



PAAKAT: revista de tecnología y sociedad

ISSN: 2007-3607

Universidad de Guadalajara, Sistema de Universidad Virtual

Garduño Palomino, Karina Yazmín

Estado de avance de la industria 4.0 en la maquiladora: efectos en el empleo en Mexicali, México

PAAKAT: revista de tecnología y sociedad, núm. 21, 00006, 2021

Universidad de Guadalajara, Sistema de Universidad Virtual

DOI: <https://doi.org/10.32870/Pk.a11n21.644>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499069744006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UDEM [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad
e-ISSN: 2007-3607
Universidad de Guadalajara
Sistema de Universidad Virtual
México
paakat@udgvirtual.udg.mx

Año 11, número 21, septiembre 2021 - febrero 2022

Estado de avance de la industria 4.0 en la maquiladora: efectos en el empleo en Mexicali, México

State of progress of industry 4.0 in the maquiladora: effects on employment in Mexicali, Mexico

Karina Yazmín Garduño Palomino*
Universidad Autónoma de Baja California, México

[Recibido 29/04/2021. Aceptado para su publicación 19/07/2021]

DOI: <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a11n21.644>

Resumen

La industria maquiladora en México, y sobre todo en la zona norte del país, representa una fuente importante de empleo y seguridad social; sin embargo, ¿qué pasaría si las nuevas tecnologías desplazarán a los trabajadores de este sector? El presente trabajo tiene por objetivo determinar el estado de incorporación de la industria 4.0 en el sector maquilador electrónico de Mexicali, en Baja California, y sus posibles repercusiones en el empleo de los operadores e ingenieros de producción. Con el fin de entender y conocer la naturaleza de este fenómeno, se realizó estudio de caso a cinco de las empresas más importantes de la región. La metodología utilizada fue cuantitativa y cualitativa, para lo cual se diseñaron tres encuestas basadas en el Modelo Sectorial de Referencia Industria 4.0, realizado por el Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, las cuales se aplicaron a un representante del departamento de Investigación y Desarrollo, a un ingeniero, a un operador y a un representante de recursos humanos. Para anticipar la naturaleza de este fenómeno, se estructuró una entrevista dirigida a expertos clave. La conclusión es que el estado de avance de la industria 4.0 en el subsector de la maquiladora electrónica en Mexicali tiene una madurez digital intermedia (nivel 2-3), es decir, en muchos casos se conoce y utiliza la tecnología, pero solo en determinados procesos. En relación con las habilidades digitales de los ingenieros, se encontró

que están altamente capacitados para enfrentar los retos de la nueva era digital, mientras que los puestos de operador reportan un nivel de competencia digital entre bajo y medio, lo cual ubica a este perfil en una situación vulnerable para la sostenibilidad de este tipo de puestos.

Palabras clave

Industria 4.0; maquiladora electrónica; desempleo tecnológico; nuevas tecnologías; habilidades digitales.

Abstract

The maquiladora industry in Mexico especially in the north of the country represents an important source of employment and social security, therefore, this article addresses the question of what would happen if new technologies displaced workforce in this economical sector? The objective of this research is to determine the maturity level of Industry 4.0 in the electronic maquiladora of Mexicali, in Baja California and its possible repercussions on the employment for operators and engineers. To understand and know the nature of this phenomenon, a case study was carried out on five of the most important companies in the region, the methodology used was quantitative and qualitative. Three surveys were designed based on the research of the Sectorial Model Reference Industry 4.0 made by the Valencian Institute of Business Competitiveness (IVACE) and the European Regional Development Fund and were applied to engineers in the department of investigation and development, operators, and to a Human Resources worker. In this regard was designed an interview that was applied to a key expert that gave us the point of view about the actual status of the developing of the industry 4.0 in the city of Mexicali. The overall conclusion is that the state of advancement of Industry 4.0 in the electronic maquiladora in Mexicali has an intermediate digital maturity (level 2-3), that is, in many cases the technology is known and used, but only by specific processes. Regarding the digital skills of engineers, it was found that they are highly trained to face the challenges of the new digital era, while the operator positions report a level of digital competence between low and medium, which places this profile of worker in a vulnerable situation for keep their position.

Keywords

Industry 4.0; electronic maquiladora; technological unemployment; new technologies; digital skills.

Introducción

Existen divergencias entre los estudios sobre la cuarta revolución industrial, también llamada industria 4.0, y sus efectos sobre el empleo; sin embargo, es un hecho que la transformación digital anuncia una disrupción en la manera de trabajar en la sociedad, sobre todo en los empleos manufactureros, donde regularmente se desarrollan actividades de ejecución simple y se requieren trabajadores de bajas cualificaciones (Wilson, 2018); por lo que las nuevas tecnologías representan un gran desafío en el desarrollo socioeconómico de cada país.

Cuando se habla de la industria 4.0, se refiere al uso de la tecnología disruptiva; es decir, aquella que con su innovación crea un nuevo ecosistema socioeconómico. Esta tecnología puede dividirse en física y virtual. La primera hace referencia a los robots, las máquinas automatizadas y la tecnología aditiva; mientras que la segunda es toda aquella tecnología que no es tangible, como el internet de las

cosas, la realidad virtual, el *big data*, la nube, la simulación virtual, la ciberseguridad, la realidad aumentada y la inteligencia artificial.

En el caso de México, en cuestiones de empleo y crecimiento económico, en los últimos cincuenta años los esfuerzos se han relacionado con la contención salarial en la industria maquiladora, con lo que se han creado empleos de baja competencia (Fariza, 2017). Con la llegada del nuevo gobierno en 2018, se aprobó un incremento importante del salario de los ciudadanos, especialmente en la frontera norte; sin embargo, el ajuste monetario no ha compensado la pérdida del poder adquisitivo que ha existido en las últimas décadas.¹

En el estado de Baja California, la industria maquiladora representa una fuente importante en la economía, al ser Mexicali el segundo municipio con mayor concentración de establecimientos dedicados a la fabricación y ensamble de aparatos eléctricos y electrónicos, lo que ha permitido la creación de casi 35 000 empleos (Secretaría de Economía, 2017). La pandemia por el Covid-19 ha generado cambios importantes en el uso de tecnología en la industria manufacturera. Por ejemplo, la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI, 2019) se encuentra en el proceso de diseño de una agenda económica digital para acelerar la implementación de la industria 4.0, con el propósito de hacer frente a los retos que representa la pandemia y a la continuidad de labores de la industria.

Este trabajo tiene por objetivo analizar la adopción de las tecnologías virtuales y físicas, llamadas industria 4.0, y sus efectos en el empleo de los trabajadores de la Industria Maquiladora y Manufacturera de Exportación (IMMEX), dedicada a la electrónica en el municipio de Mexicali, Baja California, México. Para llevar a cabo este estudio, se identificaron las cinco maquiladoras más representativas, dinámicas y exitosas de la ciudad en la generación de empleos y crecimiento económico.

Este estudio es un trabajo exploratorio, dada la escasez de literatura sobre el tema. Las preguntas que guiaron la investigación fueron: ¿cuál es el nivel de *madurez digital* que tienen las maquiladoras electrónicas en Mexicali?, ¿cómo contribuye ese nivel a la creación o a la disminución de empleos?, y ¿cuál es el nivel de habilidades tecnológicas y digitales que posee el personal (ingenieros y operadores) para enfrentar los nuevos requerimientos de la industria 4.0?

¹ El gobierno actual aumentó el salario mínimo en la zona fronteriza de 176.72 pesos a 185.56 pesos colocándose, según Navarro (2019), unos centavos por encima de la canasta básica; sin embargo, como afirman Azuela *et al.* (2019), este aumento todavía no es suficiente, porque a pesar de ser un salario que contempla mantener a los trabajadores fuera de la pobreza extrema, no los salva de vivir con una calidad de vida precaria.

Esta investigación inició al considerar que el nivel de *madurez digital* de la industria maquiladora electrónica en Mexicali es intermedio, es decir, se conocen todas las tecnologías, pero pocas veces o nunca se han implementado. También se partió del supuesto de que los ingenieros cuentan con altas habilidades digitales y, por el contrario, para los operadores estas habilidades o son bajas o nulas.

El artículo está dividido en cuatro apartados. En el primero se estudia la discusión sobre la industria 4.0 y la cuarta revolución industrial como marco de referencia, así como su relación con el concepto de *madurez digital*. En el segundo apartado se refiere la relación que existe entre la industria 4.0 y el empleo; mientras que en el tercero se explican los antecedentes de la maquiladora electrónica en la región. Finalmente, en la última parte se analizan los hallazgos en los cinco casos de estudio sobre la industria maquiladora del sector electrónico en Mexicali.

La industria 4.0 y la cuarta revolución industrial

En la literatura, cuando se menciona la era tecnológica actual, se hace alusión tanto a la industria 4.0 como a la cuarta revolución industrial, y aunque ambos conceptos forman parte de un mismo proceso, es necesario diferenciar sus matices. El primero tiene relación con el uso de las nuevas tecnologías de informática para implementar el internet de las cosas en el servicio, como un medio para crear una producción más flexible, eficiente y limpia, con mayor calidad a un menor precio (Wan *et al.*, citado en Emil, 2017; Liao *et al.*, 2017); es decir, la industria 4.0 se refiere a un conjunto de tecnologías inteligentes creadas para cambiar la forma de manufacturar y mercadear.

La cuarta revolución industrial es un concepto relacionado a un cambio socioeconómico radical, el cual es considerado predecesor de las revoluciones industriales que se han suscitado en los últimos 200 años (Liao *et al.*, 2017; Schwab, 2016). Este término describe una nueva era de transformaciones tecnológicas, innovadoras y disruptivas que logran cambios en la estructura económica, social y ambiental de la civilización.

Desde la visión empresarial, la industria 4.0 persigue el objetivo fundamental de aumentar la eficiencia en sus cadenas de valor para obtener rendimientos por encima del promedio; por lo tanto, los empresarios buscan mejorar todos sus procesos para alcanzar resultados más competentes, lo que lleva implícito reducir la mano de obra. En resumen, la industria 4.0 es la unión de la tecnología no tangible con la tecnología física, con el propósito de que sea capaz de autogestionarse y adaptarse a las exigencias del mercado (National Institute of Standards and Technology, citado en Emil, 2017; Liao *et al.*, 2017; Gera y Singh, 2019).

La transformación digital empresarial es la siguiente evolución para este sector. Por esto, las consultoras y los investigadores industriales se concentran en diseñar un instrumento que les permita evaluar el nivel de utilización, así como el estado de incorporación de cada una de las tecnologías, llamado nivel de madurez o *madurez digital*. Pero, ¿cuál es el objetivo de conocer cuánta tecnología utiliza una empresa? Los estudios realizados por compañías como McKinsey señalan que las empresas que incorporen estrategias de digitalización a sus procesos se diferenciarán de las compañías que no las utilicen (Baughin *et al.*, 2017). Por este motivo, para los empresarios es importante obtener un diagnóstico del grado de uso de herramientas innovadoras que les permita implementar las mejores estrategias para una transformación digital exitosa.

Asimismo, se encuentra el Modelo de madurez digital presentado por el Instituto de Valencia de Competitividad Empresarial (IVACE, 2016), en coordinación con La Unión Europea y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, el cual fue diseñado con base en la información de varios modelos de madurez existentes. IVACE (2016) agrupa las tecnologías y divide el modelo de la industria 4.0 en cuatro áreas: las tecnologías que le dan a la empresa el grado de hibridación total del mundo físico al digital, las tecnologías de conexión empresa-consumidor, las tecnologías de comunicación y tratamiento de información y, por último, las tecnologías de gestión de la empresa, las cuales analizan su nivel de incorporación.

La madurez digital es la combinación de las tecnologías digitales y los cambios operacionales que permite a las compañías transformar de manera integral la forma en que opera su cadena de valor, es decir, utilizar avances científicos como la inteligencia artificial, la robótica o el internet de las cosas para mejorar los resultados operativos y obtener rendimientos mayores al promedio.

Futuro del empleo frente a la industria 4.0

Las tecnologías 4.0 son herramientas que, sin lugar a duda, transformarán las prácticas de los trabajadores, entre ellas, el empleo. Algunos autores como Minian y Martínez (2018), al igual que Gera y Singh (2019), mencionan que este cambio eliminará algunos puestos laborales y, de igual manera, creará otros; sin embargo, Wilson (2018) menciona que el cambio digital será tan rápido que el desplazamiento del hombre por la máquina superará la creación de nuevos empleos, lo que generará un déficit laboral. Además, David Ricardo (citado en Gera y Singh, 2019) asegura que un aumento en la productividad necesita nuevas tecnologías que difícilmente pueden ser equiparadas en relación con un empleado altamente capacitado, por lo

tanto, el desplazamiento del hombre por la máquina para el desarrollo económico y social de una nación es un hecho.

Una de las investigaciones más recientes sobre los efectos de las nuevas tecnologías en el empleo es la realizada por Frey y Osborne, quienes afirman que 47% de los empleos podrían desaparecer en menos de veinte años. Un ejemplo de este desplazamiento es el de los conductores automatizados del futuro próximo, un proyecto impulsado por Uber,² donde supuestamente no se requerirá de un chofer, sino que la computadora hará el trabajo de conducir el vehículo. Se espera que esta tecnología remplace a 20% de los empleos en este sector en Estados Unidos (Wilson, 2018; Gera y Singh, 2019).

Los argumentos anteriores evidencian el desafío que representan las nuevas tecnologías para los planes de desarrollo de los gobiernos actuales, principalmente en el tema de la creación de empleo. México presenta deficiencias y rezago en el desarrollo del capital humano, ya que solo 18.6% de la población mayor de quince años cuenta con educación superior, 21.7% con educación media superior, 23.7% con secundaria, 15% con primaria y 5.8% no tiene educación (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2015).

En este contexto, las características educativas del sector manufacturero del país no son mejores. Según un estudio del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2011) sobre las capacidades de los trabajadores manufactureros en México, realizado en el 2008, evidenció que de los 4.5 millones de trabajadores, 2% no sabe leer ni escribir, 16% cuenta con educación primaria, 36% con secundaria, 14% con preparatoria, 11% con carrera técnica y solo 14% con estudios profesionales.

En 2017, el Foro Económico Mundial (FEM) realizó un análisis de las habilidades de los trabajadores a nivel mundial para comparar el grado de competitividad entre el capital humano de diferentes países. México se encuentra en la posición número 69 en el *ranking* de los 130 países evaluados, donde, entre mayor sea la posición de la nación, su evaluación en cuestión de la educación, la capacidad, el desarrollo y el conocimiento es más desfavorable. Por lo anterior, México no representa una competencia frente a países como Noruega, Finlandia, Suiza, Estados Unidos, Dinamarca y Alemania, los cuales ocupan los primeros seis lugares de las naciones con mejor desarrollo del capital humano (FEM, 2017).

² “Uber es una empresa de tecnología. Usando su aplicación, los usuarios que necesitan transporte consiguen fácilmente encontrar socios conductores que ofrecen este servicio. Uber ofrece una opción más para moverse por la ciudad, con más estilo, seguridad y comodidad que nunca. Presente en más de 310 ciudades alrededor del mundo” (Uber, 2015).

Esta problemática puede fundamentarse en los planes de desarrollo nacionales de los últimos cincuenta años, dirigidos a la explotación de la mano de obra económica con el fin de obtener inversión extranjera; sin embargo, estas políticas de desarrollo han dejado de ser efectivas, debido a que la tecnología está desplazando aquellos trabajos simples, repetitivos y ejecutados por capital humano de baja cualificación (Fariza, 2017). En palabras del FEM, “las economías en desarrollo de hoy todavía están basando su crecimiento económico solo en la mano de obra barata, pero los empleos y sectores que impulsan estas tendencias corren el riesgo de dejar una parte creciente de la fuerza” (2017, p. 4).

Es probable que los empleos que corren un mayor riesgo de enfrentar el impacto de la industria 4.0 se encuentren en el sector manufacturero a nivel obrero, debido a que las tareas suelen ser rutinarias y se pueden programar fácilmente a través de un algoritmo de habilidad automática. McKinsey (2017, citado en Schatan, 2018) afirmó que 64% de las actividades productivas en el sector industrial es altamente automatizable, por lo cual 4.9 millones de empleados corren el riesgo de perder su trabajo.

Debido al rápido avance tecnológico, es difícil mantenerse actualizado y, de acuerdo con Wilkins (2018) y Gera y Singh (2019), es aún más complicado en el sector electrónico, donde se fabrican los componentes de mayor tecnología. Por lo anterior, si no se invierte de forma constante en máquinas y equipos de última generación, se corre el riesgo de permanecer en la obsolescencia. La posibilidad de una transformación digital en el sector electrónico es inevitable, debido a que los avances científicos son la clave de la competitividad en el mercado. De acuerdo con Villa (2020), la contingencia actual por el Covid-19 ha acelerado este cambio, debido a que los empresarios perciben la necesidad de mantener actualizado al sector manufacturero bajo cualquier circunstancia.

La Cámara Nacional de Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de Información (CANIETI) noroeste, promueve la incorporación de la industria 4.0. De acuerdo con su presidente, Román Caso, “algunas empresas en la región ya son capaces de continuar produciendo a los mismos niveles con un menor número de trabajadores” (citado en Villa, 2020, s/p).

La industria maquiladora electrónica en Mexicali

El desarrollo industrial de México ha tenido una estrecha relación con los procesos de urbanización de la frontera norte y los retos que enfrenta (Tamayo, 1992; Barraza, 2020; Galván y García, 2018). En 1935, Mexicali y Tecate fueron designadas como perímetros libres, con derecho de importar bienes del extranjero sin pago de

aranceles, lo cual fue el primer paso para la industrialización de la zona fronteriza (Douglas y Hansen, 2003).

En 1942, el gobierno mexicano logró el primer Acuerdo internacional de trabajadores migratorios, creado para apoyar a Estados Unidos con mano de obra para los campos agrícolas y sustituir a los estadounidenses que se encontraban en el combate de la Segunda Guerra Mundial (Barraza, 2020). Veinte años después, el gobierno de Estados Unidos decidió cancelar este acuerdo, lo que ocasionó que cerca de 50% de la población de las ciudades fronterizas, como Mexicali y Tijuana, perdiera su empleo (Douglas y Hansen, 2003; Galván y García, 2018).

En 1965, el gobierno mexicano creó el Programa de Industrialización de la Frontera (PIF) como respuesta a los problemas de escasez de empleo y pobreza, al seguir las tendencias de la manufactura exterior, los aumentos salariales y los avances tecnológicos de los países industrializados (Tamayo, 1992; Dorocki y Brzegowy, 2014; Carrillo y Hualde, citado en Galván y García, 2018). Para finales de 1967, el PIF contaba con 57 maquiladoras y 4 257 empleados en Matamoros, Nuevo Laredo, Ciudad Juárez, Mexicali y Tijuana (Douglas y Hansen, 2003; Dorocki y Brzegowy, 2014). Para finales de los sesenta, México tenía 147 maquilas y cerca de 17 000 empleados, y ocupaba el tercer lugar entre los exportadores de productos hacia Estados Unidos con fracción arancelaria 807.00³ (Douglas y Hansen, 2003).

Actualmente la Industria Maquiladora y Manufacturera de Exportación (IMMEX) tiene un lugar muy importante en la economía mexicana, ya que, según el INEGI, en 2019 obtuvo 300 mil millones de dólares de las exportaciones (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2019). En esta industria, uno de los sectores más importantes a nivel nacional e internacional es el electrónico, debido a que representa una fuente importante de trabajo. En México, este se ubica principalmente en la franja fronteriza norte, y el estado de Baja California es el líder en número de empresas, con 184 fábricas. Del mismo modo, Mexicali es el segundo municipio con mayor concentración del sector, con 22% de los establecimientos, los cuales dan empleo a casi 35 000 trabajadores (Secretaría de Economía, 2017).

La mayoría de los productos fabricados en la industria maquiladora electrónica del país son de nivel tecnológico intermedio, es decir, la complejidad técnica y el grado de madurez tecnológica requieren de un grado medio de conocimiento técnico (Secretaría de Economía, 2017). En el caso del grado de madurez digital de los procesos productivos, la industria de este sector registra un nivel estándar bajo, ya

³ La tarifa arancelaria 807.00 sumó las tarifas arancelarias de Estados Unidos en la ley Economic Factors Affecting the Use of Items 807.00 and 806.30 of the Tariff Schedules of the United States, la cual era una simplificación aduanal que permitió importar y exportar componentes libres de impuestos, excepto el valor agregado en el exterior (Carrillo, 2001).

que está caracterizado por operaciones manuales de ensamble, empaque y transferencia (Secretaría de Economía, 2017).

Estrategia metodológica

La estrategia de investigación que siguió este trabajo fue un estudio de caso exploratorio de cinco empresas del municipio de Mexicali, Baja California, las cuales fabrican equipo de cómputo, comunicación, medición, componentes y accesorios electrónicos. Los criterios de selección fueron: 1) tener más de 100 empleados; 2) ser empresas de alto reconocimiento a nivel mundial; 3) manufacturar productos de alta tecnología, y 4) tener más de quince años de establecimiento en la ciudad de Mexicali, Baja California, México.

La metodología de esta investigación tiene un enfoque mixto, es decir, tanto cualitativo como cuantitativo, debido a que se diseñaron tres cuestionarios virtuales que fueron aplicados a las cinco empresas: una encuesta de madurez digital, una encuesta de las habilidades digitales de los empleados y las tendencias de contratación en el mercado laboral en la industria maquiladora de la región que se realizaron entre los meses de agosto y noviembre de 2020. Al mismo tiempo, se recurrió a la realización de entrevistas a expertos clave en noviembre de 2019.

Para el diseño y estructuración de las encuestas del nivel de madurez digital y las habilidades digitales de los trabajadores, se utilizó información del Modelo de referencia de la industria 4.0 propuesto por el IVACE (2016). La encuesta de madurez digital se aplicó a los ingenieros de los departamentos de investigación y desarrollo dentro de las empresas, con el objetivo de analizar: 1) la transformación de lo físico a lo digital, 2) la comunicación y gestión de datos digitales, y 3) la gestión interna de la empresa.

La transformación digital es el conjunto de tecnologías que permiten el cambio del mundo tangible al virtual. La comunicación y gestión de los datos digitales evidencian un ecosistema tecnológico que transforma la manera de trabajar a través de herramientas como el *big data*, el internet de las cosas y la nube, de la mano de tecnologías como la ciberseguridad. Los sistemas de gestión empresarial digital son un avance científico de los años sesenta que ha evolucionado hasta lo que se conoce como Enterprise Requirement Production (ERP). Se trata de todos aquellos programas que se hacen cargo de las operaciones dentro de una empresa, desde la producción, la distribución, los recursos humanos, los envíos y el almacenaje. Estos sistemas representan una ventaja para las industrias que los aplican; sin embargo, existen empresas en las que la gestión todavía es realizada de forma manual por los trabajadores.

La segunda encuesta se aplicó a los ingenieros y operadores, y se consideraron los siguientes aspectos: 1) las habilidades digitales para el manejo y gestión de la información virtual, 2) las habilidades de gestión y uso físico de los instrumentos tecnológicos disponibles, y 3) las habilidades administrativas y de gestión empresarial. Al igual que el nivel de madurez digital, para las habilidades también se consideraron los cuatro grados de conocimiento y uso de tecnologías (entre mayor sea el grado, mayor es el conocimiento).

Además, se aplicó un cuestionario dirigido a los departamentos de recursos humanos, diseñado con base en la información obtenida de la investigación propuesta por la Unión General de Trabajadores de Castilla y León (2017) sobre la industria 4.0. El objetivo de esta encuesta fue evaluar las tendencias de contratación de los últimos cinco años, así como obtener información sobre la formación, las nuevas competencias y el conocimiento que se requiere debido a los cambios tecnológicos en la nueva era digital. La tabla 1 muestra las empresas estudiadas y la actividad principal que realizan.

Tabla 1. Actividades empresariales

Empresa	Actividad principal
Sensata Technologies Mexicali	Fabricación de sensores electrónicos para la industria automotriz y de vehículos pesados
Skyworks Solutions de México, S. de R.L. de C.V.	Desarrollo de semiconductores utilizados en la industria médica, militar y de telecomunicaciones
Robert Bosch Tool de México, S.A. de C.V.	Ensamble de herramientas eléctricas e inalámbricas
Tecnomex Industrial, S.A. de C.V.	Reparación de equipo electrónico
Furukawa México, S.A de C.V.	Manufactura de partes electrónicas para la industria automotriz

Fuente: elaboración propia.

Por último, se diseñó una entrevista semiestructurada, dirigida a expertos del ámbito privado, con el fin de indagar sobre las tendencias y evolución de la implementación de la industria 4.0 en el sector manufacturero y sus posibles impactos en el empleo. Los informantes clave representaron el enfoque visto desde las prácticas de una institución educativa, una organización empresarial y una empresa de clúster.

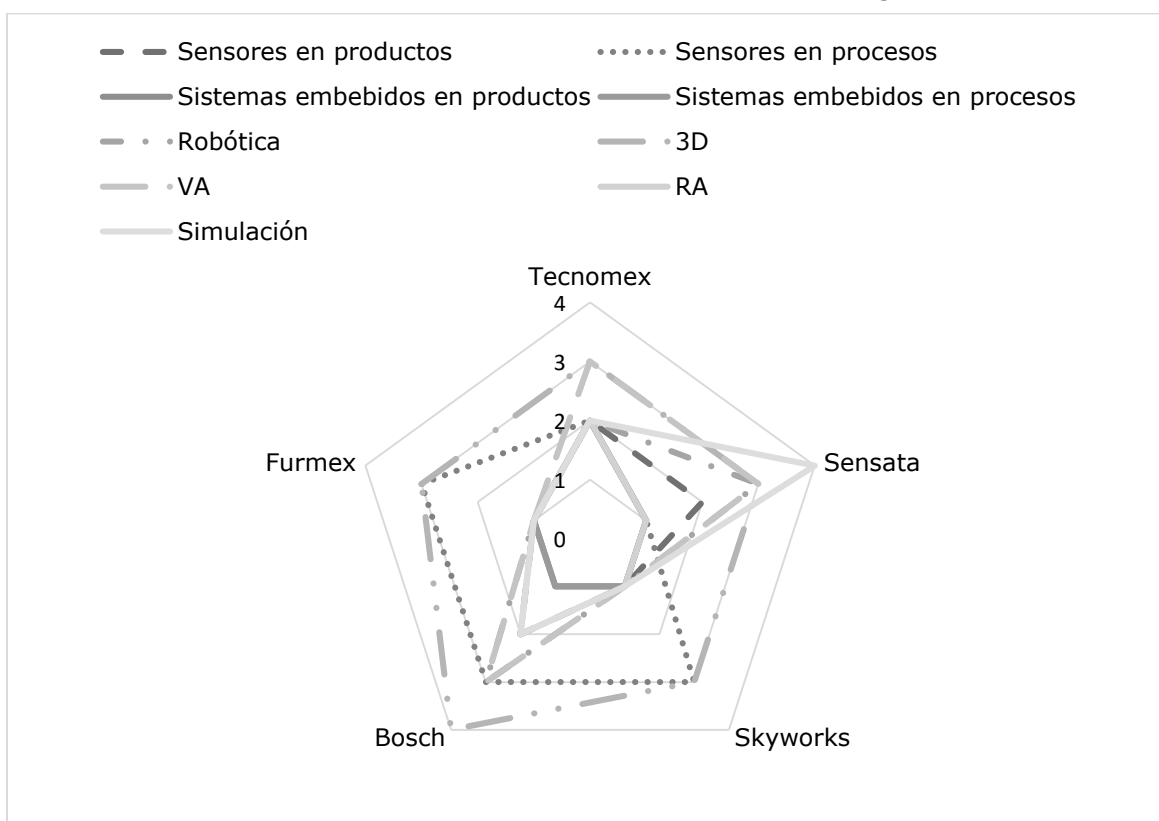
Resultados

Transición de lo físico a lo digital

Como resultado de la valoración de la transformación física a la digital de las empresas estudiadas, se encontró que, de las cinco empresas, cuatro se encuentran en un nivel de madurez digital de 2 a 3 en el uso de estas tecnologías, lo cual indica que la empresa tiene conocimiento de la tecnología, pero no la usa en pequeños proyectos de corridas piloto (ver gráfica 1). Sin embargo, la tecnología aditiva es un instrumento que se ha incorporado rápidamente a los procesos productivos de diversas empresas.

De igual manera, la empresa Sensata Technologies reportó un nivel de madurez de 3 a 4 en la mayoría de las tecnologías (ver gráfica 1), es decir, la empresa conoce a profundidad la tecnología y la implementa en su cadena de valor. Debido a los productos que fabrica, la empresa requiere de un alto nivel de innovación, así como un grado de madurez digital elevado.

Gráfica 1. Transición de lo físico a lo digital

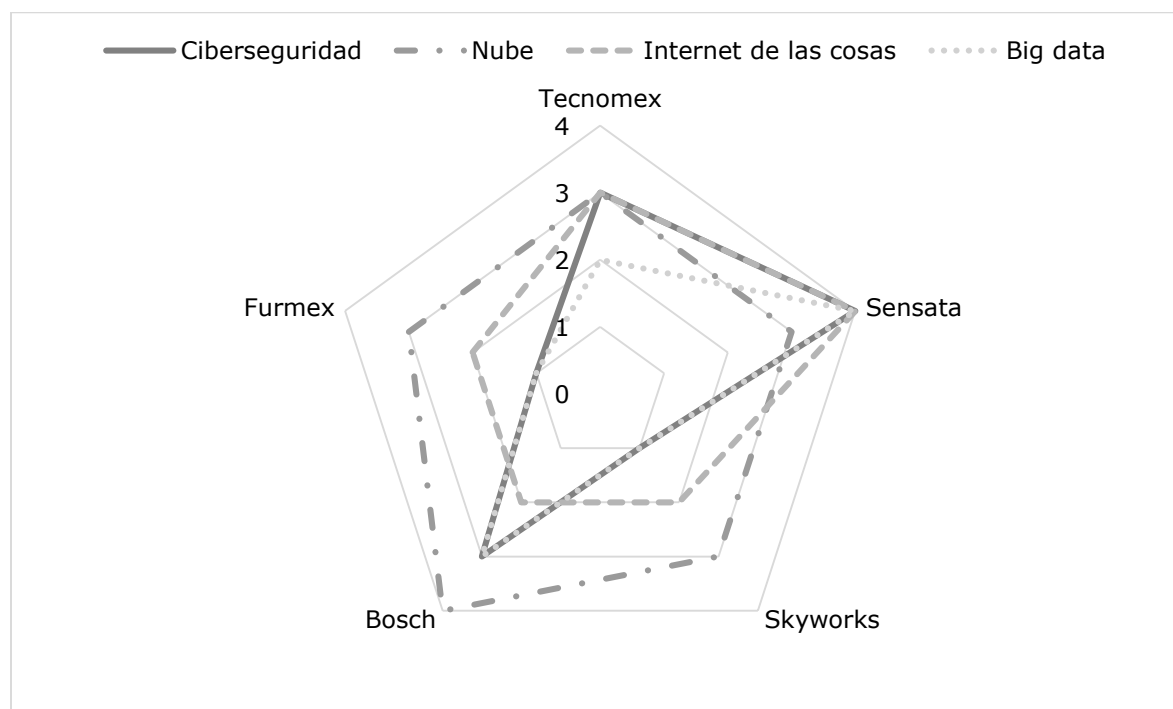


Fuente: elaboración propia, con base en las entrevistas a los responsables de ingeniería.

Integración de las herramientas tecnológicas de la información. Gestión de los datos digitales

Respecto al grado de integración de estas herramientas tecnológicas, se identificó que las empresas Tecnomex, Skyworks, Furukawa y Bosch cuentan con un nivel de madurez digital de 2 a 3, es decir, el grado de utilización y conocimiento oscila entre 25% y 75% de entendimiento y uso, según la tecnología. Por otro lado, Sensata reportó un nivel de utilización de su tecnología de 3 a 4, es decir, su transición a industria 4.0 en esta área de la tecnología está casi completa (ver gráfica 2). Al igual que en la transformación digital, en los sistemas virtuales de gestión de datos se identificó que la mayoría de las empresas presenta un nivel de madurez digital intermedio.

Gráfica 2. Comunicación para la gestión de los datos digitales



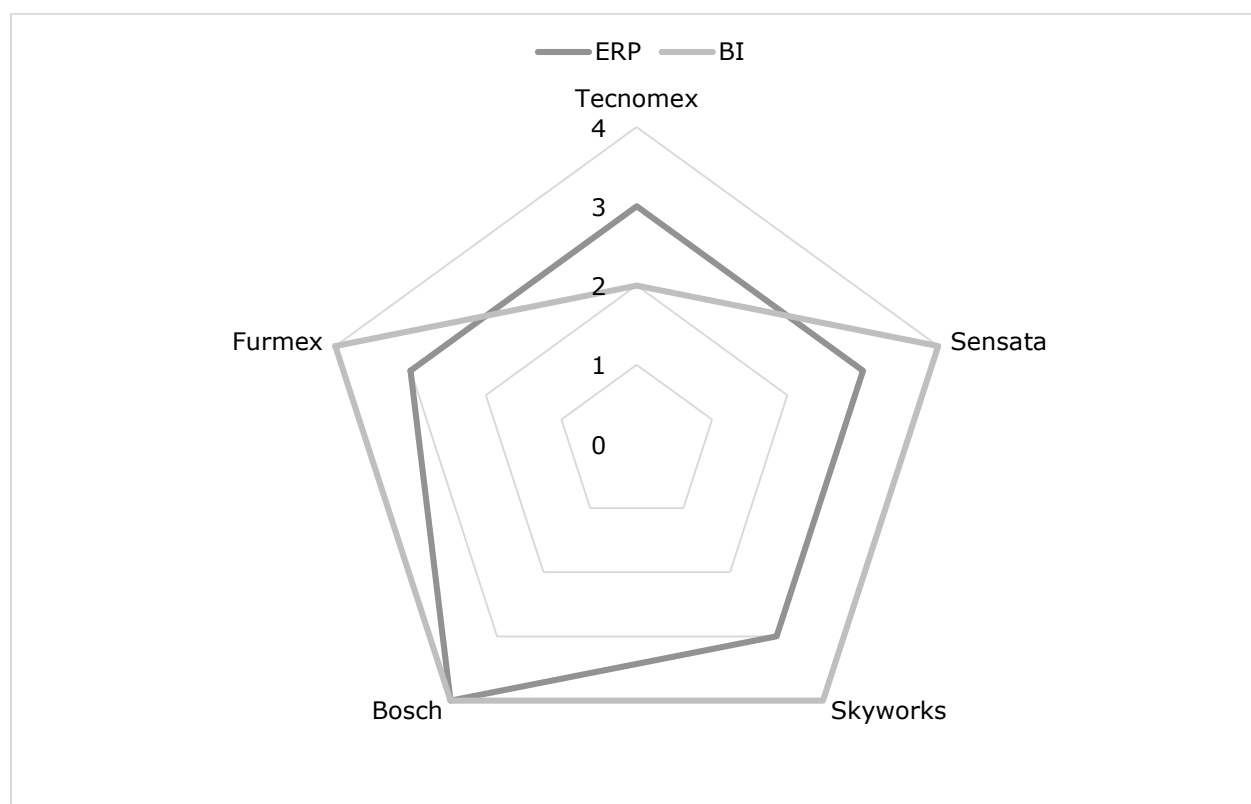
Fuente: elaboración propia, con base en las entrevistas a los responsables de ingeniería.

Gestión empresarial digital

La empresa Bosch cuenta con un nivel de madurez de 4 en la tecnología ERP, lo que indica que la implantación de programas de gestión y logística en esta empresa es alta. Por otro lado, Tecnomex, Sensata, Skyworks y Furukawa reportan un nivel de 3, lo que refleja que poseen conocimiento de la tecnología y la utilizan, pero no de forma completa.

Respecto a los programas de negocios inteligentes (BI, por sus siglas en inglés), la mayoría de las empresas reportan un nivel de madurez de 4, ya que procesan la información digital a través de esta tecnología de forma generalizada (ver gráfica 3).

Gráfica 3. Gestión empresarial digital



Fuente: elaboración propia, con base en las entrevistas a los responsables de ingeniería.

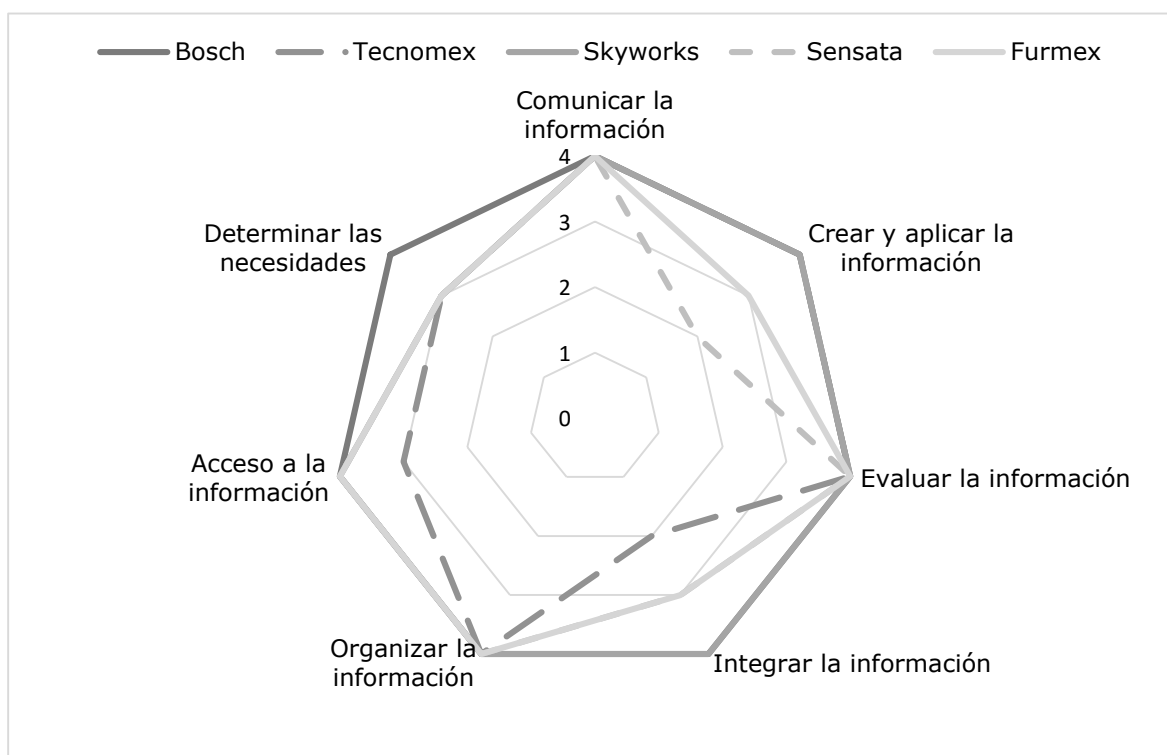
Habilidades digitales del trabajador frente a los nuevos requerimientos de la industria 4.0. Puesto de ingeniería

Procesamiento de información digital

El éxito de la transformación digital se basa en los puestos altamente tecnificados, como los de ingenieros, debido a los conocimientos, las habilidades y las técnicas avanzadas que utilizan para mejorar continuamente los procesos productivos. Se encontró que, para los puestos de ingeniería, los trabajadores de las cinco empresas están altamente capacitados; se reporta un nivel de 3 a 4, es decir, cuentan con

conocimiento y destreza para utilizar de forma capaz la tecnología de procesamiento de información (ver gráfica 4).

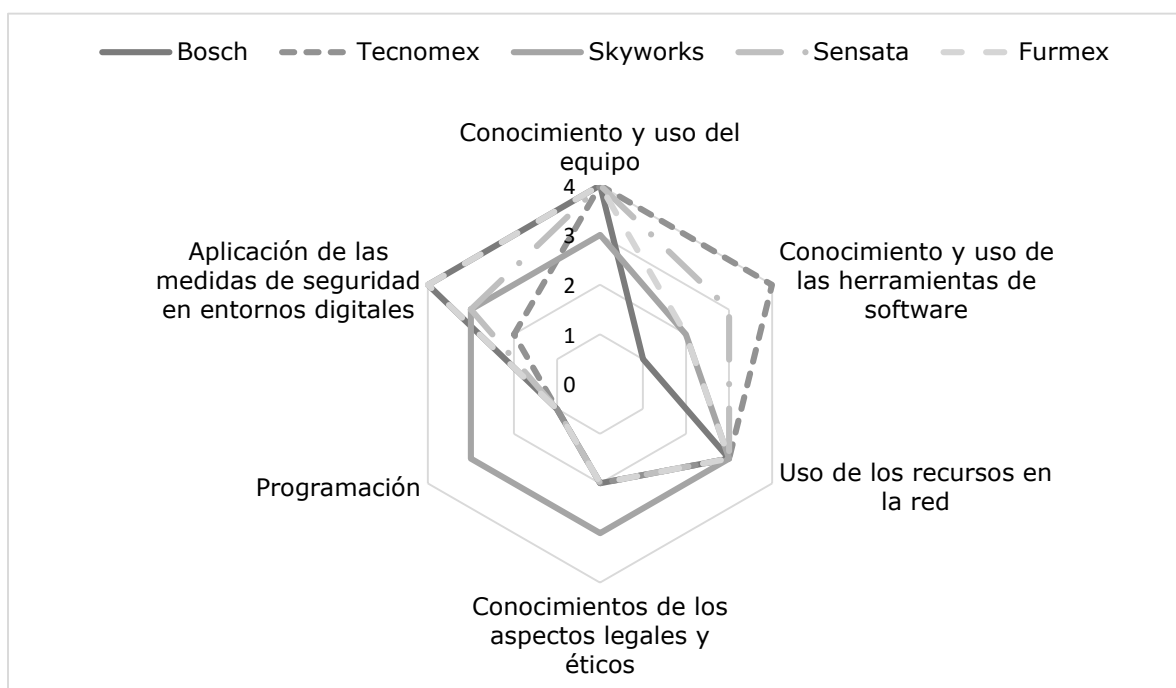
Gráfica 4. Procesamiento de la información digital



Fuente: elaboración propia, con base en las entrevistas a los responsables de ingeniería.

Habilidades de uso de herramientas digitales

Se identificó que existe un retraso en el conocimiento de la programación. De las cinco empresas, cuatro reportan tener habilidades nulas, y solo una cuenta con un nivel de 3. Este instrumento tecnológico es de suma importancia para la competitividad laboral y la transformación digital, debido a que es el lenguaje que sirve para comunicarse con las máquinas y que, a su vez, éstas puedan ejecutar las órdenes requeridas. Con relación al resto de las habilidades del uso de las herramientas digitales, se encontró que los ingenieros presentan un nivel de conocimiento de 3 a 4, lo que significa que conocen la tecnología y la aplican, en algunos casos de forma puntual y en otros de manera continua (ver gráfica 5).

Gráfica 5. Habilidades de uso de herramientas digitales

Fuente: elaboración propia, con base en las entrevistas a los responsables de ingeniería.

Competencias personales

En el caso de estudio, en los puestos de ingeniería se observó que las competencias personales como el autoaprendizaje, la organización y la planificación, la mejora continua y el trabajo en equipo están altamente desarrolladas en los ingenieros de las cinco empresas, ya que reportaron, en promedio, un grado de competencia de 3 a 4, lo que puede deberse a que, en su mayoría, son trabajadores que cuentan con grados académicos de licenciatura o maestría.

Habilidades digitales del trabajador frente a los nuevos requerimientos de la industria 4.0. Puesto de operador

Al igual que en el caso de los ingenieros, para los operadores se analizaron tres dimensiones de las habilidades digitales: las competencias para el procesamiento de la información digital, la competencia para el uso de las herramientas digitales y las competencias personales.

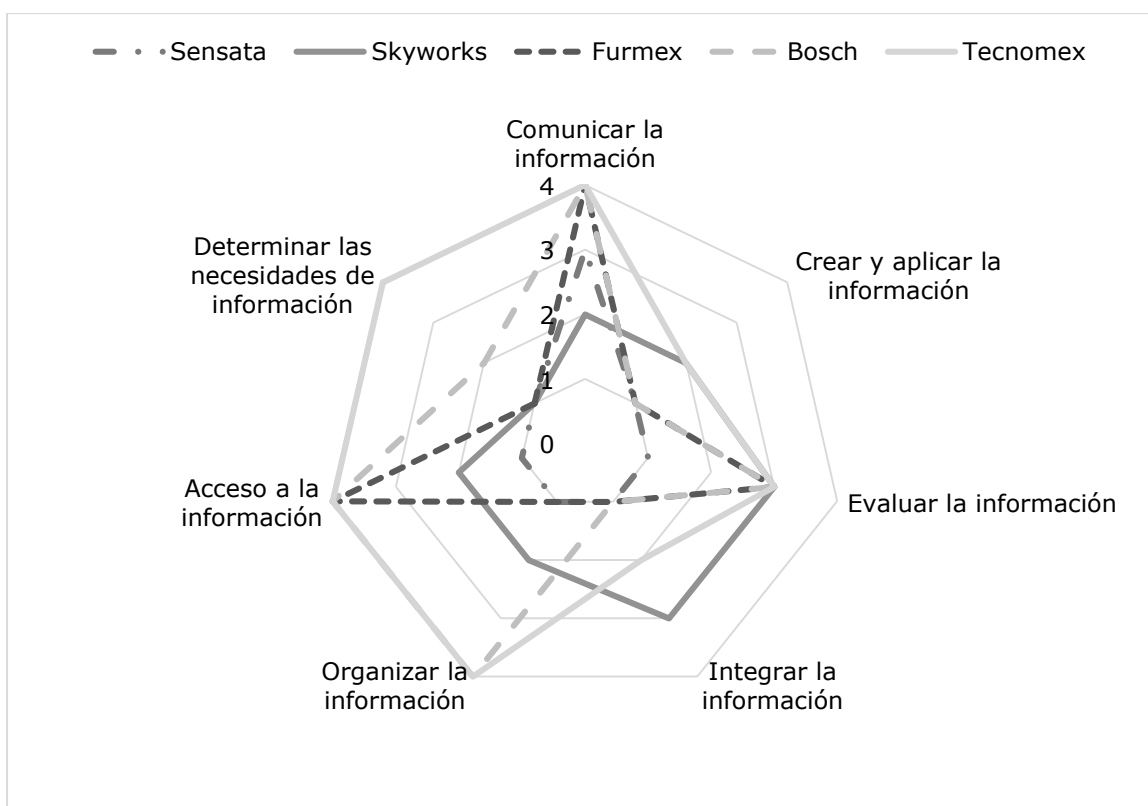
Al entrevistar a los operadores de cada empresa sobre su último grado escolar terminado, se encontró que en tres de las cinco empresas los empleados no cumplen

con estudios básicos, ya que reportaron contar únicamente con estudios de secundaria. De acuerdo con la Norma de Escolaridad Obligatoria del Estado Mexicano (NEOEM), propuesta por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), si una persona mayor de quince años no tiene educación básica, se considera que presenta rezago educativo.

Procesamiento de información digital

En el procesamiento de la información digital, se encontró que hay una deficiencia más clara en los puestos de los operadores que en los de los ingenieros, ya que la mayoría reporta un nivel de conocimiento de 1 a 3 en promedio, lo que indica que no tienen noción alguna de la tecnología o la usan de manera básica; sin embargo, un operador de Tecnomex que reportó contar solo con estudios de secundaria, mostró habilidades bastante desarrolladas en el proceso de la información digital, con un grado de conocimiento en el campo estudiado de 3 a 4, es decir, procesa la información digital de forma efectiva, aunque con algunas excepciones (ver gráfica 6).

Gráfica 6. Procesamiento de información digital

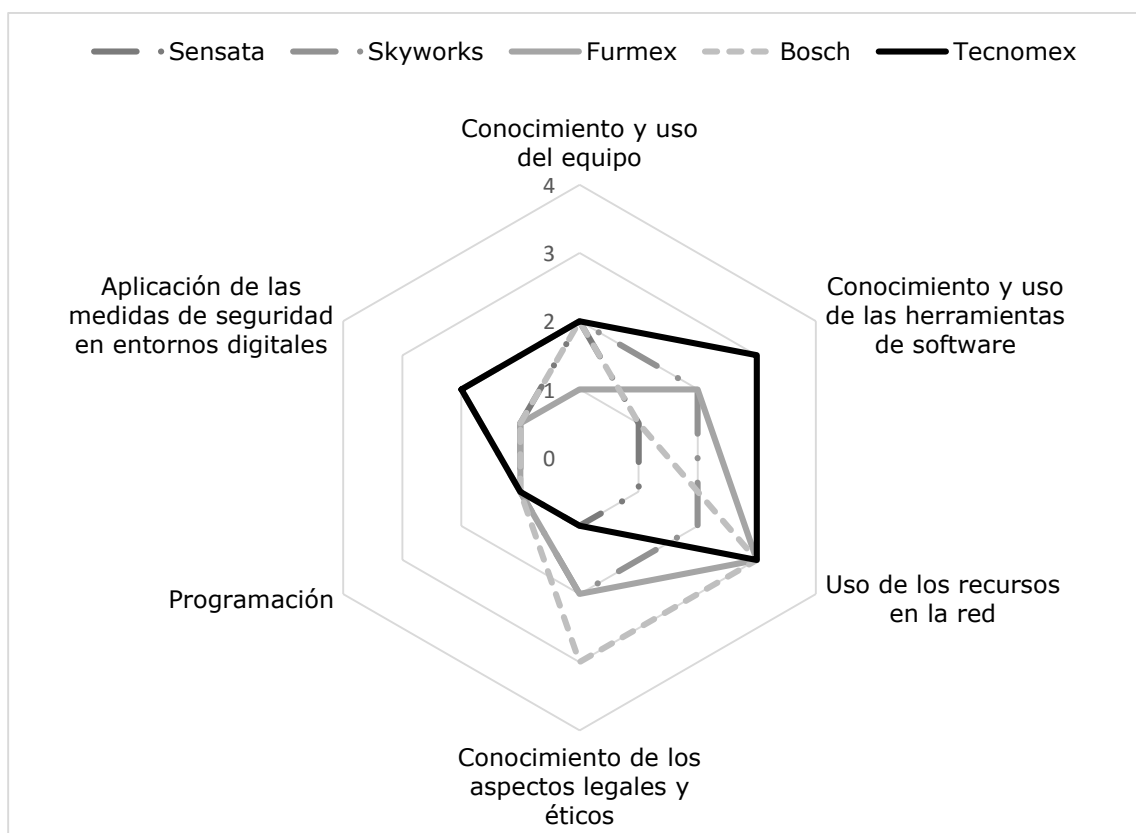


Fuente: elaboración propia, con base en las entrevistas a los operadores.

Habilidades de uso de las herramientas digitales

Se analizó el nivel de experticia del operador de su conocimiento, destreza y capacidad en la aplicación de las tecnologías. Los operadores de las cinco empresas estudiadas reportaron un grado de entendimiento y habilidad de 1 a 2 en la mayoría de los instrumentos, es decir, no conocen la tecnología o tienen poca información sobre cómo utilizarla (ver gráfica 7).

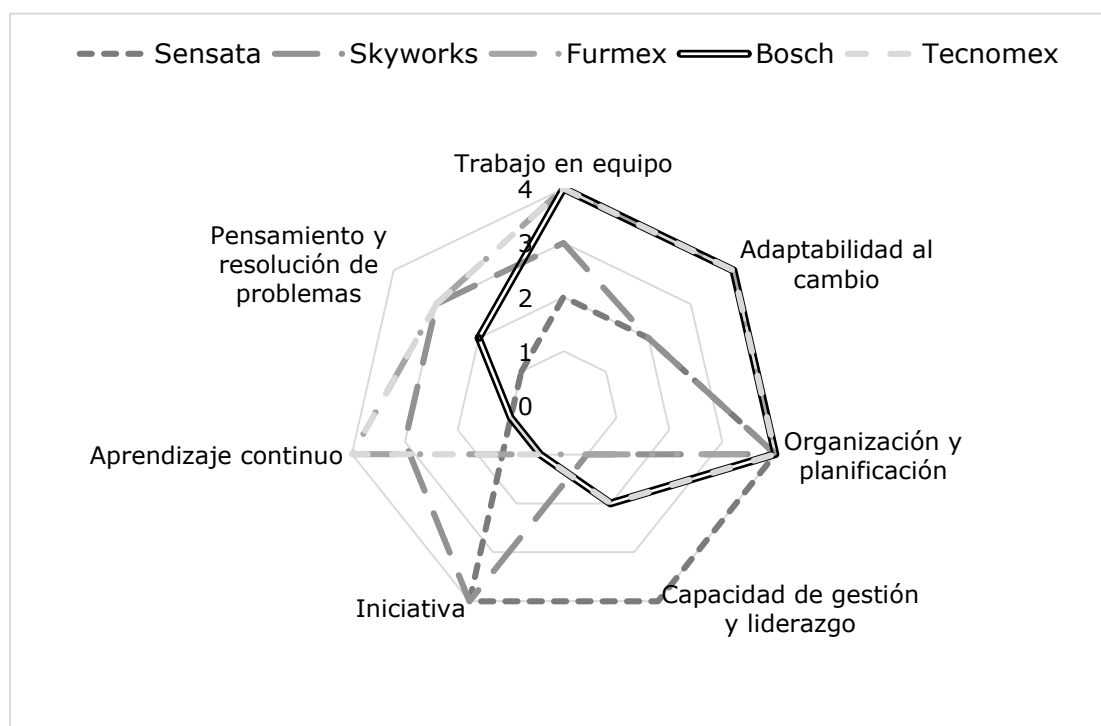
Gráfica 7. Habilidades de uso de las herramientas digitales



Fuente: elaboración propia, con base en las entrevistas a los operadores.

Competencias personales

Se encontró que los operadores presentan un nivel de 2 a 4 en las competencias personales que contribuyen al aumento del rendimiento en su trabajo, lo que quiere decir que los trabajadores están conscientes y comprometidos con la misión y visión de la organización, además de que contribuyen de forma activa al mejoramiento de la misma (ver gráfica 8).

Gráfica 8. Competencias personales

Fuente: elaboración propia, con base en las entrevistas a los operadores.

Tendencias de contratación en el mercado laboral

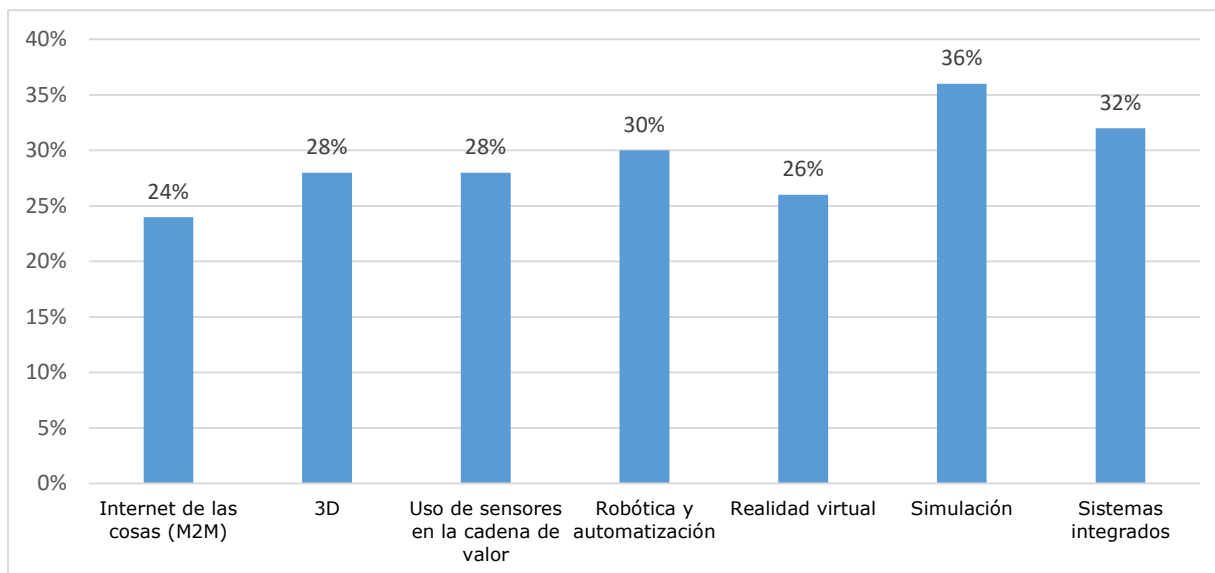
Los cinco representantes de recursos humanos de las empresas aseguraron que los efectos de la incursión de las nuevas tecnologías en la cadena de valor industrial propiciarán cambios positivos para este mercado laboral. Es importante mencionar que ninguno afirmó que pudieran existir recortes en los puestos de ingeniería debido a la implementación de la industria 4.0.

Además, los representantes consideraron que es probable que la demanda de empleo de baja cualificación actual no exista en el futuro. Cuatro de los entrevistados consideran que, entre los efectos que tendrá la implementación de las nuevas tecnologías en el nivel operador, se encuentran el desplazamiento a los nuevos puestos, las nuevas necesidades de capacitación y el aumento salarial; sin embargo, uno de los cinco representantes afirmó que el resultado de la nueva era digital traerá consigo despidos y recortes en los perfiles de trabajo.

Los resultados obtenidos sobre el porcentaje de empleos con probabilidad de desaparecer debido a las nuevas tecnologías en los próximos años arrojan un rango de 24% a 36% (ver gráfica 9), según el tipo de tecnología. Además, los representantes de recursos humanos aseguran que estas innovaciones tecnológicas

crearán, a su vez, nuevos puestos laborales, casi al mismo nivel al que se prevé que desaparezcan, entre 26% y 32%.

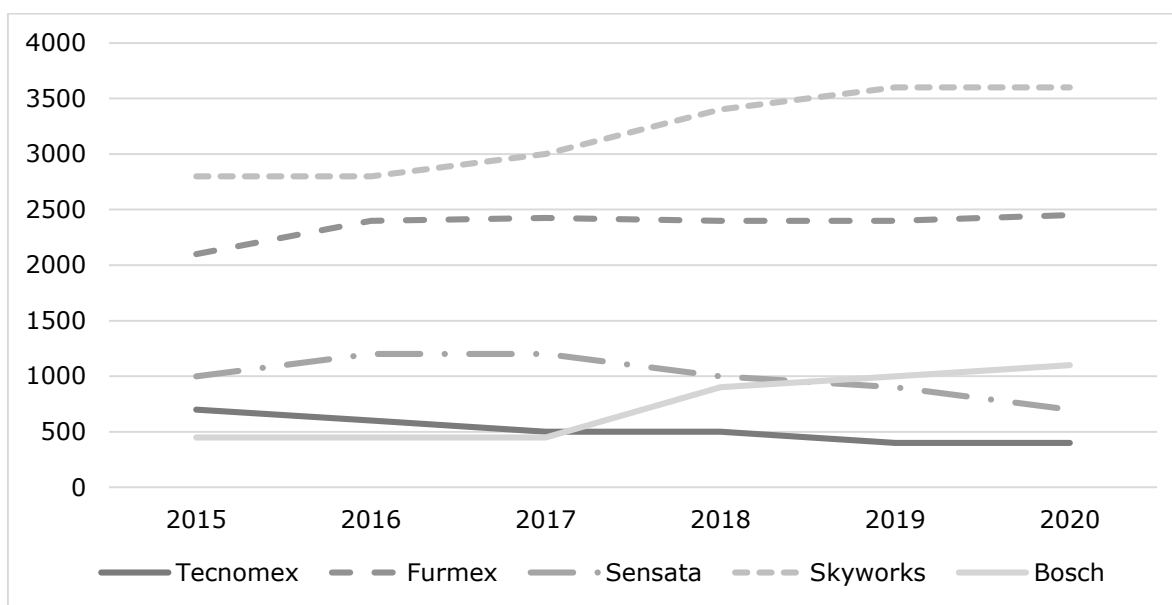
Gráfica 9. Nivel de eliminación de empleo



Fuente: elaboración propia, con base en los datos obtenidos de las entrevistas aplicadas a los representantes de recursos humanos.

Con el fin de determinar una tendencia de contratación, se les preguntó a los representantes de recursos humanos un promedio de los empleados con los que ha contado la empresa en los últimos cinco años. En la gráfica 10 se puede apreciar que Sensata tiene la tendencia a reducir su plantilla de trabajadores, lo que coincide con el nivel de madurez digital que reporta, ya que presentó un nivel de 3 a 4 en la mayoría de las tecnologías de la industria 4.0. Lo anterior implica un nivel de utilización y conocimiento de 75% a 100%.

En el caso de Tecnomex, se reportó un grado de madurez digital de 2 a 3, lo que demuestra una utilización y conocimiento de 50% a 75%, es decir, que la empresa utiliza o ha utilizado ciertas tecnologías en algunos procesos o pruebas piloto. Además, al igual que Sensata, muestra un decremento de la plantilla de trabajadores. Las empresas Skyworks y Bosch presentaron un nivel de madurez de 2 a 3, y de acuerdo con los informantes de los departamentos de recursos humanos, en los últimos cinco años ha incrementado de forma constante su plantilla laboral. Por último, la empresa Furmex reportó un nivel de madurez intermedio, de 2 a 3, lo que indica que su nivel de uso y conocimiento es de 50% a 75%. Respecto a la cantidad de empleados que tiene por año, la empresa señaló que mantiene su plantilla laboral relativamente constante.

Gráfica 10. Número de empleados directos por año

Fuente: elaboración propia, con base en los datos obtenidos de las entrevistas aplicadas a los representantes de recursos humanos.

Planes y estrategias de la industria maquiladora

Con el objetivo de investigar sobre los planes y las estrategias de la industria maquiladora de la región con relación a la implementación de la industria 4.0 y los efectos que tendrá en el empleo, se entrevistó al expresidente del Consejo Nacional de la Industria Maquiladora y Manufacturera de Exportación A.C. (INDEX), Arturo Lara, y al presidente del Clúster de las Tecnologías de la Información en Baja California (ITbaja), Víctor Sánchez.

Respecto a la eliminación de los empleos, el primer informante aseguró que las tecnologías de la industria desplazarán la mano de obra poco cualificada, debido a las altas exigencias de conocimiento y especialización que requieren los nuevos puestos laborales. Además, coincide en que, debido a las nuevas tecnologías, surgirán nuevas necesidades laborales que crearán puestos de trabajo donde se requiera conocimiento científico, analítico y tecnológico para desempeñarse de forma adecuada. Otras áreas que tienen el potencial de incrementar su plantilla de empleo son aquellas relacionadas con la investigación y el desarrollo de las nuevas tecnologías.

Asimismo, el director de ITbaja señaló que el reto de la industria 4.0 abarca entornos productivos interconectados, como la captura, gestión y transmisión de grandes volúmenes de datos, la seguridad de las comunicaciones, el análisis

inteligente de la información y las cadenas de producción autogestionables, así como las instalaciones cada vez más autónomas.

En otra categoría se analizó la desigualdad laboral y los entrevistados coincidieron en que los trabajadores que no logren capacitarse y educarse en las carreras tecnológicas, científicas e informáticas, quedarán rezagados en el mercado laboral, sobre todo en el sector manufacturero. De acuerdo con el expresidente de INDEX, es por esto que la preparación de los individuos es cada vez más exigente.

Discusión

La industria 4.0 es un sistema de manufactura altamente tecnificado, el cual representa miles de millones de dólares de inversión en maquinaria y tecnología. Muchas de las industrias maquiladoras de la región son extranjeras, por lo que mantienen sus tecnologías de innovación y no la transfieren a otros países hasta que otras surgen y las sustituyen. Para Salazar (1990), la transferencia de nuevas tecnologías al país está restringida o determinada por la disponibilidad de personal calificado.

Los resultados de la investigación muestran que el grado de incorporación del subsector electrónico de Mexicali en la industria maquiladora digital se encuentra, en su mayoría, en un nivel de madurez de 2 a 3, lo que significa que las empresas utilizan las tecnologías de 25% a 75% de manera habitual. Por lo tanto, es posible que aún se encuentren en la etapa de planeación de la transformación digital, ya que, de acuerdo con la tasa de contratación reportada por las empresas en los últimos cinco años, ha habido un aumento en la contratación de personal directo en tres de las cinco empresas, lo cual evidencia la dependencia de la mano de obra en los procesos productivos.

Tecnomex reportó un nivel de madurez medio, de 2 a 3, y su plantilla laboral ha disminuido, lo que puede deberse a que la pérdida de empleo fue uno de los primeros síntomas de la desaceleración de la economía mundial de los últimos cinco años, a causa del incremento de los aranceles, las tensiones del comercio mundial y la gran incertidumbre política originada por las dos potencias mundiales principales: China y Estados Unidos (Organización de las Naciones Unidas 2020).

Los resultados del análisis de la madurez digital reafirman lo dicho por el Instituto para el Desarrollo Industrial y el Crecimiento Económico A.C. (IDIC) (2019), que señala que la industria en México se encuentra en la etapa de planeación de la modernización digital y tecnológica, lo que posiciona a la nación en desventaja en relación con países altamente industrializados. Actualmente, en nuestro país han

comenzado a surgir estudios sobre el nivel de incorporación de la industria 4.0 y los efectos en el empleo, mientras que en los países industrializados de primer mundo existe una amplia investigación sobre el tema. Un ejemplo es el estudio realizado por la Unión General de Trabajadores de Castilla y León (UGT) (2017) en España, donde se encontró que la industria de algunos sectores presenta en un nivel de madurez medio-alto.

Para lograr ser competitivo en el mundo laboral y en la nueva era digital, es fundamental contar con habilidades digitales (Harangus *et al.*, 2018, citado en Inzunza y Espinoza, 2018), lo cual comprende el conocimiento, las capacidades y las actitudes profesionales en las TIC. Los resultados del análisis sobre el nivel de habilidad digital en los puestos de ingeniería y operaciones arrojan que existe una brecha de conocimiento y aptitudes digitales entre ambos puestos. Los ingenieros reportaron tener amplio conocimiento y destreza en las tecnologías de la industria 4.0.

En la industria maquiladora de la región, las competencias tecnológicas-digitales de un operador tienen un papel definitivo en la permanencia de su empleo. Los conocimientos digitales otorgan a los trabajadores las armas necesarias para hacer frente a la nueva era digital; sin embargo, se identificó que en los puestos de los operadores existe un rezago en los conocimientos y competencias digitales. Además, su nivel de estudios es una limitante en el desarrollo de su trabajo, ya que un grado de conocimiento limitado puede ser una barrera para el aprendizaje científico-tecnológico.

Lo anterior implica un desafío para el país en materia de educación y creación de empleo, debido a que actualmente las habilidades digitales son un requisito en el mercado laboral, sobre todo en el sector manufacturero. En este contexto, la investigación realizada por la UGT (2017) mostró que, en España, el personal sin cualificación ha perdido su empleo, y que se han creado nuevos puestos que requieren una mayor preparación.

De acuerdo con las entrevistas realizadas en esta investigación, se prevén cambios en las necesidades del mercado laboral en nuestro país y en la localidad, por lo que los trabajadores requerirán de nuevas habilidades tecnodigitales para enfrentar los retos que presenta la industria 4.0, a mediano y largo plazo. Asimismo, los informantes consideran las nuevas tecnologías como una oportunidad para desarrollar las habilidades de los trabajadores; sin embargo, no pueden asegurar que todas las personas quieran o puedan seguir capacitándose y adquiriendo nuevos conocimientos, ya que su capacidad de comprensión está limitada por su nivel de estudios. Además, no tienen la seguridad de que los directores de sus empresas estén dispuestos a invertir en estas capacitaciones.

Es probable que exista una polarización del empleo en este sector, lo que obliga a las personas de bajo nivel educativo a aceptar trabajos muy poco remunerados. Autores como Schwab (2016) señalan que la cuarta revolución industrial provocará desigualdad salarial y pérdida del valor del trabajo, y las personas más capacitadas, como los ingenieros, tendrán un ingreso más alto. Para el caso del estudio de España, la UGT (2017) señaló que la industria 4.0 no eliminará el empleo, sino que lo reorganizará y creará otros; sin embargo, afirmó que, ante las nuevas exigencias de alta cualificación, los trabajos desplazados serán absorbidos por otros sectores.

Es posible que las maquiladoras en nuestro país mantengan su nivel tecnológico durante algunos años más, debido a que la falta de operadores o técnicos calificados hace innecesario traer esta tecnología; sin embargo, existen dos factores que podrían dar vuelta a la historia: 1) la escasez de mano de obra en el sector maquilador, que podría provocar que las empresas inviertan en procesos altamente automatizados y gestionados artificialmente para continuar con la producción, y 2) la pandemia mundial por el Covid-19, que desde marzo de 2020 no ha permitido que las empresas trabajen a su ritmo normal, debido a que sus trabajadores pueden verse afectados en su salud.

Conclusiones

Los efectos de la incorporación de la industria 4.0 en el sector maquilador de la región aún no son del todo visibles, debido al nivel medio de madurez digital que presentan las empresas. Asimismo, a pesar de que han existido algunos recortes de personal de operaciones en los últimos cinco años, los sistemas productivos aún basan la fuerza productiva en la mano de obra; sin embargo, es un hecho que la industria 4.0 se vivirá de forma distinta para los ingenieros y para los obreros. Conforme avancen y se incorporen las nuevas tecnologías en el sector industrial, se hará más atractiva la contratación de ingenieros, para asegurar la competitividad y la calidad empresarial, lo que dejará atrás las fuerzas laborales de baja cualificación.

Es importante señalar que el giro de la industria manufacturera electrónica en la región requiere estrategias diseñadas y coordinadas entre los agentes involucrados (las empresas, los sindicatos y las instituciones gubernamentales como la Secretaría de Economía, la Secretaría de Educación y la Secretaría del Trabajo y Prevención Social, entre otras) que fomenten la transformación del capital humano hacia un desarrollo de habilidades y competencias para enfrentar los nuevos retos de la industria 4.0 y, de forma simultánea, diseñar e impulsar políticas que contrarresten

el aumento del número de trabajadores con baja escolaridad y limitado o nulo conocimiento en las técnicas digitales.

Para enfrentar este reto será importante ampliar y asegurar nuevos programas educativos que tomen en cuenta las necesidades del mercado laboral, además de capacitar al sector de los obreros que estén dispuestos a continuar con su preparación. Además, es importante reinstalar a los trabajadores que no están en posibilidades de continuar su certificación escolar y su capacitación técnica, ya que serían los primeros perfiles en quedar sin oportunidad de optar por un puesto de trabajo en el sector manufacturero.

Por lo tanto, este trabajo reitera la importancia de realizar nuevas investigaciones desde diferentes perspectivas, de otros sectores de la industria y de otros espacios geográficos, lo que conllevaría a sumar hallazgos para crear una base orientadora sobre las políticas públicas futuras en el ámbito de la formación educativa y tecnológica, al tomar en cuenta las demandas, las formas y los ritmos de incorporación de la industria 4.0 en algunas regiones de México.

Referencias

- Azueta, A.; Becerra, R.; Chertorivski, S.; Provencio, E. y Rodríguez, A. (2019). Salario mínimo: todavía no es suficiente. *El financiero*. <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/colaborador-invitado/salario-minimo-todavia-no-es-suficiente/>
- Barraza, E. (2020). Programa Bracero, cuando los trabajadores mexicanos eran bienvenidos en EE.UU. *Barriozona*. <https://barriozona.com/programa-bracero-cuando-los-trabajadores-mexicanos-eran-bienvenidos-en-ee-uu/>
- Baughin, J.; LaBerge, L. y Mellbye, A. (2017). *The case for digital reinvention*. McKinsey Digital. <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/the-case-for-digital-reinvention>
- Cámara Nacional de la Industria Electrónica de la Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información [CANIETI]. (2019). Propone Canieti un Consejo de Industria 4.0 al gobierno electo de BC. *CiudadTijuana*. <https://www.ciudadtijuana.info/empresarial/propone-canieti-un-consejo-de-industria-4-0-al-gobierno-electo-de-bc/>
- Carrillo, J. (2001). Maquiladoras en México: evolución industrial y retraso sindical. *Cuadernos del CENDES*, 47, 207-231. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4084264>
- Douglas, L. y Hansen, T. (2003). The Origins of the Maquila Industry in Mexico. *Comercio Exterior*, 53(11), 1045-1056. http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines_en/24/6/tayl1103.pdf
- Dorocki, S. y Brzegowy, P. (2014). The maquiladora industry impact on the social and economic situation in Mexico in the era of globalization. Environmental and socio-economic transformations in developing areas as the effect of globalization. En: *Environmental and socio-economic transformations in developing areas as the effect of globalization* (pp. 93-110). Wydawnictwo Naukowe UPEditors.

- <https://www.researchgate.net/publication/264117793> The maquiladora industry impact on the social and economic situation in Mexico in the era of globalization
- Emil, E. (2017). Industry 4.0: New Technologies and Potential for Increased Value Creation (tesis de grado). *Norwegian University of Science and technology*. <http://hdl.handle.net/11250/2491330>
- Fariza, I. (2017). Mexican maquilas: Beyond Trump: the hidden threat robots pose to the Mexican economy. *El país*. https://english.elpais.com/elpais/2017/03/21/inenglish/1490096723_650297.html
- Foro Económico Mundial [FEM] (2017). *The global Human Capital Report 2017*. Foro Económico Mundial. <https://weforum.ent.box.com/s/dari4dktg4jt2g9xo2o5pksjpatvawdb>
- Galván, O. y García, J. (2018). Análisis del desarrollo histórico de la industria maquiladora de exportación en México: caso de Ciudad Juárez, Chihuahua. *Doxa*, 8, 135-152. <https://journals.sfu.ca/doxa/index.php/doxa/article/view/74/54>
- Gera, I. y Singh, S. (2019). An Inquiry into the impact of the Fourth Industrial Revolution on Employment: A Review. *SSRN Electronic Journal*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3315169>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2019). Banco de Información Económica. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2015). Características educativas de la población. *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. <https://www.inegi.org.mx/temas/educacion/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2011). *INEGI. Encuesta sobre Capacitación a Trabajadores Manufactureros 2008 ENCATRAM*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. http://centro.paot.org.mx/documentos/inegi/encuesta_trabajadores_2008.pdf
- Instituto para el Desarrollo Industrial y el Crecimiento Económico [IDIC]. (2019). *La nueva política económica-industrial en el Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024)*. México: Instituto para el Desarrollo Industrial y el Crecimiento Económico. <https://idic.mx/2019/04/02/la-nueva-politica-economica-industrial-en-el-plan-nacional-de-desarrollo-2019-2024-hacia-un-crecimiento-sostenido-e-incluyente/>
- Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial [IVACE]. (2016). *Sistemas avanzados de eficiencia productiva para la industria 4.0. Modelo de referencia de la industria 4.0. Proyectos de I+D*. Unión Europea. Fondo Europeo de Desarrollo Regional.
- Inzunza, P. C. y Espinoza, E. G. (2018). Competencias y habilidades profesionales para enfrentar la era digital. *RITI Journal*, 103-112.
- Liao, Y.; Rocha Loures, E.; Deschamps, F.; Brezinski, G.; Venâncio, A. (2017). The impact of the fourth industrial revolution: a cross-country/region comparison. *SciELO*, 28. 1-18. <https://www.scielo.br/j/prod/a/hRmXgtCKq6qbwMkK4nVkj8g/?lang=en>
- Minian, I. y Martínez, A. (2018). El impacto de las nuevas tecnologías en el empleo en México. *Revista Latinoamericana de Economía*, 49(195), 27-54. <https://probdes.iiec.unam.mx/index.php/pde/article/view/64001/61759>
- Navarro, M. (2019). Celebran aumento a salario mínimo, pero advierten que no es suficiente. *Forbes México*. <https://www.forbes.com.mx/celebran-aumento-a-salario-minimo-pero-advierten-que-no-es-suficiente/>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2020). *Situación y perspectivas de la economía mundial. Resumen ejecutivo*. Organización de las Naciones Unidas.

- https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/publication/WESP2020_Summary_S.pdf
- Salazar, E. (1990). Transferencia de tecnología en la industria maquiladora: un ensayo de interpretación y búsqueda de conceptos. *Estudios Fronterizos*, 23, 105-119. <https://ref.uabc.mx/ojs/index.php/ref/article/download/484/710/2294>
- Schatan, C. (2018). *Retos de la automatización y digitalización para el empleo en México*. México: Centro Tepoztlán, del Colegio de México y Foro Consultivo Científico y Tecnológico. http://www.foroconsultivo.org.mx/proyectos_estrategicos/img/8/6.pdf
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Ginebra: World Economic Forum.
- Secretaría de Economía [SE]. (2017). *Estudio de diagnóstico e identificación de oportunidades de desarrollo de la industria electrónica de Baja California Julio 2017*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311904/PPCI-2016080489_-_Estudio_de_diagnostico.pdf
- Tamayo, J. (1992). Breve balance y perspectivas de la industria maquiladora de exportación. *Estudios Fronterizos*, 27-28, 9-28. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5196350.pdf>
- Uber. (2015). Pero al fin de cuentas, ¿qué es Uber y cómo se usa? *Uber Blog*. <https://www.uber.com/es-CL/blog/que-es-uber/>
- Unión General de Trabajadores [UGT]. (2017). *Industria 4.0: Análisis, evolución e implicaciones para el empleo en Castilla y León*. Valladolid: UGT Castilla y León.
- Villa, A. (2020). Contingencia ha impulsado la industria 4.0 en manufactura electrónica. *El imparcial*. <https://www.elimparcial.com/tijuana/dinero/Contingencia-ha-impulsado-la-Industria-4.0-en-manufactura-electronica-20200422-0028.html>
- Wilkins, J. (2018). Construir una fábrica inteligente exige una cultura de empresa propicia. ¿Está preparado para la industria 4.0? *Canales sectoriales. Interempresas*. <https://www.interempresas.net/Electronica/Articulos/218157-Esta-preparado-para-la-Industria-4.0.html>
- Wilson, A. (2018). *El ascenso de la automatización: la tecnología y los robots reemplazarán a los humanos*. Estados Unidos: Babelcube Inc.

Este artículo es de acceso abierto. Los usuarios pueden leer, descargar, distribuir, imprimir y enlazar al texto completo, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Garduño Palomino, K. Y. (2021). Estado de avance de la industria 4.0 en la maquiladora: efectos en el empleo en Mexicali, México. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, 11(21). <http://dx.doi.org/10.32870/Pk.a11n21.644>

* Ingeniera Mecánica. Becaria de doctorado CONACYT del programa Maestría y Doctorado de Planeación y Desarrollo Sustentable en la Universidad Autónoma de Baja California, México. Profesora en la Escuela de Ingeniería CETYS, Universidad Campus Mexicali. Correo electrónico: gardunok@uabc.edu.mx

