

## Colaboración en la industria 4.0 en el clúster automotriz de San Luis Potosí

### *Collaboration in the industry 4.0 in the automotive cluster of San Luis Potosi*

Regina Leal Güemez<sup>1</sup> y Salvador T. Porrás Duarte<sup>II</sup>

### Resumen

La Industria 4.0 ha permitido a las empresas implementar una combinación de operaciones físicas y utilización de tecnologías de información para poder desarrollar producciones flexibles, sistemas de logística eficientes, planeación de procesos y añadir valor a sus productos. A través de una investigación documental basada en un enfoque cualitativo de alcance descriptivo, el objetivo de este trabajo es presentar el ejemplo del clúster automotriz del estado de San Luis Potosí donde la estrategia de colaboración organizacional ha sido exitosa para el desarrollo del sector, así como mostrar el desempeño de tres empresas pioneras en la implementación de la Industria 4.0, Grupo BMW, Robert Bosch México y Cummins al interior del clúster automotriz. Estas empresas tienen la posibilidad de promover acuerdos de colaboración con los otros miembros del clúster permitiendo ligar sus flujos de información y facilitando la integración de conocimientos, diseño, producción y logística, favoreciendo el desarrollo de esta nueva industria en otras empresas.

**Palabras clave:** Industria 4.0, Clúster, Tecnología de la información.

**Código JEL:** L86, L60.

### Abstract

Industry 4.0 has allowed companies to implement a combination of physical operations and the use of information technologies to develop flexible production, efficient logistics systems, process planning and add value to their products. Through a documentary research based on a qualitative approach of descriptive scope, the aim of this paper is to present the example of the automotive cluster of the state of San Luis Potosi, where the strategy of collaboration has been successful for the development of the sector, as well as to show the performance of three pioneering companies on the implementation of Industry 4.0: BMW Group, Robert Bosch Mexico and Cummins within the cluster. These companies have the possibility of promoting collaboration agreements with other members of the cluster, allowing them to link their information flows and facilitating the integration of knowledge, design production and logistics, favoring the development of this new industry to other companies.

**Keywords:** Industry 4.0, Clusters, Information technology.

**JEL Code:** L86, L60.

---

<sup>I</sup> Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México. Profesora-Investigadora. Doctora en Administración por la Western Sydney University, Australia. Contacto: [rlg@xanum.uam.mx](mailto:rlg@xanum.uam.mx)  0000-0002-3360-5300.

<sup>II</sup> Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México. Profesor-Investigador. Doctor en Administración por la University of Technology Sydney(UTS), Australia Contacto: [stp@xanum.uam.mx](mailto:stp@xanum.uam.mx)  0009-0004-5400-4274

## INTRODUCCIÓN

Las condiciones en las que operan las empresas resultan cada vez más difíciles debido al medio ambiente globalizado que genera una competencia intensa en un mercado dinámico, con demandas rápidamente cambiantes, productos con ciclos de vida muy cortos y personalizados, por lo que las organizaciones tienen que ser muy ágiles, flexibles y eficientes para adaptarse al dinamismo que plantea la globalización. Como respuesta a esta situación el surgimiento de la Industria 4.0 ha permitido a las empresas implementar una combinación de operaciones físicas y utilización de tecnologías de información (TI) para lograr el desarrollo de producciones flexibles, sistemas de logística eficientes, planeación de procesos y añadir valor a sus productos. Sin embargo, la transición a esta nueva forma de producir implica a su vez un proceso de innovación donde es necesario invertir en tecnología, desarrollar nuevos conocimientos y competencias entre otros factores que generan cambios importantes en las organizaciones. Una alternativa para llevar a cabo esta implementación es promover una estrategia de colaboración entre actores ubicados en un clúster.

El objetivo de este trabajo es presentar el ejemplo del clúster automotriz de San Luis Potosí (SLP) a través del desempeño de tres empresas pioneras en la implementación de la Industria 4.0, Grupo BMW, Robert Bosch México y Cummins dado que la estrategia de colaboración ha sido exitosa para el desarrollo del sector.

## SUSTENTO TEÓRICO

Los rápidos cambios en la tecnología, el ambiente de competencia, la globalización, los tiempos más cortos en los ciclos de vida de los productos o tecnologías provocan en las organizaciones, la necesidad de cooperación y colaboración (Lewicka y Zakrzewska-Bielawska, 2020). Uno de los factores más importantes para la colaboración es la confianza, la cual ayuda a evitar un comportamiento oportunista por parte de alguno de los participantes (Lewicka y Zakrzewska-Bielawska, 2020; Simon, 1947). Por ello, los participantes deben confiar en los otros participantes para reducir el riesgo, teniendo como base trabajar para un interés común, colectivo. No se trata de una confianza completa o ciega, pero se requiere de un mínimo nivel de confianza para que la organización pueda colaborar (Lewicka y Zakrzewska-Bielawska, 2020; Porras, Clegg y Crawford, 2004).

Dada la importancia de este tipo de estrategias, es posible encontrar en la literatura diversas formas de colaboración, por ejemplo, alianzas estratégicas (Harrigan, 1988), aventuras conjuntas (Harrigan, 1988), redes (Alter y Hage, 1993; Ebers, 1997; Ebers y Jarillo, 1997; Jarillo, 1988; Miles y Snow, 1986; Powell, 1991; Snow, Miles y Coleman, 1992; Thorelli, 1986), cooperativas (Cornforth et al., 1988) y clústeres (Porter, 1998).

En un influyente artículo, Porter (1998, p.78) considera que “Los clústeres son concentraciones geográficas de compañías e instituciones interconectadas en un determinado campo. Los clústeres abarcan una serie de industrias ligadas y otras entidades importantes para la competencia.”. A través del conjunto de empresas



interconectadas en una misma región es posible crear vínculos e interdependencias entre las cadenas de valor de estas, provocando a su vez la generación de conocimiento, desarrollando innovación, así como creando nuevos productos y procesos (Mayer, 2005; Porter, 1998; Roelandt y Hertog, 1999).

De igual manera, diversos estudios plantean la importancia de la colaboración entre las empresas de manufactura en el contexto del uso de TI y de la Industria 4.0. Por ejemplo, Brodeur, Pellerin y Deschamps (2022) proponen un modelo de colaboración para la transformación digital hacia la Industria 4.0 de las Pymes de manufactura. Moeuf et al. (2020) sugieren proyectos de colaboración que permitan una efectiva transición hacia la Industria 4.0 en empresas pequeñas y medianas, señalando la importancia de la capacitación y administración como parte fundamental de este proceso. Algunos autores resaltan la importancia de las relaciones de colaboración de TI para la administración de la cadena de abastecimiento, por ejemplo, se puede aprovechar la colaboración y el uso de TI se para vincular la cadena de integración y el desempeño a través de prácticas de colaboración como la mejora conjunta y la planeación de la información (Van der Vaart et al., 2012); la implementación de TI para el análisis de las capacidades mejora la colaboración de la cadena de demanda (Iyer, 2011; Hamzeh, Zhong y Xu, 2018); Camarinha-Matos, Afsarmanesh y Ollus (2019) analizan el papel de las redes de colaboración en la transformación digital de los negocios en su transición hacia la Industria 4.0, donde la implementación implica el uso de innovación tecnológica, nuevas formas de organización, mecanismos y procesos con una naturaleza colaborativa.

Por su parte, el concepto de Industria 4.0 surgió en Alemania en el año 2011. La Industria 4.0 representa la tendencia hacia la tecnología de automatización en el sector manufacturero al utilizar tres conceptos básicos de TI para la producción y automatización: la digitalización, las redes de comunicación y el análisis de datos (Hamzeh, Zhong y Xu, 2018). Se puede definir a la Industria 4.0 como un conjunto de mejoras vinculadas con los procesos, productos y servicios a través de la descentralización de la toma de decisiones basada en la adquisición en tiempo real, con el objetivo de crear fábricas inteligentes que respondan eficientemente los retos de los sistemas de manufactura actuales (Brodeur, Pellerin y Deschamps, 2022; Hamzeh, Zhong y Xu, 2018). El fundamento de la Industria 4.0 consiste en utilizar un conjunto de TI para combinar el mundo digital y el mundo físico. A partir de su surgimiento, se ha desarrollado muy rápidamente, ocasionando que las industrias cambien, por ejemplo, su forma de diseñar, producir, distribuir y relacionarse con clientes y proveedores (Młody y Weinert, 2020).

De acuerdo con las bases de la Industria 4.0 se tienen que considerar tres aspectos relacionados con la digitalización que permiten generar una cadena de valor más sensible (Alcácer y Cruz-Machado, 2019; Geissbauer, Vedsø y Schrauf, 2016): la completa digitalización de las operaciones de la organización que le permita la integración vertical de cada función a lo largo de toda la estructura, así como la



integración horizontal para poder establecer una relación directa con proveedores, socios y distribuidores de la cadena de valor, logrando la transferencia sencilla de datos entre ellos; el rediseño de productos y servicios donde se incorpore software de diseño personalizado para poder dar respuestas rápidas y establecer comunicación con el cliente, dando seguimiento a sus propias actividades y resultados a lo largo de la manufactura de sus productos y alrededor de ellos, y una mayor interacción con los clientes, de forma de integrarlos y considerarlos en nuevos procesos, en la elaboración de productos y en la oferta de servicios.

La interconexión de sistemas y procesos de producción inteligentes necesarios para llevar a cabo la implementación de la manufactura inteligente, ocasiona que las organizaciones tengan que realizar múltiples cambios en sus estrategias y en su planeación, así como invertir en nuevas tecnologías para su implementación en procesos, es decir, modificar su modelo de negocios y la cadena de valor de la producción (Brodeur, Pellerin y Deschamps, 2022; Hamzeh, Zhong y Xu, 2018). Como consecuencia, las organizaciones necesitan transformar sus prácticas y estructuras de forma efectiva y eficiente, para ello requieren nuevas formas de arquitectura de TI y administración de datos, nuevos enfoques normativos y fiscales, nuevas estructuras organizacionales y, sobre todo, una nueva orientación hacia una cultura digital que incluya la analítica de datos como el centro de la capacidad empresarial (Adamik y Nowicki, 2020; Geissbauer, Vedsø y Schrauf, 2016). También es importante promover nuevas habilidades en los empleados y administradores, para poder obtener los beneficios y ventajas competitivas asociadas con la Industria 4.0 (Adamik y Nowicki, 2020).

A cambio de ello las organizaciones obtienen beneficios significativos de esta transición, como son la reducción de costos de manufactura, el incremento en la agilidad de las operaciones, la mejora del servicio que se le ofrece al cliente, el desarrollo de un nuevo modelo de negocio y lograr una mayor innovación de productos (Hamzeh, Zhong y Xu, 2018). Sin embargo, las organizaciones tienen que considerar los retos y obstáculos de la implementación de la Industria 4.0, por ejemplo, la falta de cultura digital interna, el requisito de capacitación, la escasez de talento para implementar nuevos modelos de negocio que permitan obtener las ventajas relacionadas con las oportunidades digitales, la falta de fondos de inversión adicionales, así como disponibilidad de equipo y de software (Hamzeh, Zhong y Xu, 2018).

Debido a que la implementación de la manufactura inteligente es un proceso complejo y costoso no todos los sectores han decidido transitar hacia esta nueva forma de producción. Específicamente, la industria automotriz fue de las primeras en adoptar la Industria 4.0 para implementar un nuevo modelo de producción de automóviles que les permitiera automatizar sus procesos, optimizar la configuración de su línea de producción de tal forma de equilibrar el trabajo entre las diferentes estaciones de trabajo, controlar los estándares de calidad, gestionar la información requerida e incrementar la tasa de producción, entre otras características (Flores-Cedillo et al., 2019; Xu, Xu y Li, 2018).



En la siguiente sección se describirá el contexto del sector automotriz en SLP, México, y en particular, el desarrollo de esta industria que ha sido impulsado a través de la formación del clúster automotriz en el estado, donde tres empresas globales del clúster -BMW, Bosch y Cummins- ya han implementado la Industria 4.0 y obtenido ventajas de esta transición.

## **METODOLOGÍA**

Para llevar a cabo el objetivo del trabajo se realizó una investigación documental basada en un enfoque cualitativo con alcance descriptivo que permite identificar las características de las organizaciones que han adoptado la Industria 4.0. A través de una investigación descriptiva es posible obtener el perfil de aspectos relevantes de un fenómeno bajo estudio ya sea individuos, organizaciones o de perspectivas orientadas de la industria (Sileyew, 2019).

Con base en la información obtenida en el sitio web del Clúster automotriz de SLP, se construyó una base de datos para ordenar la información general de las empresas que forman parte del clúster, así como la experiencia que tenían en la implementación de tecnologías de la Industria 4.0. A partir de los datos recabados se encontró que el clúster está integrado por 86 organizaciones, de las que se seleccionaron como unidad de análisis tres grandes empresas globales que han sido pioneras en la investigación y adopción de la Industria 4.0: Grupo BMW, Robert Bosch México y Cummins.

Se analizó la información de las características demográficas de las empresas bajo estudio, las tecnologías de información utilizadas en la implementación de la Industria 4.0, la adopción de la industria 4.0 en diferentes áreas funcionales, los sistemas de información vinculados en la automatización de procesos, los beneficios que han tenido gracias a la implementación de estas tecnologías y el papel que desempeñan como parte del clúster automotriz en SLP.

Como fuentes de información se utilizaron literatura especializada sobre la Industria 4.0 así como las páginas web de las tres empresas seleccionadas, la página del Clúster automotriz de SLP y del Clúster Industria 4.0 en SLP. Las fuentes de información se analizaron de forma sistemática definiendo y filtrando la utilidad de la información relacionada con el estudio.

## **RESULTADOS**

El sector automotriz en México ha crecido de forma acelerada desde 1990 convirtiéndose en una plataforma de exportación regional y un núcleo o Hub manufacturero (Álvarez, 2020). De acuerdo con la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz A.C. (AMIA, 2023), el sector representó en el año 2022 el 3.6% del PIB en México y está determinado por la fabricación de automóviles y camiones, fabricación de carrocería y remolques, fabricación de autopartes y fabricación de otros equipos de

transporte. En el país se han desarrollado plantas de producción de empresas internacionales manufactureras de vehículos ligeros, camiones y tracto camiones. Debido a su ubicación geográfica en el corredor de manufactura de Norteamérica que va desde el estado de Guanajuato, pasando por Querétaro, San Luis Potosí y Coahuila, aunado a los bajos costos de mano obra, el clúster en San Luis Potosí presenta particular relevancia (AMIA, 2023; Nava Aguirre et al., 2019).

Tanto, las plantas de fabricación de automóviles como, de autopartes se han concentrado en áreas geográficas del país a través de la formación de grupos de empresas que realizan actividades similares o relacionadas conformando clústeres industriales cuyo objetivo es impulsar el desarrollo y competitividad del sector automotriz (Álvarez, 2020; Porras y Leal, 2021). En los clústeres industriales automotrices participan empresas fabricantes de automóviles, empresas proveedoras de insumos y servicios, instituciones de educación superior e instituciones del gobierno local y federal (Álvarez, 2020). Entre los diversos clústeres industriales automotrices en el país se pueden señalar los establecidos en los estados de Nuevo León, Guanajuato, Aguascalientes, Morelos, Querétaro, Puebla, Tlaxcala, Coahuila, Chihuahua, Jalisco y San Luis Potosí (Álvarez, 2020; Porras y Leal, 2021).

Si bien desde 1950 se instalaron las primeras empresas de autopartes en el estado de SLP, el crecimiento de este sector ha sido paulatino, por ejemplo, en 1966 lo hace Bosch y en 1982 Cummins. Estos primeros pasos favorecieron la llegada de otras grandes empresas ensambladoras de autos ya que en 2008 se instaló General Motors y en 2019 BMW (Sánchez González, 2022).

El clúster automotriz de SLP se fundó en 2015 con un esquema triple hélice donde participan el sector público, la industria y la academia. Actualmente, el clúster está conformado por un total de 86 empresas incluyendo BMW Group, Bosch, Cummins y General Motors, además de 14 empresas Tier<sup>1</sup> y 16 pertenecientes a Tier 2, 14 instituciones de educación de nivel medio y superior (CASLP, 2022; Sánchez González, 2022). El objetivo del clúster de SLP es contribuir al desarrollo del sector, impulsar a los proveedores Tier 2 y Tier 3 buscando apoyos para que puedan formar parte de la cadena de suministros, cubrir la demanda de los materiales y sistematizando los procesos de acuerdo con la utilización de la Industria 4.0 (Flores-Cedillo et al., 2019). El clúster ha ido desarrollándose desde su instalación y a partir de mayo de 2019 se incorporó a la Red de Clústeres Automotrices de México (REDCAM, 2023). Su ubicación geográfica en la ruta hacia el norte del país, su amplia conectividad que favorece el acceso a mercados y materias primas, la oferta de mano de obra calificada, la manufactura de autopartes especializada y diversificada, así como el incremento de inversión privada, ha impulsado

---

<sup>1</sup> Los conceptos de Tier 1, Tier 2 y Tier 3 tienen que ver con las cadenas de producción, siendo las Tier 1 las más cercanas a las grandes empresas, son los proveedores directos.



que el clúster tenga cada vez más una mayor importancia en el sector automotriz del país (Cruz y Aguilar, 2015).

En el estado, el sector automotriz contribuye económicamente de forma importante ya que de acuerdo con Sedeco, sus 228 empresas generan más de 61,000 empleos y contribuyen al 46.5% de la producción bruta total de la industria manufacturera. El subsector de autopartes es el primer generador de empleos con 56,000 en sus 102 plantas (2022). Las diferentes empresas del clúster forman parte de la cadena productiva de esta industria, fabricando autopartes sencillas y especializadas que se envían directamente al armado y ensamblado del vehículo (Sánchez González, 2022).

Entre los 86 miembros del clúster automotriz de SLP se encuentran tres empresas pioneras en la implementación de la Industria 4.0: BMW, S.L.P., Robert Bosch México y Cummins que son el objeto de esta investigación. Como parte de la industria automotriz, el grupo BMW fue de los primeros en la implementación de nuevas tecnologías a través de la Industria 4.0. El grupo inició formalmente operaciones en la planta instalada en SLP en junio de 2019 produciendo el BMW Serie 3. Actualmente produce los modelos BMW Serie 3, la segunda generación del BMW Serie 2 Coupé y el auto deportivo M2 (BMW, 2022a). De acuerdo con datos del grupo, en la planta se han invertido más de 1,000 millones de dólares donde laboran 3,500 empleados; produce más de 500 vehículos al día y tiene capacidad de producir hasta 175,000 vehículos por año (BMW, 2022a).

La planta tiene un diseño flexible que le permite incrementar su capacidad de acuerdo con las necesidades del mercado exportando sus autos a 36 países (BMW, 2022a). La empresa tiene 17 proveedores en el mismo parque industrial donde se ubica y de las más de 200 empresas proveedoras de la planta el 50% se localizan en México (Sánchez González, 2022).

Por su parte, la empresa Robert Bosch se estableció en 1966 en San Luis Potosí, dedicada a la manufactura de tecnología automotriz a través de la producción de tecnología de trenes motrices y sistemas de control de chasis para la movilidad (Bosch, 2023b).

De igual forma, Cummins tiene instaladas en San Luis Potosí tres plantas de producción: Cummins Motores, Cummins Filtración y Cummins Power Systems; además cuenta con un centro de distribución, un centro logístico, un área de oficinas (Cummins ABO Latinoamérica) y un Centro de Investigación y Desarrollo, que en conjunto emplean cerca de 4,000 trabajadores (Oropeza, 2022). Específicamente Cummins Filtration produce por lo menos el 50% de filtros a nivel mundial en la planta ubicada en el clúster de SLP (Motor a diésel, 2023).

Los tres grupos empresariales fueron de los primeros en invertir y desarrollar la industria 4.0 en el sector automotriz en México. En el caso del grupo BMW, empezó a utilizar exoesqueletos para los empleados en las líneas de montaje, cámaras 3D para poder detectar mínimas imperfecciones en los automóviles, fundas para dedos que se utilizan para insertar remaches y otras piezas, entre otras (Blog de BMW, 2022).

Actualmente en la planta de BMW de San Luis Potosí el 90% del proceso de producción está automatizado a través de la utilización de 700 robots, del empleo de dispositivos móviles, pantallas táctiles, manufactura asistida por computadora, proglove y ordinary scanners, red láser, impresión 3D, sistemas de transportes autónomos en el interior y exterior de la planta para el traslado de piezas identificadas por radiofrecuencia a las diferentes líneas de producción (BMW, 2022a; Blog de BMW, 2022; Sánchez González, 2022). Los procesos están digitalizados, se basan en el concepto de Total Integrated Automation a través de diferentes sistemas de información como el software de Manufacturing Operation Management (MOM), la aplicación de Smart Maintenance Assistant para la planeación del mantenimiento del equipo y el programa de Cadena de Suministro Conectada que se utiliza para poder visibilizar toda la cadena actualizando a los controladores de materiales de las plantas y a los especialistas en logística sobre la localización del material y el tiempo de entrega cada 15 minutos. A través de dispositivos móviles el personal puede controlar los procesos logísticos y emplear aplicaciones de realidad virtual para planificar la logística, también se emplea la inteligencia artificial y realidad aumentada para la inspección y procesos de calidad (Blog de BMW, 2022; BMW, 2022a; Sánchez González, 2022).

A lo largo de todo el proceso de producción se han adoptado diversas tecnologías que les han permitido un trabajo planeado, más eficiente, personalizado y controlado. El proceso se puede resumir en 4 etapas (BMW, 2022b; Sánchez González, 2022): solicitud personalizada del vehículo con materiales de alta tecnología; carrocería de acabado preciso<sup>2</sup>; pintura<sup>3</sup>; y montaje individual y precisión<sup>4</sup>.

Otro elemento importante del grupo BMW es su papel en el área educativa en el Estado de SLP, ya que desde 2015 inició el “Programa de Capacitación Vocacional Dual”, donde se capacita a estudiantes de carreras técnicas como Mecatrónica, Producción y Mecánica automotriz, para que desarrollen sus habilidades técnicas directamente en la planta y posteriormente se puedan incorporar a la plantilla laboral de BMW (Hernández, 2021; López, 2019). A partir de 2019 el grupo BMW en SLP también empezó a ofrecer a sus asociados con nivel técnico superior universitario el programa “ProLea: Meister en Mecatrónica Industrial” basado en la certificación Meister de la Cámara de Comercio e Industria de Múnich y Alto Bavaria (IHK-Manchen) con el objetivo de favorecer el

---

2 El proceso se lleva a cabo a través de la máxima automatización (hasta el 95%), utilizando los robots que se conocen como brazos robóticos para llevar a cabo todo el trabajo con una precisión máxima.

3 Área altamente automatizada con 72 robots y 650 trabajadores.

4 En esta etapa está involucrada el área de logística que recibe todas las piezas de los proveedores y se almacenan para ser enviadas a sus correspondientes líneas de producción para su colocación. De igual forma el proceso está automatizado hasta utilizar robots colaborativos que cargan los motores.



crecimiento y mejorar el conocimiento técnico y de gestión del personal de la empresa (BMW, 2023).<sup>5</sup>

De igual forma la empresa alemana Bosch ha sido pionera en la Industria 4.0 no solo a través de su adopción e implementación sino también como proveedor de soluciones propias al mercado. Para el grupo la Industria 4.0 está basada en la mecanización, electrificación, digitalización y conectividad, lo que permite implementar la solicitud personal de cada cliente con una asignación óptima de recursos (Cluster Industrial, 2021).

En la planta de Bosch SLP se han incorporado aplicaciones de la Industria 4.0 para la manufactura, movilidad e inteligencia artificial, así como en proyectos de energía (Bosch, 2023b). Se ha implementado el sistema de ejecución de fabricación (MES por sus siglas en inglés) el cual permite recopilar datos automáticamente para posteriormente compartirlos a la línea de producción en tiempo real, permitiendo la gestión del mantenimiento preventivo de la máquina y obteniendo mejores estándares de calidad; además este sistema se conecta digitalmente a la planta red de fabricación global del Grupo Bosch (Bosch, 2023c). La empresa combina la utilización de software inteligente para controlar la producción, la monitorización y la planificación de la logística en una plataforma para la fabricación (Bosch, 2023a). La información de la producción a su vez se conecta con una base de datos más grande para su análisis mediante inteligencia artificial, enfocado a simplificar tareas y detectar fallas (Bosch, 2023a).

Así mismo, el grupo ha desarrollado el software Nexeed para la Industria 4.0 el cual se utiliza no solo en las plantas de Bosch sino en otras líneas de producción de más de 100 clientes internacionales, software que funciona como una interface que permite la comunicación entre máquinas para estandarizar el acceso a dispositivos y sistemas permitiendo el intercambio de datos independientemente del fabricante (Bosch, 2023a)<sup>6</sup>.

En el caso de Cummins Filtration, se han implementado tecnologías de la Industria 4.0 en todas las áreas a través de la creación de un área específica de Ingeniería 4.0 (Motor a diésel, 2023). Se han automatizado diversas líneas de producción empleando cobots para realizar tareas no seguras o repetitivas con lo cual se eliminan errores, se mejora la calidad, aumenta la productividad, la eficiencia del equipo y se evita poner en riesgo de lesiones ergonómicas a los empleados (Cummins, 2023; Motor a diésel, 2023). También se emplea el uso de telemetría dentro de la planta y para los usuarios finales, de forma que, por medio de sensores en los filtros, el cliente puede monitorear sus unidades y mejorar la eficiencia en sus costos de mantenimiento al determinar la vida

---

<sup>5</sup> En México el programa es desarrollado por el Grupo BMW y la Cámara Mexicano-Alemana de Comercio e Industria (CAMEXA).

<sup>6</sup> Así mismo, existe un centro de ingeniería que emplea a 135 ingenieros especialistas en desarrollo y un centro de capacitación técnica para la formación de técnicos de programa de educación dual (Bosch, 2023b).

útil de sus filtros (Motor a diésel, 2023). Se ha instalado un sistema para consultar en tiempo real la ubicación de sus productos en cada paso de la cadena asegurando su disponibilidad, agilizando la operación y proporcionando un mejor servicio al cliente. El sistema también permite que su red de distribuidores independientes que incluye más de 60 empresas, tenga comunicación directa con la fábrica (Motor a diésel, 2023)<sup>7</sup>.

Para el grupo BMW la inversión e implementación de la industria ha generado diversos beneficios, como, por ejemplo, incremento en su producción, mejora de su eficiencia, ahorros de entre el 15 y 20% en costos de producción y operación de líneas de producción altamente flexibles (Durán, 2020; González, 2018). De igual forma la empresa Bosch a través de la transición a la Industria 4.0 ha aumentado su productividad hasta 25%, incrementado sus ventas desde 2011, aumento en la disponibilidad de máquinas hasta un 15%, reducción de costos de mantenimiento en un 25% y la fabricación de productos personalizados en lotes incluso unitarios de forma económica (Bosch, 2023a; Bosch, 2022; Molina, 2020). Es decir, al utilizar la conectividad y la automatización la empresa Cummins ha mejorado los tiempos y costos de producción, evita errores y tiene un mejor control de calidad (Motor a diésel, 2023).

## CONCLUSIONES Y REFLEXIONES FINALES

Al presentar el ejemplo del clúster automotriz en SLP se puede observar cómo la estrategia de colaboración de un conjunto de organizaciones establecidas en una misma región permite desarrollar exitosamente una industria e implementar la Industria 4.0, obteniendo con ello múltiples beneficios.

Los resultados muestran que, las empresas que han transitado hacia la Industria 4.0 están utilizando diversas tecnologías de información conectando dispositivos físicos en sus plantas, instalando sistemas que producen información desde los dispositivos físicos y empleando sistemas de información en toda la empresa, es decir, a través de la digitalización, las redes de comunicación y el análisis de datos han creado fábricas inteligentes, las cuales son tecnológicamente flexibles, inteligentemente conectadas, ecológicamente sostenibles y económicamente exitosas.

Así mismo la interconexión de las máquinas en las plantas permite el control total de la planta a través del uso de diferentes sistemas de información, la comunicación al interior de la misma para su correcto funcionamiento y la comunicación al exterior para coordinar actividades con otras áreas de la organización, con proveedores y clientes. La creciente comunicación que estas tecnologías genera entre los diferentes actores que intervienen en cada una de las organizaciones, favorece a su vez la interacción de estas innovaciones tecnológicas con todas aquellas organizaciones con las que tienen relación

---

<sup>7</sup> En 2017 la empresa inauguró un centro de investigación y desarrollo junto a la planta que ya tenía (Cummins, 2017).

comercial, promoviendo una estrategia de colaboración entre todos los miembros del clúster.

Los tres ejemplos -BMW Goup, Bosh y Cummins- representan empresas que han logrado a través del desarrollo de fábricas inteligentes una completa integración vertical y horizontal, el rediseño de productos y servicios personalizado, así como una mayor interacción con los clientes. A través de la adopción de la Industria 4.0, las empresas han obtenido mejoras en procesos, productos y servicios, tomando decisiones descentralizadas, en tiempo real y logrando procesos más eficientes, reducción de costos de manufactura, incremento en la flexibilidad de producción, incremento de utilidades, mejor servicio al cliente e innovación de productos, ente otros beneficios.

Las organizaciones que forman parte del clúster automotriz de SLP están integradas en redes donde participan diferentes actores, tales como proveedores, productores, centros de investigación, organizaciones gubernamentales e instituciones de educación media y superior que llevan a cabo interacciones entre ellas. Como parte del clúster, las actividades de cooperación y coordinación entre los participantes del mismo podrían incluir el poder compartir información, llevar a cabo de forma conjunta una planeación, la administración de la demanda, la administración del inventario y compartir metas y objetivos. Al estar ubicados en una misma zona geográfica se favorece la colaboración en la cadena de suministros para cubrir la demanda de los materiales y sistematizar los procesos de acuerdo a la utilización de la Industria 4.0.

Las empresas globales que utilizan la Industria 4.0, como las analizadas en el presente trabajo, tienen la posibilidad de ofrecer excelentes condiciones para promover acuerdos de colaboración relacionados con los procesos de innovación, con proveedores, socios que les permitan ligar sus flujos de información de tal forma de facilitar la integración de conocimientos, diseño, producción y logística, favoreciendo el desarrollo de esta nueva industria a otras empresas del clúster automotriz de SLP.

Otro elemento necesario en la implementación de la Industria 4.0 además de la inversión en tecnología, radica en la capacitación del personal que pueda emplear y trabajar en este medio ambiente. En los programas duales promovidos por BMW y Bosch se trabaja en la formación de personal especializado en el área automotriz, capacitando a los trabajadores del clúster con conocimientos y habilidades necesarios para la Industria 4.0. Así mismo, el centro de investigación y desarrollo de Cummins promueve no solo la capacitación de sus empleados sino también la vinculación para el fomento de un campo experimental en SLP con otras organizaciones del clúster automotriz. 

## REFERENCIAS

- Adamikn, A., & Nowicki, M. (2020). Barriers of creating competitive advantage in the age of Industry 4.0: Conclusions from international experience. En A. Zakrzewska-Bielawska & I. Staniec (Eds.), *Contemporary challenges in cooperation and coopetition in the age of Industry 4.0. 10th Conference on Management of Organizations' Development (MOD)* (pp. 3-42). Springer.
- Alcácer, V., & Cruz-Machado, V. (2019). Scanning the Industry 4.0: A literature review on technologies for manufacturing systems. *Engineering Science and Technology, an International Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2019.01.006>
- Alter, C., & Hage, J. (1993). *Organizations working together*. SAGE Publications.
- Álvarez, M. L. (2020). Industria 4.0 y participación de organismos intermedios en el sector automotriz en México. En A. Martínez, M. L. Álvarez, & A. García (Coords.), *Industria 4.0 en México: elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas* (pp. 101-116). Plaza y Valdés.
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz A.C. (AMIA). (2023). Recuperado el 20 de septiembre de 2023 de <http://www.amia.com.mx>
- Blog de BMW. (2022). Así es como BMW utiliza la tecnología de la Industria 4.0 en la logística. *Blog de BMW*. Recuperado el 5 de noviembre de 2022 de <https://blogdebmw.com/asi-es-como-bmw-utiliza-la-tecnologia-de-la-industria-4-0-en-la-logistica/>
- BMW. (2022a). *BMW Group. Planta San Luis Potosí*. Recuperado el 3 de diciembre de 2022 de <https://www.bmwgroup-werke.com/san-luis-potosi/es.html>
- BMW. (2022b). *BMW Group*. Recuperado el 5 de noviembre de 2022 de <https://www.bmwgroup-werke.com/en/produktion/vehicle-production.html>
- BMW. (2023). *BMW Group. Planta San Luis Potosí*. Recuperado el 18 de agosto de 2023 de <https://www.bmwgroup-werke.com/san-luis-potosi/es/noticias/pressreleases/2020/5-anos-impulsando-la-educacion-y-talento-en-mexico.html>
- Bosch. (2022). *Reporte Bosch México 2021*. Bosch. Recuperado el 20 de marzo de 2023 de <https://www.bosch-comunicacioninterna.com.mx/2022/#page/4>
- Bosch. (2023a). Diez años de Industria 4.0: Las ventas de Bosch alcanzan los cuatro mil millones de euros. *Grupo Bosch*. Recuperado el 20 de marzo de 2023 de <https://www.grupo-bosch.es/noticias-e-historias/diez-anos-de-industria-4-0-las-ventas-de-bosch-alcanzan-los-cuatro-mil-millones-de-euros/>
- Bosch. (2023b). Bosch cumple 25 años de actividad en San Luis Potosí. *Grupo Bosch*. Recuperado el 20 de marzo de 2023 de <https://www.bosch.com.mx/noticias-e-historias/bosch-cumple-25-anos-de-actividad-en-san-luis-potosi/bosch-cumple-25-anos-de-actividad-en-san-luis-potosi/>



- Bosch. (2023c). Centro de manufactura en México: Bosch construirá una fábrica inteligente para componentes electrónicos. *Grupo Bosch*. Recuperado el 20 de marzo de 2023 de <https://www.bosch.com.mx/noticias-e-historias/centro-de-manufactura-en-mexico-bosch-construira-una-fabrica-inteligente-para-componentes-electronicos/>
- Brodeur, J., Pellerin, R., & Deschamps, I. (2022). Collaborative approach to digital transformation (CADT) model for manufacturing SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 33(1), 61-83. <https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2020-0495>
- Camarinha-Matos, L. M., Afsarmanesh, H., & Ollus, M. (2008). ECOLEAD and CNO based concepts. En L. M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh, & M. Ollus (Eds.), *Methods and tools for collaborative networked organizations* (pp. 3–36). Springer Science + Business Media. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-79424-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-0-387-79424-2_1)
- CASLP. (2022). *Clúster automotriz San Luis Potosí*. Recuperado el 8 de julio de 2022 de <https://www.clusterautomotrizslp.com/comites>
- Cluster Industrial. (2021, 27 de agosto). Bosch muestra las mejores prácticas y errores más comunes al adoptar la Industria 4.0. *Cluster Industrial*. Recuperado el 20 de marzo de 2023 de <https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/3869/bosch-muestra-las-mejores-practicas-y-errores-mas-comunes-al-adoptar-la-industria-4-0>
- Cornforth, C., Thomas, A., Lewis, J., & Spear, R. (1988). *Developing successful worker co-operatives*. Sage.
- Cruz, L., y Aguilar, P. (2015). Encadenamiento productivo, estado actual del clúster automotriz en la región de San Luis Potosí. *Inquietud Empresarial*, 15(2), 37-64.
- Cummins. (2017). Cummins Inc. inaugura un centro de investigación y desarrollo en San Luis Potosí. *Cummins*. Recuperado el 20 de marzo de 2023 de <https://www.cummins.com/es/news/releases/2017/08/21/cummins-inc-opens-san-luis-potosi-research-and-development-center>
- Cummins. (2023). Robótica colaborativa: Liderando el camino en la Industria 4.0. *Cummins*. Recuperado el 20 de marzo de 2023 de <https://www.cummins.com/es/news/2019/11/13/collaborative-robotics-leading-way-industry-40>
- Durán, I. (2020, 28 de febrero). BMW innova con tecnología 4.0 en su línea de producción. *T21*. Recuperado el 18 de enero de 2023 de <https://t21.com.mx/automotriz/2020/02/28/bmw-innova-tecnologia-40-su-linea-produccion>



Como citar:

Leal Güemez, R., y Porras Duarte, S. T., (2024), Colaboración en la industria 4.0 en el clúster automotriz de San Luis Potosí. *Administración y Organizaciones*, 27 (Especial).

<https://doi.org/10.24275/PFOE4693>

*Administración y Organizaciones* de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada 4.0 Internacional License.

