

## **Industria 4.0, automatización y robótica: aplicaciones un caso de estudio.**

Edgar René Vázquez González  
Universidad de Guanajuato, México  
[edrvazquez10@gmail.com](mailto:edrvazquez10@gmail.com)

### **Resumen**

El presente trabajo, aborda a través de un caso de estudio, la implementación de un proceso de automatización y robótica, en una empresa mexicana. El problema que plantea el caso de estudio versa sobre cómo el contexto económico, social y tecnológico demanda que las empresas vayan adoptando alta tecnología en sus procesos de fabricación de bienes o servicios a fin de responder a las necesidades de la sociedad. En el estudio se presentan las aportaciones teóricas a cargo de algunos autores y organismos especializados en torno al desarrollo de la industria 4.0. La estrategia metodológica con la que se realizó la investigación tiene un enfoque cualitativo, siendo el estudio de caso el instrumento metodológico, así como el análisis documental y la entrevista semiestructurada. Una vez obtenidos los resultados, se identificaron a la generación, almacenamiento y aplicación de conocimiento científico y tecnológico, como factores sustanciales que promueven el desarrollo de la industria en la actualidad. Encontrándose algunos resultados positivos que beneficiaron a la empresa estudiada. Se espera que este trabajo sea un referente para empresas con similares características en la región, y que decidan implementar en sus procesos productivos algunas de las manifestaciones de la industria 4.0.

**Palabras clave:** Industria 4.0, automatización, robótica, caso de estudio

### **1. Introducción**

El siglo XXI se ha caracterizado por el uso intensivo de la tecnología y de la innovación en la industria, los servicios públicos y privados, la educación, la salud, entre otros; cambiando

abruptamente la manera de desarrollar las tareas u obtener los servicios, estos cambios radicales han dado lugar a que autores como Schwab (2016); Christensen; Raynor y McDonald (2015) denominan la Cuarta Revolución Industrial.

Es de reconocerse que los países desarrollados son los pioneros y precursores de la cuarta revolución industrial, estos países han generado las condiciones y capacidades para ello, siendo alguna de estas: modelos de gobernanza adecuados, respeto a los marcos regulatorios; educación superior de calidad; generación de productos y servicios de alta calidad competitivos en el mercado global.

En este trabajo se presenta un caso de estudio con aplicaciones de la cuarta revolución industrial, para ello se tomaron como referencia algunas propuestas teóricas, destacándose las manifestaciones que la conforman, como lo son la inteligencia artificial, nanotecnología, automatización y robótica, manufactura avanzada, el internet de las cosas (IoT), ciudades inteligentes, biotecnología, entre otros (Morrar, Arman y Mousa, 2017). Se destaca la interrelación de estos conceptos, así como su uso y aplicabilidad en la industria. Así también se describen las dimensiones organizacionales requeridas para que las empresas implementen industria 4.0.

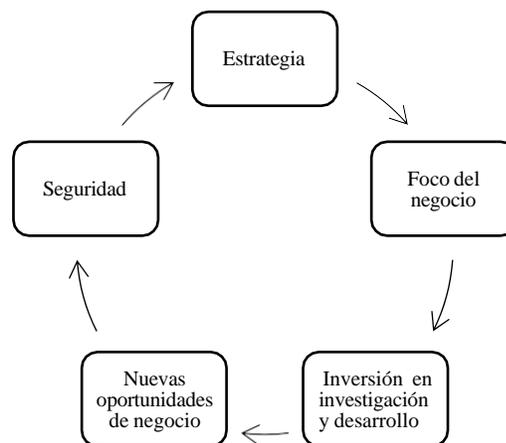
### ***Cuarta Revolución Industrial***

Se sitúa el inicio de la cuarta revolución industrial a principios del siglo XXI con base en la revolución digital. De acuerdo Schwab (2016) esta revolución se caracteriza por que el internet es omnipresente y tiene movilidad, los sensores son más pequeños y potentes que cada vez más baratos, se hacen investigaciones y aplicaciones en torno a la inteligencia artificial y el aprendizaje de la máquina.

Los beneficios de adoptar la industria 4.0 han sido descritos por (Simio 2018) en Snudden (2019) los cuales se traducen en que las organizaciones sean: más productivas; más ágiles; más innovadores; tengan menores costos; mayores ingresos; mejores centros de trabajo; mejor comunicación; y satisfacción del cliente; mejorando además la calidad de productos y servicios.

Por otro lado, las organizaciones requieren modificar sus estructuras, modelos de negocio y procesos de producción para adoptar de manera más acelerada a la industria 4.0, en la figura 1 se presentan las dimensiones organizacionales que coadyuvan a ello (Snudden, 2019; Carvalho et al. 2018; Douge, et al. 2019)

*Figura 1. Dimensiones organizacionales que coadyuvan al proceso de transformación a industria 4.0.*



Fuente: elaboración propia con base (Snudden, 2019; Carvalho et al. 2018)

1) Estrategia: que esta relacionada con la convicción de la alta dirección de incorporar alta tecnología en el proceso productivo, para ello se requiere realizar una planeación, así como la identificación con las capacidades que cuenta la organización y las que se requiere desarrollar la organización; tomando en cuenta el entorno de la organización.

2) Foco del negocio: una vez realizada la estrategia, se seleccionará el proceso productivo específico al que se desea incorporar alta tecnología y que realmente agregue valor al negocio.

3) Inversión en investigación y desarrollo: posteriormente la organización tendrá que ver este punto como una inversión, ya que le permitirá a transformar las ideas en proyectos, basándose en lecciones aprendidas y rescatando mejores prácticas; además de invertir en formación y especialización del personal.

4) Nuevas oportunidades de negocio: la organización deberá procurar desarrollar nuevos modelos de negocio en donde se podrá explotar esos nuevos productos o servicios, aprovechando los máximos beneficios que la nueva tecnología tiene para ofrecer en el ecosistema digital, atrayendo a interesados clave que pueden ser desde proveedores a nuevos clientes.

5) Seguridad: dado que la conectividad es una característica clave para la industria 4.0, los sistemas de seguridad cibernética deberán ser una de las tareas de mayor profundidad; también en esta dimensión se considera la protección industrial, intelectual, registro de patentes, con la finalidad de que la organización evite ataques informáticos, piratas o robo de información.

### ***Contexto América Latina***

Una gran variedad de estudios realizados por organismos económicos internacionales, como el Foro Económico Mundial, estiman que la mitad de los trabajos para el año 2055 serán automatizados, esto como consecuencia de la cuarta revolución industrial. Desde luego estos datos generan incertidumbre sobre el futuro del trabajo y como la sociedad le hará frente a esta transformación. Por ello, naciones en desarrollo han establecido los objetivos con una visión

integral, así como de las acciones clave (factores e instituciones) necesarias para transformar los sistemas de producción, a la luz de las tecnologías relacionadas con la industria 4.0.

Para el caso de América Latina no es la excepción por ello gobiernos, instituciones educativas, sociedad y una parte del sector empresarial, se encuentran delineando objetivos y acciones para insertarse de una manera más expedita. De acuerdo con la CEPAL (2016) en esta región del planeta, la agenda 2030 para el desarrollo sostenible y sus 17 objetivos, representan un marco de referencia para que los países desarrollen sus propias medidas y avanzar paralelamente en los tres pilares del desarrollo sostenible: el económico, social y ambiental.

Muchos países de la región tienen un enorme activo en la proporción de población joven con potencial innovador, por lo que es fundamental invertir hoy, con mirada de largo plazo, en el mejoramiento de los sistemas educativos y de formación técnica, en términos de habilidades y destrezas para ser parte activa de la revolución digital y tecnológica, así como de la economía basada en conocimiento. Para ello, los gobiernos deben establecer alianzas innovadoras con el sector privado, centros académicos y la sociedad civil. (Bárcena en CEPAL, 2016).

En América Latina, en la mayoría de los casos el gobierno es el responsable del desarrollo de políticas públicas, y para este caso que propicien la generación del conocimiento y de la innovación, ingredientes necesarios para la industria 4.0. En ese sentido, se puede identificar que a inicios del siglo XXI algunos gobiernos de la región comenzaron a impulsar políticas públicas en la materia, principalmente para el desarrollo de la innovación (con énfasis en nanotecnología) y la vinculación gobierno, academia y empresa.

En cuanto a los facilitadores en el tema, se identifican: i) innovación y desarrollo; ii) recursos humanos altamente capacitado; iii) regulación y gobernanza, iv) recursos naturales y

sostenibilidad; v) economía global, comercio e inversión. “Estas variables se toman para medir el índice de competitividad global, en ese sentido a mayor nivel en el índice, más competitivos son los países, en 2017 la media de América Latina fue de 3,42, frente al 4,41 de Europa y 4,36 de Asia” (Jiménez, 2017, p.17). Por lo que América Latina tiene grandes retos para incrementar este índice.

### ***México y el estado de Guanajuato***

En este apartado se señalan los principales elementos que han venido fomentado la cuarta revolución industrial en México y el estado de Guanajuato, sin ser exhaustivos, y únicamente con la finalidad de poner de relieve algunos puntos que se consideran son esenciales para marcar la directriz del desarrollo de la innovación y por tanto de la industria 4.0 en el país; se consideraron aquéllos que hacen referencia a la relación gobierno, academia, empresa y sociedad. Así mismo, se destacan algunos datos de la infraestructura económica, científica tecnológica con la que cuenta la región donde se ubica la empresa donde se realizó el caso de estudio.

De acuerdo con un informe de Deloitte (2020) el índice global de innovación 2020, elaborado por la Universidad Johnson-Cornet, el INSEAD y la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) coloca a México en el segundo lugar dentro de los países de América Latina y el Caribe y en la posición número 55 de 131 a nivel global. Estos datos son reveladores y dejan ver que aún falta un largo camino por recorrer, para llegar al número uno de América Latina y mejorar en la posición global, los esfuerzos realizados por gobierno, academia, el sector privado deben intensificarse.

En el pasado, la Ley de Ciencia y Tecnología nacional se crearon programas y acciones muy concretas, por vocaciones económicas, sociales, científicas y tecnológicas en regiones

específicas para tratar de articular la academia, gobierno y los sectores productivos, en algunas regiones como el norte del país (Nuevo Leon, Coahuila y San Luis Potosí) el centro occidente (Guanajuato, Jalisco, Querétaro y Aguascalientes), estos programas tuvieron resultados favorables, y en el resto de las regiones, como en el sur no se tuvieron los resultados esperados.

En lo que corresponde al Plan Estatal de Desarrollo del estado de Guanajuato 2040, en la Dimensión Economía, contempla a la Ciencia, Tecnología e Innovación para afrontar la cuarta revolución industrial o industria 4.0. En dicho documento se señala los proyectos sobre los cuales se dinamizará la economía, tales como industria 4.0, logística y transporte, conectividad, internacionalización de la economía, generación de fuentes de energías limpias alternativas para la seguridad energética, potencializar nuevos modelos de negocio.

En el ámbito económico y productivo, la entidad cuenta con un liderazgo en el sector de la proveeduría de cuero y calzado. Respecto a la actividad agrícola, Guanajuato ocupa el segundo lugar a nivel nacional como exportador, después de Sinaloa, y es líder nacional en producción hortícola. El sector Automotriz y de Autopartes es el que más se ha fortalecido en los últimos años, debido a la inversión extranjera y a la instalación de grandes armadoras en diferentes municipios, haciendo de Guanajuato una plataforma global para esa industria.

A fin de impulsar la actividad de la industria 4.0, es importante identificar a los sectores que destacan por su contribución y evolución en el Producto Interno Bruto (PIB) estatal, siendo los principales los siguientes: Manufactura, Comercio, Servicios Inmobiliarios, Construcción, Transporte, Actividades

Agropecuarias, Servicios Educativos, entre otros. En lo que toca a la industria manufacturera la Química, Plásticos, Hule y derivados del Petróleo cuentan con el 25 %, mientras que la industria alimenticia el 28%,

Maquinaria y Equipo industrial Eléctrico y Automotriz con el 25%, el Cuero y Prendas de Vestir el 10%. (Secretaría de Desarrollo Económico, 2020)

En la agenda estatal de innovación de Guanajuato se destacan dichas áreas a través de sectores que se encuentran interrelacionados como una cadena de valor y que pueden involucrar a otros sectores con distintos niveles de desarrollo (emergente o consolidado).

En el estado de Guanajuato operan 23 parques industriales registrados ante el Sistema Mexicano de Promoción de Parques Industriales (SIMMPPI), concentrados en 8 municipios. El Gobierno del Estado ha realizado una intensa promoción de la investigación, desarrollo e innovación por medio de planes y estrategias desplegadas en los últimos años (Secretaría de Desarrollo Económico, 2020).

Estos son solo algunos datos, sin embargo, ello refleja que la región se encuentra en una etapa incipiente en cuanto al desarrollo de industria 4.0, dado que la principal actividad económica sigue siendo la manufactura, la agricultura, comercio, servicios, entre otros, que siguen procurando el trabajo manual. Además, por parte de los empresarios existe resistencia para invertir en nueva tecnología, investigación y desarrollo, así como una escasa vinculación con instituciones educativas a fin de desarrollar proyectos de innovación.

Otro elemento por destacar es que la academia, aún tiene el reto de consolidar la vinculación con la industria, los investigadores se ocupan más por publicar artículos en revistas internacionales con los mejores estándares de calidad y los resultados hablan de ello; realizan investigaciones en sus laboratorios y en ocasiones en temas que no están relacionados con problemáticas específicas de la región. Los indicadores en materia de innovación el estado tiene el 39.3 se encuentra apenas muy por debajo de la media nacional que es de 40.2 (INEGI, 2017) por tanto, se puede señalar que

se tienen grandes oportunidades para lograr una correspondencia entre la infraestructura científica y tecnológica instalada en el estado y los indicadores de innovación.

Por lo anterior, se insiste en señalar, en que el esfuerzo no solo es de uno o dos actores, sino que el gobierno, las universidades, la industria y la sociedad deberán trabajar de manera colaborativa cada uno, desde su rol para ser frente a los retos que plantea la cuarta revolución industrial, los países desarrollados han dado una muestra al mundo de que, con esta sinergia, se dan mejores resultados.

## **2. Descripción de la organización**

La empresa que se presenta como caso de estudio describe el proceso de implementación automatización y robótica en su proceso de distribución y logística. Es una empresa del sector cuero calzado ubicada en el estado de Guanajuato en México, cuya principal actividad es comercializar calzado a través de venta por catálogo y en línea. Es una empresa 100% mexicana desde hace 40 años fue pionera en México en desarrollar este modelo de negocio. Al ser una empresa de venta por catálogo cuenta con una fuerza de ventas conformada por un grupo de personas que se afilian para poder vender los productos de la empresa, estas personas son las encargadas de hacer la labor de venta y llevar el producto al consumidor final. La empresa cuenta con más de 142 sucursales a nivel nacional y 8 Centros de distribución localizados en México y Estados Unidos de America.

En la actualidad en la empresa se identifican las siguientes ventajas competitivas: los años de experiencia en el mercado, productos de alta calidad, departamentos de desarrollo, diseños innovadores, presencia de publicidad a nivel nacional y el uso de calzado como una necesidad básica para las personas. **3. Descripción del desafío a resolver**

Como ya se refirió la empresa comercializa a través venta por catálogo y en línea, por tanto se tiene implementada la política de aceptar las devoluciones generadas por distintos conceptos como son: defectos de fábrica, talla incorrecta o por que simplemente no fue del gusto del cliente, por ello, se tiene un procedimiento establecido para aceptar la devolución. De acuerdo a nuestro entrevistado, “el reto está en atender la administración de todas esas devoluciones que son generadas y además en el cómo poner a la venta nuevamente el producto que tuvo devolución en el menor tiempo posible.”(C. Benavides, comunicación personal, 29 de septiembre de 2018)

En este momento la empresa cuenta con dos grandes centros de distribución, ABCDE ubicado en Silao, Guanajuato, y el FGHI ubicado en Guadalajara, que alimentan a la red que ha construido la empresa que son llamados puntos de ventas.

Estos dos centros concentran todos los productos que la empresa vende a nivel nacional y alimentan a otros centros de distribución considerados regionales, que a su vez alimentan a las sucursales o red de puntos de venta, así también surten pedidos directamente al consumidor final, atienden grandes clientes como tiendas departamentales, esto con el fin de no tener inventarios elevados en las distintas sucursales.

Los centros de distribución regionales que alimentan a las sucursales, las cuales constantemente son monitoreadas en cuanto a la rotación del producto y la venta de cada producto colocado en cada sucursal. El principal problema de la empresa radicaba en la distribución y devolución de las mercancías, pues el control para este proceso era manual lo que implicaba demoras, pérdidas de mercancías y se requería de mucho personal para llevar a cabo este proceso.

El tener detenido un producto determinado tiempo esperando su múltiplo y al ser la empresa con filosofía de venta por catálogo, puede terminar la temporada del catálogo y ya no volverse a

vender ese producto, puesto que automáticamente al avanzar de catálogo sale de promoción y el producto se va rezagando más y este tema es tanto como hablar de tener dinero detenido sin producir, el detener dinero cuesta, genera gasto fijo, genera recursos y simplemente no se promueve el producto.

Otra desventaja es que al operar manual, se habla en automático de que se generan almacenes, es decir hay inventario, lo que implica en incurrir en la elevación de costo. (C.Benavides, comunicación personal, 29 de septiembre 2018)

#### **4. Innovación implementada**

Para hacer frente a esta problemática, la alta dirección de la empresa desarrolló el proyecto de automatización y robótica, denominado “automatización de última generación” el cual tiene como propósito satisfacer los pedidos con los que cuenta la empresa, en este mundo de alta demanda hoy en día y de gran rapidez que requiere el cliente.

El proyecto consistió en desarrollar bandas transportadoras automatizadas, que mediante un escáner de alta tecnología y con una interfaz de nueva generación, al respecto nuestro entrevistado manifiesta:

Permite procesar por estas bandas cualquier tipo de producto, de tal manera que se aumenta la capacidad para distribuir y surtir pedidos en menor tiempo y en mayor capacidad, dando como resultados clientes más satisfechos y colocación de mayores productos en el calzado, es importante mencionar que al surtir por esta automatización de última generación, y no tener toda la cadena automatizada pasan dos cosas, o el producto para surtir se termina muy rápido debido a su alta eficiencia, o el producto se atrasa en llegar al área de la tecnología, por que se sigue dependiendo una parte del recurso humano (C. Benavides, comunicación personal, 29 de septiembre 2018).

Lo anterior derivó para que la empresa desarrollara un siguiente nivel del proyecto. El cual consistió, en instalar mas bandas y escribir mas códigos para seguir automatizando a toda la cadena de distribución, lo que permite monitorear la rotación de los productos, evitar tener inventarios, y contar con mayor capacidad de respuesta ante alta demanda, es decir producto del constante aprendizaje de la organización, así como de la máquina robótica y automatizada.

La inversión de la empresa para este proyecto, fue cercano a los \$3.5 millones de dólares, ya que parte de la tecnología fue importada, de alemania principalmente, en su instalación trabajaron ingenieros de la empresa con los proveedores de la tecnología, sin embargo es importante destacar, que la mayor parte de los algoritmos y el desarrollo de aplicaciones para que la tecnología funcionara, fueron realizados por los propios ingenieros de la empresa, así como estudiantes de grado y de posgrado.

## **5. Resultados y lecciones aprendidas**

Para la empresa, representó un incremento en la productividad medida en nivel ventas, en aproximadamente un 30% más que en el primer semestre de 2018, se redujo la plantilla de personal de la empresa en un 10%, a decir de la alta dirección, se espera que el retorno de la inversión de todo este proyecto sea en un lapso máximo de 4 años.

En el apartado del contexto se refirieron las dimensiones organizacionales que coadyuvan a que las empresas adopten industria 4.0 en sus procesos productivos, para este caso de estudio se destaca lo realizado por la empresa en la tabla 1.

*Tabla1. Análisis organizacional en la adopción de industria 4.0*

<b>Dimensión organizacional</b>	<b>Características</b>	<b>Medio verificación</b>
	<b>identificadas empleadas en la empresa</b>	

<p><b>Estrategia</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compromiso de la alta dirección.</li> <li>• Oportunidad para el negocio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de acción de la empresa para identificar las capacidades de la organización.</li> </ul>
<p><b>Foco del negocio</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación del proceso productivo factible de incorporar alta tecnología. (distribución y logística)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo y aplicación de las bandas transportadoras en el proceso productivo (automatización y robótica)</li> </ul>
<p><b>Inversión en investigación y desarrollo</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión en capacitación para especializar al personal de la empresa.</li> <li>• Inversión para desarrollo de tecnología por arte de la empresa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento y nueva tecnología al equipo autónomo adquirido por la empresa.</li> <li>• Funcionamiento de la alta tecnología</li> </ul>

<p><b>Nuevas oportunidades de negocio</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atracción a la empresa de nuevos clientes y proveedores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compartir tecnología de logística (seguimiento) con empresas dedicadas a ello.</li> <li>• Estancias en la empresa para estudiantes de posgrado</li> </ul>
<p><b>Seguridad</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisición y desarrollo de equipo en ciberseguridad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo de seguridad en funcionamiento.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Para elaborar la tabla anterior ha sido necesario comprender las dimensiones y las características descritas con base a la información descrita líneas arriba, de tal manera que permitió establecer las relaciones existentes en la empresa y lo que han propuesto estudiosos de la industria 4.0.

Así, en la empresa se pudo identificar que en la dimensión estrategia fungió como un factor importante, lo anterior en virtud de que la alta dirección asumió el compromiso para visualizar como una oportunidad de negocio la implementación de industria 4.0 en su empresa, al realizar el análisis documental se verificó, la existencia de un plan de acción que destacaba las capacidades

y oportunidades de la empresa a efecto de que en un corto plazo la alta tecnología sea parte del proceso productivo.

El enfoque de negocio de la empresa es la comercialización del calzado, siendo su principal proceso productivo la distribución y logística, y es ahí donde se decidió implementar la alta tecnología, transformando el trabajo manual, a un desarrollo automatizado y robotizado. También se destaca la inversión que realizó la empresa en investigación y desarrollo, adicional a la adquisición del equipo tecnológico; se capacitó y especializó al personal, además se siguió invirtiendo en desarrollar los componentes tecnológicos requeridos para poner en operación todo el equipo tecnológico, resultando de lo anterior, nuevo conocimiento traducido en aplicaciones tecnológicas a través de microcomponentes, desarrollo de software, conectividad, entre otros.

En lo que corresponde a nuevas oportunidades de negocio, se logró la atracción de nuevos clientes y mercados, como por ejemplo a la industria textil y de vestir para que a través de sus plataformas se comercializar dichos productos. Así también se incorporaron nuevos proveedores, en este caso, las compañías de mensajería y paquetería, destacando que con una de ellas, se logró establecer una alianza para compartir el componente tecnológico que corresponde al seguimiento de traslado de mercancías. Además, la empresa amplió las oportunidades para que estudiantes de ingeniería y posgrado realicen estancias, lo que aporta el desarrollo de proyectos de mejora y de innovación, resultando esto, como ya se mencionó un segundo nivel de alta tecnología.

En la dimensión seguridad, la empresa solo adquirió tecnología para ciberseguridad y la complementó con desarrollo propio, sin embargo se reconoce que en materia de seguridad es un área de oportunidad, ya que no han registrado o patentado la tecnología desarrollada por los equipos de trabajo de la empresa, en lo que corresponde al software utilizado la seguridad con la que cuentan es media, que los hace vulnerables de recibir ciberataques.

En lo que respecta a los componentes de la industria 4.0, de acuerdo al análisis de la información de la empresa, se identificó que el componente de digitalización e integración de cadenas de valor vertical y horizontal, aún se encuentra incipiente para el proceso de distribución y logística, ya que aún no logran conectarse de manera digital con los proveedores, lo realizan de manera tradicional, no obstante, a la salida de los productos a sus clientes existe una integración de tipo horizontal, ya que los productos que se envían se da una conexión permanente y continua en tiempo real con la empresas de mensajería y paquetería, que permite a los clientes un seguimiento de la mercancía en tiempo real.

En el segundo componente relativo a la digitalización de oferta de productos y servicios, en la empresa estudiada, las ventas en su gran mayoría (90%) ocurren a través de su página de internet, sin embargo, el seguimiento y atención sobre defectos del producto aún no es eficiente por esta vía, la empresa se encuentra en la etapa del prototipo de tecnología para mejorar este servicio.

En el modelo innovador de negocios digitales, esta empresa fue una de las pioneras en ofrecer y vender los productos por internet, la plataforma tecnológica ha evolucionado en los últimos tres años para que sea más efectiva y sencilla de usar para los usuarios. Se identifican como áreas de oportunidad para este componente, una explotación mayor en materia de mercadotecnia y publicidad y extender la oferta de servicios a tecnología móviles.

Realizar el estudio de caso, ha permitido identificar las dimensiones organizacionales y los componentes, que pueden facilitar la incorporación de industria 4.0 en la empresa estudiada, como se describió se identifican elementos del uso y desarrollo de alta tecnología, sin embargo aún tienen áreas de oportunidad por atender. La alta dirección a la fecha está convencida de seguir impulsando

el uso de industria 4.0, por lo que representa para la empresa, ya que cuentan con el talento humano, la infraestructura y las alianzas con los principales actores que les permitiría lograrlo.

La industria 4.0 propicia cambios radicales y disrupciones en la industria, en el gobierno, la academia y la sociedad. Se pone de manifiesto que la generación, almacenamiento y aplicación de conocimiento científico y tecnológico, es un factor sustancial que promueve a la industria en la actualidad, siendo estos impulsores tecnológicos: físicos, digitales y biológicos, los cuales se encuentran interrelacionados, cuya característica principal, es que son transdisciplinarios. A diferencia de las tres revoluciones anteriores, la cuarta ha sido la de mayor velocidad y con un alcance global.

Algunos países, en su mayoría los que se distinguen por ser desarrollados han sido pioneros en la explotación de la industria 4.0; esto ha sido posible gracias a que cuentan con la infraestructura científicotecnológica, una economía, comercio e inversión, que puede hacer frente a los retos de la transformación, un modelo regulatorio y de gobernanza facilitador para la ejecución de las políticas públicas en la materia; desde luego dentro de los cambios, están realizando acciones por proteger al medio ambiente.

Este estudio pretende contribuir al desarrollo regional a través de la vinculación (gobierno, academia, empresa y sociedad) e industria 4.0 permitiendo: priorizar áreas de especialización y seleccionar a los sectores con los cuales desarrollar proyectos de alta tecnología o industria 4.0; diseñar un sistema de control y evaluación de indicadores que permitan medir el rendimiento de las dimensiones organizacionales y componentes de la mencionada industria implementadas por las empresas. Cabe precisar que se requerirá abarcar otras empresas de la región para caso de estudio, con instrumentos metodológicos de mayor nivel de profundidad, que permitan ampliar las explicaciones de las proposiciones planteadas.

Para concluir, creemos que este trabajo brinda una visión complementaria desde la perspectiva innovación, de lo que se denomina la cuarta revolución industrial, para este caso, la descripción de inserción de la automatización y robótica, que hoy día es estratégico para el desarrollo de la innovación en países, que busca hacer de la generación de conocimiento científico y tecnológico, un factor económico directo y al mismo tiempo un instrumento de la política gubernamental del desarrollo económico y social de regiones y países.

## Referencias

Barcena, Alicia (2016). CEPAL: “Una cuarta revolución industrial supone para la región un cambio estructural progresivo con la igualdad y la sostenibilidad en el centro”.

*Comunicado de prensa CEPAL* Sitio web: <https://www.cepal.org/es/comunicados/cepal-cuarta-revolucion-industrial-supone-la-region-un-cambio-estructural-progresivo-la>

Carvalho, Núbia, Chaim, O., Cazarini, E., Mateus G. (2018). Manufacturing in the fourth industrial revolution: A positive prospect in Sustainable Manufacturing. *Procedia Manufacturing* 21: 671-

678. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.170>

Christensen, Clayton M., Raynor, Michael E. y McDonald, Rory (2015). What is Disruptive Innovation? *Harvard Business Review*, 2015 issue: 44-53.

Deloitte (2 de noviembre 2020). *Propiedad intelectual México segundo lugar de AL Índice Mundial de Innovación*. <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/legal/articles/mexico-segundo-lugar-indicemundial-de-innovacion.html>

Instituto Nacional de Información y Estadística Geográfica (15 de noviembre 2020). Investigación, desarrollo tecnológico e innovación año 2017.

[https://www.inegi.org.mx/temas/ciencia/#Informacion\\_general](https://www.inegi.org.mx/temas/ciencia/#Informacion_general)

Jiménez, Kevin (2017). América Latina y la 4ta Revolución Industrial. *Revista Proeconomía*. Sitio

web: <https://proeconomia.net/america-latina-la-4ta-revolucion-industrial/>

Morrar, Rabeh, Husam Arman, y Saeed Mousa (2017). “The fourth industrial revolution (Industry 4.0): A social innovation perspective.” *Technology Innovation Management Review*, 11:

12-18.

Schwab, Klaus (2016). *La cuarta revolución industrial*. México: Debate

Snudden, Jamie (2019). “Progression to the next industrial revolution: Industry 4.0 for composites”

*Reinforced Plastics*, 3 (63): 136-142

----. (2015) *Agenda Estatal de Innovación de Guanajuato*. 23 de abril de 2019 de Gobierno de la

República: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Sitio web:

<http://www.agendasinnovacion.org/wpcontent/uploads/2015/05/Agenda-Guanajuato.pdf>

----. (2020) *Secretaría de Desarrollo Económico del Estado de Guanajuato*. 10 de diciembre de

2020, de Gobierno del Estado de Guanajuato Sitio web: <http://sde.guanajuato.gob.mx/>

----. (2020). *Plan Estatal de Desarrollo de Guanajuato, 2040*. 15 de octubre de 2020, de Gobierno del

Estado de Guanajuato Sitio web: [http://www.guanajuato.gob.mx/pdf/Gto2040\\_WEB.pdf](http://www.guanajuato.gob.mx/pdf/Gto2040_WEB.pdf)