



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA

**ITM**

TESIS:

**NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EMPRESAS DE  
MANUFACTURA EN MÉRIDA, YUCATÁN**

**PARA OPTAR EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN PLANIFICACIÓN DE EMPRESAS Y DESARROLLO REGIONAL**

**PRESENTA:**

**ING. IND. JOSÉ CARLOS JIMÉNEZ DE LA CRUZ**

**ASESOR:**

**DRA. ANA MARÍA CANTO ESQUIVEL**

**MÉRIDA, YUCATÁN, MÉXICO  
4 DICIEMBRE 2020**



"2020, Año de Leona Vicario, Benemérita Madre de la Patria"

DEPENDENCIA: DIV. DE EST. DE POSG. E INV.

No. DE OFICIO: X-371/20

Mérida, Yucatán, 11/Noviembre/2020

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

**C. JOSÉ CARLOS JIMÉNEZ DE LA CRUZ  
PASANTE DE LA MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN  
DE EMPRESAS Y DESARROLLO REGIONAL  
PRESENTE.**

De acuerdo al fallo emitido por su directora Ana María Canto Esquivel y la comisión revisora integrada por María Antonia Morales González, Hermila Andrea Ulibarri Benítez y Andrés Miguel Pereyra Chan considerando que cubre los requisitos establecidos en el Reglamento de Titulación de los Institutos Tecnológicos le autorizamos la impresión de su trabajo profesional con la TESIS:

**"NIVEL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EMPRESAS DE MANUFACTURA EN MÉRIDA, YUCATÁN"**

**ATENTAMENTE**

*Excelencia en Educación Tecnológica*

**HERMILA ANDREA ULIBARRI BENÍTEZ  
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

C.p. Archivo  
HAUB/AMPC/zac



## DEDICATORIA

A mi familia:

Por todo el apoyo brindado por parte de mis papás Carlos Jiménez y Telma del Carmen que han estado siempre a mi lado respaldándome, por enseñarme a crecer, guiándome, siendo las bases para superarme cada día y a mis hermanas Karla y Victoria, que han estado para mí incondicionalmente y gracias por apoyarme siempre.

A mi tía:

Gracias por todo el apoyo que me brindaste y por animarme a intentarlo una vez más, gracias por creer en mí.

Aracely de la Cruz Gómez.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a mi asesora, la Dra. Ana María Canto Esquivel, por brindarme su amistad y conocimientos, siempre apoyándome en la realización de esta investigación y por motivarme a diario para concluir el mismo.

Gracias a mis revisores, M.C. Andrés Miguel Pereyra Chan, Dra. María Antonia Morales Gonzales por su contribución en la realización de la investigación y por su apoyo para concluir la maestría.

Gracias a M.C. Hermila Andrea Ulibarri Benítez por darme la bienvenida a la maestría y por apoyarme en el transcurso de ella, fue un gran apoyo a mi persona y ejemplo a seguir, por brindarme su amistad y confianza.

Gracias a los profesores de la maestría, por haber compartido su vasto conocimiento conmigo y mis compañeros y contribuir en mi formación profesional.

Agradezco también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por darme la oportunidad de realizar mis estudios de maestría y brindarme el apoyo necesario para llevar a cabo mi investigación.

A mi familia y amigos, los aprecio mucho.

## RESUMEN

El avance tecnológico que existe en el mundo lleva a replantear a las empresas cuáles de estos avances conviene aplicar, por ello la Industria 4.0 llega a México abriendo nuevas oportunidades de negocio y alianzas para las empresas manufactureras, con ello la digitalización e integración de los procesos de toda la organización. Por lo anterior el objetivo de este estudio es evaluar el nivel actual de implementación de la Industria 4.0 en las empresas manufactureras de Mérida, Yucatán, esto para enfrentar los cambios venideros en tecnología que brinde a las empresas cambios significativos que permitan la mejora de la calidad de servicios y productos de las compañías y que favorezca la generación empleos y oportunidades de inversión tanto local como extranjera, potenciando la industria en el sureste de México.

La investigación tiene un enfoque mixto y transversal, en el cual, para la recolección de los datos se utilizó solo un instrumento con escala Likert y preguntas abiertas. El instrumento anterior fue aplicado a empresas manufactureras de Mérida, Yucatán de todos los niveles.

El análisis de los resultados ayudó a identificar los niveles y el conocimiento que actualmente tienen las empresas que influyen en una mejor inmersión de las empresas del sector manufactureros en la transformación digital que se originó a nivel global con el fin de identificar el desarrollo económico de las empresas manufactureras y de la región. Los resultados obtenidos más significativos fue que entre los objetivos evaluados, los que se deben de trabajar con profundidad e importancia es en la capacitación del recurso humano y la aplicación de nueva tecnología referente a la transformación digital.

## **ABSTRACT**

The technological advance that exists in the world takes to the enterprises to stake out which ones apply, that's why the 4.0 Industry comes to México opening new business opportunities and alliances for the manufacturing enterprises, with that, the digitalization and integration of the processes of the whole organization. For the above the objective of this study is evaluate the current level of implementation of the 4.0 Industry at the manufacturing enterprises of Mérida, Yucatán, this, to face the upcoming changes on technology that offer to the enterprises significant changes that allows the improvement of the quality of services and products of the enterprises and advantages the job creation and investment opportunities such as local as foreigner, empowering the industry on the southeast of México.

The research has a mixed and crossed focus, which, to the harvest of data was used just one instrument with Likert scale and open questions. The previous instrument was applied to manufacturing enterprises of Mérida, Yucatán on every level.

The results of the analyzes helped to identify the levels and knowledge that the enterprises actually have, that influence on a better immersion of the enterprises of the manufacturing sector on the digital transformation which was originated on a global level with the purpose of economic development of the manufacturing enterprises and of the region. The more significant obtained results were that between the evaluated objectives, the ones with we should work deeply and importantly is the training of human resource and the application of new technology referring to the digital transformation

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN .....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	8
1.2.1. Preguntas de investigación .....	11
1.2.2. Objetivos .....	12
1.3. Justificación.....	12
1.4. Delimitación y limitaciones.....	13
1.5. Contenido de los capítulos.....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	15
2.1 Inicios de la Manufactura .....	15
2.2 Tipos de Manufactura A continuación se describen los diferentes tipos de clasificaciones de la manufactura. ....	16
2.2.1 Manufactura Artesanal.....	16
2.2.2 Manufactura Esbelta .....	17
2.2.3 Manufactura Automatizada.....	18
2.3 Industria 4.0.....	19
2.3.1 Herramientas de la Industria 4.0.....	19
2.3.2 Data-driven services.....	19
2.3.3 Internet of Things.....	21
2.3.4 Empresas Inteligentes ( <i>Smart Factory</i> ) .....	22
2.3.5 Operaciones Inteligentes ( <i>Smart Operations</i> ) .....	23
2.3.6 Productos Inteligentes ( <i>Smart Products</i> ).....	25

2.4. Industria 4.0 Sostenible.....	27
<b>CAPÍTULO III. MARCO CONTEXTUAL.....</b>	<b>32</b>
3.1 Sector manufacturero a nivel Mundial.....	32
3.2 Sector Manufacturero a nivel Nacional.....	33
3.3 Sector Manufacturero en Yucatán .....	35
<b>CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA .....</b>	<b>42</b>
4.1 Enfoque de la investigación .....	42
4.2 Tipo de Investigación.....	42
4.3 Diseño de la investigación .....	42
4.4 Unidad de análisis, sujeto de estudio, población y muestra .....	43
4.4.1 Unidad de Análisis y sujeto de estudio .....	43
4.4.2 Población y muestra .....	43
4.5 Definición de variables o categorías de análisis.....	44
4.6 Descripción de las herramientas de recolección de información. ....	45
4.6.1 Instrumentos de investigación .....	45
4.6.2 Proceso de recolección de datos.....	48
4.6.3 Confiabilidad.....	48
4.6.4 Validez .....	48
4.7 Procedimiento de análisis de información .....	49
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
5.1 Datos Generales de las empresas encuestadas.....	50
5.2 Niveles de capacitación y conocimiento actual sobre Industria 4.0 .....	51
5.3 Estrategias, inversiones e innovaciones para la Industria 4.0 .....	53
5.4 Empresas inteligentes .....	56
5.5 Servicios basados en datos .....	62
5.6 Operaciones Inteligentes.....	66
5.7 Propuesta de estrategias.....	71
5.8 Principales Resultados.....	72
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
6.1 Conclusiones .....	74

6.2 Recomendaciones .....	76
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA.....</b>	<b>78</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Personal Ocupado 2017.....	53
Tabla 3.2 PIB Yucatán 2016.....	54
Tabla 3.3 Empresas manufactureras medianas y grandes de la ciudad de Mérida.....	44
Tabla 4.1 Variables e indicadores.....	52
Tabla 4.2 Objetivos, indicadores y distribución de ítems de instrumentos.....	55
Tabla 5.1 Frecuencia de tamaños de empresas.....	56
Tabla 5.2 Antigüedad de las empresas.....	56
Tabla 5.3 Resumen de los principales resultados objetivos en el estudio.....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1 Percepcion acerca de las herramientas utilizadas en las empresas encuestadas..	56
Figura 5.2 Comportamiento de los empleados con respecto a la Industria 4.0.....	57
Figura 5.3 Porcentajes de respuestas con respecto a la capacitación de empleados.....	58
Figura 5.4 Porcentajes de respuesta sobre estrategias e inversión.....	59
Figura 5.5 Porcentajes de respuestas sobre primeras inversiones en industria 4.0 .....	60
Figura 5.6 Porcentajes de respuestas sobre la gestión de innovación tecnológica.....	60
Figura 5.7 Porcentaje de respuesta con respecto a la maquinaria controlada semi o automáticamente.....	61
Figura 5.8 Porcentaje de respuesta con respecto a la actualización de maquinaria.....	62
Figura 5.9 Porcentaje de respuesta con respecto al modelado digital.....	63
Figura 5.10 Porcentaje de respuesta con respecto al uso del almacenamiento en la nube...	64
Figura 5.11 Porcentaje de respuesta con respecto a la actualización de datos almacenados.....	64
Figura 5.12 Porcentaje de frecuencias con respecto a procesos de integración en la compañía.....	65
Figura 5.13 Porcentaje de respuesta con respecto a la utilización de los datos en la compañía.....	66
Figura 5.14 Porcentaje de respuesta con respecto al uso de los datos para beneficio de los clientes.....	67
Figura 5.15 Porcentaje de respuesta con respecto a los datos que generan un ingreso en la compañía.....	68
Figura 5.16 Porcentaje de respuesta con respecto a los datos para la toma de decisiones..	68
Figura 5.17 Porcentaje de respuesta con respecto al uso de sistemas integrados de intercambio de información.....	69
Figura 5.18 Porcentaje de respuesta con respecto a la ejecución autónoma de la línea de trabajo.....	70
Figura 5.19 Porcentaje de respuesta con respecto al manejo de sistemas de guiado autónomo en la empresa.....	71

Figura 5.20 Porcentaje de respuesta con respecto al uso de la seguridad informática.....	71
Figura 5.21 Porcentaje de respuesta con respecto al uso de la nube para almacenar datos.....	72

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

A finales de siglo XVIII y principios del XIX, la Primera Revolución Industrial transformó el mundo como ningún otro fenómeno histórico, se pasó de una economía rural basada en la agricultura y el comercio, a una economía urbana, industrial y mecanizada, que cabalgaba sobre la máquina de vapor (Oliván, 2014).

En la segunda revolución, la electricidad y los combustibles fósiles darían energía a miles de fábricas que crecieron en tecnificación y tamaño, precipitando una división del trabajo sin precedentes. El proceso de industrialización tuvo lugar a mediados del siglo XIX, y vino acompañado por el hallazgo de fuentes de energía más ricas, como el gas, el petróleo o la electricidad que se convertirían en el símbolo de esta Segunda Revolución Industrial, pero también se tuvieron increíbles avances en los sistemas de comunicación, con la invención de la radio (Guillermo Marconi) y el teléfono (Graham Bell), así como en los medios de transporte, con la aparición del primer avión (hermanos Wright) y el automóvil (Castresana, 2015).

Durante el pasado siglo XX, una nueva ola de avances dio inicio a la Tercera Revolución Industrial. Una vez más, el desarrollo de las fuentes de energía, tales como la nuclear y fuentes alternativas como la eólica, solar e hidráulica, jugaron un papel fundamental; pero el verdadero protagonismo recayó sobre las llamadas Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). Los descubrimientos en informática, electrónica y telecomunicaciones hicieron posible, no solo que un número importante de tareas se realizaran de forma automática en los procesos productivos, sino que además han sido responsables de la proliferación de nuevas tecnologías (PC, ordenadores portátiles, móviles, etc.), así como de la irrupción del Internet y de las redes sociales (Castresana, 2016).

La historia muestra que una vez que las revoluciones industriales se ponen en marcha, el cambio se produce con rapidez. Los emprendedores convierten los inventos en innovaciones comerciales, estas dan a lugar a nuevas compañías que crecen aceleradamente y por último los consumidores demandan los nuevos productos y servicios que mejoran su calidad de vida. Una vez que el engranaje de este proceso comienza a funcionar, la industria, la economía y la sociedad se transforman a toda velocidad (Schwab, 2016).

La trayectoria de cada una de las revoluciones industriales nunca ha sido fácil ni directa. El tipo de trabajo se transforma, la mecanización y la producción en masa trasladaron a millones de personas a fábricas y ciudades. Los ordenadores y el desarrollo de los medios de transporte hicieron posible la construcción de cadenas de abastecimiento más extensas y flexibles, que han atravesado fronteras y convertido los mercados locales en mercados globales y más interdependientes que nunca (Schwab, 2016).

La cuarta revolución industrial exige pensar de forma lateral, uniendo industrias y disciplinas antes delimitadas de forma precisa. Las empresas financieras, desde bancos hasta fondos de inversión, contratan especialistas cuantitativos que puedan estudiar grandes volúmenes de datos en busca de información sobre el comportamiento de los clientes y oportunidades de inversión. Esta revolución podrá generar millones de empleos para aquellos que posean las capacidades y la formación adecuadas. Uno de los mayores retos para los gobiernos venideros y actuales y las empresas es moldear una fuerza laboral para el futuro y así ayudar a los trabajadores de hoy a hacer la transición a esta nueva cultura (Castresana, 2016).

Aún se tiene que comprender plenamente la velocidad y la amplitud de esta nueva revolución. Se consideran las posibilidades ilimitadas de tener millones de personas conectadas mediante teléfonos inteligentes, lo que da lugar a un poder de procesamiento de información, la capacidad de almacenarla y el acceso a esta tecnología, además de la inteligencia artificial, robótica, el internet de las cosas, los

vehículos autónomos, la impresión 3D, nanotecnología, la biotecnología, la ciencia de los materiales y el almacenamiento de energía (Schwab, 2016).

En la actualidad se enfrentan cambios profundos en todas las industrias, marcados por la nueva forma de los negocios, la remodelación de sistemas de producción, consumo, transporte y entrega. En el ámbito social en México es inusual hablar siquiera de la Industria 4.0 o cuarta revolución industrial, ya que, gran parte de la sociedad está desinformada a cerca de este tema que en cualquier momento tendrán frente a ellos, y no sabrán cómo reaccionar. Debido a esto, los gobiernos y las instituciones se están reinventando, como también lo están haciendo en educación y salud (Schwab, 2017).

El concepto Industria 4.0 surge en Alemania a comienzos de la década de 2010, acuñado por un grupo multidisciplinario de especialistas convocados por el gobierno alemán para diseñar un programa de mejora de la productividad de la industria manufacturera. El término fue presentado por primera vez en la Feria de Hannover de 2011 y ganó protagonismo en muy poco tiempo. En la Feria de 2013 el grupo de especialistas presentó los resultados finales del estudio e hizo pública la estrategia del gobierno alemán para llevar a sus instalaciones fabriles a un nuevo estadio evolutivo. Así, el término Industria 4.0 se convirtió en un eje central del Plan Estratégico de Alta Tecnología 2020 del gobierno alemán, y se instaló mundialmente como una de las referencias conceptuales de la Cuarta Revolución Industrial (Basco et al., 2018).

Por tanto, Industria 4.0 es una iniciativa estratégica que recoge todo un conjunto de recomendaciones para responder a los retos que plantea el objetivo europeo “Horizonte 2020”. Quizá el problema es que Industria 4.0 no es un producto físico en sí mismo que se pueda llevar, sino un titular, una idea que describe algo que está ocurriendo hoy y quizá vaya a seguir ocurriendo en la siguiente década. En este sentido es como una guía que señala el camino que se va a tener que seguir en los próximos años (Spri, 2015).

En la denominada Cuarta Revolución Industrial, el mundo físico-real y el virtual se unen en un sistema llamado *Cyber Physical-System* (CPS), que es posible a través de la

denominada *Internet of Things* (IoT). Así mismo, el *Internet of Things* (IoT) es un nuevo concepto complementario de la evolución de las comunicaciones y la informática, aplicadas a los objetos, lo cual permite una mejor interacción entre ellos. Por otro lado, los *Cyber Physical-System* (CPS) son la integración de la computación, las redes y los procesos físicos, con computación embebida y monitoreo en redes para el control de los procesos físicos; con ciclos de retroalimentación donde los procesos físicos afectan los computacionales y viceversa. CPS integra los sistemas embebidos en dispositivos que permiten la interacción con las dinámicas de los procesos físicos, proveyendo abstracciones, modelos, diseños y técnicas de análisis para su integración (Fernández, 2017).

En esta nueva etapa, los sensores, las máquinas, los componentes y los sistemas informáticos estarían conectados a lo largo de la cadena de valor, más allá de los límites de las empresas individuales. Estos sistemas conectados podrían interactuar entre ellos usando protocolos estándar basados en Internet y analizar los datos para prever errores, configurarse ellos mismos y adaptarse a posibles cambios. Esta conexión permite que dispositivos y sistemas colaboren entre ellos y con otros sistemas para crear una industria inteligente, con producción descentralizada y que se adapta a los cambios en tiempo real. En este entorno, las barreras entre las personas y las máquinas se difuminan (Blanco et al., 2017).

Ante tal complejidad, es necesario dar una imagen sencilla acerca de este fenómeno, como un punto de partida que permita entenderlo mejor. La idea básica en que se fundamenta la Revolución 4.0 es la aplicación masiva de las nuevas tecnologías, con Internet a la cabeza, a todos los procesos de una fábrica, de modo que el funcionamiento de esta sea inteligente y absolutamente eficiente. Con estas premisas se podría abordar una definición más técnica, en virtud de la cual Industria 4.0 consistiría en la implantación de una red tecnológica de producción inteligente, para que máquinas, dispositivos y sistemas colaboren entre sí. De esta manera se consigue fusionar el mundo real y virtual en las fábricas, permitiendo aumentar la optimización

del control de los procesos de trabajo y de las cadenas de suministro (Castresana, 2016).

La Secretaría de Economía de México (2016) explica que es ampliamente conocido que México es un centro de manufactura de clase mundial, que exporta más de mil millones de dólares por día. El cincuenta por ciento de estas exportaciones son productos manufacturados, de los cuales una gran parte son tecnologías altamente sofisticadas. De hecho, más del 80% de las exportaciones de alta tecnología en América Latina se producen en México, y el país exporta productos aún más sofisticados que Canadá.

Los acuerdos comerciales internacionales, junto con la correlación entre el peso mexicano y el dólar estadounidense, más la experiencia obtenida de las industrias eléctrica y automotriz, han creado una zona altamente competitiva para el desarrollo de una industria manufacturera de exportación. Esta situación, en las últimas décadas, ha atraído a un gran número de empresas interesadas en México como plataforma de exportación. Además, estas empresas desean aprovechar a los ingenieros y la fuerza laboral calificada, los acuerdos comerciales internacionales y la adscripción de México a una mejor economía. Si bien este modelo de desarrollo económico ha permitido a México mantener su volumen de exportación, es insuficiente para mantener la posición competitiva del país (Secretaría de Economía, 2016).

Según el Índice de Competitividad Global (ICG) 2015-2016, México se ubica en el puesto 57 entre 140 naciones evaluadas, por lo tanto el país tiene calificaciones aceptables en algunos de los pilares que integran el índice, debe admitirse que, en términos de innovación; preparación tecnológica; educación y entrenamiento; las calificaciones no fueron satisfactorias. En general es un país que elabora varios productos manufacturados y productos de alta y media tecnología, México no es reconocido como un líder en innovación. En este pilar del Índice de Competitividad Global, las deficiencias más notorias se encuentran en las siguientes subsecciones: capacidad de innovación; gastos de la empresa en investigación y desarrollo (I+D);

contratación pública para la adquisición de productos de tecnología avanzada y disponibilidad de científicos e ingenieros (Secretaría de Economía, 2016).

Uno de los factores determinantes para el desarrollo y la implementación de estas tecnologías es el recurso o capital humano; el cual debe tener los conocimientos necesarios sobre la Industria 4.0 y sobre las herramientas que forman parte de ella y poder encontrar la manera de implementarlos en el sector en el cual estén involucrados.

En términos de preparación tecnológica (noveno pilar del ICG), México se ubica en el puesto 73; aunque se debe reconocer que el país registró un mejor desempeño en comparación con ediciones anteriores, mejorando en áreas tales como: Disponibilidad de tecnologías recientes; absorción de tecnología a nivel firme e inversión extranjera directa y transferencia de tecnología (Secretaría de Economía, 2016).

De acuerdo con los datos del Anuario de Educación Superior Estadística, para implementar las herramientas antes mencionadas se necesita que las próximas generaciones estén preparadas tanto intelectualmente como empíricamente (Secretaría de Economía, 2016).

La industria manufacturera mexicana ha tenido que enfrentar en los últimos años, las dos crisis de inicios del presente siglo, la crisis económica y financiera internacional (2008-2009) y la crisis de la zona del euro (2009-2013) — han sido las de mayor envergadura desde la Gran Depresión de los años treinta por su intensidad, impactos económicos y sociales, y duración. Asimismo, estas crisis y sus efectos no solo han puesto nuevamente de manifiesto la incapacidad de la gran mayoría de las instituciones públicas y privadas o de actores del mundo académico para anticiparlas, identificar desequilibrios insostenibles y prevenir los riesgos inherentes al sector financiero, es por eso que el gobierno mexicano debe impulsar leyes o mandatos en donde interactúen empresa, gobierno y sociedad para enfrentar los cambios venideros evitando algún tipo de crisis que pueda impactar tanto en la economía como en el sector manufacturero (Bárcenas, 2015).

Por otro parte, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía informa que la producción Industrial del país disminuyó un 0.5% en términos reales durante agosto del 2018 respecto a la del mes precedente, con base en cifras descentralizadas. Por sectores de actividad económica, las Industrias manufactureras avanzaron 0.2 % demostrando que se mantiene el nivel de actividad para este mes. En su comparación anual, la Producción Industrial creció 0.2% en el mes en cuestión, y por sector, en las industrias manufactureras ascendió un 1.8 por ciento (INEGI, 2018).

Cabe recordar que, la producción manufacturera de México se encuentra altamente correlacionada con la de Estados Unidos, aproximadamente en un 80 por ciento, en virtud de la relación que existe entre su industria y la proveeduría mexicana de productos manufacturados. Esta estrecha relación permite prever el comportamiento que podría tener la manufactura mexicana de acuerdo con la evolución de su homóloga estadounidense (Centro de Estudios de Finanzas Públicas, 2016).

En torno al sector manufacturero del estado de Yucatán, de acuerdo con Coparmex (2014) en los años de 2004 a 2009, la economía yucateca creció 249 mil millones de pesos, mucho más que la del país en su conjunto. Nueve sectores concentran el 90% de la actividad económica del estado, y de estos, cuatro (Comercio, Industria Manufacturera, Servicios Inmobiliarios y Construcción) el 60 %. En 2003 el sector manufacturero generaba 1 de cada 5 empleos en el Estado, actualmente 1 de cada 6; enfrenta la salida de capital extranjero, sin embargo, es por mucho el mayor generador de exportaciones (85%) del Estado.

Como complemento, el INEGI (2018) informa que las actividades secundarias conformadas por la minería, industria manufacturera, construcción y la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica y suministro de gas por ductos al consumidor final, registraron en 2016 un monto de 64,892 millones de pesos constantes (SEFOE, 2016). De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2019), en la industria manufacturera existen los siguientes negocios en Mérida, Yucatán, Micro 3,641 empresas, Pequeña 267, Mediana 69, y

Grande 25 con un total de 4,002 empresas, en el sector manufacturero en la ciudad de Mérida existe una gran diversidad de empresas que generan una numerosa cantidad de empleos fomentando una enorme actividad económica en el estado de Yucatán, los cuales el gobierno debería de tomar en cuenta para impulsar el sector manufacturero en el sureste del país, con la finalidad de que empresas extranjeras puedan invertir no sólo en el norte del país, sino también en el sureste.

## **1.2. Planteamiento del problema**

En las tres revoluciones industriales se ha seguido un patrón de sucesos: en los últimos 250 años ha existido una firme motivación por llevar un paso más allá a la industria, por producir más y mejor. Ello impulsó descubrimientos y avances tecnológicos que han marcado cambios de ritmo en el ámbito de la innovación y cuya aplicación cada vez mayor (tanto en número como en profundidad) desencadenó incrementos de productividad, ahorros en tiempos de fabricación, mejoras de la eficiencia y aumento de beneficios. Estos cambios propiciaron el crecimiento del comercio, de las ciudades y, por consiguiente, favorecieron la mejora del nivel de vida de la población (Jutglar, 1999).

La cuarta revolución digital que ha comenzado supone una transformación sin precedentes, que afectará a todos. Sin duda, las industrias que han conseguido sobrevivir hasta el día de hoy, han tenido que ser innovadoras y necesariamente se han transformado y adaptado a los nuevos tiempos, a las nuevas necesidades, a las nuevas tecnologías, a las nuevas formas de competencia y a los nuevos competidores (Gobierno de Aragón, 2017).

La industria 4.0 es poco conocida en el país y menos implementada en las empresas manufactureras, lo cual provoca una gran brecha en esta forma de trabajo. Lo anterior es un área de oportunidad que se puede aprovechar en donde la aplicación de nuevas herramientas, como son el internet de las cosas (IoT), el *big-data*, el *cloud computing*, ciberseguridad, entre otras, las cuales se pueden implementar en las empresas para

obtener los beneficios que traen con ellas, que la sociedad, ejecutivos, directivos, operarios y gobierno conozcan cómo sacarle provecho a esta nueva forma de trabajar en sus plantas/empresas.

Alcantara y Ortiz (2018) mencionan que México, junto con otros nueve países, entre ellos, India, Brasil y Rusia, se encuentra entre los países 'Legacy', que según el informe del *World Economic Forum* (WEF), históricamente se han beneficiado al ofrecer mano de obra de bajo costo, pero que podrían estar en riesgo si no desarrollan las capacidades que requieren para las nuevas condiciones de producción. La ventaja de la revolución industrial que se está viviendo en este momento es que, por el mismo desarrollo del proceso, las tecnologías existentes permiten que el *catch up* (ponerse al día) sea más rápido, que el rezago sea más reducido, y que los países puedan adoptar, sin duda, mucho más ágilmente algunos de los elementos de esta.

Se espera un panorama bastante positivo para el país, ya que con la creación del Consejo Consultivo Industria 4.0 MX, en el que participa el gobierno, la iniciativa privada y la academia, se está construyendo una estrategia nacional para aprovechar los cambios que vienen con la Industria 4.0. Este consejo tiene ocho mesas de trabajo enfocadas en definir los objetivos del país en temas como ciberseguridad, infraestructura, alineación de políticas públicas, automatización inteligente, educación/adopción tecnológica, costos de transición, financiamiento y comercio electrónico (Alcantara y Ortiz, 2018).

También se creó el Observatorio Nacional de Innovación para saber hacia dónde se están dirigiendo los recursos y esfuerzos en esta materia; y el WEF invitó a México junto con otros cuatro países a ser parte de los trabajos permanentes para delinear el futuro de las tecnologías de la Industria 4.0 bajo la iniciativa *Shaping the Future of Production*. Según el diagnóstico del WEF, el sector manufacturero de México ocupa el lugar 12 a nivel mundial por su tamaño y el 24 por su complejidad económica, sin embargo, su productividad manufacturera varía drásticamente según los sectores, la ubicación geográfica y el tamaño de las empresas. Destaca que sus principales áreas

de mejora están en tecnología e innovación, capital humano y marco institucional (Alcantara y Ortiz, 2018).

Es necesario determinar el nivel de innovación de las empresas manufactureras, ya que, en 2020 se ha planeado que todas las industrias estén incluidas en esta cuarta revolución y puedan abastecer a sus clientes, empleando estas tecnologías para mejorar la competitividad en México. Por consiguiente, las empresas deben tener un margen en el cual puedan ser niveladas y verificadas para llegar a ser parte de la Industria 4.0 que en el país está siendo una realidad que poco a poco está permeando en la sociedad.

Las empresas manufactureras en Yucatán, deben estar actualizadas o deben aceptar este gran cambio que se avecina ya que es inevitable que la forma en la que están trabajando en unos años se vuelva obsoleta, costosa, ineficaz y no puedan abarcar los campos en los cuales la industria 4.0 y sus competidores están incursionando actualmente; como integrar el mundo físico a través de las áreas de las tecnologías de información con el fin de transformar los procesos industriales y conectarlos con los datos para generar un análisis de estos y poder simplificar más esta información obtenida, haciendo eficiente la cadena productiva todo ello con el menor costo posible.

La preocupación de comenzar a conocer sobre estas herramientas nuevas está en que como menciona la Secretaría de Economía, la total aplicación de la Industria 4.0 empezará en 2020 en México y en el mundo, esto lleva a planear estrategias para pasar la voz sobre esta cuarta transformación industrial a todas las empresas, ya sean PyMES o grandes compañías; tendrán que preparar a los futuros ingenieros, reforzando la información básica sobre la implementación y creación de tecnologías claves para la industria inteligente, permitiendo que la aplicación de los conocimientos sean más fáciles de aplicar en la industria.

El dilema que se enfrenta hoy en día es innovar o quedarse atrás, el mundo se está transformando día con día y en el medio en el que más se va enfocando es el internet, no existen límites en el intercambio de datos; por ello es importante adecuarse al

contexto que se está viviendo tanto localmente como internacionalmente, los nuevos medios que se están utilizando para el intercambio de información y para realizar operaciones están cambiando en gran medida gracias al internet de las cosas y cómo está facilitando la vida de todos sus clientes. Es por lo que las empresas de igual forma deben trasladar estas herramientas hacia la industria para incrementar su competitividad, aplicarlas a sus procesos de producción y a su capital humano. Por lo que la industria manufacturera mexicana y en especial la yucateca, debe acelerar su adopción tecnológica para responder a las demandas de los mercados y anticiparse a las necesidades del cliente actual y al del cliente en el futuro.

### **1.2.1. Preguntas de investigación**

A continuación se enuncia la pregunta general y las preguntas específicas.

#### **Pregunta general**

¿Cuál es el nivel actual de implementación de la Industria 4.0 en las empresas de manufactura de Mérida, Yucatán?

#### **Preguntas específicas**

¿Cómo se pueden medir los niveles de capacitación y conocimiento actual sobre la industria 4.0 que existe en el sector manufacturero de Mérida, Yucatán?

¿Cuáles son las estrategias, inversiones e innovaciones diseñadas para la Industria 4.0 en el sector Manufacturero de Mérida, Yucatán

¿Qué nivel actual con respecto al factor “empresas inteligentes” existe en el sector manufacturero de Mérida, Yucatán?

¿Cuál es el nivel de “*Data-driven services*” que tienen las empresas del sector manufacturero de Mérida, Yucatán?

¿Cuál el nivel actual de “operaciones inteligentes” que tienen las empresas del sector manufacturero de Mérida, Yucatán?

¿Cuáles son las estrategias que podrían proponerse para facilitar la implementación de la Industria 4.0 en las empresas manufactureras de Mérida, Yucatán?

### 1.2.2. Objetivos

#### Objetivo General

Evaluar el nivel de implementación de la Industria 4.0 en empresas del sector manufactura de Mérida, Yucatán; para proponer estrategias que aceleren la inmersión de estas en esta transformación digital.

#### Objetivos Específicos

Analizar los niveles de capacitación y conocimiento actual sobre la industria 4.0 que existen en el sector manufacturero de Mérida, Yucatán.

Analizar las estrategias, inversiones e innovaciones diseñadas para la Industria 4.0 en el sector Manufacturero de Mérida, Yucatán

Analizar el nivel actual con respecto al factor “empresas inteligentes” del sector manufacturero de Mérida, Yucatán.

Analizar el nivel de “*Data-driven services*” que tiene las empresas del sector manufacturero de Mérida, Yucatán.

Analizar el nivel actual de “operaciones inteligentes” que tienen las empresas del sector manufacturero de Mérida, Yucatán.

Proponer estrategias para facilitar la implementación de la Industria 4.0 en las empresas de manufactureras de Mérida, Yucatán.

### 1.3. Justificación

La importancia de este estudio radica en que al ser un tema emergente y de crecimiento exponencial, se deben tomar acciones a la brevedad, ya que a nivel nacional se han realizado pocas investigaciones y para el caso del sureste mexicano resulta un área de oportunidad, que puede concluir en la obtención de un mejor nivel para que pueda competir con el norte del país que, en esa área tiene un mayor avance en implementación de tecnologías.

Con los resultados del estudio se vería reflejado el nivel de implementación de las empresas manufactureras de Mérida, Yucatán sobre la Industria 4.0, así se podría definir qué camino seguir.

Los resultados de esta investigación ayudarían al desarrollo de estrategias que puedan impulsar un nuevo enfoque hacia este paradigma en el que podrían surgir innovaciones como el simple uso de una herramienta on-line, el uso de drones (vehículo aéreo no tripulado), softwares específicos para contabilidad o un simple pase de lista de los empleados.

#### **1.4. Delimitación y limitaciones**

##### **Delimitaciones:**

Se evaluarán las empresas del sector manufacturero ubicadas en Mérida, Yucatán.

El período de Evaluación será de Enero 2019 – Julio 2020.

Sólo se analizará el nivel de implementación de la Industria 4.0 en el mencionado sector.

##### **Limitaciones:**

La decisión de participación de las empresas del sector manufacturero a encuestar queda a su criterio.

Por políticas de las empresas a encuestar, nombres, cifras e información importante que consideran fundamental de resguardar, no será revelada en la encuesta.

Las respuestas que se obtendrán en una entrevista o encuesta dependerán del grado de conocimiento que tenga cada entrevistado acerca de la industria 4.0 o temas a fines.

### **1.5. Contenido de los capítulos**

El capítulo de marco teórico contiene la descripción de las herramientas relacionadas con el concepto de la industria 4.0 y de cómo éstas van relacionadas para realizar un trabajo eficaz y óptimo mencionadas por diversos autores en libros y artículos científicos.

El capítulo 3, el marco contextual, menciona al sector manufacturero a nivel mundial ya que la industria 4.0 se viene involucrando en este sector desde hace varios años en Alemania, es por ello que el sector manufacturero ha sido un sector esencial en la economía de los países y sobre todo en México especificando el PIB que crea en el mismo y de igual forma en el lugar donde se pretende realizar este estudio que es en la ciudad de Mérida, el cual ha tenido una gran afluencia de empresas extranjeras siendo atractivo invertir en la península y crear más empleos, esto dice que se tiene el capital humano preparado para cumplir sus expectativas.

En el capítulo 4 se describe la metodología la cual será utilizada para realizar la investigación sobre el conocimiento de la industria 4.0 en las empresas manufactureras, se pretende aplicar un cuestionario sólo a los directivos o gerentes de tales compañías, la realización de esta metodología se basa en el proyecto de investigación Industrie 4.0 Readiness, el cual se aplicó para definir los criterios a través de los cuales las empresas se clasifican en tres tipos: novatos, aprendices y líderes acerca del tema de industria 4.0 y cómo lo aplican en las empresas que dirigen.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Inicios de la Manufactura**

Históricamente la manufactura ha sido considerada estrechamente como la simple conversión de materia prima en productos terminados. El proceso de conversión requiere la aplicación de operaciones físicas y químicas para transformar las propiedades de los materiales y lograr la apariencia final. La combinación de maquinaria, herramientas, energía, herramientas de corte, y mano de obra se aplican para transformar la naturaleza de las partes y ensamblarlas hasta obtener el producto final (Academia de Ingeniería de México, 2017).

Desde la era primitiva se utilizaba la manufactura, tal vez, no formalmente, sino hasta la revolución industrial, a partir de la cual se empezó a producir masivamente. Para entender el término de manufactura, puede ser concebido desde, diferentes puntos de vista. “La palabra manufactura se deriva del latín (manus = mano, factos = hecho), la combinación de ambas significa hacer con la mano, describe en forma adecuada los métodos manuales que se emplean cuando se transforma algún material (Pérez, 2009).

Es evidente la importancia de la manufactura para aumentar la producción industrial, aunque es necesario que la producción sea eficiente. Aproximadamente cinco sextos de la población mundial, cerca de 6 billones de personas vive en países con economías emergentes, que a medida que aumentan sus ingresos, requieren bienes para mejorar su nivel de vida, como autos, casas y electrodomésticos, entre otros productos. Esto implica que hay un gran aumento en el consumo y la demanda de energía y materias primas (Academia de Ingeniería de México, 2017).

## **2.2 Tipos de Manufactura**

A continuación se describen los diferentes tipos de clasificaciones de la manufactura.

### **2.2.1 Manufactura Artesanal**

La Ley federal para el fomento de la microindustria y la actividad artesanal de México (2012), describe la manufactura artesanal como la transformación de bienes manualmente y de forma individual, familiar o comunitaria, con el fin de transformar productos o sustancias orgánicas e inorgánicas en artículos nuevos en donde a cada producto se imprimen características folklóricas, culturales o utilitarias, originarias de una región específica, aplicando ciertas herramientas, técnicas o procedimientos transmitidos generacionalmente. Los artesanos de igual forma deberán tener habilidades que aprendieron empíricamente o un dominio técnico de un oficio, conocimientos prácticos o teóricos para el desarrollo y elaboración de los objetos de artesanía (Grupo Impulsor de artesanías y medio ambiente, 2009).

La producción artesanal constituye un ejemplo de cómo se puede integrar el fomento a las formas de producción, el aprovechamiento de los recursos y la conservación de los mismos a través de una producción artesanal. Bustos (2009) menciona que para la realización de un trabajo artesanal los trabajadores deben tener el conocimiento de la utilización de las herramientas manuales para tener la capacidad de hacer una función específica y así transformar la materia prima en productos; que a su vez esta producción se adapta cada vez más a las exigencias de los clientes, por la flexibilidad, rápida elaboración, y singularidad de cada producto (Bustos, 2009).

Por otro lado, Rayado (2003) comenta que el producto hecho artesanalmente es aquel que utiliza materiales con un componente manual, lo que lo hace único frente a los productos fabricados en serie, lo cual le da importancia a la mano de obra con respecto

a la mecánica o la automatizada, teniendo en cuenta que no necesita una gran inversión para la generación de estos productos (Rayado, 2003).

### **2.2.2 Manufactura Esbelta**

El objetivo de la manufactura esbelta es implementar una mejora continua que permita a las compañías a reducir costos, mejorar procesos y eliminar desperdicios, así como disminuir costos hacia la compañía y tener satisfechos a los clientes, entregando a tiempo y con calidad.

La mayoría de los autores la define como una filosofía enfocada a la reducción de desperdicios. El concepto surge principalmente del Sistema de Producción de Toyota (Toyota Production System, TPS). Lean es un conjunto de “Herramientas” que ayudan a la identificación y eliminación o combinación de desperdicios (muda), a la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo y del costo de producción. Algunas de estas herramientas son la mejora continua (kaizen), métodos de solución de problemas como 5 porqués y son sistemas a prueba de errores (poka yoke). En un segundo enfoque, se considera el “flujo de Producción” (mura) a través del sistema y no hacia la reducción de desperdicios (González, 2007).

Posterior a ello, las empresas americanas y europeas comenzaron a introducir estos principios en sus formas de trabajo como medio para alcanzar beneficios y ventajas con sus competidores y poder mantenerse en el mercado. Una empresa esbelta identifica todas las acciones requeridas para traer un producto desde el concepto hasta el lanzamiento, de la orden a la entrega, y desde la materia prima hasta las manos del cliente durante su vida útil, para luego analizar los resultados del proceso y empezar a evaluar qué procesos suprimir y así eliminar cuellos de botella o alguna pérdida de tiempo en el proceso de transformación del producto (Maldonado, 2005).

La manufactura esbelta combina los mejores conceptos de la producción artesanal y la producción en masa, la habilidad de reducir costos por unidad y mejorar dramáticamente la calidad mientras al mismo tiempo se provee un rango cada vez más amplio de productos y un trabajo cada vez de mayores retos.

En palabras de Kalpakjian (2008) La producción esbelta es una metodología que comprende una evaluación profunda de cada una de las actividades de la compañía, a fin de minimizar el desperdicio en todos sus niveles. Éstos incluyen la eficacia y efectividad de todas sus operaciones, la eficacia de la maquinaria y del equipo, el número de personas involucradas en cada operación y la posible eliminación de algunas de sus operaciones y gerentes (Kalpakjian, 2008).

### **2.2.3 Manufactura Automatizada**

A mediados de la década de 1940, la industria automotriz en Estados Unidos propuso la palabra automatización para indicar el manejo y proceso automáticos de las partes entre las máquinas de producción. Los rápidos avances en la automatización y las tecnologías de habilitación se han hecho posibles en gran medida gracias a los desarrollos en los sistemas de control, con la ayuda de computadoras y *software* cada vez más poderosos y sofisticados. Aunque pueden existir variaciones en la definición, la automatización suele definirse como el proceso de habilitación de las máquinas para seguir una secuencia predeterminada de operaciones con poca o ninguna mano de obra humana, utilizando equipo especializado y dispositivos que realizan y controlan los procesos de manufactura (Kalpakjian, 2008).

La automatización industrial, considerada como el manejo de la información en las empresas para la toma de decisiones en tiempo real, incorpora la informática y el control automatizado para la ejecución autónoma y de forma óptima de procesos diseñados según criterios de ingeniería y en consonancia con los planes de la dirección empresarial (Córdoba, 2006).

Los procedimientos lógicos humanos se encomiendan a máquinas automatizadas especiales, los ordenadores, las cuales procesan información mucho más rápido que el hombre, con la ayuda de modelos matemáticos que describen tanto la propia tecnología como la actividad analítica y reguladora humana. Es la presencia de sistemas automáticos de dirección en los procesos tecnológicos que aseguran su optimización sin la intervención directa del hombre (Córdoba, 2006).

## **2.3 Industria 4.0**

A continuación se describen las herramientas que se aplican en la industria 4.0.

### **2.3.1 Herramientas de la Industria 4.0**

Las siete tecnologías (*Big data*, Simulación, *Internet of Things*, sistemas ciberfísicos, impresión 3D, robótica colaborativa, realidad aumentada) sobre las que se fundamenta la Industria 4.0 ya se están utilizando actualmente en las empresas manufactureras, pero de forma aislada. Con esta nueva revolución, las cadenas de valor se transformarán en un flujo completamente integrado, automatizado y optimizado que mejorará la eficiencia y cambiará la relación tradicional entre proveedores, productores y clientes, así como entre personas y máquinas.

### **2.3.2 Data-driven services**

Las empresas de todo el espectro (novatos, aprendices, líderes) exhiben, con mucho, el nivel más bajo de preparación de Industria 4.0 en la dimensión de los servicios basados en datos. Casi dos tercios de las empresas aún no han descubierto el potencial de los servicios basados en datos y no ofrecen ninguna cartera de este tipo. Y, sin embargo, la recopilación y el análisis de los datos acumulados durante el ciclo de vida del producto ofrece un enorme potencial para que las empresas amplíen su cartera de servicios o modelo de negocio en el futuro. Las funcionalidades adicionales

del producto son especialmente útiles para desarrollar estrategias de productos y soluciones adaptadas a las necesidades precisas de los clientes actuales y futuros (Lichtblau et al, 2015).

Los *data-driven services* se denomina por su volumen (gran cantidad), velocidad (a la que se generan, accede, procesan y analizan) y variedad de datos estructurados y no estructurados (OECD, 2016). Estos datos pueden ser reportados por máquinas y equipos, sensores, cámaras, micrófonos, teléfonos móviles, *software* de producción, y pueden provenir de diversas fuentes, como empresas, proveedores, clientes y redes sociales. El análisis de estos datos mediante algoritmos avanzados es clave para la toma de decisiones en tiempo real, permite alcanzar mejores estándares de calidad de producto y procesos y facilita el acceso a nuevos mercados (fenómeno que se conoce como Innovación basada en Datos). El *data-driven service* es una de las tecnologías de la Industria 4.0 más demandada a nivel corporativo. Según una encuesta realizada por *Price Waterhouse Coopers* (PwC), casi el 73% de las empresas encuestadas dijo que el análisis de *big data* desempeña un papel fundamental en el proceso de toma de decisiones. Para los entrevistados, otro uso de esta herramienta es controlar y mejorar la planificación comercial y de fabricación y se le considera útil para obtener un mejor enfoque del cliente (Basco et al., 2018).

El objetivo de los servicios basados en datos es alinear los modelos de negocios futuros y mejorar el beneficio para el cliente. El negocio de postventa y servicios se basará cada vez más en la evaluación y el análisis de los datos recopilados y se basará en la integración de toda la empresa. Los productos físicos deben estar equipados con Tecnología de la Información (TI) física para que puedan enviar, recibir o procesar la información necesaria para los procesos operativos. Esto significa que tienen un componente físico y digital, que a su vez son la base para los servicios digitalizados en la fase de uso de los productos (Lichtblau, 2015).

### 2.3.3 Internet of Things

El término “Internet de las Cosas” (IoT por sus siglas en inglés) fue empleado por primera vez en 1999 por el pionero británico Kevin Ashton para describir un sistema en el cual los objetos del mundo físico se podían conectar a Internet por medio de sensores. Ashton (1999) acuñó este término para ilustrar el poder de conectar a Internet las etiquetas de identificación por radiofrecuencia que se utilizaban en las cadenas de suministro corporativas para contar y realizar un seguimiento de las mercancías sin necesidad de intervención humana. Hoy en día, el término Internet de las Cosas se ha popularizado para describir escenarios en los que la conectividad a Internet y la capacidad de cómputo se extienden a una variedad de objetos, dispositivos, sensores y artículos de uso diario (Rose, Eldridge y Chapin 2015).

Esta herramienta permite una comunicación de forma multidireccional entre máquinas, personas y productos, facilitando la toma de decisiones con base en la información que la tecnología recoge de su entorno. Utiliza nuevos sensores y actuadores que, en combinación con el análisis de *big data* y de computación en la nube, permite máquinas autónomas y sistemas inteligentes (OECD, 2016). IoT es una tecnología clave para que la industria manufacturera avance hacia la fabricación de productos inteligentes (incorporando servicios sobre los productos), genera una relación más estrecha con los consumidores finales y capta información sobre el desempeño y el uso de sus productos, incluso cuando está en posesión del cliente (Basco et al., 2018).

Desde este punto de vista, la IoT representa la convergencia de una variedad de tendencias en las áreas de la computación y la conectividad que se vienen dando desde hace muchas décadas. En la actualidad, una amplia gama de sectores de la industria —entre ellos el sector automotriz, la salud, la manufactura, la electrónica de consumo y para el hogar— están analizando el potencial de incorporar la tecnología de la IoT en sus productos, servicios y operaciones (Evans, 2011).

### 2.3.4 Empresas Inteligentes (*Smart Factory*)

Una fábrica inteligente organiza sus actividades a partir de la comunicación de uno o varios sistemas ciberfísicos, la Internet de las cosas y la computación en la nube para ayudar a personas y a máquinas en la ejecución de sus tareas cotidianas. La implementación de estas tecnologías le permite a la empresa lograr una mayor integración mediante la transmisión automática de datos entre celdas y sistemas de la planta de producción (comunicación M2M, producto-máquina) y mediante el intercambio de información entre distintas áreas de la organización (producción, depósitos, área de compras, logística, ventas, atención al cliente). Es decir, los sistemas ciberfísicos representan una evolución de los actuales sistemas TIC porque permiten una mayor interconexión, colaboración, independencia, adaptabilidad, seguridad de todo tipo de objetos, procesos o servicios (Basco et al., 2018).

Según el Foro de Oficiales de Riesgo (2015), la convergencia de los mundos virtual y físico ha dado lugar a la *Smart Factory*. Esto integra inteligencia artificial, aprendizaje automático, automatización del trabajo de conocimiento y comunicación máquina a máquina con el proceso de fabricación. La fábrica inteligente cambiará fundamentalmente la forma en que se inventan, fabrican y envían los productos. Al mismo tiempo, mejorará la seguridad de los trabajadores y protegerá el medio ambiente al permitir la fabricación de bajas emisiones e incidentes. Estos avances en la forma en que las máquinas y otros objetos se comunican y la forma resultante en la que la toma de decisiones pasa de los humanos a los sistemas técnicos hacen que la fabricación se vuelva "más inteligente".

El término fábrica inteligente se usa en la industria de manera práctica y científica, la fábrica de cosas, la fábrica en tiempo real o la fábrica inteligente del futuro. Los científicos usan el término tecnología de fabricación inteligente, el enfoque o paradigma. Todos los términos y conceptos anteriores son perspectivas muy prometedoras para el próximo desarrollo tecnológico. Sin embargo, aunque los

ingenieros y los científicos trabajan constantemente en estos términos, siguen siendo solo una visión (Hozdić, 2015).

Las fábricas inteligentes son un hogar o ecosistema donde conviven la digitalización de extremo a extremo, los procesos y productos inteligentes y las tecnologías habilitadoras. Las principales características de las empresas inteligentes son la conectividad, flexibilidad, descentralización, predicción y transparencia. Todo esto interconectado gracias al Internet de las Cosas y los sistemas ciberfísicos permitiendo la comunicación e intercambio de información entre todos ellos, por último, las empresas inteligentes deben ser predictivas y transparentes, es aquí donde entra el big data para la recogida masiva de datos es por lo que, el uso de herramientas y software avanzado para el tratamiento de esos datos permitan convertirlos en información que facilite la toma de decisiones (Castresana, 2015).

### **2.3.5 Operaciones Inteligentes (*Smart Operations*)**

Un distintivo de Industria 4.0 es la integración de los mundos físico y virtual en toda la empresa y entre empresas. El advenimiento de la digitalización y la gran cantidad de datos que ha traído a la producción y la logística han permitido introducir en algunos casos formas y enfoques completamente nuevos para los sistemas de planificación de la producción (PPS) y la gestión de la cadena de suministro (SCM). Los requisitos técnicos en producción y planificación de producción necesarios para realizar la pieza de trabajo de autocontrol se conocen como operaciones inteligentes (Lichtblau, 2015).

La integración de todos los componentes y sistemas dentro de una planta es un componente esencial en la realización de Industria 4.0 y la base para la integración horizontal y vertical de la cadena de valor. La idea central detrás de la cadena de valor horizontal integrada es la interconexión de todos los socios de la cadena de valor internos y externos, desde el proveedor hasta el cliente. El resultado es una red de planificación y control interempresarial de todo el ciclo de vida del producto con un enfoque en satisfacer las necesidades del cliente. La integración vertical describe la

integración dentro de una empresa, desde las ventas hasta el desarrollo del producto y la planificación hasta la producción, la postventa y, en última instancia, el financiamiento. Esta integración de sistemas de producción ofrece una amplia gama de posibilidades para mejorar la productividad, la calidad y la flexibilidad (Lichtblau, 2015).

Las decisiones sobre la priorización y la implementación del procesamiento de pedidos dentro de la cadena de valor se basan en el análisis de datos de la más alta resolución posible. Es por eso que la recopilación, el análisis y la utilización de los datos son tan importantes para Industria 4.0 y uno de los principales impulsores de los desarrollos en esta área. La tecnología de sensores instalada en la producción captura datos de transacciones y procesos, que se procesan y analizan con la ayuda de sistemas inteligentes integrados. La información que proporcionan estos rendimientos permite una previsión más precisa, lo que mejora el flujo de producción. Cuanto mayor sea la resolución de los datos, más relevantes serán las ideas. Eso explica la creciente importancia de la seguridad de los datos (Lichtblau, 2015).

Según O'Marah (2017), las operaciones inteligentes pueden definirse como una combinación entre la tecnología de la información y la tecnología operativa para un mejor rendimiento de los negocios, desarrollar y explotar las aplicaciones de que son posibles gracias al Internet de las cosas (IoT). Es por ello que, la aplicación de esta herramienta es un desafío para los líderes empresariales al querer entrar en las iniciativas digitales, la toma de decisiones debe ser acertada y más precisa que nunca. Es por ello que primero se debe comprender el cambio digital de los procesos de trabajo actuales y las expectativas de los clientes, en segundo mirar hacia el futuro y cómo las operaciones inteligentes están cambiando los modelos de negocios que dominan la industria y tener en cuenta a las personas y las estructuras organizacionales si son adecuadas para mantenerse al día con el ritmo de cambio.

### **2.3.6 Productos Inteligentes (*Smart Products*)**

Productos inteligentes: los productos inteligentes son un componente vital de un concepto unificado de "fábrica inteligente" que facilita la producción automatizada, flexible y eficiente. Los productos físicos están equipados con componentes de TIC (sensores, interfaces de comunicaciones, etc.) para recopilar datos sobre su entorno y su propio estado. Solo cuando los productos recopilan datos, se familiarizan con la producción y se comunican con los sistemas de nivel superior, los procesos de producción se pueden mejorar y guiar de manera autónoma y en tiempo real. También es posible monitorear y optimizar el estado de los productos individuales. Esto tiene aplicaciones potenciales más allá de la producción sola. El uso de productos inteligentes durante la fase de uso posibilita nuevos servicios, en primer lugar, a través de las comunicaciones entre clientes y fabricantes (Lichtblau, 2015).

Unos de los objetivos que caracteriza esta revolución serán los productos inteligentes, los cuales conocen los detalles de cómo deben ser fabricados y cómo están destinados a ser utilizados, en cuanto a los productos terminados que deben ser capaces de identificar cuándo están acabados y avisar de ello para su salida al mercado (inclusive directamente al cliente que lo encargó), además, será posible garantizar que los productos terminados conozcan los parámetros dentro de los cuales pueden funcionar de manera óptima y sean capaces de reconocer signos de desgaste a lo largo de su ciclo de vida (Kagermann, Wahlster y Helbig, 2013).

Los productos inteligentes están integrados con toda la cadena de valor como parte activa de los sistemas, controlando sus propias etapas de producción a través del almacenamiento de datos, pudiendo solicitar los recursos necesarios y controlar los procesos de producción de manera autónoma. Además, los productos inteligentes, como productos finales, deben ser conscientes de los parámetros dentro de ellos, y deben proporcionar información sobre su estado durante todo su ciclo de vida. Los productos inteligentes se pueden describir como sistemas ciberfísicos debido a su capacidad para permitir la conexión entre los mundos físicos y virtuales (Pereira, 2017).

Estos productos se caracterizan por varias características clave, como el cálculo, el almacenamiento de datos, la comunicación y la interacción con su entorno, pudiendo identificarse, almacenar datos sobre su proceso de producción y proporcionar información sobre los pasos adicionales relacionados con la producción y el mantenimiento. Además, los productos inteligentes tienen un alto grado de autonomía, pudiendo percibir e interactuar de forma autónoma con su entorno físico a lo largo de su ciclo de vida (Pereira, 2017).

El primer paradigma se refiere a la aparición de nuevos requisitos del mercado y al desarrollo de productos inteligentes. Estos productos pueden almacenar gran cantidad de datos e interactuar con su entorno, siendo conscientes de sí mismos y comunicándose de manera autónoma con los sistemas industriales. Además, los productos inteligentes pueden proporcionar información sobre su estado durante todo su ciclo de vida, ya que los costos por venta se pueden administrar en tiempo real a través de toda la cadena de valor, solicitando los recursos necesarios para su finalización (Pereira, 2017).

Los productos inteligentes son productos capaces de realizar cálculos, almacenar datos, comunicarse e interactuar con su entorno. A partir de los primeros enfoques que permitieron que los productos se identificaran, las capacidades de los productos para proporcionar información sobre ellos evolucionaron. Los productos inteligentes no solo proporcionan su identidad, sino que también describen sus propiedades, estado e historial. Los productos inteligentes pueden comunicar información sobre su ciclo de vida (Schmidt, 2015).

Estos pasos incluyen no solo los pasos de producción que aún deben realizarse en el producto sin terminar, sino también las próximas operaciones de mantenimiento. La capacidad de especificar individualmente sus propiedades se puede utilizar para una producción individual con un tamaño variable (Schmidt, 2015).

Según Markus Miche (2008) debido a la tendencia los usuarios se sienten abrumados en todas las fases del ciclo de vida del producto, especialmente durante la fabricación,

el mantenimiento, el uso, su ciclo final y si lo tuviera la reutilización; los productos inteligentes ayudan a los usuarios durante todo el ciclo de vida, literalmente hablando con ellos guiando al usuario para lidiar con su complejidad. Es por ello por lo que existe el reto de respaldar la interacción natural con el usuario, el segundo reto es la comunicación con otros productos similares y recursos disponibles en su entorno, y lo último es los productos inteligentes suelen estar limitados en sus capacidades de interacción integradas, funcionalidad de detección de contexto y capacidades de almacenamiento.

#### **2.4. Industria 4.0 Sostenible**

El paradigma de la Industria 4.0 será un paso adelante hacia una creación de valor industrial más sostenible. En la literatura actual, este paso se caracteriza principalmente como contribución a la dimensión ambiental de la sostenibilidad. La asignación de recursos, es decir, productos, materiales, energía y agua, se puede realizar de una manera más eficiente sobre la base de módulos inteligentes de creación de valor entrecruzados. Además de estas contribuciones ambientales, la industria 4.0 ofrece una gran oportunidad para realizar la creación de valor industrial sostenible en las tres dimensiones de sostenibilidad: económica, social y ambiental (Stock, 2016).

De acuerdo con la publicación de la Universidad de Viena (2016), la visión de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) de abordar los desafíos ambientales de hoy está consagrada en la Declaración de Lima, que fue adoptada por los Estados Miembros de la ONUDI en diciembre de 2013. Sobre esta base, la Organización busca el desarrollo industrial inclusivo y sostenible para aprovechar todo el potencial de la industria para contribuir a una prosperidad duradera para todos.

En la Industria 4.0, los nuevos modelos de negocio en evolución están altamente impulsados por el uso de datos inteligentes para ofrecer nuevos servicios. Este

desarrollo debe ser explotado para anclar nuevos modelos de negocios sostenibles. Los modelos de negocios sostenibles crean impactos significativamente positivos o reducidos para el medio ambiente o la sociedad o incluso pueden contribuir fundamentalmente a resolver un problema ambiental o social. Además, los modelos de negocio sostenibles se caracterizan necesariamente por la competitividad a largo plazo. En este contexto, la venta de la funcionalidad y accesibilidad de los productos en lugar de solo vender los productos tangibles será un concepto líder (Stock, 2016).

El entrecruzamiento de redes de creación de valor en la Industria 4.0 ofrece nuevas oportunidades para realizar ciclos de vida de productos de ciclo cerrado y simbiosis industrial. Permite la coordinación eficiente de los flujos de productos, materiales, energía y agua a lo largo de los ciclos de vida del producto, así como entre diferentes fábricas. Los ciclos de vida de los productos de ciclo cerrado ayudan a mantener los productos en ciclos de vida de fases de uso múltiple con remanufacturado o reutilización intermedia. La simbiosis industrial describe la cooperación (entre empresas) de diferentes fábricas para obtener una ventaja competitiva mediante el intercambio de productos, materiales, energía, agua y también datos inteligentes a nivel local (Stock, 2016).

El diseño sostenible de los procesos aborda el enfoque holístico de la eficiencia de los recursos de la Industria 4.0 mediante el diseño de cadenas de procesos de fabricación apropiadas o mediante el uso de nuevas tecnologías, como herramientas de refrigeración interna (Stock, 2016).

El enfoque para el diseño sostenible de productos en la Industria 4.0 es la realización de ciclos de vida de ciclo cerrado para los productos al permitir la reutilización y remanufacturado del producto específico o al aplicar los principios de “el residuo es el recurso”. Los diferentes enfoques también se centran en el diseño para el bienestar del consumidor. Estos conceptos pueden ser apoyados por la aplicación de sistemas de identificación, por ejemplo, para recuperar los núcleos para la remanufacturado, o

mediante la aplicación de nuevos servicios adicionales al producto para lograr un mayor nivel de bienestar para el cliente (Stock, 2016).

Los nuevos Objetivos de Desarrollo Sostenible u ODS, establecen una agenda global compartida para el desarrollo humano basada en la prosperidad, la inclusión social y la sostenibilidad ambiental. Los ODS incluyen varios objetivos audaces que deben alcanzarse para el año 2030, incluida la cobertura universal en salud, educación, erradicación de la pobreza y servicios modernos de energía, esta es la Agenda 2030. La Meta 9 (*Goal 9* en inglés) significa construir infraestructura resistente, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. La inversión sostenida en infraestructura e innovación son factores determinantes del crecimiento y desarrollo económico. Con más de la mitad de la población mundial que vive en ciudades, el transporte masivo y las energías renovables son cada vez más importantes, al igual que el crecimiento de las nuevas industrias y las tecnologías de la información y la comunicación (Ngjekarri, 2016).

Más de 4 mil millones de personas aún no tienen acceso a Internet, y el 90 por ciento son de países en desarrollo. Cerrar esta brecha digital es crucial para garantizar la igualdad de acceso a la información y el conocimiento, así como para fomentar la innovación y el espíritu empresarial (Ngjekarri, 2016).

La industria 4.0, por otro lado, es vista como una etapa de desarrollo adicional en la organización y gestión de todo el proceso de la cadena de valor involucrado en la industria manufacturera. La industria 4.0 depende de una serie de desarrollos tecnológicos nuevos e innovadores, uno de los cuales es el Aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para digitalizar la información e integrar sistemas en todas las etapas de creación de productos (Ngjekarri, 2016).

La industria 4.0, la cuarta revolución industrial, está cambiando la forma en que funciona el mundo de los negocios. Esta nueva revolución no solo de la producción, sino también del modo de creación y diseño de productos, procesos y organizaciones, ha llegado a existir debido a la inclusión de varios actores nuevos en la forma en que

funcionan la sociedad y la empresa: inteligencia artificial, aprendizaje automático, combinación de potencial de hardware, software y humanos. A medida que esta rápida transformación de negocios está creando un nuevo ambiente, con métodos de fabricación más eficientes, redes industriales colaborativas y procesos de cadena de suministro optimizados para comenzar, uno con una nueva perspectiva sobre el diseño y la ejecución de la producción, también debe seguir la pregunta de cómo encaja el desarrollo sostenible en un entorno desconocido y único (Tsvetkova, 2017).

El Desarrollo sostenible (DS) es la idea de vivir, trabajar y desarrollarse como sociedad, al tiempo que se preserva el planeta al menos en su condición actual, es algo que cada vez más empresas y personas consideran crucial. En este nuevo entorno, con abundantes oportunidades que surgen para las empresas, la cuestión del desarrollo sostenible permanece. A pesar de que los desafíos para el DS se pueden definir de muchas maneras y muchos enfoques, la medida aceptada universalmente de la mejora y los desafíos del DS es la Resolución y el Programa de Desarrollo Sostenible de la Asamblea General de las Naciones Unidas (Tsvetkova, 2017).

Los desafíos para lograr los objetivos establecidos en estas categorías varían. Se cree que algunos de los objetivos y metas son demasiado optimistas, demasiado vagos o simplemente inalcanzables por el lapso establecido en los objetivos. En comparación con sus predecesores, se debe tener en cuenta que los objetivos tienen un alcance extremadamente amplio y cubren una cantidad mucho mayor de acciones necesarias (Tsvetkova, 2017).

Incluso concentrarse en una sola corriente de pensamiento a partir de los objetivos, por ejemplo, algo muy relacionado con la producción, a saber, limitar las emisiones de CO<sub>2</sub> y encontrar fuentes alternativas de energía, genera una gran cantidad de preguntas sin responder. Este problema es a menudo considerado como el mayor desafío para DS debido a la escala en que este problema afecta la dependencia de la energía del planeta y la sociedad, producida por el carbón y otras fuentes de energía no verdes (Tsvetkova, 2017).

Todo lo que se incluye en esta revisión teórica se usará en el trabajo de campo para sustentar la encuesta y posteriormente aplicarla a las empresas manufactureras de Mérida, Yucatán.

## **CAPÍTULO III. MARCO CONTEXTUAL**

### **3.1 Sector manufacturero a nivel Mundial**

El sector manufacturero tiene un papel fundamental en el cambio estructural a largo plazo ya que crea muchos empleos productivos formales en una etapa temprana de desarrollo, impulsa el desarrollo tecnológico y la innovación para sostener el crecimiento de la productividad en las manufacturas y otros sectores. La razón es que las manufacturas usualmente llevan a cabo actividades intensivas en capital y tecnología (ONUUDI, 2015).

Las últimas tendencias mundiales han llevado a algunos observadores a la conclusión (errónea) de que el sector manufacturero ha dejado de ser un sector esencial de la economía. Existe una opinión bastante generalizada de que la relevancia de la industria manufacturera ha disminuido durante las últimas décadas, en consonancia con la aparición de la sociedad “postindustrial”. La evidencia empírica utilizada para corroborar esta afirmación suele basarse en el valor agregado nominal generado en las industrias manufactureras como proporción del producto interno bruto (PIB) nominal. A primera vista, tanto a nivel mundial como entre grupos de países específicos, el valor de la producción manufacturera ha disminuido en comparación con otros sectores, lo que sugiere un proceso de desindustrialización (ONUUDI, 2017).

Lo importante para los consumidores no es la participación de la industria manufacturera en el PIB nominal, sino la creación de nuevos productos manufacturados que se mejoren y abaraten con el tiempo. La evidencia empírica presentada destaca la importancia de la industria manufacturera a la hora de suministrar una diversidad cada vez mayor de productos a precios cada vez más bajos en comparación con los demás sectores de la economía, ofreciendo una variedad asequible para todos (ONUUDI, 2017).

En 2017, 65 países y economías adoptaron al menos 126 políticas de inversión, de las cuales el 84% eran favorables a los inversores. Liberalizaron las condiciones de entrada en una serie de industrias, como el transporte, la energía y la industria

manufacturera. También promovieron y facilitaron las inversiones simplificando los procedimientos administrativos, ofreciendo incentivos y estableciendo nuevas zonas económicas especiales (ZEE) (UNCTAD, 2018).

Por lo tanto, las políticas industriales modernas son un motor clave de las tendencias de las políticas de inversión. De hecho, más del 80% de las políticas de inversión registradas desde 2010 están dirigidas al sistema industrial (manufacturas, servicios complementarios e infraestructura industrial), y aproximadamente la mitad de ellas tienen un claro objetivo de política industrial. La mayoría son transectoriales; alrededor del 10% de ellas están dirigidas a industrias manufactureras específicas (UNCTAD, 2018).

### **3.2 Sector Manufacturero a nivel Nacional**

Según el diagnóstico del World Economic Forum (WEF), el sector manufacturero de México ocupa el lugar 12 a nivel mundial por su tamaño y el 24 por su complejidad económica, sin embargo, su productividad manufacturera varía drásticamente según los sectores, la ubicación geográfica y el tamaño de las empresas. Se destaca en este reporte que sus principales áreas de mejora están en tecnología e innovación, capital humano y marco institucional. La concentración de sectores y ramas muy alta es en 20 sectores que representan el 80 % de toda la actividad manufacturera. El sector manufacturero en México tiene el 24% de la productividad mismo porcentaje que el sector en Estados Unidos, aunque las mejores plantas en México son superiores al promedio de productividad en EU (Schwab, 2017).

El INEGI informa que la Producción Industrial del país aumentó 1% en términos reales durante septiembre del 2017 en comparación con la del mes precedente, con base en cifras descentralizadas. En su comparación anual, la Producción Industrial creció 2.5% en el mes en cuestión. Por sectores de actividad económica, las Industrias manufactureras avanzaron 3.9 (INEGI, 2017).

Es importante mencionar que México se encuentra en una fase donde su motor de crecimiento, las exportaciones, se han deteriorado en sus dos frentes: Por un lado, las

exportaciones petroleras y, por otro lado, la reciente desaceleración de las exportaciones no petroleras. Cabe recordar que, la producción manufacturera de México se encuentra altamente correlacionada con la de Estados Unidos, aproximadamente en un 80 por ciento, en virtud de la relación que existe entre su industria y la proveeduría mexicana de productos manufacturados. Esta estrecha relación permite prever el comportamiento que podría tener la manufactura mexicana de acuerdo con la evolución de su homóloga estadounidense (Centro de Estudios de Finanzas Públicas, 2016a).

El Banco de México (Banxico) señaló que, durante el tercer trimestre de 2018, la economía mexicana repuntó ante un mayor ritmo de crecimiento de las exportaciones manufactureras y de la trayectoria positiva del consumo privado. Por el contrario, se espera que la inversión haya caído como consecuencia de la evolución negativa de la construcción y del gasto en maquinaria y equipo (Centro de Estudios de Finanzas Públicas, 2018b).

En su documento Consulta del Artículo IV, el FMI indicó que la economía mexicana experimentó un crecimiento moderado apoyado por la demanda interna, en particular el consumo privado que siguió siendo el principal motor de la actividad, apuntalado por las exportaciones manufacturadas; además, precisó que la inversión privada continúa siendo frenada por la incertidumbre, en la cual se incluía la futura relación comercial de México y Estados Unidos; así se prevé que la economía alcance un crecimiento de 2.1 por ciento en 2018, dato inferior al que proyectó en octubre (2.2%) (Centro de Estudios de Finanzas Públicas, 2018b).

Según el programa *on-line* del INEGI, DENUE (2019) muestra que existe un total de 5'113,397 establecimientos económicos de actividad manufacturera en todo el territorio mexicano, de cualquier tipo de tamaño de empresa.

La actividad manufacturera según el INEGI se divide en 21 subdivisiones los cuales son: Industria alimentaria, industria de las bebidas y del tabaco, fabricación de insumos textiles y acabado de textiles, fabricación de productos textiles, excepto prendas de

vestir, fabricación de prendas de vestir curtido y acabado de cuero y piel, y fabricación de productos de cuero, piel y materiales sucedáneos, industria de la madera, Industria del papel, impresión e industrias conexas, fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón, industria química, industria del plástico y del hule, fabricación de productos a base de minerales no metálicos, industrias metálicas básicas, fabricación de productos metálicos, fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos, fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica, fabricación de equipo de transporte, fabricación de muebles, colchones y persianas y otras industrias manufactureras; siendo la fabricación de productos metálicos el sector más grande con un total de 74,284 unidades en todo el país (INEGI, 2018b).

En el año 2017 se generó un total de 18'157,002 millones de pesos de Producto interno Bruto (PIB) en todas las actividades económicas; de acuerdo con el INEGI el sector manufacturero generó 2'885,163 de pesos del PIB, lo cual representa un 15.89% sobre el PIB generado en el 2017 (INEGI, 2018).

### **3.3 Sector Manufacturero en Yucatán**

Yucatán cuya capital es la ciudad de Mérida, contando con una cantidad de 106 municipios, con población de 2,182, 983 habitantes correspondiendo al 1.8% de la población total de México, su aportación del Producto Interno Bruto es del 1.5%. En cuanto a empleo, reportó 1,025,577 millones de trabajadores en el 2017, principalmente en la industria manufacturera y el comercio, lo que representó el 2.1% y el 1.8% (ver tabla 3.1) (ProMéxico, 2018).

Tabla 3.1

## Personal ocupado 2017

## PERSONAL OCUPADO 2017

Concepto	Yucatán	Nacional	% Part. A/B
	Total (A)	Total (B)	
<b>Total PEA Ocupada</b>	<b>1,025,577</b>	<b>52,865,845</b>	<b>1.9%</b>
Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca	112,711	7,056,744	1.6%
Industria extractiva y de la electricidad	6,403	409,407	1.6%
Industria manufacturera	181,176	8,752,268	2.1%
Construcción	93,394	4,363,313	2.1%
Comercio	171,596	9,672,477	1.8%
Restaurantes y servicios de alojamiento	91,656	3,948,343	2.3%
Transportes, comunicaciones, correo y almacenamiento	48,452	2,708,764	1.8%
Servicios profesionales, financieros y corporativos	73,232	3,613,309	2.0%
Servicios sociales	87,807	4,355,484	2.0%
Servicios diversos	107,246	5,446,231	2.0%
Gobierno y organismos internacionales	51,522	2,224,773	2.3%
No especificado	382	314,732	0.1%

Fuente: INEGI, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, al cuarto trimestre de 2017.

Según datos de ProMéxico el PIB del estado de Yucatán en el año 2016 creció cerca de 274 mil millones de pesos totales en el 2016 con lo que aportó el 1.5% al PIB nacional, ver tabla 3.2.

Tabla 3.2 PIB

PIB 2016	Yucatán	Nacional	% Part. A/B
	Total	Total	
	(A)	(B)	
<b>Total</b>	273,921	18,858,739	1.5%
<b>Actividades Primarias</b>	10,534	673,818	1.6%
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	10,534	673,818	1.6%
<b>Actividades Secundarias</b>	76,204	5,922,111	1.3%
Minería	1,122	730,321	0.2%
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	6,706	298,215	2.2%
Construcción	30,772	1,491,180	2.1%
Industrias manufactureras	37,604	3,402,396	1.1%
<b>Actividades Terciarias</b>	187,183	12,262,810	1.5%
Comercio	67,163	3,719,506	1.8%
Transportes, correos y almacenamiento	11,326	1,202,597	0.9%
Información en medios masivos	3,753	335,870	1.1%
Servicios financieros y de seguros	7,487	744,498	1.0%
Serv. inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	32,082	2,114,587	1.5%
Servicios profesionales, científicos y técnicos	3,703	391,874	0.9%
Corporativos	75	112,269	0.0%
Servicios de apoyo a negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	13,637	669,564	2.0%
Servicios educativos	13,560	800,896	1.7%
Servicios de salud y de asistencia social	7,786	445,023	1.7%
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	729	85,261	0.9%
Hoteles y restaurantes	7,213	460,224	1.6%
Otros servicios excepto actividades del gobierno	7,174	400,105	1.8%
Actividades del gobierno	11,495	780,534	1.5%

Fuente: INEGI, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, al cuarto trimestre de 2017

Para el 2017 el Producto Interno Bruto, según la Secretaría de Economía (2019) de Yucatán representó el 1.4% y ocupó el lugar número 22, con respecto al total nacional

y en comparación con el año anterior. El sector de actividades secundarias registró una variación anual del 6.0%.

Las actividades secundarias conformadas por la minería, industria manufacturera, construcción y la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica y suministro de gas por ductos al consumidor final, registraron en 2016 un monto de 64,892 millones de pesos (SEFOE, 2016). De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), en la industria manufacturera existen los siguientes negocios ver tabla 3,3 en Mérida, Yucatán (INEGI, 2018).

De estas empresas mencionadas se trabajó con las empresas de nivel medianas y grandes de la ciudad de Mérida.

**Tabla 3.3**

**Empresas Manufactureras medianas y grandes de la ciudad de Mérida**

Nombre de la Unidad Económica	Razón Social
ABASTOS DE MERIDA	ABASTOS DE MERIDA
ACEITERA DEL GOLFO	ACEITERA DEL GOLFO SA DE CV
ALBANY YUCATAN	ALBANY YUCATAN S DE RL DE CV
ALEPH FASHION INDUSTRIES SA DE CV	ALEPH FASHION INDUSTRIES SA DE CV
ALIMENTOS BALANCEADOS LORGAM	ALIMENTOS BALANCEADOS LORGAM SA DE CV
ALIMENTOS ZU	ALIMENTOS ZU SA DE CV
ARPEN	ARPEN SPR DE RL DE CV
ATLANTIDA DEL SUR	ATLANTIDA DEL SUR SA DE CV
BARCEL PLANTA MERIDA	BARCEL SA DE CV
BEPENSA BEBIDAS ORIENTE	BEPENSA BEBIDAS SA DE CV
BEPENSA BEBIDAS PONIENTE	BEPENSA BEBIDAS SA DE CV
BEPENSA BEBIDAS SA DE CV	BEPENSA BEBIDAS SA DE CV
BIMBO PLANTA MERIDA	BIMBO SA DE CV
BONY LINGERIE SA DE CV	BONY LINGERIE SA DE CV
BOTANAS LA LUPITA	BOTANAS Y FRITURAS DEL SURESTE LA LUPITA SA DE CV
DESARROLLO INDUSTRIAL FITEC S DE RL DE CV	DESARROLLO INDUSTRIAL FITEC S DE RL DE CV
DONDÉ	PRODUCTOS DE HARINA SA DE CV

FÁBRICA DE ROPA	IMPULSORA TEXTIL DEL SURESTE SA DE CV
GAMESA PLANTA YUCATAN	SABRITAS SA DE CV
GRUPO PORCÍCOLA MEXICANO	GRUPO PORCÍCOLA MEXICANO SA DE CV
GUAYABERAS MÉXICO	WOLF COMPANY, S.A. DE C.V.
GUAYABERAS YUCATECAS	GUAYABERAS YUCATECAS SA
HARINAS DEL SURESTE	HARINAS DEL SURESTE SA DE CV
HIDROGENADORA YUCATECA	HIDROGENADORA YUCATECA SA DE CV
HIELO CONTINENTAL	HIELO CONTINENTAL SA DE CV
HILOS AGRICOLAS	HILOS AGRÍCOLAS DE YUCATAN SA DE CV
IASSA	INDUSTRIAS ALIMENTARIAS DEL SURESTE SA DE CV
INDUSTRIALIZADORA DE ALIMENTOS DEL SURESTE	INDUSTRIALIZADORA DE ALIMENTOS DEL SURESTE SA
INDUSTRIALIZADORA DE ALIMENTOS DEL SURESTE	INDUSTRIALIZADORA DE ALIMENTOS DEL SURESTE SA
INDUSTRIAS OXFORD DE MERIDA	INDUSTRIAS OXFORD DE MERIDA SA DE CV
IRSA PLANTA MERIDA	INDUSTRIA DE REFRESCOS S DE RL DE CV
LA ANITA	LA ANITA CONDIMENTOS Y SALSAS SA DE CV
LOUIS GARNEAU	LOUIS GARNEAU MEXICO S DE RL DE CV
MANUFACTURERA DE ROPA MERIDANA	MANUFACTURERA DE ROPA MERIDANA SA DE CV
MANUFACTURERA DE ROPA MERIDANA	MANUFACTURERA DE ROPA MERIDANA SA DE CV
OPERADORA GANSO AZUL S DE RL DE CV	OPERADORA GANSO AZUL S DE RL DE CV
PCO TEXTILES	PCO TEXTILES SA DE CV
PLANTA DE ALIMENTOS DIVISIÓN PENÍNSULA	BACHOCO SA DE CV
PLANTA INDUSTRIAL	HARINERA DE YUCATAN SA DE CV
PLANTA MERIDA REFRESCO	BEBIDAS PURIFICADAS DEL SURESTE S DE RL DE CV
PROVI	PROVEEDORA DE ALIMENTOS AVE PECUARIOS SA DE CV
QUALTIA ALIMENTOS OPERACIONES	QUALTIA ALIMENTOS OPERACIONES S DE RL DE CV
RAMS COTTONS	CORTE Y CONFECCION SA DE CV
REPOSTERÍA FINA TERE CAZOLA	PROCESADORA CAZOLA SA DE CV
SAFETY OFF SHORE OF MÉXICO	SAFETY OFF SHORE OF MEXICO SA DE CV
SALMON INDUSTRY	SALMON INDUSTRY SA DE CV
SALMÓN INDUSTRY, S.A. DE C.V.	SALMO INDUSTRY, S.A. DE C.V.
SISALTEX	SISALTEX SA DE CV

VESTIR Y CONFECCIÓN SA DE CV	VESTIR Y CONFECCIÓN SA DE CV
ALEN DEL NORTE SA DE CV	ALEN DEL NORTE SA DE CV
CEMEX OPERACIONES MEXICO, S.A. DE C.V.	CEMEX OPERACIONES MEXICO, S.A. DE C.V.
CEMEX SAB PD0059 MERIDA PLANTA 1	CEMEX S A B DE C V
CEMEX SAB PLANTA MERIDA	CEMEX S A B DE C V
CONCRETOS RICASA	CONCRETOS RICASA CANCUN SA DE CV
DIPROPLAS SA DE CV	DIPROPLAS SA DE CV
DURMAN ESQUIVEL SA DE CV	DURMAN ESQUIVEL SA DE CV
ETIQUETAS Y ETIQUETADORAS DEL SURESTE SA DE CV	ETIQUETAS Y ETIQUETADORAS DEL SURESTE SA DE CV
FÁBRICA DE JABONES LA PRINCESA	FÁBRICA DE JABONES LA PRINCESA SA DE CV
GRUPO CONVERMEX	GRUPO CONVERMEX SA DE CV
GRUPO INCO	INCO PENINSULAR SA DE CV
IBERIA	LA CORRUGADORA SA DE CV
IMPRESORA DE MEXICO	
LICUO ENVASES	LICUO ENVASES SA DE CV
MAPSA	MATERIALES ANILLO PERIFERICO SA DE CV
MEGA EMPACK MATRIZ	MEGA EMPACK SA DE CV
PISOS CÁMARA	
PLANTA INDUSTRIA MILLET	M INDUSTRIA SA DE CV
POLIETILENO PUBLICITARIO SA	POLIETILENO PUBLICITARIO SA
POLPUSA	POLIETILENO PUBLICITARIO SA
PREDECON	PREDECON S DE RL DE CV
PREDECON	PREDECON S DE RL DE CV
PRODUCTOS MITZA	PRODUCTOS MITZA SA DE CV
PRODUCTOS MITZA	PRODUCTOS MITZA SA DE CV
PRODUCTOS PRACTICOS DE MADERA	PRODUCTOS PRACTICOS DE MADERA SA DE CV
RECIPIENTES Y EMPAQUES DE MEXICO SA DE CV	RECIPIENTES Y EMPAQUES DE MÉXICO SA DE CV
ROTOPLAS PLANTA MERIDA	ROTOPLAS SA DE CV
ROTOPLAS PLANTA SURESTE	ROTOPLAS SA DE CV
TUBERIAS ADVANCE DEL CARIBE	TUBERIAS ADVANCE DEL CARIBE SA DE CV
TUPSSAFLEX	TUPSSAFLEX SA DE CV
ARJ DE YUCATAN	ARJ DE YUCATAN SA DE CV
ASPEL DE MEXICO	ASPEL DE MEXICO SA DE CV
BOCHETTI	BOCHETTI SA DE CV
COLOMER	TORRELODONES SA DE CV
DIAMORO MEX	DIAMORO MEX SA DE CV

EMA DE YUCATAN	EMA DE YUCATAN SA DE CV
INTERALUM	ALUCORP SA DE CV
LABORATORIO DENTAL REYTEK	REYTEK SA DE CV
MARBOL INDUSTRIA MUEBLERA	MARBOL INDUSTRIA MUEBLERA SA DE CV
MCC	M C SA DE CV
METAPLUS SA DE CV	METAPLUS SA DE CV
PCC AIRFOILS	PCC AIRFOILS SA DE CV
PRODIN TRANSFORMADORES SA DE CV	PRODIN TRANSFORMADORES SA DE CV
SAROMI MEXICANA S DE RL DE CV	SAROMI MEXICANA S DE RL DE CV
SAXON DE YUCATAN	SAXON DE YUCATAN SA DE CV
SEAL AND METAL PRODUCTS OF LATIN AMERICA	SEAL AND METAL PRODUCTS OF LATIN AMERICA S DE RL DE CV
STEELEX	TIM DEL MAYAB SA DE CV
STULLER MEXICO	STULLER MEXICO S DE RL
TAJOMA	TAJOMA ASTILLEROS SA DE CV

**Fuente: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (2019)**

## **CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA**

### **4.1 Enfoque de la investigación**

El enfoque de la Investigación fue cuantitativo ya que, se realizó un análisis utilizando datos numéricos y específicos, para poder evaluar los resultados y generar propuestas que puedan ser generalizadas en otras empresas con características similares.

### **4.2 Tipo de Investigación**

Según el objeto fue factual, ya que se analizó un hecho real que se vive en la industria; según el objetivo fue aplicada ya que pretende generar propuestas que ayuden a fomentar entre las empresas de manufactura el ingreso al paradigma industria 4.0; según la fuente fue de campo ya que se encuestaron a las empresas medianas y grandes del sector manufactura de la ciudad de Mérida que participaron. Según el período que abarcan fue transversal ya que se aplicó el cuestionario en un único período de tiempo; según el alcance fue descriptiva; ya que se describieron los conceptos de esta cuarta revolución industrial y las herramientas que la conforman, en las empresas de manufactura de Mérida, Yucatán.

### **4.3 Diseño de la investigación**

Para cumplir con el objetivo general de la investigación señalado en el inicio de este documento, el estudio no se manipularon las variables por lo que la investigación es no experimental, descriptiva y de corte transversal, la muestra fue por conveniencia por lo que el único criterio de selección para participar en el estudio fue el deseo de ser parte de este.

#### **4.4 Unidad de análisis, sujeto de estudio, población y muestra**

A continuación se describen las unidades de análisis, población, muestra, variables e indicadores y las herramientas a utilizar.

##### **4.4.1 Unidad de Análisis y sujeto de estudio**

La investigación tuvo como unidad de análisis a las empresas manufactureras medianas y grandes de la ciudad de Mérida, Yucatán; las cuales son un total de 94 empresas que están registradas en el DENUE (Dirección Estadístico Nacional de Unidades Económicas). Los sujetos de estudio fueron los gerentes generales, gerentes de producción y dueños de las empresas, partiendo del supuesto de que ellos conocen las condiciones en las que se encuentra la compañía.

##### **4.4.2 Población y muestra**

Se propuso realizar una investigación descriptiva para evaluar el nivel de implementación de la Industria 4.0 en las empresas clasificadas de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN,2018) con la actividad económica (31-33) Industrias manufactureras ubicadas en la ciudad de Mérida, Yucatán. La población es de 23,366 empresas de todos los tamaños y subsectores que existen, el estudio se enfocará específicamente en las empresas medianas y grandes con 69 y 25 unidades económicas respectivamente. Se intentó encuestar a todas las unidades económicas (empresas) que desearon participar. La muestra fue entonces no probabilística, por conveniencia y el único criterio de participación de las empresas fue el deseo manifestado de ser parte del estudio.

El número de empresas que participaron en la encuesta fue de 20, incluyendo empresas de tamaño pequeño, este cambio se efectuó por la poca participación o respuesta de las empresas manufactureras del municipio de Mérida y se agregaron las de tamaño pequeño a esta encuesta.

#### 4.5 Definición de variables o categorías de análisis

La tabla 4.1 muestra los indicadores de los objetivos específicos para la implementación y formulación de las estrategias que utiliza para monitorear el grado en que se cumplen las estrategias.

**Tabla 4. 1. Variables e indicadores**

<b>Variable</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Niveles de capacitación y conocimiento actual sobre la industria 4.0</b>	Habilidades de los Empleados
<b>Estrategias de Inversión</b>	Grado de implementación de la estrategia
	Definición de indicadores
	Inversiones
	Gestión de la Innovación
<b>Nivel actual con respecto al factor “empresas inteligentes”</b>	Infraestructura de equipos (actual)
	Infraestructura de equipos (objetivo)
	Modelado Digital
	Recopilación de Datos
	Uso de Datos
	Sistemas informáticos
<b>Nivel de “Data-driven services”</b>	Servicios basados en datos
	Participación en los ingresos
	Nivel de uso de datos
<b>Nivel actual de “operaciones inteligentes”</b>	Intercambio de información integrado en el sistema
	Piezas de trabajo guiadas de forma autónoma.
	Procesos de auto reacción
	Seguridad Informática
	Uso de la nube

Fuente: Elaboración propia con datos de Readiness Study (Lichtblau et al. ,2015)

#### 4.6 Descripción de las herramientas de recolección de información.

El instrumento que se utilizó fue un cuestionario. Se utilizó el modelo para la evaluación de la implementación de la Industria 4.0 desarrollado por IMPULS (2015). Dicho instrumento puede definir el nivel de implementación de la Industria 4.0. El modelo establece seis dimensiones 1) La estrategia y organización, 2) Industria inteligente, 3) Operaciones inteligentes, 4) Productos inteligentes, 5) Servicios de manejadores de base de datos y 6) Capital humano que deben ser evaluadas en empresas que deseen implementar tecnología para esta cuarta revolución industrial.

##### 4.6.1 Instrumentos de investigación

El instrumento completo se puede consultar en el Anexo I. La encuesta consta de siete categorías de análisis tomadas del modelo para la evaluación de la implementación de la Industria 4.0 desarrollado por IMPULS (2015), y estas se componen de la siguiente forma:

**Estrategia y Organización.** Compuesta por 4 ítems en los cuales consideran aspectos relacionados con la planificación que lleva la empresa con respecto al tema de investigación que es la Industria 4.0, si muestra algún avance la implementación de ella, alguna posible inversión en el futuro, sobre la gestión de innovación que tiene la empresa.

**Smart Factory – Fábrica / Empresa Inteligente.** Compuesta por 6 ítems los cuales cuestionan sobre si la empresa está relacionada con alguna tecnología involucrada en la cuarta revolución industrial, las actualizaciones de su maquinaria de trabajo, el almacenamiento de los datos que maneja diariamente, la optimización de los procesos y el manejo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC's).

**Smart Operations – Operaciones Inteligentes.** Compuesta por 6 ítems creados para conocer si la empresa emplea tecnología compartiendo datos de información por la nube (Cloud), cuenta con automatización de la línea de producción y si trabaja de forma autónoma y cuenta con seguridad informática.

**Smart Products – Productos Inteligentes.** Compuesto por 2 ítems, en los cuales se requiere conocer si la empresa utiliza las TIC's como función complementaria en sus productos, y sobre el uso de información para realizar las ventas.

**Data-driven Services- Servicios Basados en Datos.** Compuesta por 4 ítems en los cuales se cuestiona sobre la utilización de la información que genera la compañía para el mejoramiento de toma de decisiones, los datos que obtienen de los clientes y cómo la utilizan para el beneficio del mismo, si la generación de datos les genera un ingreso y la frecuencia con la que utilizan estos datos.

**Habilidad de los Empleados.** Compuesta por 2 ítems, creados para conocer las habilidades de los empleados acerca de la industria 4.0 y si están capacitados para la implementación de esta.

**Percepción de la Industria 4.0.** Compuesta por 2 ítems en los cuales se quiere conocer el avance que el gerente o jefe de la empresa ve en ella y si está en los planes la inversión de esta cuarta revolución industrial para el mejoramiento de esta.

**Tabla 4.2**  
**Objetivos, indicadores y distribución de ítems de instrumentos**

<b>Objetivos</b>	<b>Variable</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Sujeto de Estudio</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ítems</b>
<b>Analizar los niveles de capacitación y conocimiento actual sobre la industria 4.0 en el sector manufacturero de Mérida, Yucatán.</b>	Nivel de la industria 4.0 en los empleados.	Habilidades de los Empleados	Gerentes generales, gerentes de producción y dueños de las empresas	Cuestionario 1, escala Likert	23, 24, 25, 26, 27, 28
<b>Analizar las estrategias, inversiones e innovaciones diseñadas para la industria 4.0 en el sector manufacturero de Mérida, Yucatán.</b>	Estrategias, innovaciones e inversiones de la industria 4.0	Grado de implementación de la estrategia, gestión de la Innovación	Gerentes generales, gerentes de producción y dueños de las empresas	Cuestionario 1, escala Likert	1, 2, 3, 4, 5
<b>Analizar el nivel actual con respecto al factor “empresas inteligentes” del sector manufacturero de Mérida, Yucatán.</b>	Nivel de “empresa inteligente” de las industrias manufactureras.	Infraestructura de equipos actual, y objetivo, modelado digital, recopilación y uso de Datos, sistemas de informáticos	Gerentes generales, gerentes de producción y dueños de las empresas	Cuestionario 1, escala Likert	6, 7, 8, 9, 10, 11
<b>Analizar el nivel de “Data-driven services” que tiene las empresas del sector manufacturero de Mérida, Yucatán.</b>	Nivel de manejo de datos en la nube en las industrias manufactureras	Servicios basados en datos, nivel de uso de datos	Gerentes generales, gerentes de producción y dueños de las empresas	Cuestionario 1, escala Likert	20, 21, 22, 23
<b>Analizar el nivel actual de “operaciones inteligentes” que tienen las empresas del sector manufacturero de Mérida, Yucatán.</b>	Nivel de los directivos sobre las “operaciones inteligentes”	Intercambio de información integrado en el sistema, piezas de trabajo guiadas de forma autónoma, procesos de autónomos, seguridad informática, uso de la nube	Gerentes generales, gerentes de producción y dueños de las empresas	Cuestionario 1, escala Likert	12, 13, 14, 15, 16, 17
<b>Proponer estrategias para facilitar la implementación de la industria 4.0 en las empresas manufactureras de Mérida, Yucatán.</b>	Acciones futuras en la implementación de estrategias.	Implementación de estrategias para la implementación	Gerentes generales, gerentes de producción y dueños de las empresas	Cuestionario 1, escala Likert	28

#### **4.6.2 Proceso de recolección de datos**

Para fines de esta investigación la recolección de datos se llevó a través de un cuestionario, el cual fue aplicado sólo a los gerentes generales, de producción y dueños de las empresas manufactureras por medio de una herramienta en línea, este cuestionario fue enviado vía correo electrónico y fue respondido desde la plataforma Survio con el enlace siguiente <https://www.survio.com/survey/d/P1X2O3M5F8X1O3C8U>.

#### **4.6.3 Confiabilidad**

Para determinar la confiabilidad de los instrumentos se realizó una evaluación previa del cuestionario, cuyo objetivo principal fue confirmar que el contenido del cuestionario sea confiable. Lo anterior se logró sometiendo el cuestionario al juicio de expertos tanto en la elaboración de instrumentos de medición y recolección de datos, como con el juicio de especialistas en el tema de investigación, para este fin se contó con el apoyo de profesores de la Maestría en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional.

#### **4.6.4 Validez**

Para tener validez de la herramienta se consideró el apoyo del juicio de expertos en el tema de investigación para corroborar la herramienta. Con base en la sugerencia de los expertos y su observación se realizaron ajustes correspondientes a cada reactivo para que sean más entendibles a los encuestados, ya que es un tema el cual podrían no reconocer y las respuestas no sean favorablemente esperadas. Una vez obtenida la autorización de los expertos, se aplicó el instrumento a los sujetos de estudio establecidos; quienes lo contestaron en línea por medio de la plataforma Survio.

#### **4.7 Procedimiento de análisis de información**

Para el análisis de los resultados obtenidos, una vez que fue contestado el cuestionario, se realizó el análisis en *Microsoft Excel* para ponderar los resultados, ordenar y así relacionar cada respuesta con los objetivos establecidos.

## CAPÍTULO V. RESULTADOS

### 5.1 Datos Generales de las empresas encuestadas

Los resultados corresponden a 20 de las 94 empresas del sector manufacturero del directorio del DENU programado del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), que aceptaron participar en la encuesta. Las encuestas fueron enviadas por correo electrónico a las empresas con la instrucción de que fueran respondidas por el dueño, o por el personal con puestos en gerencia o producción. Las 20 empresas que respondieron a la encuesta, como se observa en la tabla 5.1, se clasifican por su tamaño, con base en su número de empleados de la siguiente forma: siete pequeñas, dos medianas, y 11 grandes.

**Tabla 5.1**  
**Frecuencia de tamaños de empresas**

Tamaño de la Empresa	Número de empresas
Pequeña (0 a 50 empleados)	7
Mediana (51 a 250 empleados)	2
Grande (Mayor a 250 empleados)	11

Fuente: Elaboración propia.

La antigüedad promedio de las empresas encuestadas fue de 13 años. En los datos recopilados y que se presentan en la Tabla 5.2, se observa que la empresa con menor antigüedad es de un año, mientras que, la mayor antigüedad, corresponde a una empresa de más de 60 años.

**Tabla 5.2**  
**Antigüedad de las empresas**

Años de Antigüedad	1	2	3	4	5	6	7	8	10	17	40	60
Número de empresas	1	2	1	2	1	3	1	1	5	1	1	1

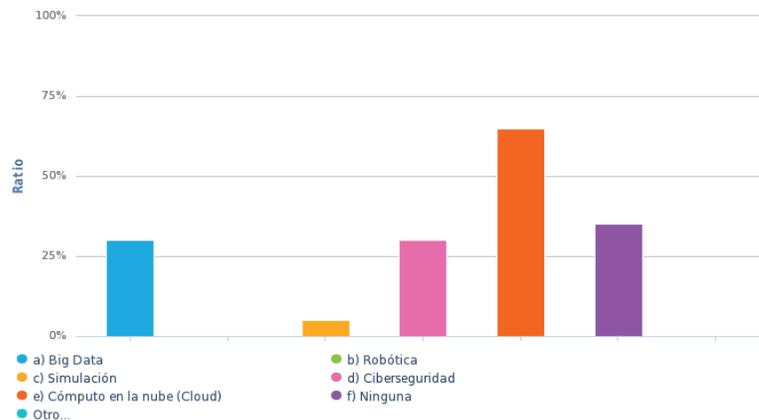
Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes secciones se presenta un análisis de los diversos temas que abarca el estudio. Comenzando con la descripción de los resultados.

### 5.2 Niveles de capacitación y conocimiento actual sobre Industria 4.0

En las respuestas obtenidas (ver figura 5.1) de la encuesta se obtuvo que el 65% de las empresas encuestadas utilizan el Cómputo en la nube (Cloud) como una de las herramientas de la industria 4.0, esto es debido a la facilidad que tienen de acceder a estas herramientas desde cualquier dispositivo celular, tableta o laptop; el 35% de las compañías encuestadas no utilizan ninguna de las herramientas. La ciberseguridad es aplicada en un 30% de las empresas como medio para protegerse de ciberataques que pudieran poner en riesgo su información y la de sus clientes o proveedores, la *big-data* obtiene un 30% y por último la simulación con un 5%. Las herramientas que no obtuvieron porcentaje fue la herramienta de robótica y la de otros.

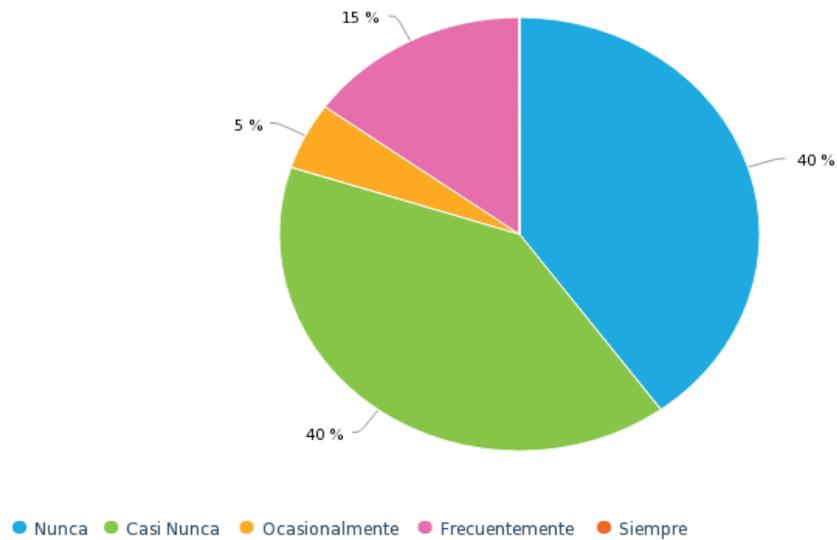
**Figura 5.1**  
**Percepción sobre de las herramientas utilizadas en las empresas encuestadas**



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las encuestas muestran el comportamiento desfavorable de los empleados hacia la aplicación de nuevas ideas sobre la industria 4.0 (figura 5.2), la información obtenida indica que el 40% “nunca” aportó ideas a la empresa sobre la transformación digital, el otro 40% “casi nunca” aportó ideas para el mejoramiento de la empresa, el 5% solo “ocasionalmente” y “frecuentemente” un 15% de los empleados.

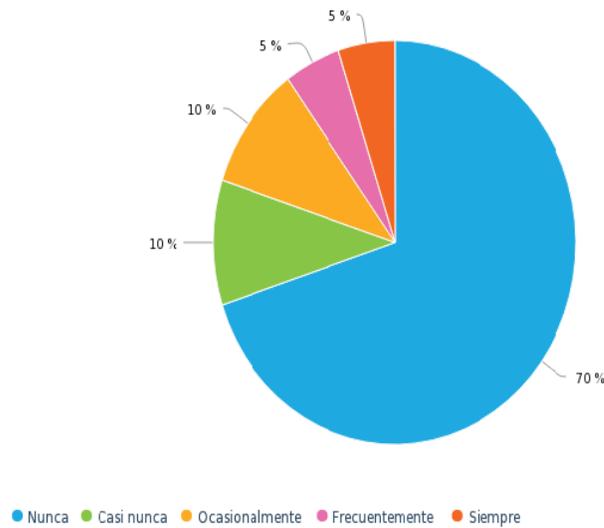
**Figura 5.2**  
**Capacitación de los empleados con respecto a la Industria 4.0**



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5.3 se muestra la frecuencia con la que se capacita a los empleados para la transformación digital. Un 70% de las compañías nunca ha capacitado a sus empleados sobre la transformación digital representando 14 de las 20 empresas encuestadas. Esto manifiesta un escaso interés de las empresas en implementar nuevas formas de trabajo o desconocimiento del potencial que puede llevar la cuarta revolución industrial en sus procesos; de igual forma los resultados muestran que un 10% casi nunca capacita a sus empleados, ocasionalmente el 10% de las empresas y al final se obtuvo un 10 % en la suma del frecuentemente y el siempre.

**Figura 5.3**  
**Porcentajes de respuestas con respecto a la capacitación de empleados**



Fuente: Elaboración propia.

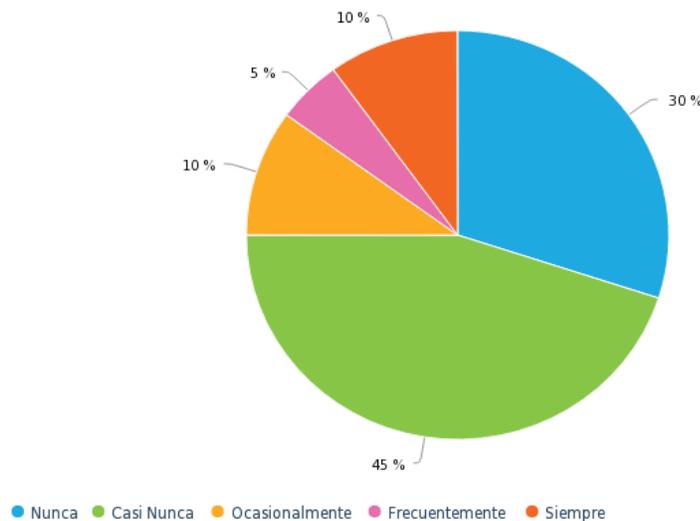
Dos de las preguntas más importantes que se aplicaron en la encuesta realizada fue “Que tan avanzada cree que está esta compañía con respecto a la transformación digital” y el 90% de las respuestas fueron negativas. Esto es, las empresas no creen que estén lo suficientemente avanzadas para poder postularse como una empresa que pueda trabajar al 100% con las herramientas de las Industria 4.0. De igual forma se preguntó si estarían dispuestos a invertir en nuevas tecnologías para el mejoramiento de la empresa en el futuro, y las respuestas fueron positivas contando con un 95% de las empresas. Esto permite entender que aun cuando no se haya invertido en la I4.0 cada vez más las empresas están tomando conciencia del potencial que podría representar y considerando la posibilidad de empezar a invertir en la tecnología que se requiere para ella.

### 5.3 Estrategias, inversiones e innovaciones para la Industria 4.0

Industria 4.0 es más que solo mejorar los productos o procesos existentes mediante el uso de tecnologías digitales: en realidad ofrece la oportunidad de desarrollar modelos de negocio completamente nuevos. Por esta razón, su implementación es de gran importancia estratégica.

Para esto se evaluaron los siguientes cuatro criterios: el estado de implementación de la estrategia de Industria 4.0, operacionalización y revisión de la estrategia a través de un sistema de indicadores, actividad de inversión relacionada con Industria 4.0, uso de tecnología y gestión de la innovación. En la figura 5.4 se muestra la evidencia de la importancia que en las empresas se le otorga a la implementación de estrategias e inversión en la industria 4.0 en las empresas encuestadas. Los resultados señalan que el 30% de las compañías nunca habla sobre implementar nuevas tecnologías, el 45% casi nunca, el 10% ocasionalmente, el 5% frecuentemente y el 10% siempre.

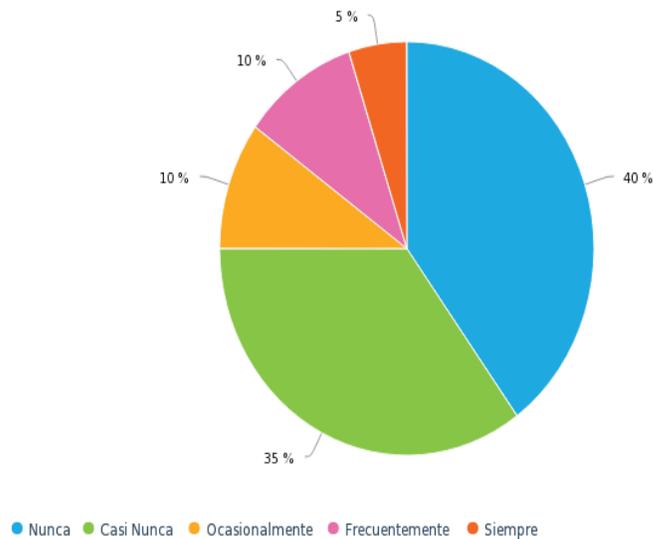
**Figura 5.4**  
**Porcentaje de respuestas sobre estrategias e inversión**



Fuente: Elaboración propia.

Solo el 15% de las empresas encuestadas pueden al menos apuntar a las primeras iniciativas a nivel de departamento, clasificándolas como principiantes en esta dimensión. Es decir, están haciendo sus primeras inversiones en Industria 4.0, aunque solo en un área de la compañía. En la figura 5.5 se muestra el porcentaje obtenido de las respuestas de las empresas encuestadas, sobre la inversión de dinero en implementación de maquinaria para aumentar la eficiencia por medio de la transformación digital. El 40% de las compañías nunca estarían dispuestas a invertir, el 35% de las compañías casi nunca estarían dispuestas a la inversión, el 10% ocasionalmente, otro 10% frecuentemente y siempre solo un 5% de las empresas encuestadas.

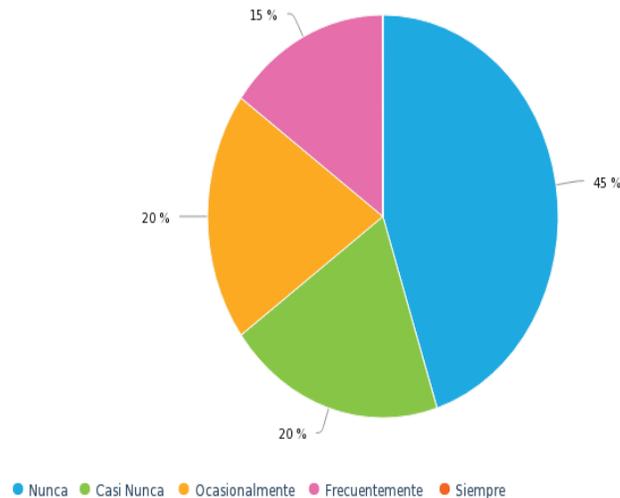
**Figura 5.5**  
**Porcentaje de respuestas sobre primeras inversiones en Industria 4.0**



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5.6 se muestran los porcentajes de respuesta con respecto a la gestión de innovación tecnológica, en donde el 45% de las empresas encuestadas respondió que nunca ha hecho una gestión para mejorar la tecnología que ya utilizan, el 20% casi nunca, otro 20% ocasionalmente, frecuentemente como el último 15% y por último con el 5% respondió que siempre hacen gestiones para mejorar la tecnología.

**Figura 5.6**  
**Porcentaje de respuestas sobre la gestión de innovación tecnológica.**

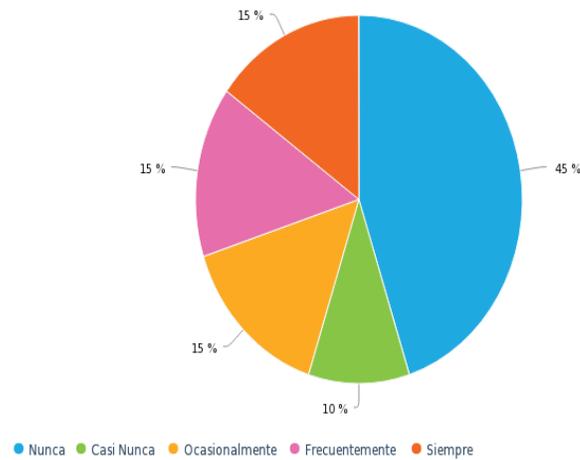


Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4 Empresas inteligentes

El concepto de fábrica inteligente garantiza que se entregue la información y que los recursos se utilicen de manera más eficiente. Esto requiere la colaboración entre empresas en tiempo real entre sistemas de producción, sistemas de información y personas. En la figura 5.7 se muestran los resultados de la frecuencia con que las empresas encuestadas utilizan maquinaria controlada por medio de las tecnologías de la información y comunicación, de forma semiautomatizada o completamente automatizada; el 45% de las empresas encuestadas respondieron con un “nunca”, esto quiere decir que los procedimientos de producción son totalmente manuales y no automatizados, un 10% respondió con un casi nunca, un 15% de empresas respondieron como ocasionalmente, otro 15% frecuentemente trabaja con su maquinaria automatizada o semiautomatizada, y el último 15% de empresas trabaja siempre con maquinaria controlada por las TICs.

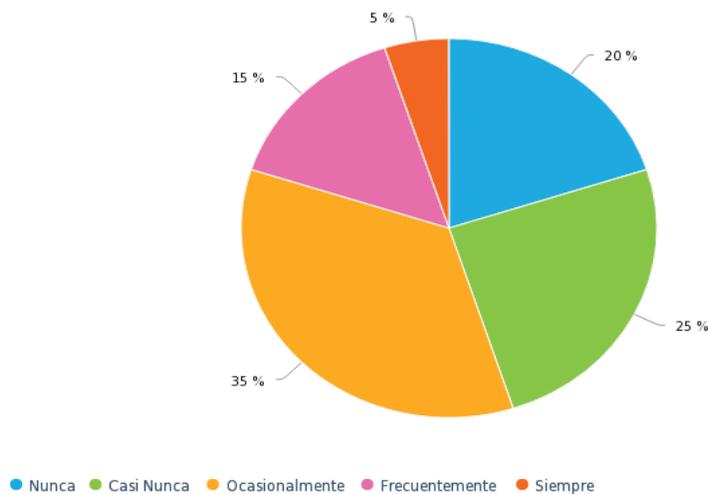
**Figura 5.7**  
**Porcentaje de respuestas con respecto a la maquinaria controlada semi o automáticamente**



Fuente: Elaboración propia.

En la encuesta aplicada se incluyó un ítem para conocer si las empresas encuestadas actualizan su maquinaria con frecuencia, de esta manera se pidió que asignara de “nunca”, siendo el factor más bajo hasta siempre, siendo el más alto. En la figura 5.8 se muestran los porcentajes obtenidos en este ítem.

**Figura 5.8**  
**Porcentaje de respuesta con respecto a la actualización de maquinaria**

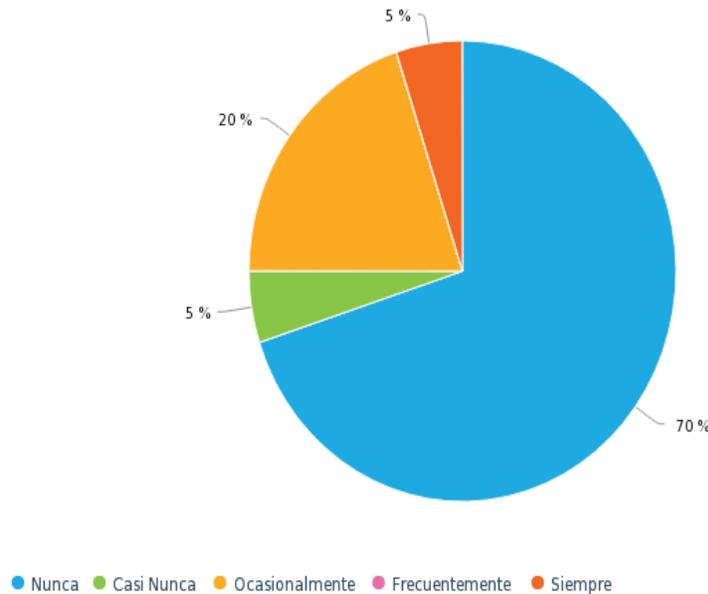


Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que las empresas contestaron que “ocasionalmente” actualizan su maquinaria obteniendo un 35%, el 25% de las empresas respondieron con “casi nunca” actualizan su maquinaria, un 20% de las empresas respondió que “nunca” actualizan su maquinaria, y por último el 5% respondió que un “siempre” actualizan su maquinaria.

Otra de las de las preguntas que se realizaron (figura 5.9) en la encuesta fue con respecto al modelado digital en las empresas manufactureras, el 70% de las empresas contestaron que “nunca” han usado el modelado digital, un 20% respondió con que “ocasionalmente” utilizan el modelado digital, y el 5% que “casi nunca” utilizan el modelado digital y el otro 5% siempre utilizan el modelado digital. Los resultados muestran que solo una empresa utiliza el modelado digital para trabajar en sus productos y por el contrario 14 empresas nunca han utilizado esta herramienta.

**Figura 5.9**  
**Porcentaje de respuestas con respecto al modelado digital.**

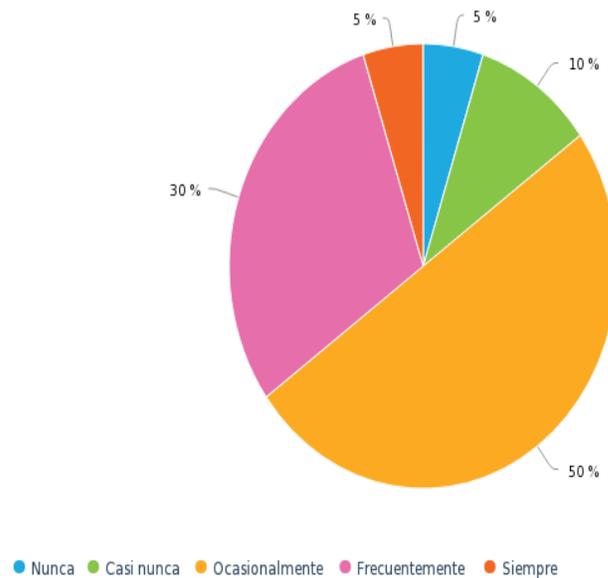


Fuente: Elaboración propia.

La popularización de Internet y la ingeniería en las redes físicas e inalámbricas ha desembocado en el diseño de nuevas formas de almacenar y acceder a datos de forma remota, adaptándose a las nuevas necesidades de consumidores y profesionales, en constante movimiento y con la imperativa necesidad de acceder a sus “pertenencias” desde cualquier lugar provisto de una conexión a Internet, llamándola así la nube. Siendo esta una de las herramientas de la transformación digital.

Se puede observar en la figura 5.10, que el 50% de las empresas encuestadas respondieron que “ocasionalmente” utilizan la nube para el almacenamiento de su información, el 30% respondieron que “frecuentemente” utilizan la nube, el 10% de las empresas respondió que “casi nunca” utilizan esta herramienta, 5% respondió que “siempre” utiliza la nube, y el 5% “nunca” utilizó la nube para el almacenamiento de su información.

**Figura 5.10**  
**Porcentaje de respuesta con respecto al uso del almacenamiento en la nube**

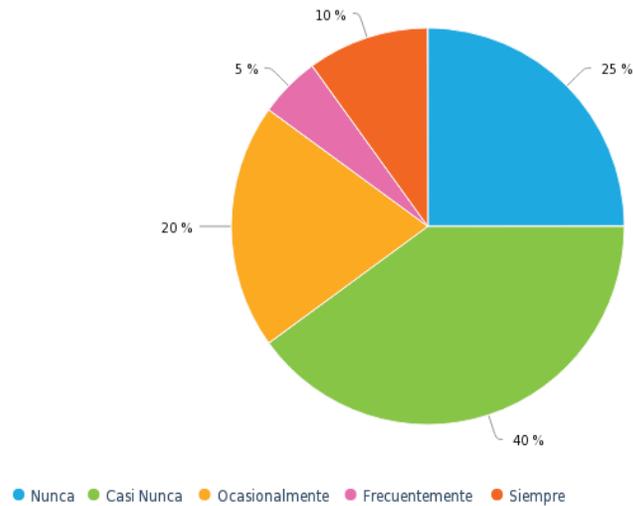


Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5.11 se observan los resultados sobre la utilización de los datos almacenados para optimizar los procesos en la compañía para tener una visión clara de los resultados y tomar decisiones bien informadas, los siguientes porcentajes muestran que el 40% de las empresas “casi nunca” utilizan la información para su beneficio, el siguiente 25% de empresas “nunca” utilizaron toda su información para la optimización de su producción, el 20% de empresas “ocasionalmente” hicieron uso de su información, un 10% siempre utiliza su información para propio beneficio, y el 5% frecuentemente utiliza la información para beneficio de la optimización de producción.

Figura 5.11

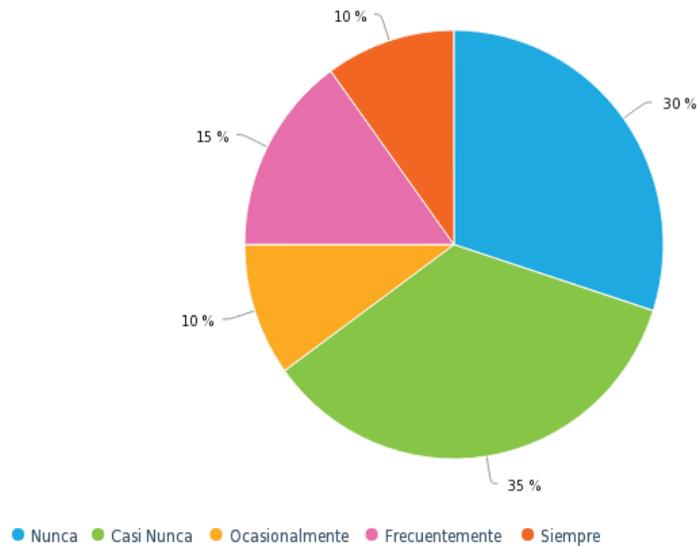
Porcentaje de respuesta con respecto a la utilización de datos almacenados



Fuente: Elaboración propia.

Para la última pregunta respecto a la fábrica inteligente se cuestionó sobre la utilización de los procesos informáticos en los procesos de integración en la empresa todo con el fin de optimizar tiempos y recursos para el beneficio de las empresas. Los porcentajes se muestran en la figura 5.12, en donde el 35% de las empresas “casi nunca” utiliza sus procesos informáticos para monitorear y controlar su trabajo, el 30% “nunca” ha utilizados sus procesos informáticos a beneficio de la empresa, el 15% “frecuentemente” utiliza este método para su beneficio, el 10% de las empresas “ocasionalmente” utilizan los procesos informáticos, y el último 10% siempre utiliza estas herramientas para el beneficio en sus procesos de producción.

**Figura 5.12**  
**Porcentaje de uso de procesos de integración en la empresa**



Fuente: Elaboración propia.

## 5.5 Servicios basados en datos

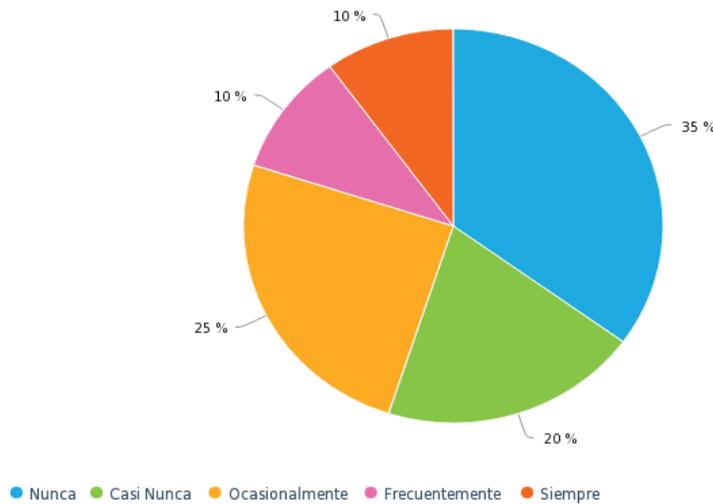
Otro sello distintivo de la Industria 4.0 junto con el uso de las TIC es un replanteamiento fundamental de los modelos comerciales existentes con un enfoque en mejorar el beneficio para el cliente, las empresas tienen la oportunidad de digitalizar modelos comerciales convencionales y desarrollar modelos comerciales completamente nuevos cuyo valor agregado se deriva de la recopilación y el análisis de datos. Los modelos de negocio innovadores y disruptivos bajo la Industria 4.0 van aún más lejos, con el objetivo de forzar las cadenas de valor existentes y aprovechar el nuevo potencial. En la industria manufacturera, la tendencia en los últimos años ha sido que los fabricantes vayan más allá de la simple maquinaria para proporcionar paquetes híbridos de servicios, combinando productos y servicios para aumentar el valor agregado para el cliente.

A continuación, se muestran los porcentajes de los resultados la frecuencia con la que las empresas encuestadas utilizan sus datos para el beneficio de la línea de trabajo y para el beneficio del cliente. El 35% de las compañías respondió que “nunca” utiliza sus datos para su beneficio, el 25% de las empresas respondió que “ocasionalmente” utiliza sus datos, un 20%

respondió que “casi nunca” utiliza sus datos, un 10% de las compañías respondió que “frecuentemente” utiliza sus datos, y el último 10% respondió que “siempre” utiliza los datos para el beneficio de la empresa y sus clientes.

**Figura 5.13**

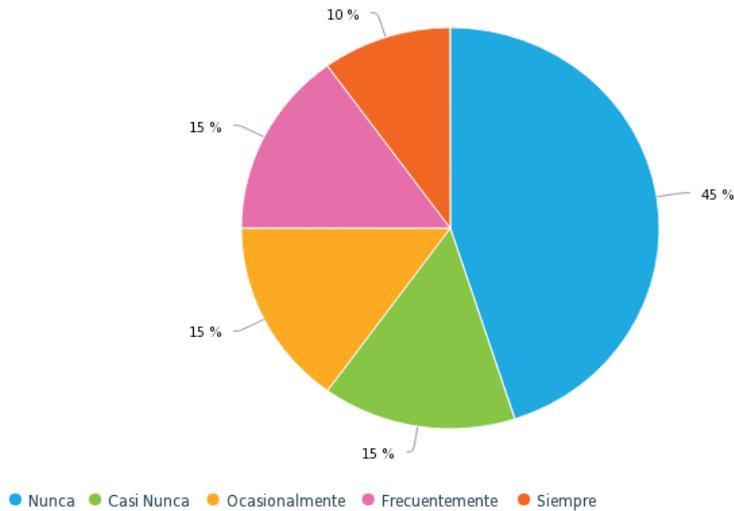
**Porcentaje de respuestas con respecto a la utilización de los datos en la compañía**



Fuente: Elaboración propia.

Otra de las preguntas que se realizó fue la frecuencia con la que las empresas utilizan los datos para el beneficio del cliente (fecha de entrega, retroalimentación, etc.) esto es muy importante para las empresas ya que el cliente siente la importancia y el compromiso que la compañía le da a sus intereses. A continuación, se muestran los porcentajes en la figura 5.14, el 45% de las empresas respondió que “nunca” utiliza sus datos para el beneficio del cliente, un 15% de las compañías respondió que “casi nunca” utiliza sus datos para el beneficio de los clientes, 15% respondió que “ocasionalmente” utiliza sus datos para el beneficio de los clientes, otro 15% respondió que “frecuentemente” utiliza sus datos para beneficio de los clientes, y por último 10% respondió que “siempre” utiliza los datos para beneficio del cliente.

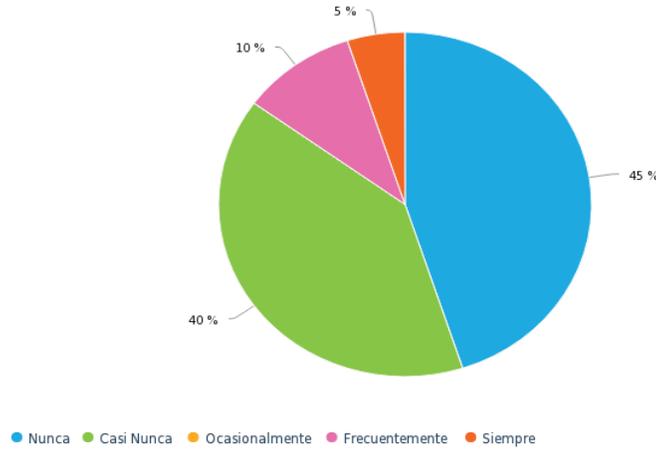
**Figura 5.14**  
**Porcentaje de respuesta con respecto al uso de los datos para beneficio de los clientes.**



Fuente: Elaboración propia

Uno de los aspectos que se preguntaron en esta sección fue la frecuencia con la cual los servicios basados en los datos generan un ingreso en la empresa, por lo cual los resultados se muestran en la figura 5.15, el 45% de las empresas respondieron que “nunca” sus datos generan un ingreso monetario a la empresa, el 40% de las empresas respondió que “casi nunca” sus datos generan un ingreso a la compañía, un 10% respondió que “frecuentemente” sus datos generan un ingreso a la compañía y por último el 5% de las compañías respondieron que “siempre” sus datos generan un ingreso extra para la compañía. Se tiene entonces, que para las empresas encuestadas el promedio de aplicación de nuevas ideas sobre la Industria 4.0 es del 25%. Los datos generados en la compañía son ganancia para las empresas y clientes por el contenido de importancia en ellos, por ejemplo, están los datos de la línea de producción los cuales al finalizar el producto del cliente se notifica de inmediato al departamento de producción con el objetivo de estimar el tiempo de producción, y al mismo tiempo al cliente de que su producto terminó su ensamblaje y está listo para ser enviado a su empresa, casa, oficina, etc.

**Figura 5.15**  
**Porcentaje de respuestas con respecto a los datos que generan un ingreso en la compañía**

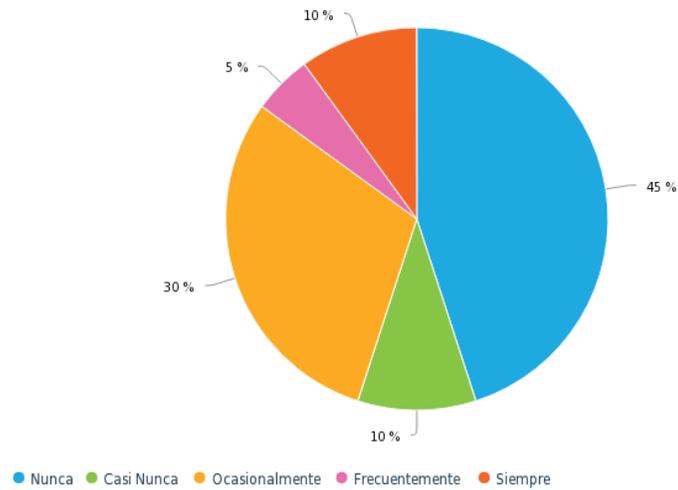


Fuente: Elaboración propia.

Otra pregunta que se realizó para esta sección fue si los servicios de datos eran utilizados para la toma de decisiones, los porcentajes se muestran en la figura 5.16 que el 45% de las compañías “nunca” utilizan sus datos para la toma de decisiones, un 30% respondieron que “ocasionalmente” utilizan sus datos para generar una toma de decisiones, un 10% respondió que “casi nunca” utilizan sus datos para la toma de decisiones en la compañía, otro 10% respondió con un “siempre” utiliza sus datos para la toma de decisiones y el 5% frecuentemente utiliza los datos para la toma de decisiones en la compañía.

Figura 5.16

Porcentaje de respuestas con respecto a los datos para la toma de decisiones



Fuente: Elaboración propia.

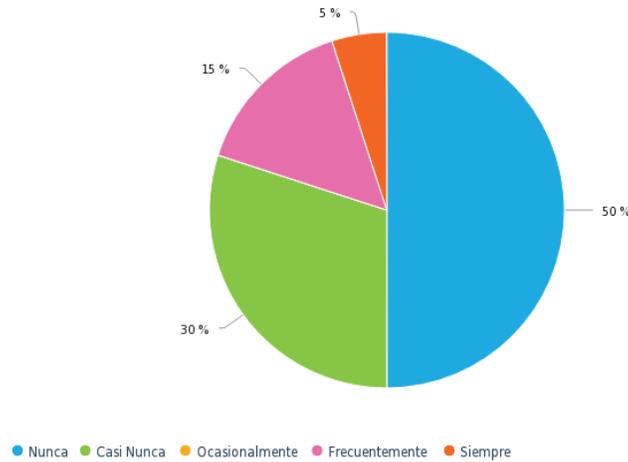
## 5.6 Operaciones Inteligentes

Una característica distintiva de Industria 4.0 es la integración en toda la empresa del mundo físico y virtual. La aparición de la digitalización y la gran cantidad de datos que ha aportado a la producción y la logística han permitido introducir lo que en algunos casos son formas y enfoques completamente nuevos para los sistemas de planificación de la producción y la gestión de la cadena de suministro.. La integración de todos los componentes y sistemas dentro de una planta es un componente esencial en la realización de la Industria 4.0 y la base para la integración horizontal y vertical de la cadena de valor (Schmidt, 2015).

Los resultados de las empresas señalan que el 50% de las compañías “nunca” ha utilizado los sistemas integrados para intercambiar información, un 30% de las empresas “casi nunca” utiliza los sistemas integrados en la compañía para el intercambio de información, 15% “frecuentemente” utiliza los sistemas integrados de intercambio de información y el 5% respondió “siempre utiliza los sistemas de intercambio de información (Ver Figura 5.17).

Figura 5.17

**Porcentaje de respuestas con respecto al uso de sistemas integrados de intercambio de información**

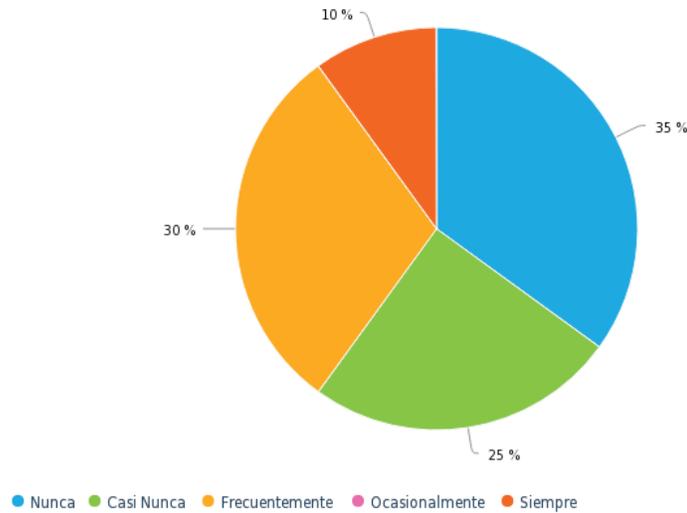


Fuente: Elaboración propia.

Otra pregunta que se realizó en la sección de operaciones inteligentes en la compañía fue la frecuencia con la que la línea de trabajo es ejecutada de forma autónoma, es decir, sin la intervención humana en el proceso de trabajo. Los porcentajes se pueden apreciar en la figura 5.18, el 35% de las empresas respondieron que “nunca” su línea de producción es ejecutada de forma autónoma, un 30% de las empresas respondió que “frecuentemente” su línea de producción es ejecutada de forma autónoma, un 25% respondió que su línea de producción “casi nunca” es ejecutada de forma autónoma, y sólo un 10% de las empresas respondió que su línea de producción “siempre” es ejecutada de forma autónoma. Estos resultados muestran que solo una de las empresas encuestadas ejecuta su línea de producción de forma autónoma y las otras 19 no, esto quiere decir que aún no cuentan con las herramientas actualizadas para poder trabajar en la industria 4.0.

**Figura 5.18**

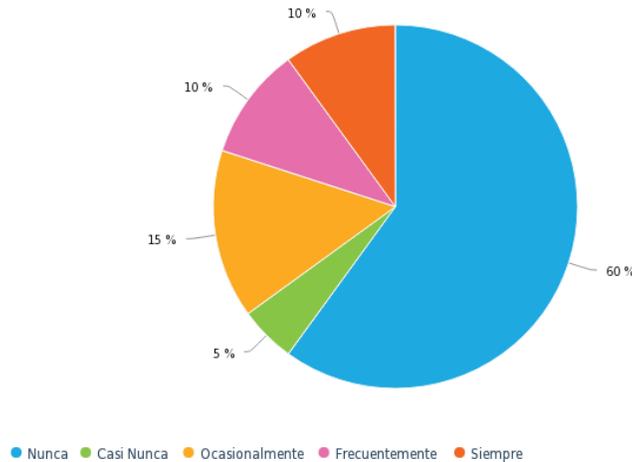
**Porcentaje de respuestas con respecto a la ejecución autónoma de la línea de trabajo**



Fuente: Elaboración propia.

De igual forma se hizo la pregunta a las empresas sobre la frecuencia con la que son utilizados los sistemas de guiado automático, ya sea de maquinaria o vehículos manejados de forma autónoma, en la figura 5.19 se muestran los resultados obtenidos. El 60% de las empresas respondió que “nunca” son utilizados los sistemas de guiado automático en la empresa, el 5% respondió que “casi nunca” son utilizados los sistemas de guiado de forma autónoma en la empresa, el 15% de las empresas “ocasionalmente” utilizan los sistemas de guiado automático en la empresa, el 10% respondió que “frecuentemente” usan los sistemas de guiado automático en la empresa y el 10% respondió que “siempre” utiliza los sistemas de guiado en la empresa para facilitar la línea de producción y ahorrar tiempos.

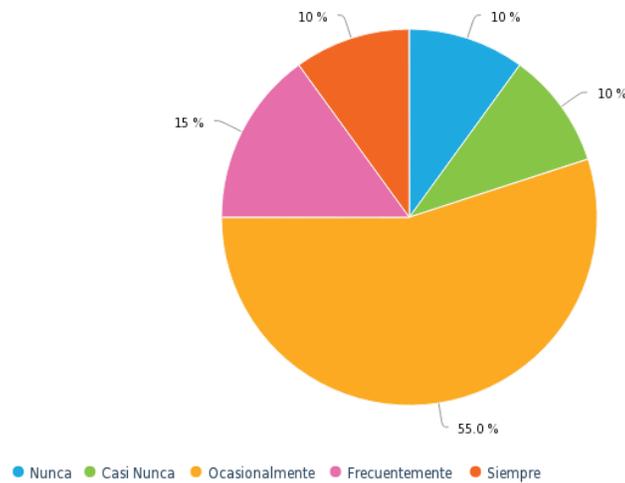
**Figura 5.19**  
**Porcentaje de respuesta con respecto al manejo de sistemas de guiado autónomo en la empresa**



Fuente: Elaboración propia.

Otra de las preguntas realizadas en la encuesta fue la frecuencia con la que se utiliza la seguridad informática en la empresa, esto para evitar hackeos o fuga de información vital de la misma. A continuación, en la figura 5.20 se muestran los porcentajes de respuestas de las empresas encuestadas, el 55% de ellas respondió que “ocasionalmente” es utilizada la seguridad informática en la empresa, el 15% de las empresas respondió que “frecuentemente” utilizan la seguridad informática, un 10% de las empresas “siempre” utilizan la seguridad informática en la empresa para evitar hackeos, otro 10% de las empresas respondió que “nunca” ha utilizado la seguridad informática en la empresa y otro 10% respondió que “casi nunca” utiliza la seguridad informática en la empresa.

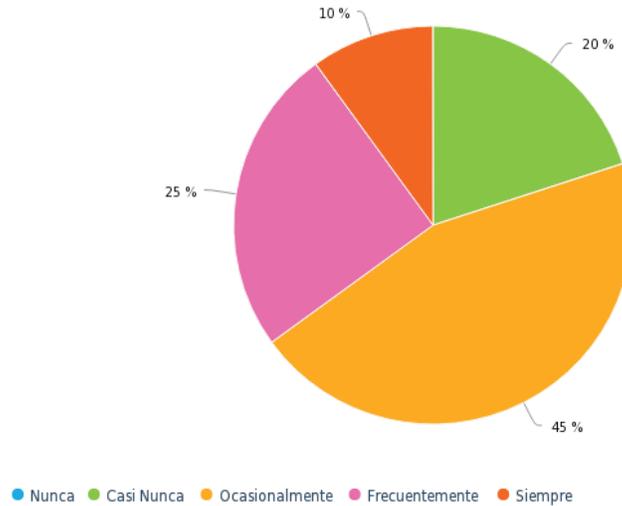
**Figura 5.20**  
**Porcentaje de respuesta con respecto al uso de la seguridad informática**



Fuente: Elaboración propia.

La última pregunta de esta sección fue sobre el uso de la nube para el procesamiento, almacenamiento y análisis de datos, es por ello que en la figura 5.21 se muestran los porcentajes de respuestas de las empresas, el 45% de las empresas respondió que “ocasionalmente” usan la nube para almacenar datos de la empresa, el 25% de las empresas respondió que “frecuentemente” utilizan la nube para el almacenamiento de sus datos, un 20% de las empresas respondió que “casi nunca” utiliza la nube para guardar los datos de la empresa, y el último 10% respondió que “siempre” utilizan la nube para almacenar los datos de la empresa.

**Figura 5.21**  
**Porcentaje de respuestas con respecto al uso de la nube para el procesamiento y análisis de datos**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.7 Propuesta de estrategias.

Una de las primeras estrategias que las empresas deben de aplicar para dar el primer paso hacia la transformación digital es obtener los conocimientos y por consiguiente la capacitación de los empleados; los empleados pueden ser de zonas específicas de la empresa para que ellos estén conscientes de las aplicaciones en tecnología que la empresa pueda aprovechar como primeros pasos conforme se van alimentando de conocimiento con respecto a la industria 4.0. La capacitación de los empleados podrá anticipar grandes cambios dentro de la compañía con lo que tendrán un panorama abierto para digitalizar los sistemas de información y producción intercambiando datos para los monitoreos, controlar procesos y tomar decisiones en tiempo real. Esto con el fin de minimizar tiempos de producción, costos de fabricación, mejorar la calidad de los productos y acelerar tiempos de producción.

Para poner en marcha las primeras estrategias se debe realizar un sistema de indicadores los cuales permitan formular objetivos a corto, mediano y largo plazo; por lo tanto los primeros acuerdos para iniciar las inversiones relacionadas con la industria 4.0 y el uso de las

tecnologías es empezando por los empleados y por consiguiente la gestión de la innovación y nuevos modelos de negocio.

Otra de las estrategias que las empresas inexpertas deberán empezar, es un modelo de preparación el cual necesitan para dar los primeros pasos, y tener un rendimiento óptimo en el sector manufacturero, desafortunadamente las empresas tienen una falta de claridad sobre el beneficio económico de la industria 4.0, de los conceptos de la industria 4.0, falta de experiencia y trabajadores calificados para la industria 4.0 y la cultura corporativa para manejar conceptos de la industria 4.0 más del 70% de las empresas son conscientes de que carecen de experiencia necesaria y de los trabajadores un 70% no calificados en este campo todo esto como resultado de la encuesta aplicada. Con los obstáculos citados anteriormente las diferencias son más pronunciadas cuando se compara a las empresas inexpertas con las empresas más desarrolladas en este ámbito.

Por consiguiente, para que una empresa pueda empezar a superar estos obstáculos necesita el apoyo de agentes del gobierno y políticos para crear un entorno propicio para el éxito de la transformación digital tanto en el estado de Yucatán como en toda la República Mexicana. Se recomienda realizar una radiografía del país y sus perspectivas en la Industria TI para aprovechar los cambios tecnológicos a través de la transformación digital. Los formuladores de políticas públicas y asociaciones de la industria como los son CANACINTRA, COPARMEX, CANACO, entre muchos otros, también pueden brindar aportes valiosos para ayudar a empresas al desarrollo y comprensión de la industria 4.0; a la par es importante la participación de instituciones educativas para atraer y difundir conocimientos y capacitar el recurso humano con las competencias que estas nuevas tecnologías requieran.

Una de las estrategias que se deben de aplicar es la ciber-seguridad, una fuerte inversión en tecnología requiere las competencias de los trabajadores, quienes deben adquirir las competencias relacionadas al manejo y análisis de datos, programación, mantenimientos predictivos, etc.

## **5.8 Principales Resultados**

En la tabla 5.3, se presenta el resumen de los principales resultados alcanzados en el estudio de acuerdo con los objetivos planteados inicialmente.

Las empresas principiantes fueron las que respondieron en su mayoría como “nunca” y “casi nunca” ya que estas respuestas son las bajas y quiere decir que no tienen conocimiento sobre la industria 4.0; las empresas que respondieron “ocasionalmente” y “frecuentemente” son las intermedias y las empresas que contestaron como “siempre” son las expertas.

**Tabla 5.3**

**Resumen de los principales resultados por objetivos del estudio**

<b>Objetivos</b>	<b>Resultado Principal</b>
<b>Analizar los niveles de capacitación y conocimiento actual sobre la industria 4.0 en el sector manufacturero de Mérida, Yucatán.</b>	El nivel de las empresas es de principiantes, por el hecho de que los empleados y sus conocimientos son mínimos en comparación con los esperados y la mayoría de las empresas no capacitan a su personal.
<b>Analizar las estrategias, inversiones e innovaciones diseñadas para la industria 4.0 en el sector manufacturero de Mérida, Yucatán.</b>	El nivel de las empresas es de principiante, por el motivo de que la mayoría de las empresas no están contemplando actualmente la implementación de la industria 4.0
<b>Analizar el nivel actual con respecto al factor “empresas inteligentes” del sector manufacturero de Mérida, Yucatán.</b>	El nivel de las empresas encuestadas es de principiante, esto por los bajos porcentajes obtenidos en la encuesta, por consiguiente, deben de implementar estrategias para iniciar como una empresa inteligente.
<b>Analizar el nivel actual de “operaciones inteligentes” que tienen las empresas del sector manufacturero de Mérida, Yucatán.</b>	El nivel de las empresas encuestadas con respecto a las operaciones inteligentes es de principiantes, por los porcentajes bajos en las áreas pertinentes con respecto a las operaciones inteligentes.
<b>Analizar el nivel de “Data-driven services” que tiene las empresas del sector manufacturero de Mérida, Yucatán.</b>	El nivel de las empresas encuestadas con respecto a los “servicios basados en datos” es principiante, con el motivo de que las empresas están en una etapa en la cual apenas conocen y utilizan en las empresas.
<b>Proponer estrategias para facilitar la implementación de la industria 4.0 en las empresas manufactureras de Mérida, Yucatán</b>	Se propone las siguientes estrategias: intercambio de información integrado en el sistema, piezas de trabajo guiadas de forma autónoma, procesos autónomos, seguridad informática, uso de la nube

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Se alcanzaron cada uno de los objetivos específicos planteados y, con ello el objetivo general, con base en lo que se detalla a continuación. Con referencia al **Objetivo 1** que fue analizar los niveles de capacitación y conocimiento actual sobre la industria 4.0 que existen en el sector manufacturero de Mérida Yucatán, en el cual se concluye que cinco empresas del sector manufacturero conocen el término para ser exactos un 80% de las empresas y solo el 20% de las empresas están conscientes sobre los temas principales de la industria 4.0 y la capacitación de sus empleados de igual forma el 80% de las empresas no capacita a sus empleados y el 20% si lo hace. Por consiguiente, otra de las respuestas que se obtuvo, fue sobre qué tan avanzada cree que la compañía se encuentra y las respuestas fueron que un 75% de las empresas no creen que estén avanzadas en este criterio, y el otro 25% de las empresas si estan consientes de la forma en que trabajan.

En cuanto al **objetivo 2**, en el que se estableció identificar las estrategias, inversiones e innovaciones diseñadas para la industria 4.0 en las compañías, la frecuencia con la que se habla de la implementación de la industria 4.0 en las empresas es del 65%, qué están dispuestos a gestionar la transformación digital al hacer inversiones futuras principalmente en maquinaria. Este es un gran paso que pueden dar utilizando estrategias con objetivos para el corto, mediano, y largo plazo, las empresas tienen la oportunidad de especificar en qué áreas empezar con la transformación digital y con cual terminarla, y uno de los inicios es enseñar a su fuerza de trabajo para brindar una lluvia de ideas y empezar poco a poco e ir tomando decisiones.

En el **objetivo 3** se propuso identificar el nivel actual de las empresas con respecto al factor “*Smart factory*” o empresa inteligente, que la mayoría de las empresas que respondieron como “nunca y casi nunca” representan un 80% de ellas los cuales necesitan iniciar pruebas piloto para tener primeras experiencias con una nueva

infraestructura tecnológica interconectados a los sistemas de tecnologías de información de la compañía, al brindar nuevas experiencias y formas de trabajo la compañía va abriendo una nueva puerta de aprendizaje junto con el personal.

El **objetivo 4** donde se determina el nivel de “*Data-driven services*” o servicios basados en datos en las empresas manufactureras de Mérida Yucatán. El uso de los datos permite llevar a cabo una gestión versátil de las aplicaciones de Internet de las cosas y una estrategia de integración, en todos los sistemas, para mejorar el tiempo de salida al mercado o la aplicación de servicios basados en la localización para rastrear y monitorear datos, el cual puede personalizarse para que proporcione soluciones únicas de negocios, con un mercado de aplicaciones para agregar y vender las funcionalidades de IdC (Internet de las Cosas) relevantes, la utilización de múltiples elementos de datos, entre ellos, metadatos, datos de sensores y datos de uso, para obtener información comercial útil que le permita tomar las medidas necesarias, y mejorar el desempeño de IdC.

El **objetivo 5** en el cual se buscó determinar el nivel actual de “operaciones inteligentes” que tienen empresas del sector manufacturero en Mérida, Yucatán. Respecto a este objetivo se encontró que un 50% de las compañías no utilizan este tipo de herramientas en sus líneas de trabajo y no aplican los sistemas necesarios que la empresa más avanzada (sólo una empresa representando 5%), con las operaciones inteligentes las empresas pueden volverse más flexibles, ágiles y responsivas, pueden generar valor más rápido; y lograr una ventaja competitiva muy grande. Se necesita el talento para el impulsar al emprendedor, la creatividad y habilidad de asociarse con las áreas importantes para el enfoque que las empresas le quieran dar, el talento futuro para resolver problemas de forma creativa además de manejar mucho lo digital y operacional.

Respecto al diseño de estrategias para facilitar la implementación de la industria 4.0 en las empresas manufactureras de Mérida, Yucatán, en el **objetivo 6** se plantearon la principales estrategias, las cuales incluyen la capacitación de los empleados,

gerentes y dueño(s) con el fin de que toda la compañía se vea involucrada en la industria 4.0 y dar los primeros pasos para la aplicación de esta nueva forma de trabajo en la compañía; las estrategias de inversión e innovaciones deben ser primeramente analizadas por los altos mandos y ver qué alternativas tiene la empresa para implementar en la compañía, en qué es conveniente invertir y si su fuerza de trabajo tiene el conocimiento adecuado para manejar estas nuevas herramientas. En las áreas de empresa inteligente se trata de adaptar a los avances tecnológicos, la información y el capital humano que son los pilares de las actividades laborales y el desarrollo de liderazgo, respecto a los servicios basados en datos en la empresa se vuelven un factor aún más importante a la hora de tomar decisiones tanto para las líneas de trabajo, recepción de compras, ventas, entregas, etc., los datos son muy importantes y difíciles de manejar pero agregando estas herramientas facilita el uso de los mismos. Y para implementar las operaciones inteligentes dentro de las empresas es necesario primero tomar en cuenta la capacidad de la empresa para manejar herramientas sofisticadas en las empresas que apenas conocen el concepto de la industria 4.0, por lo cual es necesario primero tener las nociones de las tecnologías que implementarán y luego pasar a las inversiones correspondientes.

## **6.2 Recomendaciones**

La industria 4.0 en México representa un gran potencial en el cual las empresas pueden participar con el simple hecho de capacitarse e implementando las tecnologías que traen con ellas, desafortunadamente esta cuarta transformación digital viene con cambios muy grandes y esto a veces limita a las empresas a querer invertir en ello, por eso es muy importante la capacitación de todos los recursos laborales que ellas tengan y con eso empezar a dar pasos en donde puedan aplicar sus conocimientos y las áreas en donde se puedan aplicar. El uso de los datos de fuentes diversas de la empresa para ganar nuevo conocimiento que propicia el talento humano pueda innovar para obtener mejores resultados, es por ello que las empresas están desarrollando estrategias para el análisis de estos, además de mecanismos para convertir datos en

ideas y luego acciones. La inteligencia artificial es la clave para que la transformación digital complemente a las empresas de los negocios y los procesos de producción, por ello el talento humano debe entender los problemas de las empresas y cómo resolverlos y luego atender estas situaciones para encontrar la respuesta usando adecuadamente los recursos laborales, la conectividad y tecnología.

La nube es una de las herramientas más utilizadas con una seguridad holística de grado empresarial, lo cual lo hace una fuente significativa para trabajar, esto requiere el reemplazar y modernizar los sistemas actuales de las empresas, la mayoría de las empresas pueden emplear estas herramientas de forma gratuita gracias a la cantidad de herramientas en línea que pueden utilizar, ya que estas herramientas tienen distintas propiedades y deben elegir las que más les convenga. De igual forma las empresas pueden acercarse a las universidades o parques científicos tecnológicos para crear lazos entre instituciones educativas y académicas de elevado valor agregado y todo lo que estos sectores requieran para operar y tener crecimiento dentro de las empresas manufactureras, de esta manera tanto instituciones académicas e industrias se verán beneficiadas en la creación de empleos y talento humano para afrontar los retos que la digitalización trae a las empresas.

Se recomienda altamente acercarse con instituciones educativas que puedan acelerar la aplicación de nuevas tecnologías en la empresa ya que aportarían nuevos modelos de trabajo y talento humano fresco el cual su aportación sería beneficiosa para la empresa, abriendo así un ciclo de educación para los trabajadores actuales recibiendo información de los nuevos trabajadores y viceversa.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Academia de Ingeniería de México, (2017). *Ingeniería de Manufactura en el siglo XXI Un enfoque Estructural para Desarrollo, Diseño y Manufactura de Productos de Consumo*, México, CONACYT 2017.
- Alcántara, V. y Ortiz, S. (2018). *¿Cómo transitar a la industria 4.0?* Retrieved. 11, November 2018 Revista Digital B2B, from <https://www.vanguardia-industrial.net/como-transitar-a-la-industria-4-0/>
- Bárcena, A. (2015). *Neoestructuralismo y corrientes heterodoxas en América Latina y el Caribe a inicios del siglo XXI*, Santiago de Chile, CEPAL.
- Basco, A. I., Beliz, G., Coatz, D., y Paula, G. (2018). *Industria 4.0. fabricando el futuro*. Union Industrial de Argentina.
- Blanco, R., Fontrodona, J., y Poveda, C. (2017). La industria 4.0: el estado de la cuestión. *Economía Industrial*, pp. 151–164.
- Bustos, C. (2009) *La producción artesanal Visión Gerencial*, pp. 37-52 Universidad de los Andes Mérida, Venezuela ISSN: 1317-8822  
c2015. ISBN 978-607-739-723-6.
- Castresana, C. (2015). *Industria 4.0*. España: Universidad de la Rioja. Retrieved from [https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE002004.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE002004.pdf)
- Centro de Estudios de Finanzas Públicas. (23 de Diciembre, 2018) *Oferta y Demanda Global con tendencia positiva; crece 3.55% en el III-Trim-18 (2.48% en el III-Trim-17)* Boletín: oferta y demanda global iii trimestre de 2018, 2018-12-26
- Centro de Estudios de Finanzas Públicas. (Julio 19, 2016). *La industria manufacturera y el entorno económico externo posterior*. Boletín: Actividad Industrial, 1, 10. 2016, Mayo, De Banco de México Base de datos.

- Confederación Patronal de la República Mexicana (2017) *Industria Manufacturera en Yucatán, Estructura del PIB y Manufactura*, pp.15.
- Córdoba, E. (2006) *Manufactura y automatización*. Revista ingeniería e investigación vol. 26 no.3, (120-128). Bogotá. ISSN 0120-5609.
- Evans, D. (2011). *Internet de las cosas Internet de las cosas Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo*. Cisco Internet Business Solutions Group.
- Fernández J. (2017). *La industria 4.0: Una revisión de la literatura*. Actas de Ingeniería, 3, pp. 222-227.
- Gobierno de Aragón. (2017). Estrategia Aragón Industria 4.0, 48. Fuente: [http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/OrganosConsultivos/ConsejoIndustriaAragon/StaticFiles/Estrategia\\_Aragon\\_Industria\\_4.0.pdf](http://www.aragon.es/estaticos/GobiernoAragon/OrganosConsultivos/ConsejoIndustriaAragon/StaticFiles/Estrategia_Aragon_Industria_4.0.pdf)
- González, F. (2007). *Manufactura esbelta (lean manufacturing). Principales herramientas*. Revista Panorama Administrativo, México. [https://www.researchgate.net/publication/46531895\\_Manufactura\\_Esbelta\\_Lean\\_Manufacturing\\_Principales\\_Herramientas](https://www.researchgate.net/publication/46531895_Manufactura_Esbelta_Lean_Manufacturing_Principales_Herramientas)
- Grupo Impulsor de Artesanías y Medio Ambiente, (2009). *Artesanías y Medio Ambiente*, México.
- Hozdić, E. (2015). *Smart factory for industry 4.0: a review*. International journal of modern manufacturing technologies, VII, 35. 2015, from University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Control and Manufacturing Systems Base de datos.
- INEGI (2014). *Censos Económicos 2014 : Los hombres y las mujeres en las actividades económicas*, México : INEGI
- INEGI. (2018). *Información Oportuna sobre la actividad industrial en México durante agosto 2018*. Retrieved 12 Noviembre, 2018, from <http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/actind/acti>

[nd2018\\_10.pdf](#)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018). Producto interno bruto trimestral  
Año base 2013.

<https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/v3/default.aspx?pr=18&vr=1&in=2&tp=20&wr=1&cno=2>

Jutglar, A. (1999). *“La revolución industrial y la aparición del gran capitalismo”*. Biblioteca Nacional, París: ediciones. Historia Universal Salvat, pp. 65-92.

Kagermann, H.; Wahlster, W. y Helbig, J. (2013): *“Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0”*. Acatech- National Academy of Science en Engineering, 1-82, Bonn, Alemania.

Kalpakjian, S. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Quinta Edición, Pearson educación, México.

Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schröter, M. (2015). *Industrie 4.0 readiness*. Aachen. Retrieved from <https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/5356229/Industrie4.0ReadinessStudyEnglish.pdf/f6de92c1-74ed-4790-b6a4-74b30b1e83f0>

Maldonado, V. (2005) *Aplicación de Técnicas de Manufactura Esbelta para el Análisis y Mejoramiento de la Planeación y Ejecución de las Actividades de Lanzamiento de Nuevos Productos en una Línea de Ensamble de Camiones-Edición Énica*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. México. <http://hdl.handle.net/11285/572442>

Ngjeqari, V. (2016). *The Sustainable Vision of Industry 4.0 The Role of Information and Communication in achieving Sustainable Development Goals*. September 20, 2016, de University of Vienna.

O' marah, K. (2017). *Operaciones inteligentes e internet de las cosas. Informe Impacto digital en la estrategia*. SCM World. Estados Unidos. <https://www.sap.com/latinamerica/documents/2017/04/aa10d0ec-b57c-0010->

[82c7-eda71af511fa.html](http://82c7-eda71af511fa.html)

- Oliván Cortés, R. (2014). *La Cuarta Revolución Industrial, un relato desde el materialismo cultural*. Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales, 6, 101-111.
- ONUDI. (2015). *El rol de la tecnología y la innovación en el desarrollo industrial inclusivo y sostenible*. Austria. Retrieved from <https://www.unido.org/sites/default/files/2015->
- Pereira, A. C., y Romero, F. (2017). *A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept*. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206–1214.  
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032>
- Pérez, O. (2009). *Sistemas de manufactura*. Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México, México.
- ProMéxico, Inversión y Comercio (2018) *Yucatán, ¿Por qué invertir en Yucatán?*. Secretaría de Economía, México.
- Quintero, O., Sierra, V., y Montes, M. (2012). *Un análisis de las implicaciones y profundos y trascendentales efectos de la Revolución Industrial en la historia de la humanidad*. En *La Revolución Industrial*(35). Colegio Británico de Cartagena 11ª.
- Rayado, J. (2003). *La Calidad en los productos del medio rural*. Acciones e Investigaciones Sociales. ISSN: 1132-192X
- Roel, V. (1998). *La Tercera Revolución industrial y la era del Conocimiento*. Universidad Mayor de San Marcos: Fondo Editorial.
- Rose, K., Eldridge, S., Chapin, L. (2015). *La internet de las cosas — la internet de las cosas — una breve reseña*. *Internet Society (ISOC)*, 1, 83.

- Schmidt, R., Möhring, M., Härting, R., Reichstein, C., Neumaier, P., and Jozinović, P. (24 Junio, 2015). *Industry 4.0 - Potentials for Creating Smart Products: Empirical Research Results*. *Business Information Systems*, 18, 355. June 24–26, 2015, De 18th International Conference Base de datos.
- Schwab, K. (2016). *La Cuarta Revolución Industrial*,. World Economic Forum. Alemania, 3 de Noviembre 2016, Penguin Random House Grupo Editorial España.
- Secretaría de Economía (SE), y Programa para el Desarrollo de la industria del software y la innovación (Prosoft). (2016). *Crafting the future: a roadmap for industry 4.0 in Mexico*. Mexico. Retrieved from <http://www.promexico.mx/documentos/mapas-de-ruta/industry-4.0-mexico.pdf>
- SPRI (2015): “*Industrie 4.0 - ¿Utopía digital o business case? – Basque Industry 4.0*”. [Video] Edita YouTube. (<https://www.youtube.com/watch?v=9dtxBsSeinw>) [Consulta: 07/11/18]
- Stock, T., Seliger, G. (2016). *Oportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0*. ScienceDirect, 1, 6. 2016, From Institute of Machine Tools and Factory Management, Technische Universität Berlin Base de datos.
- Tsvetkova, R. (2017). *What does industry 4.0 mean for sustainable development?*.
- UNCTAD (2018) Informe sobre las inversiones en el mundo 2018, la inversión y las nuevas políticas industriales, Nueva York y Ginebra.

## Anexo I

Buenos días/tardes. Estamos realizando una investigación sobre el nivel de implementación de las herramientas que conforman la transformación digital. Le agradeceríamos nos otorgue unos minutos para contestar unas preguntas. Este estudio es solo con fines académicos, por lo que la información que proporcione será confidencial.

**INSTRUCCIONES:** Para el correcto llenado del cuestionario, se solicita al encuestado que responda de acuerdo a las características de la empresa, seleccione la respuesta marcando la opción con una X.

*Datos generales*

Empresa: \_\_\_\_\_ Puesto: \_\_\_\_\_ Número de Empleados: \_\_\_\_\_

### PRIMERA SECCIÓN – PERFIL DE LA EMPRESA

#### 1.1 Características de la empresa

- 1 ¿Cuántos años lleva operando la empresa? \_\_\_\_\_
- 2 ¿Cuál de las siguientes Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) utilizan en la empresa? Escoge una o varios.
- a) Big data    b) Robótica    c) Simulación    d)Ciberseguridad    e) Cómputo en la nube (Cloud)    f) Ninguna

#### 2.1 Estrategia y Organización

Instrucciones: Por favor responda lo que se solicita en cada pregunta, seleccionando la opción que corresponda. (N= nunca, CS= Casi Nunca, O= Ocasionalmente, F= Frecuentemente, S= Siempre)

	N	CN	O	F	S
3. ¿Con qué frecuencia se habla de la implementación de la transformación digital en la empresa?					
4. ¿Con qué frecuencia se invierte dinero en maquinaria para la implementación en la transformación digital para aumentar la eficiencia (Big data, Robótica Cooperativa, Simulación, Ciberseguridad, Cómputo en la nube (Cloud), etc.)					
5. ¿Con qué frecuencia se realiza una gestión de innovación tecnológica (software o hardware) dentro de la empresa? (Consiste en el uso de sofisticadas herramientas electrónicas que incrementan la velocidad y la eficiencia del desarrollo de productos a través de todo el sistema de innovación productivo)					

### SEGUNDA SECCIÓN – SMART FACTORY – FABRICA/EMPRESA INTELIGENTE

#### 3.1 Características de la empresa

	N	CN	O	F	S
6. ¿Con qué frecuencia es utilizada la maquinaria controlada por medio de las Tecnologías de la Información y Comunicación? (Sistemas semiautomatizados o automatizados)					
7. ¿Con qué frecuencia la empresa actualiza su maquinaria?					
8. ¿Con qué frecuencia utilizan el modelado digital? (digitalización de un objeto)					
9. ¿Con qué frecuencia son usadas las TIC para el almacenamiento de datos (Dropbox Bussiness, Google Drive, etc.)?					
10. ¿Qué tan seguido son utilizados los datos almacenados para la optimización de procesos? (Nivel de control de datos almacenados en la nube para tener una visión clara de los resultados, por lo que la información valiosa está disponible para tomar decisiones bien informadas que ayudan a optimizar la producción).					
11. ¿Con qué frecuencia son utilizados los procesos informáticos en los procesos de integración de la empresa? (Planificación del trabajo, monitoreo y control del trabajo, medición y análisis, etc.)					

### TERCERA SECCIÓN – SMART OPERATION – OPERACIONES INTELIGENTES

#### 2.2 Operaciones Inteligentes

	N	CN	O	F	S
12. ¿Con qué frecuencia la empresa utiliza los sistemas integrados de intercambio de información? (de archivos, adquirir conocimientos y solucionar problemas de manera interna en la empresa, etc.).					
13. ¿Con qué frecuencia se discute sobre la automatización en la línea de producción de la empresa?					
14. ¿Con que frecuencia la línea de trabajo es ejecutada de forma autónoma?					
15. ¿Con qué frecuencia son utilizados los sistemas de guiado automático en la empresa? (Maquinaria o vehículos guiados de forma autónoma, etc.).					

16. ¿Con qué frecuencia se utiliza la seguridad informática en la empresa?					
17. ¿Con qué frecuencia es utilizada la "Nube" (Almacenamiento de datos, análisis de datos, etc.)?					

#### CUARTA SECCIÓN – PRODUCTOS INTELIGENTES

##### 2.3 Productos inteligentes

	N	CN	O	F	S
18. ¿Con qué frecuencia la empresa tiene funciones complementarias con las TIC's (Memoria de producto, autoinforme, integración, localización, sistemas de asistencia, monitoreo, información de los productos o identificación automática, etc)?					
19. ¿Con qué frecuencia la empresa utiliza la información para el desarrollo de los productos (ventas, postventa, mantenimiento a distancia, etc)?					

#### QUINTA SECCIÓN – DATA DRIVEN SERVICES/ SERVICIOS BASADOS EN DATOS

##### 2.4 Servicios basados en datos

	N	CN	O	F	S
20. ¿Con qué frecuencia son utilizados los datos en la compañía? (El Almacenamiento, procesamiento y análisis de datos permite que la empresa tenga el control de los elementos y recursos con los que cuenta, esto puede apoyar en la mejora del servicio a los clientes, un incremento en las ventas y una mejor administración).					
21. ¿Con qué frecuencia son utilizados los servicios de datos para el beneficio del cliente? (Fecha de entrega, Retroalimentación del producto, modificación del producto, etc).					
22. ¿Con qué frecuencia los servicios basados en datos generan un ingreso a la empresa?					
23. ¿Con qué frecuencia son utilizados los servicios de datos para el mejoramiento de toma de decisiones?					

#### SEXTA SECCIÓN – HABILIDADES DE LOS EMPLEADOS

##### 2.5 Habilidad de los empleados

	N	CN	O	F	S
24. ¿Con qué frecuencia los empleados acuden con ideas sobre la Transformación digital?					
25. ¿Con qué frecuencia son capacitados los empleados para la transformación digital?					

## SÉPTIMA SECCIÓN – PERCEPCIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0

### Percepción de la Industria 4.0 en la empresa

	N	CN	O	F	S
26. ¿Qué tan avanzada cree que está la compañía con respecto a la transformación digital?					
27. ¿Estaría dispuesto a invertir en nuevas tecnologías para el mejoramiento de la empresa, en un futuro?					

## OCTAVA SECCIÓN – ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL (INDUSTRIA 4.0)

28. Desde el punto de vista de su empresa ¿Qué áreas de conocimiento, competencias y capacidades tecnológicas que necesitan los nuevos profesionistas para la implementación de la transformación digital?

Nada importante 1	Poco importante 2	Regular 3	Importante 4	Muy importante 5
----------------------	----------------------	--------------	-----------------	---------------------

Área de conocimiento	Definición	1	2	3	4	5
Big data	Análisis, administración y manipulación de gran cantidad de datos.					
La nube (Cloud computing)	Plataforma que comparte recursos como servidores, almacenamiento y aplicaciones.					
Impresión 3D	Reproducir objetos en 3 dimensiones con ayuda de software y hardware especializado					
Redes sociales	Administrar redes sociales como Facebook, Instagram con enfoque de negocios.					
Desarrollo web y móvil	Programación de aplicaciones para smartphones y sistemas en entorno web.					
Simulación	Tecnologías asistidas por ordenador que realizan la percepción de la realidad física.					
Inteligencia Artificial	Construcción de sistemas capaces de realizar tareas asociadas con la inteligencia humana.					
Internet de las cosas	Objetos o dispositivos del ámbito cotidiano que se encuentran conectados a Internet					
Ciberseguridad	Protección de información interconectada a través del tratamiento de amenazas.					

Otra

especifique:

–

Competencias técnicas	Ejemplos	1	2	3	4	5
Seguridad de la información y protección de datos	Cifrar datos y comunicaciones, política de seguridad					
Implantar tecnologías de la Industria 4.0	Desarrollar proyectos relacionados con la Industria 4.0					
Mantenimiento y reparación de equipos.	Conocer hardware de dispositivos móviles y computadoras.					
Conocimientos de aspectos legales	Conocimiento sobre definiciones y procesos de patentes.					
Conocimientos de programación	Uso de diferentes lenguajes de programación (C++, Java).					
Capacidad de análisis de datos	Toma de decisiones de acuerdo a datos proporcionados.					
Conocimientos de estadística o visualización de datos	Manejo de software estadístico (SPSS, Excel, R).					
Conocimiento en organización y procesos	Capacidad para identificar y simplificar procesos.					

Resolución de problemas	Pensamiento lógico y analítico para soluciones informáticas.					
Dominio del idioma inglés	Comunicarse y leer textos técnicos con fluidez.					

Otra

especifique:

---

<b>Competencias personales</b>	<b>Ejemplo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Gestión y asignación de responsabilidades	Reconocer las obligaciones propias y la delegación de otras.					
Capacidad de liderazgo	Influir en la gente para ejecutar algún plan.					
Gestión de conflictos.	Intervenir en la resolución pacífica y no violenta de los conflictos.					
Creatividad y aprendizaje	Buscar herramientas o medios con ganas de aprender.					
Toma de decisiones	Elegir la mejor opción para el cliente.					
Capacidad de trabajar bajo presión.	Mantener la calma ante la petición de trabajos en tiempos reducidos.					
Gestión del fracaso	Aprender de los errores que se cometen.					
Confianza en nuevas tecnologías	Interés en la exploración de nuevas tecnologías del mercado.					
Comunicación	Comunicación ascendente, descendente y entre pares.					
Construir una red de contactos (Networking)	Hacer contacto con otros profesionales de interés.					
Habilidades sociales	Tener empatía con las personas					
Trabajo en equipo y cooperación.	Ayudar a compañeros para el desarrollo de un proyecto.					
Adaptabilidad, flexibilidad ante el cambio.	Encontrar nuevas oportunidades de interés.					

Otra

especifique:

---

-

¿Desea agregar algún otro comentario?

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---