se considere fomentar la investigación y desarrollo de ese sector, que se vincule el sector productivo con la academia. La seguridad y el combate a la corrupción es otra de las tareas.

## Referencias

- 3Dnatives. (6 de Mayo de 2022). *Aplicaciones de la impresión 3D en el sector de la automoción*. Recuperado el 6 de Agosto de 2023, de 3Dnatives: <https://www.3dnatives.com/es/aplicaciones-impresion-3d-automocion-081020202/>
- AMDA. (2018). *Diálogo con la Industria Automotriz 2018 • 2024 / Versión 2018 • Agenda Automotriz*. Recuperado el 13 de July de 2023, de AMDA: [https://www.amda.mx/wp-content/uploads/asociaciones\\_2018-2024\\_180724.pdf](https://www.amda.mx/wp-content/uploads/asociaciones_2018-2024_180724.pdf)
- Autobild. (S/F). *Historia de la marca de coches Renault*. Recuperado el 17 de July de 2023, de Autobild: <https://www.autobild.es/coches/renault/historia>
- Autocosmos. (15 de Septiembre de 2021). *5 marcas mexicanas de autos que nos llenan de orgullo*. Recuperado el 18 de Julio de 2023, de Noticias de Autos: <https://noticias.autocosmos.com.mx/2021/09/15/5-marcas-mexicanas-de-autos-que-nos-llenan-de-orgullo>
- Bancomext. (2015). *Sector: Automotriz*. Recuperado el 27 de Julio de 2023, de Bancomext: [https://www.bancomext.com/wp-content/uploads/2015/08/Automotriz\\_1er\\_Informe\\_2015.pdf](https://www.bancomext.com/wp-content/uploads/2015/08/Automotriz_1er_Informe_2015.pdf)
- Bancomext. (febrero de 2022). *Ficha Automotriz -BancoMext*. Recuperado el 10 de July de 2023, de Bancomext: [https://www.bancomext.com/pymex/wp-content/uploads/sites/6/2022/02/211214-Ficha-de-automotriz\\_G.pdf](https://www.bancomext.com/pymex/wp-content/uploads/sites/6/2022/02/211214-Ficha-de-automotriz_G.pdf)
- Berruecos, P. (23 de June de 2020). *Nuevas empresas de la industria automotriz desarrollan vehículos innovadores en una plataforma de IA escalable*. Recuperado el 5 de July de 2023, de Dragster: <https://dragstermx.com/2020/06/23/nuevas-empresas-de-la-industria-automotriz-desarrollan-vehiculos-innovadores-en-una-plataforma-de-ia-escalable/>
- Bnamericas. (5 de Abril de 2023). *Vehículos eléctricos en México: la inversión por US\$875mn de BMW en San Luis Potosí*. Recuperado el 5 de Agosto de 2023, de BNamericas: <https://www.bnamericas.com/es/entrevistas/vehiculos-electricos-en-mexico-la-inversion-de-us875mn-de-bmw-en-san-luis-potosi>
- Castro, E. (20 de Enero de 2022). *Honda invierte para fortalecer el desarrollo de tecnología de software*. Recuperado el 27 de Julio de 2023, de Mexico Industry: <https://mexicoindustry.com/noticia/honda-invierte-para-fortalecer-el-desarrollo-de-tecnologia-de-software>
- CEPAL. (2022). *Datos y hechos sobre la transformación digital*. Comoisión Académica para América Latina y el CaribeEPAL. Obtenido de [https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46766/S2000991\\_es.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/46766/S2000991_es.pdf)
- Cluster industrial. (9 de Mayo de 2023). *BMW Group ya cuenta con automatización para la aplicación de pintura*. Recuperado el 28 de Julio de 2023, de Clúster Industrial: <https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/6166/bmw-group-ya-cuenta-con-automatizacion-para-la-aplicacion-de-pintura>
- De Luna, T. (29 de Mayo de 2023). *Tesla ya no es el mayor fabricante de vehículos enchufables en el mundo*. *Expansión*. Obtenido de <https://expansion.mx/empresas/2023/05/29/tesla-no-es-el-mayor-fabricante-de-vehiculos-enchufables>
- Deloitte. (2023). *La descarbonización del sector de la automoción*. Recuperado el 26 de June de 2023, de Deloitte: <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/manufacturing/articles/descarbonizacion-sector-automocion.html>
- Duran, I. (28 de Febrero de 2020). *BMW innova con tecnología 4.0 en su línea de producción*. Recuperado el 31 de Julio de 2023, de T21: <https://t21.com.mx/automotriz/2020/02/28/bmw-innova-tecnologia-40-su-linea-produccion>

- Dutt, D., Natarajan, V., Wilson, A., Robinson, R., & Hertzberg, D. (3 de January de 2020). *Industry 4.0 in the automotive sector: The future of automotive*. Recuperado el 28 de June de 2023, de Deloitte: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/automotive/industry-4-0-future-of-automotive-industry.html>
- García, G. (18 de Mayo de 2022). *Aprovechando su crisis, Apple quiere comprar Canoo, la startup de coches eléctricos*. Recuperado el 19 de Julio de 2023, de Híbridos y Eléctricos: [https://www.hibridosyelectricos.com/coches/aprovechando-crisis-apple-quiere-comprar-canoo-startup-coches-electricos\\_57998\\_102.html](https://www.hibridosyelectricos.com/coches/aprovechando-crisis-apple-quiere-comprar-canoo-startup-coches-electricos_57998_102.html)
- González, A. (26 de Abril de 2021). *Entrevista | La planta de BMW en México que nació completamente digital*. Recuperado el 31 de Julio de 2023, de DPL News: <https://dplnews.com/la-planta-de-bmw-en-mexico-que-nacio-completamente-digital/>
- González, L. (16 de March de 2023). México da la pelea, pero se mantiene séptimo en ensamble de autos en 2022. *El Economista*. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Mexico-da-la-pelea-pero-se-mantiene-septimo-en-ensamble-de-autos-en-2022-20230315-0127.html>
- Hernández del Arco, L. (17 de Febrero de 2023). *¿Por qué tiene tanta importancia la industria automotriz en México?* Recuperado el 26 de Julio de 2023, de AS México: <https://mexico.as.com/motor/por-que-tiene-tanta-importancia-la-industria-automotriz-en-mexico-n/>
- Hernández, L. (27 de Febrero de 2020). *Toyota crece su asociación con Pony ai para el desarrollo de vehículos autónomos*. Recuperado el 20 de Julio de 2023, de Autocosmos: <http://noticias.espanol.autocosmos.com/2020/02/27/toyota-crece-su-asociacion-con-pony-ai-para-el-desarrollo-de-vehiculos-autonomos>
- Lara, I. (Mayo de 2018). *Planta digitalizada. BMW en Alemania destaca por ser una armadora que ya implementa la Industria 4.0*. Recuperado el 5 de Agosto de 2023, de Somos Industria: <https://www.somosindustria.com/articulo/planta-digitalizada/>
- Li, K., Kim, D., Lang, K., Kauffman, R., & Naldi, M. (9 de Septiembre de 2020). How should we understand the digital economy in Asia? Critical assessment and research agenda. *Electronic Commerce Research and Applications*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7480531/>
- Líder empresarial. (13 de Julio de 2022). *Los 5 estados que más autos producen en México*. Recuperado el 26 de Julio de 2023, de Líder Empresarial: <https://www.liderempresarial.com/los-5-estados-que-mas-autos-producen-en-mexico/>
- Lucas, N. (24 de Septiembre de 2021). Industria automotriz 4.0: beneficios, oportunidades y desafíos, según Furukawa. *El Economista*. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Industria-automotriz-4.0-beneficios-oportunidades-y-desafios-segun-Furukawa-20211002-0006.html>
- Mena, M. (27 de March de 2023). *Infografía: China siguió encabezando la producción mundial de vehículos en 2022*. Recuperado el 15 de July de 2023, de Statista: <https://es.statista.com/grafico/29576/principales-paises-productores-del-sector-de-la-automocion-segun-el-numero-de-vehiculos-fabricados/>
- Mochón Morcillo, F. (2014). *Economía digital curso MOOC*. (F. Mochón Morcillo, J. C. González, & J. A. Calderón S., Edits.) Alfaomega.
- Modern Machine Shop México. (1 de Junio de 2023). *Industria automotriz en México: balance 2022 y proyecciones 2023*. Recuperado el 26 de Julio de 2023, de <https://www.mms-mexico.com/articulos/industria-automotriz-en-mexico-balance-2022-y-proyecciones-2023>

- Morales, R. (1 de May de 2023). México suma 200 proyectos de inversión automotriz: SHCP. *El Economista*. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Mexico-suma-200-proyectos-de-inversion-automotriz-SHCP-20230501-0094.html>
- Morales, Roberto. (27 de Marzo de 2019). México escala al cuarto sitio en exportación de autos. *El Economista*. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Mexico-escala-al-cuarto-sitio-en-exportacion-de-autos-20190326-0158.html>
- Morales, Roberto. (31 de Enero de 2023). *Exportaciones automotrices dan acelerón en el 2022*. Recuperado el 1 de Julio de 2023, de El Economista: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Exportaciones-automotrices-dan-aceleron-en-el-2022-20230130-0138.html>
- Motornation. (S/F). *CHANGAN México | Sitio Oficial CHANGAN*. Recuperado el 17 de July de 2023, de Motornation: <https://www.motornation.com.mx/acerca-de-changan>
- Olano, F. (2 de November de 2022). *5 tecnologías en la industria automotriz 4.0*. Recuperado el 3 de July de 2023, de SPC Pro: <https://spcpro.com/2022/11/5-tecnologias-en-la-industria-automotriz-4-0/>
- Opportimes. (15 de March de 2022). *Los 5 mayores exportadores de autos del mundo – Opportimes*. Recuperado el 26 de Julio de 2023, de Opportimes: <https://www.opportimes.com/los-5-mayores-exportadores-de-autos-del-mundo/>
- Ortega, P. (18 de Marzo de 2022). *Faraday Future: la turbulenta historia de la startup que quería robarle el trono del coche eléctrico a Tesla*. Recuperado el 19 de Julio de 2023, de El Español: [https://www.elespanol.com/invertia/disruptores-innovadores/americatech/20220318/faraday-future-turbulenta-historia-startup-electrico-tesla/657684727\\_0.html](https://www.elespanol.com/invertia/disruptores-innovadores/americatech/20220318/faraday-future-turbulenta-historia-startup-electrico-tesla/657684727_0.html)
- Ospina, A. (4 de November de 2022). *Top de los principales productores de vehículos eléctricos en el mundo*. Recuperado el 18 de July de 2023, de Revista Motor: <https://www.motor.com.co/industria/Top-de-los-principales-productores-de-vehiculos-electricos-en-el-mundo-20221104-0009.html>
- Pérez, M. (28 de Octubre de 2020). *Alibaba y BMW se asocian para venta de autos en línea*. Recuperado el 6 de Agosto de 2023, de DPL News: <https://dplnews.com/alibaba-y-bmw-se-asocian-para-venta-de-autos-en-linea/>
- Pineda, M. (21 de Abril de 2023). *Venta de vehículos eléctricos crece 8.5 % en 2022*. Recuperado el 27 de Julio de 2023, de Modern Machine Shop México: <https://www.mms-mexico.com/noticias/post/venta-de-vehiculos-electricos-crece-85-en-2022>
- Ramos, A. (29 de Febrero de 2020). *Toyota invierte 400 millones de dólares en la startup Pony.ai*. Recuperado el 20 de Julio de 2023, de Car and Driver: <https://www.caranddriver.com/es/coches/planeta-motor/a31164580/toyota-400-millones-ponyai/>
- Rivero, J. (11 de Enero de 2023). *La estrategia 2023 para la industria automotriz incluye inteligencia y datos*. Recuperado el 21 de Julio de 2023, de Computer Weekly: <https://www.computerweekly.com/es/opinion/La-estrategia-2023-para-la-industria-automotriz-incluye-inteligencia-y-datos>
- Rodríguez, E. (18 de April de 2015). *Cinco gráficas que explican el boom automotriz en México*. *El Financiero*. Obtenido de <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/cinco-graficas-que-explica-la-produccion-automotriz-de-mexico/>
- Romo, P. (26 de May de 2022). *WTech instalará planta armadora en Jalisco*. *El Economista*. Obtenido de <https://www.eleconomista.com.mx/estados/WTech-instalara-planta-armadora-en-Jalisco-20220525-0137.html>
- Santos-Assán, A. H., Diaz-Pompa, F., Cruz-Aguilera, N., Balseira-Sanamé, Z., & Serrano -Leyva, B. (Mayo-Agosto de 2022). *Economía digital: análisis de la científica encontrada en*

- Sciencedirect entre 2008-2018. *Ingeniería Industrial*, 42. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-59362021000200088](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362021000200088)
- Secretaría de Economía. (2012). *Automotriz*. Recuperado el 6 de July de 2023, de Secretaría de Economía: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/industria-y-comercio/informacion-sectorial/automotriz>
- Secretaría de Economía. (2014). *Industria Automotriz*. Recuperado el 27 de Julio de 2023, de Gobierno de México: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/75545/150213\\_DS\\_Automotriz\\_ESP.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/75545/150213_DS_Automotriz_ESP.pdf)
- Secretaría de Economía. (2022). *COMISION NACIONAL DE INVERSIONES EXTRANJERAS*. Recuperado el 26 de July de 2023, de Gobierno de México: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/829689/Informe\\_Congreso-2022-4T\\_VF.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/829689/Informe_Congreso-2022-4T_VF.pdf)
- Statista. (febrero de 2022). *Venta de vehículos eléctricos e híbridos en México 2021*. Recuperado el 4 de Agosto de 2023, de Statista: <https://es.statista.com/estadisticas/1114981/volumen-ventas-vehiculos-electricos-hibridos-mexico/>
- Statista. (23 de Marzo de 2023). *Automoción: principales países productores del mundo en 2022*. Recuperado el 11 de Julio de 2023, de Statista: <https://es.statista.com/estadisticas/611251/principales-productores-automovilisticos-del-mundo-por-vehiculos-fabricados/>
- Statista-Orús A. (1 de Marzo de 2023). Recuperado el 16 de Julio de 2023, de Statista: <https://es.statista.com/estadisticas/600663/fabricantes-de-automoviles-venta-de-vehiculos-a-nivel-mundial/>
- Teknei. (21 de Junio de 2021). *La Inteligencia Artificial en la industria – Teknei*. Recuperado el 13 de Julio de 2023, de Teknei: <https://www.teknei.com/2021/06/21/la-inteligencia-artificial-en-la-industria/>
- The Logistic World. (5 de June de 2023). *Industria automotriz: Sus características, retos y oportunidades*. Recuperado el 6 de July de 2023, de THE LOGISTICS WORLD: <https://thelogisticsworld.com/manufactura/caracteristicas-de-la-industria-automotriz-un-sector-en-evolucion-constante/>
- Toyota Perú. (S/F). *Historia de la tecnología híbrida | Autos Híbridos Toyota*. Recuperado el 16 de Julio de 2023, de Toyota del Perú: <https://www.toyotaperu.com.pe/toyotahibridos/historia-de-la-tecnologia-hibrida.html>
- Vargas, S. (26 de Octubre de 2022). *Sony y Honda fabricarán vehículos eléctricos en 2026*. Recuperado el 27 de Julio de 2023, de Manufactura Latam: <https://www.manufactura-latam.com/es/noticias/sony-y-honda-fabricaran-vehiculos-electricos-en-2026>
- Vázquez, V. (1 de June de 2021). *Sector automotriz, el gran impulsor de la industria 4.0 en México: KIA*. Recuperado el 30 de June de 2023, de Mexico Industry: <https://mexicoindustry.com/noticia/sector-automotriz-el-gran-impulsor-de-la-industria-40-en-mexico-kia>
- World Economic Forum. (4 de February de 2020). *AI has started a financial revolution - here's how | World Economic Forum*. Recuperado el 15 de May de 2023, de The World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2020/02/how-ai-is-shaping-financial-services/>