



## HUMANOS Y MÁQUINAS TRABAJANDO EN CONJUNTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL INTERNET DE LAS COSAS: UN DESAFÍO EN EL SECTOR DE AUTOPARTES EN NUEVO LEÓN

Artículo arbitrado 14 | Edición 13

Alexa Valeria Leyva Treviño<sup>1</sup>, Brenda Stefania Pérez Martínez<sup>2</sup>, Daniela Lisseth Rodríguez Galindo<sup>3</sup>, María Fernanda Ordaz Ramírez<sup>4</sup> y Karla María Nava Aguirre<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Universidad de Monterrey  
Av. Ignacio Morones Prieto 4500, Jesús M.  
Garza  
San Pedro Garza García, Nuevo León,  
México, C.P. 66238.



karla.nava@udem.edu

Recibido: Noviembre 22, 2019.

Recibido en forma revisada: Mayo 4, 2020.

Aceptado: Junio 10, 2020.

**Resumen:** La industria de autopartes en México juega un papel importante en la economía nacional debido a que 4 de cada 10 autopartes del país son producidas en el Estado de Nuevo León. En este sector, las empresas están comenzando a implementar prácticas de la Industria 4.0 con la finalidad de introducir nuevas tecnologías en sus operaciones como el Internet de las Cosas (IoT), donde la manufactura tradicional está migrando a la innovación y la tecnología. Con respecto a esta transición, el objetivo principal de esta investigación es analizar la implementación del IoT en las empresas de autopartes en el Estado de Nuevo León, identificando las oportunidades y obstáculos en el sector de autopartes para proponer alternativas que contribuyan con el trabajo colaborativo de los sectores de academia, industria, empresa y gobierno. El enfoque del estudio es de tipo cualitativo con un alcance descriptivo exploratorio; se reunieron datos de fuentes primarias mediante ocho entrevistas semiestructuradas a expertos seleccionados a conveniencia, y a su vez, se recopiló información a través de fuentes secundarias. A partir de los hallazgos, se determina que al ejecutar el IoT, las empresas podrán eliminar actividades que no crean valor en la organización, eliminando procesos y permitiendo que los trabajadores inviertan su tiempo en actividades especializadas que difícilmente pueden ser reemplazadas por la automatización. Sin embargo, muchas empresas no se han sumado a esta transformación a causa de la falta de familiarización sobre los beneficios que el IoT ofrece, así como el

desconocimiento de la implementación de esta herramienta.

+ **Palabras clave:** *Autopartes, Clúster Automotriz de Nuevo León, Industria 4.0, Internet de las Cosas, Tier.*

**Abstract:** The auto part industry in Mexico plays an important role in the national economy because 4 out of every 10 auto parts in the country are produced in the State of Nuevo León. In this sector, companies are beginning to implement Industry 4.0 practices in order to introduce new technologies in their operations such as the Internet of Things (IoT), where traditional manufacturing is migrating to innovation and technology. Regarding this transition, the main objective of this research is to analyze the implementation of IoT in auto part companies in the State of Nuevo León, identifying opportunities and obstacles in the auto part sector to give alternatives that contribute to the collaborative work of the academy, industry, business and government sectors. This study focuses in a qualitative type with an exploratory descriptive scope; data from primary sources was collected through eight semi-structured interviews with experts selected for convenience, and in turn, information was collected through secondary sources. From the findings, it is determined that by executing the IoT, companies can eliminate activities that do not create value in the organization, eliminating processes and allowing workers to invest their time in specialized activities that can hardly be replaced by automation. However, many companies have not joined this transformation because they're not acquainted with the benefits that IoT offers, as well as the lack of knowledge about the implementation of this tool.

+ **Keywords:** *Auto parts, Automotive Cluster of Nuevo León, Industry 4.0, Internet of Things, Tier.*

## Introducción

Hoy en día la industria manufacturera se enfrenta a los grandes desafíos de la revolución industrial conocida como la Industria 4.0 (I4.0), la cual fue mencionada por primera vez en el año 2011 en Alemania durante la feria de tecnología industrial más grande del mundo, Hannover Messe (Mosconi, 2015). Dicha revolución está conformada por nueve pilares, robots autónomos, análisis de Big Data, simulaciones, sistemas de integración vertical y horizontal, el Internet de las Cosas (IoT), ciberseguridad, computación en la nube, realidad aumentada y manufactura aditiva (PwC, 2016).



Figura 1. Nueve pilares de la Industria 4.0. Fuente: Elaboración propia.

Con la llegada de la I4.0 es posible recopilar y analizar datos de máquinas que previamente tenían que ser calculados por una persona, permitiendo una mayor eficiencia en los procesos y mayor flexibilidad para producir bienes a menores costos y con mayor calidad. Con la implementación de la I4.0, se espera que la productividad de fabricación aumente, fomentando el crecimiento industrial y la competitividad de las empresas y regiones, para poder alcanzar una integración en la cadena de valor (Rüßmann, Lorenz, Gerbert, Waldner, Justus, Engel y Harnisch, 2015). Una de las tecnologías habilitadoras clave que permitirán que la I4.0 ofrezca estos beneficios es el Internet de las Cosas (Mitsubishi, 2017). En su artículo Making sense of IoT, Kevin Ashton menciona que el IoT son “sensores conectados a Internet que actúan mediante conexiones abiertas, compartiendo datos libremente y permitiendo aplicaciones inesperadas. Lo que define al IoT es la captura de la información” (Hewlett Packard Enterprise, 2016).

A través de la I4.0, diversas industrias mexicanas se han visto involucradas en la implementación e investigación del IoT, una de ellas es la industria automotriz, la cual es sustancial para el crecimiento de la economía del país. Según ProMéxico (2017), México logró posicionarse como el séptimo productor y cuarto exportador de vehículos ligeros a nivel mundial. Dicha industria tiene la mayor aportación a la balanza comercial con alrededor de 62 mil millones de dólares, así mismo generó cerca de 800 mil empleos directos. El sector aportó 2.9% del PIB nacional y 18.3% del PIB manufacturero (Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, 2018). La industria automotriz es el principal impulsor de las exportaciones del Estado de Nuevo León representando el 36% del total. Durante el primer bimestre del 2019, las exportaciones del sector automotriz tuvieron un crecimiento del 1.7%, lo cual influye a que la región sostenga un superávit del 7.5 mmdd (Secretaría de Economía y Trabajo, 2019).

El Estado de Nuevo León cuenta con ventajas competitivas que, al ser correctamente utilizadas, proporcionan una mayor facilidad de implementación de estas tecnologías. En Nuevo León se encuentran aproximadamente 11 proyectos de inversión extranjera (IE) de la industria automotriz, relacionados con los proyectos de distintas empresas de la misma industria, logrando aportar más de 508 millones de dólares en IE para el Estado (Gobierno de Nuevo León, 2018). De acuerdo con un reporte realizado por la Secretaría de Economía y Trabajo (SEDET), la industria automotriz aporta el 22% de Inversión Extranjera Directa gracias a los proyectos que las empresas extranjeras desean realizar en el estado, así mismo, dicha industria genera alrededor de 70 mil empleos (Gobierno de Nuevo León, 2018).

En adición, el Estado de Nuevo León posee una ventaja competitiva gracias a su ubicación, colindando con Estados Unidos, siendo este uno de los principales destinos de las exportaciones de México (OEC, 2017). A pesar de que el estado cuenta únicamente con una armadora, KIA Motors, Nuevo León es considerado como el cuarto productor de autopartes en México, contribuyendo con el 8.3% de la producción total nacional, en donde 4 de cada 10 autopartes del país son producidas en el estado (Clúster Automotriz, 2018). A su vez, de las empresas fabricantes de autopartes, el 12% son consideradas como medianas y grandes empresas, mientras que el 88% son micro y pequeñas empresas (Gobierno de Nuevo León, 2017).



Figura 2. Plantas fabricantes de vehículos ligeros y motores. Fuente: AMIA (2018).



Figura 3. Empresas de autopartes en México. Fuente: INEGI Denue, (2019).

En México, empresas transnacionales han comenzado a implementar prácticas de la I4.0 (González, 2017). El problema se encuentra en que las empresas más pequeñas de la industria de autopartes cuentan con un bajo nivel de automatización y dependencia de la mano de obra directa. Otro desafío presente es contar con capital humano calificado, aunado a esto, existen empresas que no cuentan con programas de capacitación y buscan reclutar personal ya capacitado (Clúster Industrial, 2018). México necesita trabajar en los siguientes cuatro pilares para poder avanzar hacia la I4.0: desarrollo del capital humano, innovación, aumentar las sinergias de los clústeres y la adopción de tecnología en las pequeñas y medianas empresas, para generar procesos más competitivos (Secretaría de Economía, 2018).

Ante esta transformación en la industria, el objetivo principal de esta investigación es analizar la implementación del IoT de las empresas de autopartes en el Estado de Nuevo León, con lo anterior se pretende identificar las oportunidades y obstáculos en el sector de autopartes y poder, finalmente, proponer alternativas para contribuir con el trabajo colaborativo de los diferentes sectores de la industria.

## Revisión de la literatura

El término de IoT fue creado en 1999, cuando Kevin Ashton laboraba en el área de Cadena de Suministro en Procter & Gamble (P&G). Ashton ideó un plan para describir la forma en la que los objetos podían conectarse a Internet por medio de sensores y explicar la conexión que podían tener las etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID), las cuales se utilizaban en la cadena de suministro de la empresa, para tener un mayor control de las mercancías, esto sin la necesidad de la intervención humana (Internet Society, 2015).

El IoT permite que dispositivos, desde sensores a máquinas, sean conectados al Internet, permitiendo monitorear, controlar, intercambiar y recaudar datos en cuestión de segundos, lo que favorece el análisis de información y toma de decisiones. Esta herramienta permite crear redes que incorporan todos los procesos de fabricación, haciendo que se desenvuelva un entorno inteligente (Kagermann, Wahlster y Helbig, 2013). Así mismo, el IoT beneficia el ambiente de los negocios, ya que al implementar esta tecnología los departamentos dentro de una compañía pueden tener una mayor productividad y eficiencia, lo cual permite reducir costos y poder tener un incremento en las utilidades de la empresa (Evans, 2011).

Un ejemplo reciente que describe esta situación es el de la empresa Caterpillar y su alianza con una empresa minera en Australia, quienes implementaron una flota de camiones mineros autónomos que trabajan las 24 horas del día. Estas máquinas están equipadas con una variedad de sensores que transmiten información sobre la presión del aceite, filtros y otros componentes del camión a través de conexiones inalámbricas a la sede de Caterpillar en Peoria, Illinois, donde un asesor monitorea los signos vitales del equipo y puede, cuando sea necesario, hacer recomendaciones de mantenimiento al propietario de la flota. Así mismo, otros de los beneficios obtenidos del IoT y su análisis de la información, es el poder desarrollar herramientas de diagnóstico predictivo, mejorar el rendimiento del producto y diseñar productos con mayor rendimiento en menos pasos, lo que significa reducción de tiempo, operadores menos cansados y, por ende, mayor productividad para la empresa (Daecher y Schmid, 2016).

La visibilidad es uno de los principales retos dentro de las cadenas de suministro, especialmente en la industria automotriz. Actualmente, la información abunda y la conectividad está al alcance de más empresas, sin embargo, hay menos información que se captura, administra, analiza y se pone a disposición de quienes la necesitan (IBM, 2018). Por lo que es de suma importancia que los humanos y las máquinas trabajen en conjunto, permitiendo a los ejecutivos actuar según la información proporcionada en tiempo real.

La industria automotriz, conformada por vehículos ligeros, pesados, tracto camiones y autopartes, se ha convertido en una de las más activas y competitivas para México contando con un crecimiento sostenido en la producción de autopartes. A su vez, dicha industria vive un proceso de transición, de un perfil orientado a la manufactura a uno donde la innovación juega un papel importante. La cadena de suministro de la industria automotriz está integrada por armadoras de vehículos, y proveedores de primer nivel (Tier 1), segundo nivel (Tier 2) y tercer nivel (Tier 3). Este sector presenta desafíos, debido a que se espera que los proveedores involucrados en la cadena avancen a la par de las armadoras, ya que enfrentan dificultades para lograr una integración eficiente a las plataformas de manufactura debido al bajo desarrollo financiero, tecnológico y operativo (ProMéxico, 2016).

Es importante mencionar que, aunque Nuevo León es considerado como un estado donde la Industria Automotriz está en constante evolución, no ha logrado lo mismo con toda la cadena, debido a que los proveedores de nivel 1 solo obtienen de México el 15% de sus componentes automotrices. Del porcentaje restante, el 42% es importado de Estados Unidos y el otro 43% de distintos países (Ramírez, 2016),

reflejando el área de oportunidad que existe en este sector.

Una estrategia que ha utilizado Nuevo León es la conformación de agrupaciones industriales como lo es el Clúster Automotriz de Nuevo León (CLAUT), la cual es una Asociación Civil sin fines de lucro que fue creada en el 2007 para impulsar la competitividad y crecimiento del sector automotriz en Nuevo León, a través de la colaboración, entre gobierno, academia y empresas (armadoras, Tier 1 y Tier 2) (CLAUT, 2016). Esta institución es uno de los principales clústeres en México debido a su ubicación estratégica con Estados Unidos, la mano de obra especializada, sus costos competitivos y su alto potencial en desarrollo industrial (Nava, Colín, Cañamar, Falomir y Garza, 2019).

Desde hace tres años, el CLAUT ha trabajado en conjunto con clústeres automotrices de distintas regiones, inclusive, se creó la Red Nacional de Clústeres de la industria automotriz, con la finalidad de colaborar y resolver problemas del sector, proporcionando información de recursos humanos, proveeduría y mejores prácticas de la región. Con dicha Red, se espera encontrar soluciones innovadoras, incrementar la competitividad, lograr el bien común y sinergia de la industria automotriz mexicana (Montoya, 2019).

En un inicio, el Gobierno de Nuevo León implementó distintas iniciativas, tales como la creación de centros de investigación como Centros Públicos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en 1970, Centro de Investigación Matemática (CIMAT) en 1980 y el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) en 1984, que propician el desarrollo de habilidades tecnológicas y de innovación de estudiantes y trabajadores. La creación de estos centros beneficia a las empresas manufactureras al brindar un mejor servicio por medio de nuevas tecnologías y pruebas certificadas de laboratorio.

El esfuerzo más reciente del Gobierno de Nuevo León, es la Iniciativa Nuevo León 4.0, la cual fue impulsada por medio de la Secretaría de Economía y Trabajo. Esta iniciativa consiste en la incorporación de proyectos, propuestas y problemáticas, junto con las universidades y centros de investigación apoyados por el gobierno con el objetivo de desarrollar un ecosistema 4.0 en el estado (Gobierno de Nuevo León, 2019). En el 2018, se inauguró el Centro de Innovación Industrial para el Desarrollo de Talento e Integración de Tecnologías Máquina a Máquina, Internet de las Cosas y Big Data, en la Universidad Regiomontana (U-erre), que surge como el primer proyecto de la Iniciativa Nuevo León 4.0 (Gobierno de Nuevo León, 2018).

Aunado a esto, el Clúster del Software de Nuevo León, universidades, empresas privadas y gobierno inauguraron en el Museo del Acero Horno 3 un espacio llamado Modelo Industrial, en el cual tratan temas como el Internet de las Cosas, Diseño y simulación por computadora, Manufacturas inteligentes y Ciencia en vivo, esto con el propósito de despertar el conocimiento y el interés, tanto en los jóvenes como en los trabajadores, sobre las nuevas tecnologías que actualmente están revolucionando el mundo (Mendoza, 2019).

Otras de las propuestas que ha llevado a cabo el Gobierno de Nuevo León para impulsar a las empresas de autopartes surgió debido a la crisis financiera y económica que afectó a las principales armadoras de Estados Unidos en el 2008 y 2009. Por lo que Bancomext, junto con el apoyo de la Secretaría de Economía, creó un programa de financiamiento

llamado “ProAuto Integral” en el 2014, con el propósito de apoyar a las empresas que forman parte del sector automotriz al permitirles el acceso a programas de apoyo gubernamental, específicamente para beneficio de proveedores nacionales. El programa “ProAuto Integral” concluyó a principios del 2018, en el que más de 150 empresas apoyaron con un total de 500 millones de pesos invertidos en financiamiento, beneficiando a más de 300 empresas (Banco Nacional de Comercio Exterior, 2016).

Así mismo, a través del acuerdo “Alianza para el financiamiento de la cadena productiva del sector automotriz”, en el que participaron Bancomext, AMIA, la Industria Nacional de Autopartes (INA), Clústeres Automotrices y el programa “ProAuto Integral” se pudieron observar resultados positivos para sus integrantes, las exportaciones aumentaron alrededor de un 20%, creando 50 mil fuentes de trabajo relacionadas con el sector automotriz dentro de 350 empresas (Secretaría de Economía, 2014).

Actualmente, las empresas pueden continuar con su desarrollo en la Industria 4.0, con apoyo del Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas, Cámara de la Industria de la Transformación (CAINTRA), la Iniciativa 4.0 y el CLAUT, las cuales impulsan a las empresas de autopartes a automatizarse, mediante el apoyo de talleres, conferencias, capacitaciones y orientación.

## Materiales y métodos

La investigación es de tipo cualitativo que de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) los investigadores parten de hechos particulares o concretos para poder llegar a conclusiones y donde la recolección y análisis de los datos sirve para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación. El enfoque es descriptivo ya que busca características de grupos y procesos para la recopilación de la información deseada y exploratorio, ya que se tiene como objetivo examinar un tema de reciente interés o poco estudiado.

Como primer instrumento de recolección de datos mediante fuentes secundarias de información, se revisaron textos y artículos relacionados con la I4.0, Iot e industria automotriz a nivel internacional y local así como notas periodísticas. Se consultaron sitios web de compañías y asociaciones como el CLAUT en Nuevo León y datos institucionales de fuentes como el INEGI, Secretaría de Economía de Gobierno y fuentes extranjeras. Las fuentes secundarias son “aquellas que ofrecen información sobre el tema que se va a investigar, pero que no son la fuente original de los hechos o las situaciones, sino que sólo los referencian” (Bernal, 2010).

El segundo instrumento de recolección, consistió en las fuentes primarias de información. En esta etapa, se tuvo acceso a información de primera mano en el campo de estudio “en ciertos estudios es necesaria la opinión de expertos en un tema. Estas muestras son frecuentes en estudios cualitativos y exploratorios para generar hipótesis más precisas o la materia del diseño de cuestionarios” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). En la investigación cualitativa se debe definir los informantes incluidos en la investigación, “no importa el número, lo que realmente importa es lo que los informantes tienen para decir” (Mendieta, 2015). Por lo anterior, se elaboró una guía de 18 preguntas semiestructuradas

que fue el medio para realizar entrevistas a una muestra no probabilística de ocho informantes clave, seleccionados por conveniencia a partir de su experiencia “No importa el número, lo que realmente importa es lo que los informantes tienen para decir” (Mendieta, 2015).

Se realizó una prueba piloto a un miembro del CLAUT, después de hacer los ajustes pertinentes que consistieron en delimitar preguntas de acuerdo al sector del informante, se realizaron las entrevistas desde tres perspectivas. En primer lugar, en el sector industria, Carlos Guerra, Coordinador de Estrategia y Ejecución de la I4.0, Gabriel Cerda, Gerente de Operaciones y Pablo Moreno, Líder del Desarrollo de Proyectos I4.0, representantes de Metalsa. A su vez, se entrevistó a Ángel Ruiz, Director de Innovación y Proyectos de EMSA. En el sector empresa, Ricardo Apáez, director del Comité de Innovación del CLAUT. En el sector gobierno, Abraham Tijerina, Director Estratégico de Nuevo León 4.0. Por último, en el sector académico, Profesores de la Universidad de Monterrey, Andrés Hernández y Eugenio Reyes, quien a su vez es director de World Trade Center en Monterrey.

Para procesar la información se realizaron transcripciones de las entrevistas a través de tablas en word para posteriormente identificar los datos más representativos, codificar los resultados y obtener los consensos correspondientes. Finalmente se hizo una interpretación de los datos a través de un análisis de contenido con apoyo de la revisión de literatura.

## Resultados

Debido a la Cuarta Revolución Industrial, las empresas están experimentando un nuevo modelo tecnológico que combina el mundo digital con el mundo industrial para mejorar la eficiencia productiva y desarrollar una infinidad de nuevos productos y servicios. México debe estar preparado para integrar las innovaciones en distintas industrias, principalmente en aquellas con tendencia manufacturera, como se ha realizado en la región norte del país.

De acuerdo con las implementaciones tecnológicas mencionadas anteriormente, existen distintos beneficios que fueron identificados dentro de los sectores académico, industria y gobierno. Estos coincidieron que al implementar esta herramienta, las empresas logran eliminar actividades que no generan valor a la compañía, haciendo procesos más eficientes y eficaces, permitiendo a los trabajadores emplear su tiempo en actividades que generen un mayor impacto dentro de la organización y que tengan la oportunidad para desempeñarse en un área más especializada para que logren desarrollar nuevas estrategias a beneficio de la empresa, como generar análisis íntegros y definir contramedidas, disminuyendo el impacto de procesos deficientes y aumentar la productividad.

En las perspectivas analizadas existe un consenso donde se muestra que con la aplicación de esta tecnología en las organizaciones, el tiempo promedio para resolver un problema se reduce, ya que los datos se pueden visualizar en cuestión de segundos y la información de valor se puede segregar, permitiendo reaccionar de manera proactiva ante los posibles obstáculos. Un hallazgo interesante, es que se reduce el proceso de captura de datos, es decir, de tener un método manual se convierte a uno automatizado, donde los integrantes del equipo de trabajo pueden acceder a la información en cualquier lugar y en tiempo real, lo que

facilita el proceso de toma de decisiones para el grupo.

La implementación de la herramienta IoT homogeniza la producción y permite un mayor control de los procesos dentro de la cadena de suministro (Entrevista Hernández, 2019). A su vez, permite un mejor uso de las máquinas, lo que disminuye el periodo para retornar la inversión, y aumenta la utilización de los activos. Las máquinas realizan distintas actividades a la vez, logrando producir en mayor cantidad e incrementar el tiempo disponible. “Las máquinas desempeñan trabajos más exactos, para poder cumplir con los requisitos de las armadoras, lo cual un humano no hace” (Entrevista Ruiz, 2019).

Un ejemplo que puntualiza esta postura es Metalsa, la cual desarrolló una estrategia de automatización por medio de fases para tener un mayor control de la implementación de esta. La empresa brinda capacitaciones a sus empleados, en donde se les enseña el manejo adecuado de las máquinas, y talleres para motivar al personal, esto con la ayuda de la Iniciativa Nuevo León 4.0 y expertos en la industria que apoyan y dan retroalimentación a la empresa. Para Metalsa, una estrategia que le ha funcionado hasta la fecha ha sido planear y ejecutar al mismo tiempo. Así mismo, Metalsa decidió fundear una Start Up, la cual ha impulsado su estrategia de automatización, pero se tiene planeado, en un futuro, ofrecer el apoyo a otras compañías. La inclusión de estas estrategias le ha permitido a Metalsa obtener el máximo provecho de sus actividades, dejando a un lado aquellas que no generan valor y, a su vez, han logrado agilizar la toma de decisiones debido al fácil acceso de información.

Actualmente, el sector de autopartes se encuentra en una transición tecnológica, donde se ve un rezago entre las empresas T1 y T2 en comparación con las empresas armadoras, esto se debe a diferentes factores los cuales serán mencionados a continuación. Existe un consenso entre la Triple Hélice, definida como el conjunto de “relaciones existentes de cooperación entre la Universidad-Empresa-Gobierno” (Chang, 2010), en el que se menciona que el capital humano es el principal reto al que se enfrentan las empresas al adoptar un nuevo modelo tecnológico. “Si al final la gente del piso de producción no le gustó la tecnología, no se siente a gusto o se siente amenazada de que le puede llegar a quitar su trabajo, la terminan por no usar y los proyectos terminan fracasando” (Entrevista Apáez, 2019). Algunos empleados no cuentan con una cultura de compromiso, ya que tienen una deficiencia en el cumplimiento de actividades asignadas, esto puede deberse a una falta de pertenencia hacia la empresa y familiarización con los procesos tecnológicos que se implementan en las compañías. Así mismo, al querer ejecutar las herramientas tecnológicas en una organización, en ocasiones, la alta gerencia no prioriza la capacitación guiada y precisa de su personal, donde también falta seguimiento y motivación constante para que los empleados realicen las actividades de manera calificada. Aunado a esto, algunas compañías no cuentan con puestos de trabajo enfocados al capital humano especializado en materia de tecnología de primer nivel, lo cual causa una fuga de inteligencia y detiene el crecimiento interno del país. Como lo comentó Andrés Hernández (2019), el capital humano no tiene por qué desplazarse, sino que necesita especializarse en otra área.

Otro de los retos a los que se enfrentan las empresas es la insuficiencia de infraestructura que tiene México para el desarrollo de productos inteligentes, debido a que los costos de las tecnologías son muy altos y las empresas no perciben el retorno de la inversión tan rápido como a ellos les gustaría y prefieren “enfocarse en la viabilidad de su negocio

a corto plazo, como las ventas, la rotación, los impuestos, los financiamientos, etc.” (Entrevista Apáez, 2019).

La conglomeración de aplicaciones tecnológicas que ofrecen el Internet de las Cosas y la automatización en la I4.0 permite concebir fábricas inteligentes de alta interacción. Sin embargo, “el mercado dicta el nivel de automatización de una empresa” (Entrevista Ruiz, 2019), las empresas deben determinar sus necesidades de acuerdo con las exigencias de la industria, dependiendo del tipo de producto que se ofrezca. En el caso particular de EMSA, la empresa atiende a dos mercados, inicialmente, al de refacciones, enfocado a la fabricación de mofles, en el cual los estándares de calidad son mínimos. En una ocasión se intentó automatizar la línea de producción, pero no resultó debido a la falta de respuesta obtenida por su personal, por consecuencia, se decidió manejar la producción sin la intervención de máquinas automatizadas. La empresa también se enfoca en el mercado de la industria automotriz, suministrando la base de los asientos a las empresas armadoras, donde específicamente para este producto se requieren procesos que cumplan con las altas exigencias del mercado, por lo que se implementó un departamento de calidad y se adquirieron máquinas automatizadas para cumplir con las necesidades del comprador.

## Conclusión

El comienzo de este milenio fue una vertiente de lo que llamamos la era digital. La gran promesa de los avances tecnológicos se ve reflejada en una infinidad de beneficios, los cuales se resumen en la posibilidad de tener fábricas inteligentes con procesos flexibles, permitiéndole a las compañías adaptarse a necesidades particulares de cada proceso de producción y a la realización de tareas minuciosas por parte de los robots, que los humanos no logran hacer.

Sin embargo, a pesar de estas ventajas y los esfuerzos que las empresas suman por transitar de un modelo a otro, la tecnología avanza más rápido que la capacidad de desarrollo que se tiene en México, por lo que son pocas las organizaciones que han logrado implementar el IoT exitosamente en comparación con otros países, por obstáculos que frenan la ejecución de esta herramienta, como la falta de conectividad y recursos, la poca capacidad que se tiene para almacenar, administrar, analizar y manejar grandes cantidades de información que se genera y el poco conocimiento que se tiene sobre esta tecnología, lo que conlleva a una implementación mal orientada, sin conocimiento de los beneficios que se obtendrán, tanto a corto como a largo plazo, por lo que deciden dejar de utilizar esta tecnología y continuar con el uso habitual de sus procesos. Por esta razón, la automatización debe surgir a partir de la cooperación entre quienes fabrican la tecnología y quienes la requieren para mejorar sus procesos.

Es importante destacar que la implementación de esta tecnología en las empresas trae consigo un sentimiento de incertidumbre para los empleados, ya que estos temen ser desplazados debido a la utilización de robots y máquinas para los procesos productivos, esto debido a que los procesos de fabricación se manejan prácticamente por sí solos, con la menor intervención humana posible. Estudios recientes destacan la posibilidad de pérdida de empleo gracias a las tecnologías disruptivas, como el que desarrollaron Frey y Osborne, donde se examinó la probabilidad de que un trabajo sea reemplazado por la automatización, obteniendo como resultado que el 47% de los empleos en Estados Unidos están en riesgo de ser sustituidos por nuevas tecnologías (Frey, C y Osborne, M, 2017). Sin embargo, es poco probable que desaparezcan por completo los empleos; lo que sucederá es que la cantidad de tareas que se venían realizando en un puesto de trabajo serán reducidas, por lo que los humanos tendrán que colaborar con las máquinas diariamente, lo que permitirá que las personas trabajen en habilidades que las máquinas no son capaces de desarrollar.

A su vez, los cambios tecnológicos estimulan a que se generen nuevas actividades de trabajo, especialmente aquellas que están enfocadas a los servicios y que otorgan el beneficio de la personalización a los clientes, esto debido a que una máquina se especializa en la manufactura de productos homogéneos. Un ejemplo de esta situación es la implementación de los cajeros automáticos en los años ochenta, donde se pronosticó que estos artefactos iban a terminar con los trabajadores bancarios. Sin embargo, lo que sucedió fue el aumento de asesores financieros, los cuales comenzaron a realizar labores más especializados, como la realización de préstamos, hipotecas y tareas donde se necesita una mayor interacción y atención personalizada hacia el cliente, lo que conllevó a que las sucursales ampliarán sus carteras de negocios y les dieran cabida a nuevos empleados.

Los trabajos no se perderán por completo, si no que se demandará capital humano con mayores habilidades y será necesario que el humano esté en constante aprendizaje y adquisición de herramientas tecnológicas para no quedar fuera de la oferta del mercado laboral. Las personas poco preparadas y con capacidades que pueda realizar un robot no podrán sobrevivir a las exigencias de las empresas, por lo que deberán enfocarse en realizar actividades más complejas que permitan que se cree un mayor valor para los negocios.

La implementación del IoT no funciona sin la intervención humana, entre más avanzada sea la tecnología, más importante será que la persona que la desarrolle tenga las habilidades necesarias para manejarla. Esto impacta directamente en la evolución que deben tener los sistemas educativos de todos los niveles de escolaridad, por lo que deberán de hacer énfasis en el desarrollo de destrezas humanas para poder preparar a las futuras generaciones con habilidades matemáticas, de ingeniería, creatividad, pensamiento crítico y solución de problemas, con el objetivo de que los alumnos cuenten con un alto desenvolvimiento en sus habilidades humanas, las cuales difícilmente puedan ser reemplazadas por un robot.

Al emplear nuevas tecnologías como herramienta en una empresa no debe de descuidarse la planeación. Como se planteó en la investigación, existen distintos obstáculos por los cuales las empresas, en este caso los Tiers nacionales, no han podido migrar a un sistema integral del IoT, como las armadoras y las empresas multinacionales. Sin embargo, existe una combinación de alternativas, estrategias y modelos, para poder alcanzar el objetivo y sumarse a la Industria 4.0.

Primeramente, para implementar el IoT como herramienta las empresas deben de considerar que el compromiso y la determinación son esenciales a la hora de querer alcanzar una meta. Como se mencionó anteriormente, uno de los retos es que empresas pequeñas tienen que lidiar con actividades básicas, como sus finanzas, impuestos, servicio al cliente, entre otras actividades que son primordiales para que las empre-

sas sigan operando, por lo cual no alcanzan a darle el enfoque y tiempo necesario que un proyecto como este necesita. Es por esto, que las empresas requieren la creación de un consejo, departamento o equipo de trabajo, separado de las actividades diarias de la empresa, para que puedan desarrollar una estrategia y ejecutarla de manera efectiva para alcanzar sus objetivos.

Aunado a esto, es imprescindible que las empresas tengan conocimiento, acceso y un acercamiento continuo a las iniciativas creadas por el gobierno, academia o empresa, que cuenten con experiencia en el campo y den acceso a herramientas, como capacitación y créditos, que permite que las compañías puedan adquirir beneficios al solicitar este tipo de apoyos. Aún así, no basta con capacitar nada más, se les tiene que acompañar en cada paso y guiarlas en la toma de decisiones, eso ha sido un impulso de toda empresa grande que ya logró dar ese salto cuántico de emigrar hacia la I4.0. Es decir, se necesita brindar, por parte de las compañías que fomentan el crecimiento y desarrollo económico o también llamadas empresas tractoras, un asesoramiento ininterrumpido a las que no han logrado alcanzar con éxito un nivel de competitividad tecnológica. Dentro de este rubro, un factor esencial es que los actores que asesoren a las empresas cuenten con una alta sensibilidad hacia las Tiers no desarrolladas, y a su vez, las apoyen con el conocimiento de lo que requieren, técnica y administrativamente, para que puedan dar ese salto y no quedarse simplemente en la etapa de la planeación.

Por otro lado, el financiamiento ha sido una variable importante a la hora que las empresas quieren migrar a la tecnología. Sin embargo, lo más importante no es el dinero ni la tecnología, pues al tener un buen proyecto el financiamiento se obtiene y con eso se adquiere la tecnología. En este caso, una alternativa puede ser la planeación de un modelo de negocio sustentado por compañías con alta innovación tecnológica que puedan facilitar con recursos tecnológicos a las Tiers sin comprometer su liquidez. Esto mediante un plan sin inversión inicial, donde se proporcionan sistemas, maquinaria, servicios y cualquier medio necesario para la óptima instalación del IoT. Las Tiers liquidarán la inversión con las ganancias obtenidas de los beneficios que aportarán las nuevas tecnologías. De este modo, con una buena alianza y estrategia, ambas empresas podrán ser beneficiadas y, por ende, cumplir sus objetivos.

La implementación del IoT en las empresas va a jugar un rol importante, donde los líderes de estas tendrán que trabajar en desarrollar nuevas estrategias que vayan alineadas a sus metas, las cuales tendrán que ser modificadas cuantas veces sea necesario con la finalidad de una correcta ejecución y aseguramiento de que todos los departamentos la utilicen adecuadamente. De esta manera, se podrán aprovechar los beneficios que trae consigo, transformar procesos y acceder a nuevos mercados, lo cual, permitirá que las empresas sean más competitivas a nivel global y generen mayores ingresos. Es de suma importancia que las empresas se incorporen a esta transformación para que no queden rezagadas y continúen generando valor y así, el Estado de Nuevo León siga siendo un atractivo de la inversión extranjera directa y que las empresas locales logren internacionalizarse.

## Bibliografía

- + *Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (2018). Diálogo con la industria automotriz. Recuperado <http://www.amia.com.mx/boletin/dlg20182024.pdf>*
- + *Banco Nacional de Comercio Exterior BANCO-MEXT (2016). Beneficios del programa "PROAUTO Integral". Recuperado <https://www.gob.mx/bancomext/documentos/beneficios-del-programa-proauto-integral>*
- + *Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales. Colombia: Pearson Educación.*
- + *Chang, H. (2010). El modelo de la triple hélice como un medio para la vinculación entre la universidad y empresa. Recuperado <http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/icap/unpan044042.pdf>*
- + *CLAUT (2016). Miembros. Recuperado <https://www.claut.com.mx/miembros>*
- + *Clúster Industrial (2018). La cuarta revolución del talento humano. Clúster Industrial, 34, 29-35.*
- + *Daecher, A. y Schmid, R. (2016). Internet of things: From sensing to doing. Recuperado <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2016/internet-of-things-iot-applications-sensing-to-doing.html>*
- + *Evans, D. (2011). Internet de las cosas: Como la próxima evolución de Internet lo cambia todo. Recuperado [https://www.cisco.com/c/dam/global/es\\_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf)*
- + *Frey, C. y Osborne, M. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change, vol. 114, págs. 254-280.*
- + *Gobierno de Nuevo León (2017). Programa Sectorial de Economía y Competitividad. Recuperado <http://www.nl.gob.mx/sites/default/files/ps-eyc-vf23enero.pdf>*
- + *(2018, S.F.). Inauguran en Nuevo León primer centro de innovación industrial 4.0 de México. Recuperado <http://www.nl.gob.mx/noticias/inauguran-en-nuevo-leon-primer-centro-de-innovacion-industrial-40-de-mexico>*

- + (2019, S.F.). *Nuevo León 4.0*. Recuperado <http://www.nuevoleon.gob.mx/nuevo-leon-40>
- + González, M. (2017, 5 de Junio). *Opinión: La industria 4.0, la revolución que la manufactura mexicana necesita*. Recuperado <https://expansion.mx/opinion/2017/06/02/opinion-la-industria-40-la-revolucion-que-la-manufactura-mexicana-necesita>
- + Hernández, Fernández y Baptista (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill Education.
- + Hewlett Packard Enterprise (2016). *El Internet de las Cosas: El presente y el futuro*. Recuperado [https://www.roastbrief.com.mx/wp-content/uploads/2017/03/HP\\_IoT\\_Research\\_Report\\_SPANISH.pdf](https://www.roastbrief.com.mx/wp-content/uploads/2017/03/HP_IoT_Research_Report_SPANISH.pdf)
- + IBM (2018). *La cadena de suministro más inteligente del futuro*. Recuperado <https://www.ibm.com/downloads/cas/GZ-J387WE>
- + INEGI DENUÉ (2019). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Recuperado <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- + Internet Society (2015). *La Internet de las Cosas: Una breve reseña*. Recuperado <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>
- + Kagermann, H.; Wahlster, W. y Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. Recuperado [https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Final\\_report\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf)
- + Mendieta, G. (2015). *Informantes y muestreo en investigación cualitativa*. *Investigaciones Andina*, 17 (30), 1148-1150. Recuperado en: <http://www.redalyc.org/pdf/2390/239035878001.pdf>
- + Mendoza, G. (2019). *Ponen en operación laboratorios 4.0*. Recuperado <https://www.milenio.com/cultura/museo-acero-pone-operacion-laboratorios-4-0>
- + Mitsubishi (2017). *Industry 4.0 - The road to digitalisation in future manufacturing*. Recuperado <https://gb3a.mitsubishielec-tric.com/fa/en/news/content?id=298>
- + Montoya, M. (2018). *Colaboración: El puente del bien común. Clúster Automotriz de Nuevo León*. 2 <https://indd.adobe.com/view/17d36f80-c6c8-4e82-abca-016cb067ce63>
- + Mosconi, F. (2015). *The new European industrial policy: Global competitiveness and the manufacturing renaissance*. London, England: Routledge.
- + Nava Aguirre, K. M.; Colín, J.; Cañamar, C.; Falomir, R. y Garza, J. (2019). *Renegociación del TLCAN y su efecto en la industria de autopartes en México*. *RAN Revista Academia & Negocios*, 5(1), 85-98.
- + OEC (2017). *México*. Recuperado <https://oec.world/es/profile/country/mex/>
- + ProMéxico (2016). *La Industria Automotriz Mexicana: Situación Actual, Retos y Oportunidades*. Recuperado <https://www.promexico.mx/documentos/biblioteca/industria-automotriz-mexicana.pdf>
- + (2017, S.F.). *La inserción de México en la Industria Automotriz del futuro*. Recuperado <http://mim.promexico.gob.mx/work/models/mim/Resource/152/1/images/insercion-industria-automotriz.pdf>
- + PwC (2016). *Industry 4.0: Building the digital enterprise*. Recuperado <https://www.pwc.com/gx/en/industries/industrial-manufacturing/publications/assets/pwc-building-digital-enterprise.pdf>
- + Ramírez, D. (2016). *Tier 2, El gran reto del boom automotriz: CLAUT*. Recuperado <http://t21.com.mx/automotriz/2016/08/19/tier-2-gran-reto-boom-automotriz-claut>
- + Rüßmann, M.; Lorenz, M.; Gerbert, P.; Waldner, M.; Justus, J.; Engel, P. y Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Recuperado [http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives\\_Industry.4.0\\_2015.pdf](http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives_Industry.4.0_2015.pdf)
- + Secretaría de Economía SE (2014). *Firman alianza para el Financiamiento de la cadena productiva del sector automotriz y presentan el programa ProAuto Integral*. Recuperado <https://www.gob.mx/se/prensa/firman-alianza-para-el-financiamiento-de-la-cadena-productiva-del-sector-automotriz-y-presentan-el-programa-proauto-integral>
- + (2018, S.F.). *El desarrollo de la Industria 4.0 en México*. Recuperado <https://www.gob.mx/se/articulos/el-desarrollo-de-la-industria-4-0-en-mexico?idiom=esry/mex>
- + Secretaría de Economía y Trabajo (2019). *Coyuntura Económica I Trimestre 2019*. Recuperado [http://datos.nl.gob.mx/portfolio\\_page/coyuntura-economica-i-trimestre-2019/](http://datos.nl.gob.mx/portfolio_page/coyuntura-economica-i-trimestre-2019/)