



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración

**MODELO ESTRATÉGICO TECNOLÓGICO PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN
QUE INTEGREN EMPRESAS PYME**

Tesis
Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación

Presenta
Patricia Castillo Galván

Santiago de Querétaro, mayo, 2022



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración
Doctorado en Gestión Tecnológica e Innovación

MODELO ESTRATÉGICO TECNOLÓGICO PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN QUE INTEGREN EMPRESAS PYME

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
Doctor en Gestión Tecnológica e Innovación

Presenta:

Patricia Castillo Galván

Dirigido por:

Dr. Juan José Méndez Palacios

SINODALES

Dr. Juan José Méndez Palacios
Presidente

Dr. Luis Rodrigo Valencia Pérez
Secretario

Dra. Josefina Morgan Beltrán
Vocal

Dr. Martín Vivanco Vargas
Suplente

Dra. Lilia Angélica Salcedo Mendoza
Suplente

Dr. Martín Vivanco Vargas
Director de la Facultad

Dra. Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Director de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Santiago de Querétaro
Mayo, 2022
México

RESUMEN

La época actual se caracteriza por principalmente por la gran cantidad de información disponible, la velocidad de disruptiva y la aceleración de la innovación. Las organizaciones, para poder hacer frente a estos mercados de constantes fluctuaciones, deben ser capaces de reaccionar y responder a los cambios en la demanda de mercado y, los sistemas de información actuales ayudan a administrar los recursos dentro y fuera de las organizaciones, pero también generan un alto grado de incertidumbre en toma de decisiones los responsables las empresas (Schwab, 2016). Pero no todas las organizaciones están experimentando los cambios a la misma velocidad. Las empresas grandes tienen acceso a tecnología y sistemas de información complejos que facilitan su administración. No obstante, las empresas PyME en el Estado de San Luis Potosí, viven una realidad diferente por el acceso limitado a las tecnologías (conocimiento y aplicación) que faciliten la administración de sus procesos y la toma de decisiones estratégicas. Esta investigación tiene como finalidad desarrollar un modelo estratégico para la implementación de tecnología digital que permita a las empresas administrar eficientemente sus recursos y estar preparados para responder a las necesidades, no solo de sus mercados actuales, sino también su integración a Cadenas de Suministro Globales.

(Palabras clave: Tecnología digital, Cadenas de Suministro Globales, PyME, Industria 4.0, Tripe Hélice).

SUMMARY

The current era is characterized mainly by the large amount of information available, the speed of disruption and the acceleration of innovation. Organizations, to cope with these constantly fluctuating markets, must be able to react and respond to changes in market demand, and current information systems help to manage resources inside and outside organizations, but also company managers generate a high degree of uncertainty in decision-making (Schwab, 2016). But not all organizations are experiencing change at the same speed. Large companies have access to complex information systems and technology that facilitate their administration. However, SMEs in the State of San Luis Potosí, live a different reality due to the limited access to technologies (knowledge and application) that facilitate the administration of their processes and strategic decision-making. This research aims to develop a strategic digital technology-based model that allows companies to efficiently manage their resources and be prepared to respond to the needs, not only of their current markets, but also their integration into Global Supply Chains

(Key words: Digital Technology, Global Supply Chains, SMEs, Industry 4.0, Triple Helix).

DEDICATORIAS

Antes que a nadie, quiero agradecer a Dios por prestarme vida y salud para concluir esta etapa.

A mis padres. A mi mamá que desde el cielo vela por mí y a mi papá que es mi admirador incondicional. Los amo.

A mi compañero de vida, que ha soportado estoico el estrés y la presión. Te amo.

A mi familia, porque aún cuando les quité tiempo de estar con ellos, sé que cada noche me incluyen en sus oraciones.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Politécnica de San Luis Potosí y sus directivos, por la confianza depositada en mi para continuar mi preparación y apoyar mi crecimiento profesional.

Al Programa para el Desarrollo Profesional (PRODEP), por el apoyo para Realizar Estudios de Posgrado.

A mis maestros y compañeros del doctorado, por compartir sus conocimientos y experiencias.

A mis compañeros de trabajo, por su apoyo y soporte durante este tiempo.

ÍNDICE

RESUMEN.....	i
SUMMARY	ii
DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación	1
1.2. Objetivo del proyecto	5
1.3. Objetivos específicos	5
2. ASPECTOS TEÓRICOS.....	7
2.1. Contexto Económico Mundial	7
2.1.1. Análisis del contexto económico mundial.....	7
2.1.2. El cambio tecnológico y el perfil de los negocios	12
2.1.3. Perfil económico de México y San Luis Potosí.....	13
<i>Perfil económico de México</i>	13
El Estado de San Luis Potosí y su economía.....	14
Aspectos de comercio internacional en San Luis Potosí.....	17
2.2. La Tecnología en el Siglo XXI.....	18
2.2.1. La tecnología y la digitalización: Industria 4.0	18
2.2.2. Tecnología en la Cadena de Suministro Global actual.....	21
2.2.3. El cambio tecnológico y el perfil de los negocios	23
2.2.4. Tecnología	25
2.3. Cadena de Suministro	30

2.3.1. Cadena de Valor	31
2.3.2. Cadena Globales de Valor	32
2.3.3. Tecnología en la cadena de suministro	33
2.3.4. Modelo de la Triple Hélice en los negocios	35
3.7 Enfoque Esbelto en los Sistema de Información.....	37
3. ASPECTOS METODOLOGICOS	39
3.1. Tipo de investigación	39
3.2. Población de análisis	40
3.3 Tamaño y tipo de muestra	40
3.4 Técnicas e Instrumentos	40
4. RESULTADOS	43
4.1. Elaboración del perfil del usuario	43
4.1.1. Perfil de los usuarios:.....	49
4.2. Identificación de necesidades tecnológicas	49
4.3. Estratificación de las tecnologías digitales actuales	55
4.4. Elementos clave que influyen e interactúan en el modelo.....	60
4.4.1 Entorno económico global.....	60
4.4.2 Agentes de innovación (generadores de tecnología)	62
4.4.3 Tecnología de transferencia.....	64
4.4.4 Agentes de soporte para la transferencia.....	65
4.4.5 Agentes usuarios del modelo	66
4.5. Modelo de transferencia de tecnología que responda a las necesidades de las PyME Potosinas.....	67
5. CONCLUSIONES.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1.1	Uso de tecnología en PyMEs en San Luis Potosí3
1.2	Conocimiento de Nuevas Tecnología en Empresas PyME4
2.1	Revoluciones Industriales en el tiempo8
2.2	Salto de comunicación en el tiempo9
2.3	Importancia Comercial de México en el Mundo.....14
2.4	Estructura Económica del Estado de San Luis Potosí por tamaño de empresa15
2.5	Aportaciones al PIB del Estado de San Luis Potosí por Sector16
2.6	Tecnologías que Transforman la Producción20
2.7	Evolución en la Integración de los Sistemas de Información en las Empresas23
4.1	Determinación de Necesidades de los Usuarios43
4.2	Aspectos Negativos del Entorno que afectan a las empresas.....45
4.3	Temores a futuro de las empresas para el uso de tecnología46
4.4	Aspectos Positivos del Entorno que afectan a las Empresas47
4.5	Oportunidades para las empresas48
4.6	Perfil de usuario del Modelo.....48
4.7	Obstáculos para la Implementación de Tecnología de Industria 4.053
4.8	Clasificación y estratificación de Tecnologías de Industria 4.059
4.9	Definición del Entorno Global de los Negocios Actual.....61
4.10	Agentes de innovación, generadores de tecnología63
4.11	Transferencia de Tecnologías en Industria 4.065
4.12	Agentes de soporte para la transferencia de Tecnología66
4.13	Modelo Estratégico de Tecnología para Integrar Empresas PyME a las Cadenas de Suministro Globales.....69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
2.1 Áreas Estratégicas SICITI.....	17
4.1 Conocimiento de las Empresas Potosinas en Tecnologías de Industria 4.0	51
4.2 Uso de Tecnología de Industria 4.0 en la industria potosina	52
4.3 Conocimientos requeridos de Tecnología 4.0 por empresas potosinas ...	53
4.4 Base de Tecnología de Industria 4.0.....	55

1. INTRODUCCIÓN

En un mundo de cambios constantes y crecimiento acelerado, el uso de sistemas de información basados en tecnología digital, integrados en los procesos de fabricación y la gestión de los recursos, se está convirtiendo en una necesidad para las empresas mexicanas que pretenden crecer a nivel global y mantener su competitividad en el mercado en el que se desenvuelven. Estas comienzan a ver a las tecnologías digitales como una herramienta que les permitiría alcanzar sus planes de desarrollo y crecimiento, tomando como base a las organizaciones de crecimiento exponencial quienes, sin muchos recursos físicos, pero con uso intensivo de tecnología, han logrado crecer en cortos periodos de tiempo. Sin embargo, no es tan sencillo para ellas, pues se enfrentan a grandes retos como la falta de personal experto que los asesore y oriente en la implementación y manejo de la tecnología, y esto puede representar una barrera grande que deben sortear y algo que el modelo que se propone busca dar solución.

1.1. Justificación

Schwab (2016), describe la época actual cómo un momento para revolucionar la organización de las cadenas globales de valor, debido a un creciente uso de sistemas de fabricación virtuales y físicos, la fusión de tecnologías y la interacción entre ambos a través de dominios físicos, digitales y biológicos. Sin embargo, el mismo Schwab hace referencia a la preocupación particular de estos tiempos sobre la desigualdad que estos cambios tecnológicos y digitales significan, la tecnología y la digitalización están

revolucionando todo. No obstante, señala que no todo el mundo estará experimentando este cambio en el mismo momento ni de la misma forma, el 17 por ciento del mundo aún carece de electricidad y más del 50 por ciento de la población mundial no tiene acceso al internet (Schwab, 2016).

Para el gobierno del Estado de San Luis Potosí es claro y así lo expresó en entrevista el Presidente del Consejo Consultor de la Secretaría de Desarrollo Económico Municipal, Luis Gerardo Ortuño Díaz Infante: “la economía del estado está basada en que más del 95 por ciento de empresas micro, pequeñas y medianas con grandes carencias, no en el manejo de los procesos de fabricación sino más bien en ayuda en el manejo estratégico de las organizaciones y el acceso a personal capacitado” (Ortuño Díaz Infante, 2021).

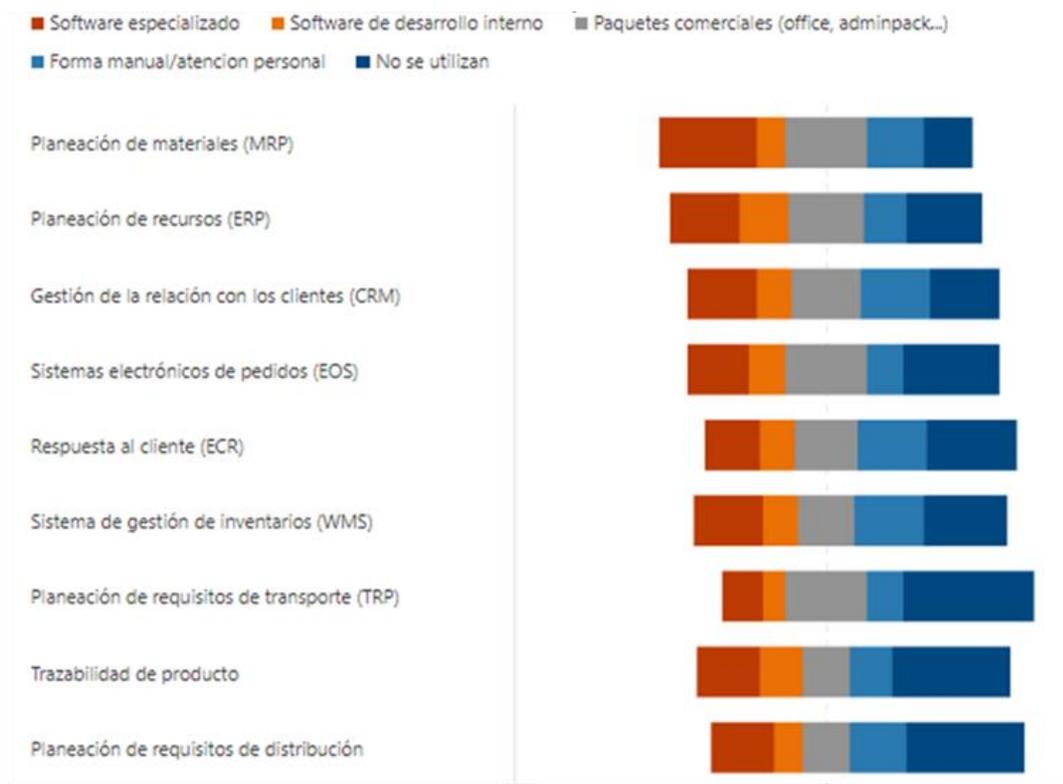
Para profundizar en anterior, sobre conocimiento, capacidades y manejo de tecnología se realizó una encuesta a empresas pequeñas y medianas en el área metropolitana de San Luis Potosí. Debido a las restricciones sobre proximidad física (acceso a las personas) y disponibilidad de tiempo, se aplicó un muestreo por conveniencia.

En un universo de 724 empresas PyME, se calculó el tamaño de muestra con un 15% de margen de error, obteniendo un número de 41 empresas. Se aplicó vía electrónica a representantes de empresas de las once áreas estratégicas definidas por el SICITI. Por razones de confidencialidad, el listado de empresas que respondieron a la encuesta se pondrá a disposición (en caso de ser requerido)¹.

¹ https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=cUbFXL41Mk-DWFAZcMU3JyNPE_Uq5OhMunoKETGJyItUREUyUktWTERKQVRRSEVQQjdYMUtOTEMwOS4u

Se cuestionó a las empresas en como gestionan los recursos de la empresa y sus procesos, el conocimiento sobre herramientas tecnológicas y sistemas de información actuales y los sistemas que utilizan para el manejo la información de la organización (Figura 1.1).

Ilustración 1.1 Uso de tecnología en PyMEs en San Luis Potosí



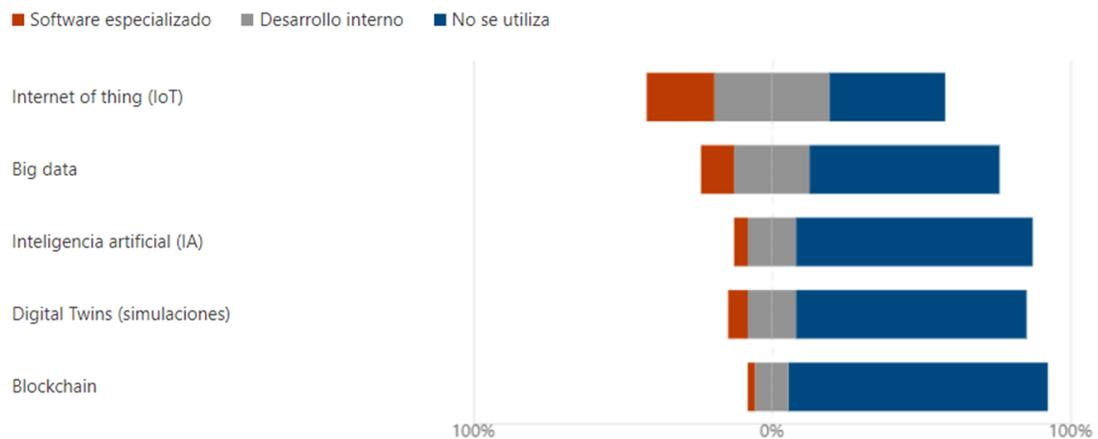
Fuente: Desarrollo propio con base en las encuestas aplicadas en Septiembre 2021

El 64 por ciento de las empresas que respondieron la encuesta mencionaron hacer el manejo de los procesos de gestión de sus recursos de forma manual con software libre (Excel) o haber desarrollado un software propio con las limitaciones que esto conlleva o simplemente no gestionar algún tipo de

información (Ilustración 8). Esta forma de administración en las organizaciones encuestadas, en la actualidad puede considerarse anticuada por ser una combinación de procesos analógicos (hoja de cálculo) y digitales (software desconectado).

También se les cuestionó sobre los apoyos requieren para cumplir con sus planes de crecimiento y desarrollo y el 64 por ciento de ellas respondieron requerir de asesoría en procesos administrativos y de fabricación. A partir de esto se les pregunto sobre el uso de tecnología en los procesos de las organizaciones y mencionaron no utilizar (conocer uso o aplicación) tecnologías como simulaciones (77.3%), Inteligencia Artificial (79.5%) o el manejo de información con Big Data (63.6%) (Ilustración 1.2).

Ilustración 1.2 Conocimiento de Nuevas Tecnología en Empresas PyME



Fuente: Desarrollo propio con base en las encuestas aplicadas en Septiembre 2021

Es evidente que en el Estado, que existe una brecha tecnológica entre las grandes empresas globales con las pequeñas y medianas empresas, para

reducirla, tanto el gobierno estatal y como el de la ciudad de San Luis Potosí, proponen desarrollar estrategias de crecimiento para aumenten las posibilidades de crecimiento internacional, mediante la implementación de asistencia técnica, desarrollo de proveedores y encadenamiento productivo (Gobierno del Estado SLP, 2016, pág. 14), sin embargo no se ha logrado desarrollar dichas estrategias.

Los gobiernos proponen también, crear redes y alianzas estratégicas de investigación y transferencia de tecnología al sector industrial que favorezcan la innovación y la competitividad dirigidos especialmente a las pequeñas y medianas empresas (Gobierno del Estado SLP, 2016, pág. 14).

1.2. Objetivo del proyecto

Construir un modelo estratégico que permita a las empresas PyME potosinas integrarse a las Cadena de Suministro Globales por medio del uso de tecnología digital.

1.3. Objetivos específicos

1. Elaborar el perfil del usuario del modelo.
2. Determinar las necesidades tecnológicas específicas de las empresas en el contexto de tecnología digital (Industria 4.0).
3. Estratificar las tecnologías digitales actuales.
4. Identificar a los elementos clave que participan e interactúan en el modelo.

5. Establecer el modelo de transferencia de tecnología que responda a las necesidades de las PyME Potosinas.

2. ASPECTOS TEÓRICOS

2.1. Contexto Económico Mundial

En un mundo de cambios constantes y crecimiento acelerado, el uso de sistemas de información basados en tecnología digital, integrados en los procesos de fabricación y la gestión de los recursos, se está convirtiendo en una necesidad para las empresas mexicanas que pretenden crecer a nivel global y mantener su competitividad en el mercado en el que se desenvuelven. Estas comienzan a ver a las tecnologías digitales como una herramienta que les permitiría alcanzar sus planes de desarrollo y crecimiento, tomando como base a las organizaciones de crecimiento exponencial quienes, sin muchos recursos físicos, pero con uso intensivo de tecnología, han logrado crecer en cortos periodos de tiempo. Sin embargo, no es tan sencillo para ellas, pues se enfrentan a grandes retos como la falta de personal experto que los asesore y oriente en la implementación y manejo de la tecnología, y esto puede representar una barrera grande que deben sortear y algo que el modelo que se propone busca dar solución.

2.1.1. Análisis del contexto económico mundial

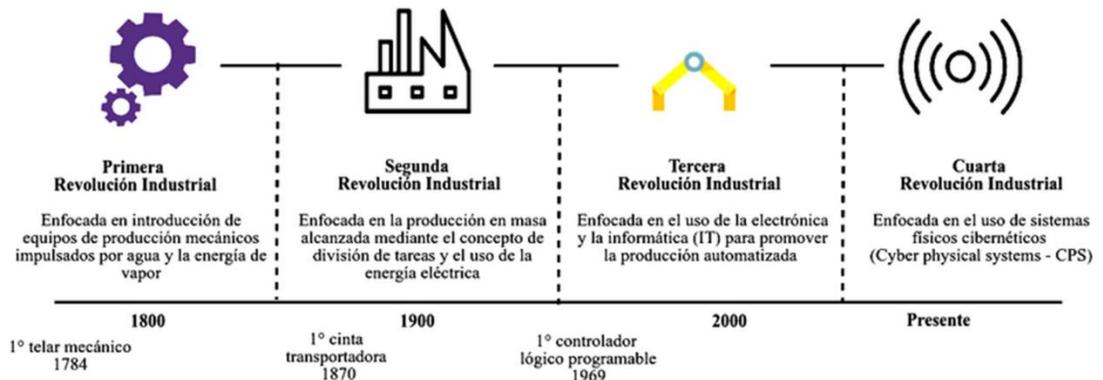
En el mundo se han identificado grandes movimientos económicos y sociales que han marcado la evolución de la humanidad. Estos cambios profundos en las estructuras socioeconómicas y políticas las define la Real Academia Española de la Lengua con el concepto de Revolución (Real Academia Española, 2021). Una revolución se caracteriza por los cambios

profundos impulsados por el uso de formas novedosas de percibir al mundo o por el uso de nuevas tecnologías.

Este proceso de cambio aparece por primera vez con el desarrollo de la agricultura, donde la combinación de esfuerzos entre personas y animales mejoró los procesos de producción, el transporte y la comunicación, dando pie a una serie de cambios o revoluciones industriales.

Aunque, la primera de las grandes revoluciones (1760-1840), la de la producción mecánica, se desencadenó con la construcción del ferrocarril y el motor de vapor. La segunda, de finales del siglo XIX y principios del XX, fue impulsada por el uso de la electricidad y la línea de fabricación, haciendo posible la producción en masa (Ilustración 2.1).

Ilustración 2.1 Revoluciones Industriales en el tiempo



Fuente: Ortiz-Calvijo, L; Cadavid, S; Fernández, J (2019) Computación en la Nube: Estudio de Herramientas Orientadas a la Industria 4.0.

La tercera revolución inicio en la década de los 60's y es conocida como la revolución digital o de la computadora, pues se caracterizó por el uso y desarrollo de semiconductores, de la computación por medio de servidores tipo "mainframe" (computadora que se conoce por su gran tamaño, cantidad de

almacenamiento, potencia de procesamiento y alto nivel de confiabilidad), la informática personal y el internet.

Hoy en día, se está desarrollando una cuarta revolución industrial identificada con el termino Industria 4.0. Esta describe el cambio en la organización de las cadenas de valor globales con el uso de sistemas de fabricación virtuales y físicos cooperando entre ellos a través de dominios físicos y digitales (Schwab, 2016).

Autores como Josep Burcet (2011) en su libro “Teoría de los saltos de escala en la comunicación”, hace hincapié en que la evolución en la historia del ser humano se ha dado en base a saltos en la comunicación que se han dado en ciclos y que estos se llevan a cabo en lapsos de tiempo cada vez más cortos, pronosticando una disrupción de las nuevas comunicaciones y con ello, cambios en la sociedad. Esto se presenta en la Ilustración 2 (Burcet, 2011).

Ilustración 2.2 Saltos de comunicación en el tiempo



Fuente: Burcet, J. (2011). Teoría de los saltos de escala en la comunicación. Barcelona

Según describe Schwab (2016) la Cuarta Revolución se caracteriza por factores como: la gran cantidad de información disponible, la velocidad disruptiva y la aceleración de la innovación. En esta etapa de la historia, las organizaciones deben hacer frente a mercados con fluctuaciones constantes y deben ser capaces de reaccionar y responder a los cambios en la demanda de mercado.

Schwab (2016) menciona que los sistemas de información ayudan a administrar los recursos dentro y fuera de las organizaciones y son una herramienta que se está utilizando actualmente.

En 2011, autores como Durheim y Toffler (Burcet, 2011) mencionaban una aceleración en los modelos económicos, políticos, culturales, sociales y medioambientales, donde cada nuevo salto se lleva a cabo en un lapso exponencialmente más corto. Esta aceleración y el tener que enfrentar contextos desconocidos con cambios constantes, lo que genera en el entorno una gran cantidad de estrés.

Lo interesante es que recientemente los cambios y la disrupción, son cada vez más muy evidentes y que los modelos lineales, no es adecuados para afrontar el contexto, esto genera estrés en las organizaciones, producto de enfrentar contextos desconocidos y de cambios constantes algo que algunos autores como Durheim y Toffler, citados por Burcet (2011) . ya pronosticaban. Este tipo de contextos fueron identificados anteriormente por algunos autores como por ejemplo, Toffler con la idea del "Shock del Futuro" (Burcet, 2011), Bennis y Nanus con el concepto de VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity and Ambiguity, por sus siglas en inglés) (Bennis & Nanus, 1985) y Kurzweil con

su concepto LORA (Law of Accelerating Returns, por sus siglas en inglés) (Kurzweil, 2001).

Schawb (2016) sugiere que, como una forma para disminuir este estrés y mejorar la respuesta de los sistemas económicos y de trabajo, es necesario adoptar modelos que sean absorbidos rápidamente y que sean dinámicos, ya que las disrupciones no pararán, sino que al contrario se incrementará su aceleración.

Algunas organizaciones comenzaron a delinear propuestas para responder a este contexto dinámico. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2020), en el reporte *Perspectivas Económicas de América Latina 2020* aborda la transformación digital como una oportunidad para superar los engaños del desarrollo a las que se enfrenta la región. Sostiene además que “la digitalización es un instrumento eficaz para el desarrollo, pero solo si es universal e inclusiva” (OCDE, 2020, pág. 3).

Por otro lado, el Foro Económico Mundial, propone estrategias y acciones encaminadas a enfrentar estos retos, como por ejemplo en 2019 estableció su plataforma “Shaping the Future of the New Economy and Society” (WEF, 2019) donde plantea el diseño de las organizaciones para que respondan al contexto exponencial actual.

La Agenda 2030 de la OCDE reconoce que “la difusión de las tecnologías de la información y las comunicaciones y la interconexión mundial tiene grandes posibilidades de acelerar el progreso humano, reducir la brecha digital y desarrollar sociedades del conocimiento” (OCDE, 2020, pág. 3). En este

documento sostienen que la digitalización es un instrumento eficaz para el desarrollo, pero solo si es universal e inclusiva.

Según Schwab (2016), el mundo en general tiene que experimentar el estallido de la productividad generado por la oleada de nuevas tecnologías surgidas de la cuarta revolución industrial. Sin embargo, se debe considerar que la región de América Latina, incluyendo México, se caracteriza por el predominio de empresas micro y pequeñas cuya productividad es escasa y que a menudo están desconectadas de sus mercados (OCDE, 2020). Por ende, según la OCDE, es necesario reducir las brechas digitales y uso de tecnología para que los beneficios de la transformación lleguen a todos.

2.1.2. El cambio tecnológico y el perfil de los negocios

En esta era de alta tecnología se ha generado una necesidad de un nuevo pensamiento económico de crecimiento rápido e íntimamente relacionado con los cambios tecnológicos se estarán dando ajuste en las características del empleo, el mercado de trabajo y la igualdad en las oportunidades laborales (Schwab, 2016). Por un lado, a medida que la disrupción y la automatización se implementen en los sistemas económicos y de producción, cambian también los requerimientos en el capital de trabajo, forzando a los trabajadores a emplear sus aptitudes en otros lugares o simplemente quedar en el desempleo si no desarrollan nuevas habilidades. Por otro lado, el aumentar la demanda de nuevos bienes y servicios provoca la creación de nuevas ocupaciones, empresas e incluso industrias.

Y para respaldar este nuevo pensamiento económico, Moritz y Zahidi recomiendan el desarrollo de buenos empleos, caracterizados por ser un trabajo seguro, remunerado de manera justa, razonablemente motivador, y que enfatice las habilidades y rasgos exclusivamente humanos de trabajadores. También mencionan que las regiones y economías que tendrán mayores impactos de crecimiento económico serán aquellas naciones donde las brechas en habilidades de los trabajadores son mayores (economías en desarrollo) y el potencial es mayor para mejorar la productividad, a través del aumento de habilidades alineado con las nuevas tecnologías (Moritz & Zahidi, 2021).

2.1.3. Perfil económico de México y San Luis Potosí

Perfil económico de México

Según el reporte que hace la Secretaría de Economía de Gobierno Federal Mexicano, México se presenta como la segunda economía de América Latina con un Producto Interno Bruto (PIB) de 1,291 miles de millones de dólares (mdd) y representa la economía número 15 del mundo (1.67% del PIB mundial). También según los datos publicados, se ubica como la economía número 13 con manejos comerciales en el mundo con cerca de \$ 397,129 mdd (millones de dólares) en exportaciones y \$ 399,977 mdd en importaciones (Data México, 2021).

Los países a los que mayormente dirige México sus exportaciones son Estados Unidos, Canadá, China, España y Brasil. Por otro lado, a México se

importan productos de Estados Unidos, China, Japón, Corea y Alemania entre otros.

México es el exportador número uno de vehículos para la transportación de mercancías y tractores y número dos en la exportación de televisores, refrigeradores y congeladores (Ilustración 2.3).

Ilustración 2.3 Importancia Comercial de México en el Mundo



Fuente: DataMexico.org, 2021

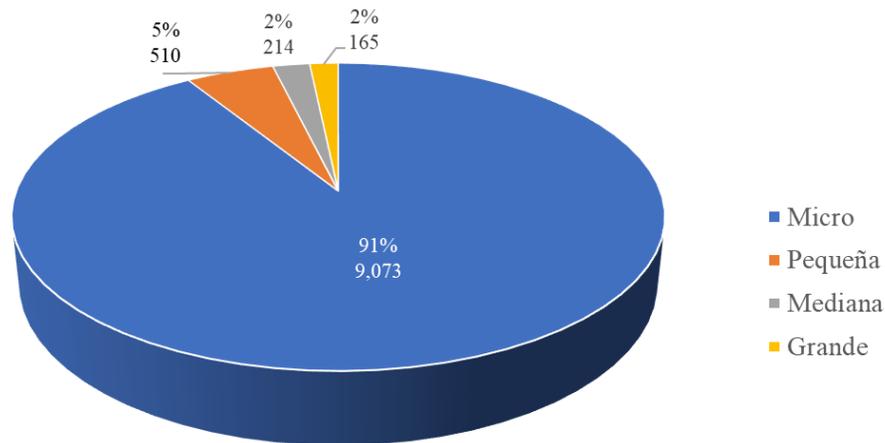
El Estado de San Luis Potosí y su economía

En 2019, el estado de San Luis Potosí, ubicado en el centro de México, se mostraba como la octava economía más estable del país de acuerdo con los datos de competitividad que reporta la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA) a nivel nacional, y era el número doce en desempeño industrial (CANACINTRA, 2019).

Según publica la revista líder empresarial, con un crecimiento promedio anual en los últimos 10 años del 3.76% de su Producto Interno Bruto (PIB), el estado es la octava economía más dinámica de México (Carranza, 2020) donde el sector manufacturero es esencial, ya que representa más de la tercera parte del PIB estatal (Secretaria de Economía, 2019 (a)).

Según los datos de la Secretaría de Economía del Estado, la industria en la región está compuesta por 91.1% (9,073) de empresas tamaño micro, 5.1% (510) pequeñas, 2.1% (214) medianas y tan solo 1.7% (165) son de tamaño grande (Secretaria de Economía, 2020) (Ilustración 2.4) donde el sector de transformación de materias primas concentra el 43.9 por ciento del PIB estatal y de este porcentaje, el 69.5 por ciento corresponde a la industria manufacturera (Secretaria de Economía, 2020).

Ilustración 2.4 Estructura Económica del Estado de San Luis Potosí por tamaño de empresa



Fuente: Secretaria de Desarrollo Económico SLP (2020). Panorama Económico del Estado de San Luis Potosí.

Fuente: Secretaria de Desarrollo Económico SLP (2020) Panorama Económico del Estado de San Luis Potosí

Por sector industrial, la fabricación de equipo de transporte es el mayor contribuyente al PIB del estado, seguido por la fabricación de maquinaria y equipo, fabricación de accesorios para la industria eléctrica (Ilustración 2.5).

Ilustración 2.5 Aportaciones al PIB del Estado de San Luis Potosí por Sector



Fuente: Estadísticas Económicas por Entidad Federativa 2017-2018.INEGI Sept. 30, 2018

Por lo anterior, el Gobierno del Estado en su Plan de Desarrollo 2015-2021 (Gobierno del Estado SLP, 2016), apostó a la industria manufacturera como motor de desarrollo económico en la región, ya que representa un alto volumen de atracción de inversión con la generación de empleos que esto implica, además de la creación de sinergias en la cadena de proveeduría y el uso de procesos que involucran elementos tecnológicos y que requieren de mano de obra con un alto grado de especialización.

En 2014, CONACYT establece áreas estratégicas de desarrollo económico a nivel nacional (automotriz y autoparte, energía e industria alimentaria), sin embargo, dentro del Concejo de Coordinación de COPOCYT identificaron para el estado otras áreas igual de importantes basados en las capacidades y necesidades específicas del Estado y es así como en 2017, se definieron para San Luis Potosí once sectores estratégicos para el desarrollo del estado, donde se incluye al sector de transformación de materia prima y a los servicios, ya que en estas se encuentran la mayor parte de las empresas micro, pequeñas y medianas y que representan el grueso de las organizaciones del estado. Estas áreas estratégicas son:

Tabla 2.1 Áreas Estratégicas SICITI

1. Industria aeroespacial	7. Logística
2. Industria agroalimentaria	8. Sector salud
3. Industria automotriz	9. Turismo
4. Energética	10. Tecnología de información y comunicaciones
5. Minería	
6. Industria química	11. Cambio climático

Aspectos de comercio internacional en San Luis Potosí

Para el estado, las ventas internacionales en 2019 representaron US \$5.26MM, 4.07% más que el año anterior; siendo los productos más vendidos: partes y accesorios de vehículos automotores (US \$1.05 MM), neumáticos de

goma (US \$351 M) y equipos de encendido o arranque y disyuntores utilizados con estos motores (US \$344 M) (Data México, 2021).

En 2019, San Luis Potosí exportó principalmente a Estados Unidos (US \$4.64 MM), Canadá (US \$130 M), Alemania (US \$62 M), Brasil (US \$42.3 M) y Corea del Sur (US\$30.7M). El sector automotriz representa el 76% de estas exportaciones (Secretaría de Economía, 2018 (a)).

2.2. La Tecnología en el Siglo XXI

2.2.1. La tecnología y la digitalización: Industria 4.0

Según Lasi et al (2014), en el mundo están surgiendo nuevos avances tecnológicos, esto a partir de los cambios en los paradigmas de las denominadas "revoluciones industriales". La llegada de la cuarta revolución industrial con la digitalización avanzada resulta en un nuevo cambio de paradigma en la producción industrial que se muestra como la combinación de tecnología de Internet y de tecnologías orientadas en el campo de los objetos "inteligentes" (máquinas y productos).

Lasi et al. enlistan cinco puntos de cambio en el panorama de la Industria 4.0 (Lasi, Fettke, Hoffmann, & Feld, 2014)

- *Períodos de desarrollo cortos*: La reducción de los periodos de desarrollo de productos mediante el uso de medios altamente innovadores.
- *Individualización a pedido*: La ultra-personalización para acabar con el concepto de "uno para todos" promoviendo la singularidad o lo también llamado "tamaño de lote uno" en la fabricación.

- *Flexibilidad:* Se recomienda la integración de la producción con mayor flexibilidad.
- *Descentralización:* Para una toma de decisiones más ágil y rápida se sugiere permitir procedimientos descentralización en lugar de una organización jerárquica larga.
- *Eficiencia de los recursos:* Promover la sostenibilidad y la eficiencia de los recursos en el contexto del aspecto ecológico.

En la última década se han visto numerosas tecnologías en auge. Por nombrar algunas: la identificación por radiofrecuencia (RFID), los protocolos de redes inalámbricas, la planificación de recursos empresariales, el Internet de las cosas, computación basada en la nube, entre otros. Este uso intensivo de la tecnología y la digitalización lo resumen Yung y Gu (2021) como:

1. Uso más extenso de la mecanización y la automatización;
2. Digitalización y redes que unen todos los componentes dentro de la industria;
3. Miniaturización revolucionaria que ha tenido un impacto significativo en la electrónica, el transporte y la logística.

Según Rüßmann et al (2015), la industria del día de hoy está impulsada por el surgimiento de la nueva tecnología digital, soportada en nueve avances fundamentales: robots autónomos, simulación, integración horizontal y vertical de sistemas, internet de las cosas industrial, ciberseguridad, la nube, manufactura aditiva, realidad aumentada y analítica y Big data (Ilustración 2.6).

Ilustración 2.6 Tecnologías que Trasforman la Producción



Fuente: Růßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., & Engel, P. (09 de Apr de 2015). Industry 4.0: The future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.

En estas tecnologías, se desarrolla una conexión de los sistemas (sistemas conectados) a lo largo de las cadenas de valor más allá de una sola empresa mediante el uso de sensores, máquinas, piezas de trabajo y los sistemas de tecnologías de información. Las nueve tecnologías antes mencionadas, buscan transformar las celdas aisladas de producción, en un flujo totalmente integrado, automatizado y optimizado. Lo que se traduce en una mayor eficiencia y cambio en las relaciones de producción tradicionales entre proveedores, productores y clientes, así como entre humanos y máquinas (Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018).

La interacción en estos sistemas conectados o sistemas ciber físicos, se hace utilizando protocolos basados en Internet, analizando datos para predecir fallas, configurarse y adaptarse a los cambios (Yang & Gu, 2021). Con la recopilación y análisis de datos en todas las máquinas, se accede a procesos más rápidos, más flexibles y eficientes para producir bienes de mayor calidad a costos reducidos permitiendo así, aumentar la productividad de la fabricación, cambiar la economía, fomentar el crecimiento industrial y modificar el perfil de la fuerza laboral, lo que en última instancia cambiará la competitividad de las empresas y las regiones (Yang & Gu, 2021).

2.2.2. Tecnología en la Cadena de Suministro Global actual

Partiendo del concepto dado por el Consejo de Profesionales en Cadena de Suministro, cadena de suministro abarca más allá del horizonte de la empresa y sus operaciones, va desde las actividades del proveedor hasta el cliente y su objetivo es lograr la eficiencia en costos y tiempo de abastecimiento (Council of Supply Chain Management Professionals, 2020).

Los sistemas de información utilizados hasta hace algunos años pueden ahora considerarse anticuados por ser una combinación de procesos analógicos (hoja de cálculo) y digitales (software desconectado). Sin embargo, en los últimos años se ha generado un creciente interés de las empresas por digitalizar los procesos (McCrea, 2021).

Ageron et al, definen a la cadena de suministro digital como “el desarrollo de sistemas de información y la adopción de tecnologías innovadoras que

fortalecen la integración y la agilidad de la cadena de suministro y, por lo tanto, mejoran el servicio al cliente y el desempeño sostenible de la organización” (Ageron, Bentahar, & Gunasekaran, 2020). Ellos también hacen mención sobre los beneficios de la digitalización de la cadena de suministro, que ayuda a una mayor integración de esta, donde representa el grado en que un fabricante colabora estratégicamente con sus socios y gestiona de manera colaborativa procesos intra e interorganizacionales, logrando flujos efectivos y eficientes de productos y servicios, información, dinero y decisiones, para proporcionar el máximo valor para el cliente.

Antes de la digitalización, los sistemas de información utilizados por las empresas para manejar las Cadenas de Suministro se entendían como módulos de un sistema desconectado. En la era de la digitalización lo que se busca es integrar tecnologías, centrarse en los clientes / consumidores, reducir los costos intra e interorganizacionales y crear más valor para las organizaciones (Ageron, Bentahar, & Gunasekaran, 2020). Para lograr esta integración, las empresas están utilizando tecnologías digitales como Inteligencia Artificial (AI), Blockchain, Big Data e Internet de las Cosas (IoT). En la Ilustración 2.7, se describe la evolución que han tenido los sistemas de información y la integración de estos a través del tiempo, desde la creación de los sistemas MRP (Material Resource Planning) hasta el EBI (Electronic Business Integration) utilizado en las empresas con presencia a nivel mundial.

Ilustración 2.7 Evolución en la Integración de los Sistemas de Información en las Empresas



Fuente: Eldon, LI; Timón, Du. (2003) Editorial: Internet and Enterprise Management. International Journal of Internet and Enterprise Management

2.2.3. El cambio tecnológico y el perfil de los negocios

En esta era de alta tecnología se ha generado una necesidad de un nuevo pensamiento económico de crecimiento rápido e íntimamente relacionado con los cambios tecnológicos se estarán dando ajuste en las características del empleo, el mercado de trabajo y la igualdad en las oportunidades laborales (Schwab, 2016). Por un lado, a medida que la disrupción y la automatización se implementen en los sistemas económicos y de producción, cambian también los requerimientos en el capital de trabajo, forzando a los trabajadores a emplear sus aptitudes en otros lugares o simplemente quedar en el desempleo si no desarrollan nuevas habilidades. Por otro lado, el aumentar la demanda de nuevos bienes y servicios provoca la creación de nuevas ocupaciones, empresas e incluso industrias.

Y para respaldar este nuevo pensamiento económico, Moritz y Zahidi (2021) recomiendan el desarrollo de buenos empleos, caracterizados por ser un trabajo seguro, remunerado de manera justa, razonablemente motivador, y que enfatice las habilidades y rasgos exclusivamente humanos de trabajadores. También mencionan que las regiones y economías que tendrán mayores impactos de crecimiento económico serán aquellas naciones donde las brechas en habilidades de los trabajadores son mayores (economías en desarrollo) y el potencial es mayor para mejorar la productividad, a través del aumento de habilidades alineado con las nuevas tecnologías (Moritz & Zahidi, 2021).

Según la Real Academia Española de la Lengua, una empresa es “una unidad de organización dedicada a actividades industriales, mercantiles o de prestación de servicios con fines lucrativos” (Real Academia Española, 2021) en otras palabras son entidades productivas que generan ganancias.

Según Coase, la organización de la actividad productiva de una empresa responde al manejo de costos, especialmente a los costos de relevantes para la fabricación (Coase, 1937), es así como la empresa debe tomar decisiones para mantenerse en el mercado y ser competitiva, buscando formas de disminuir costos. Muchas empresas deciden mantener dentro de su organización las actividades para las que están preparadas, lo que significa la búsqueda de colaboradores para apoyarlos en sus procesos (Ruffin, 2002).

En la actualidad la gran cantidad de información disponible hoy, la velocidad de disrupción y la aceleración de la innovación son difíciles de comprender o

prever, los modelos de negocios en la actualidad, según menciona Schwab (2016) tendrán cuatro efectos importantes:

- El cambio en las expectativas de los clientes que obligará a las empresas a responder en tiempo real dondequiera que estén los clientes;
- Basados en información analítica de datos, se buscará el perfeccionamiento de los productos, mejoras en la productividad de los activos, nuevos materiales, mejores más duraderos y resistentes y, para el mantenimiento de productos.
- La formación de alianzas a medida que las compañías comprenden la importancia de las nuevas formas de colaboración, cuando las empresas comparten recursos a través de la innovación colaborativa, crean un valor significativo para ambas partes, así como para las economías en las que tienen lugar estas colaboraciones, y
- La transformación de los modelos operativos en nuevos modelos digitales, con plataformas globales conectadas con el mundo físico. La estrategia de la plataforma es rentable y disruptiva, este poderoso cambio y permitirá modelos transparentes y sostenibles de intercambio de valor en la economía.

2.2.4. Tecnología

Gay (2002) define la tecnología como *“el conjunto ordenado de conocimientos y los correspondientes procesos, que tienen como objetivo la producción de bienes y servicios, teniendo en cuenta la técnica, la ciencia y los*

aspectos económicos, sociales y culturales involucrados" (Gay, 2002, pág. 6).

La tecnología está presente en casi todos los aspectos de la sociedad moderna y su influencia ha modificado el comportamiento y accionar de personas, empresas e instituciones.

Betancout (1998) señala que las empresas han encontrado en la tecnología un factor estratégico a largo plazo, viéndola como un pilar para la rentabilidad y el crecimiento sostenido. Porter en su libro "La Ventaja Competitiva" decía que la tecnología está contenida en cada actividad de valor de la empresa y se considera importante si afecta de forma positiva a las ventajas competitivas y la estructura del sector industrial (Porter, 1990).

Las empresas necesitan de la tecnología para avanzar en el ambiente de competencia dentro del sector industrial en el que se encuentran y esta necesidad debe impulsar la búsqueda e incorporación de capacidades tecnológicas. Para esto es necesario una selección detallada y posterior adquisición de tecnología por medio de licenciamientos o compra para su posterior asimilación, adaptación y difusión (Betancourt, 1998).

En la actualidad la tecnología está dirigida por el concepto de tecnología digital (Industria 4.0) esta como una estructura en la que los sistemas de fabricación y logística en forma de Sistemas de Producción Ciber Físicos (Cyber Physical Production System - CPPS) donde se utilizan de forma intensiva la red de información y comunicaciones disponible a nivel mundial para un intercambio de información ampliamente automatizado y en el que la producción y los procesos de negocio están emparejados (Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018).

Rüßmann et all (2015) sugieren que la tecnología de la Industria 4.0 (Tecnología Digital) está basada en nueve pilares (Simulación, Robots Autónomos, Integración, Internet de las Cosas, Ciber Seguridad, La Nube, Manufactura Aditiva, Realidad Aumentada y Big Data), que están transformando la producción de celdas aisladas y optimizadas en un flujo de producción totalmente integrado, automatizado y optimizado. Esto conduce a una mayor eficiencia y cambio en las relaciones de producción tradicionales entre proveedores, productores y clientes, así como entre humanos y máquinas. Sin embargo, Vaidya et all, consideran que son cuatro los principales impulsores de la Industria 4.0: Internet de las cosas (IoT), Internet industrial de las cosas (IIoT), fabricación basada en la nube y fabricación inteligente que ayuda a transformar el proceso de fabricación en uno completamente digitalizado e inteligente (Vaidya, Ambad, & Bhosle, 2018).

Analítica y Big Data: El análisis los datos registrados previamente se utiliza para descubrir las amenazas ocurridas en diferentes procesos de producción anteriormente en la industria y también pronosticar los nuevos problemas que ocurren, así como las diversas soluciones para evitar que eso ocurra una y otra vez en la industria.

Robots autónomos. Los robots se están volviendo más autónomos, flexibles y cooperativos día a día y, con certeza, interactuarán entre sí y trabajarán de manera segura junto a los humanos y aprenderán de ellos. Los robots autónomos pueden completar una tarea determinada de forma precisa e inteligente dentro del límite de tiempo dado y también se centran en la

seguridad, la flexibilidad, la versatilidad y la colaboración. Empresas como Kuks, Gomtec y Bionic Robotics están fabricando este tipo de robots.

Simulación. Se utiliza la simulación en las operaciones de la planta para aprovechar los datos en tiempo real y para reflejar el mundo físico en un modelo virtual. Este puede incluir máquinas, productos y humanos, reduciendo así los tiempos de configuración de las máquinas y aumentando la calidad.

Sistemas Integrados. La integración en la Industria 4.0 se refiere a tres dimensiones de integración: integración horizontal en toda la red de creación de valor (a), integración vertical y sistemas de fabricación en red (b) e ingeniería de extremo a extremo en todo el ciclo de vida del producto (c).

La Nube. La plataforma de TI basada en la nube sirve como columna vertebral técnica para la conexión y comunicación de múltiples elementos del centro de aplicaciones. Con la industria 4.0, la organización necesita un mayor intercambio de datos entre los sitios y las empresas requieren alcanzar tiempos de reacción en milisegundos o incluso más rápido. La “producción digital” es un concepto de tener las conexiones de diferentes dispositivos a la misma nube para compartir información entre sí y puede extenderse a un conjunto de máquinas de un taller, así como a toda la planta.

Manufactura Aditiva. La fabricación aditiva se utiliza para producir pequeños lotes de productos personalizados que ofrecen ventajas de construcción, como diseños complejos y livianos. Los sistemas de fabricación aditiva descentralizados de alto rendimiento reducirán las distancias de transporte y las existencias disponibles.

Realidad Aumentada. La industria puede utilizar la realidad aumentada para proporcionar a los trabajadores información en tiempo real para mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo. Los trabajadores pueden recibir instrucciones de reparación sobre cómo reemplazar una pieza en particular, ya que están viendo el sistema real.

Internet de la Cosas (IoT). Internet de las cosas significa una red mundial de objetos con direcciones uniformes e interconectados que se comunican a través de protocolos estándar. Internet de las cosas (IoT) también debe conocerse como Internet de todo (IoE), que consiste en Internet de servicio (IoS), Internet de servicios de fabricación (IoM), Internet de las personas (IoP). En resumen, significa un sistema integrado de información y comunicación. y se refiere a la posibilidad de interacción avanzada del objeto con un entorno existente y la respuesta inmediata si algo cambia.

Ciber Seguridad y Sistemas Ciber Físicos. Con el aumento de la conectividad y el uso de protocolos de comunicación que vienen con la Industria 4.0, aumenta la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos y las líneas de fabricación de las amenazas de seguridad cibernética. Como resultado, son esenciales las comunicaciones seguras y confiables, así como la gestión sofisticada de identidad y acceso de máquinas y usuarios. La fuerte conexión del mundo físico, de servicios y digital puede mejorar la calidad de la información necesaria para la planificación, optimización y funcionamiento de los sistemas de fabricación.

2.3. Cadena de Suministro

La definición dada por el Consejo de Profesionales en la Administración de la Cadena de Suministro (CSCMP) (Council of Supply Chain Management Professionals, 2020) la gestión de la cadena de suministro es “el proceso que abarca la planificación y gestión de todas las actividades involucradas en el abastecimiento y la adquisición, la conversión y todas las actividades de gestión logística”. Incluyendo la coordinación y colaboración con los socios (participantes) dentro de la cadena, que pueden ser proveedores, intermediarios, proveedores de servicios externos y clientes. En esencia, la gestión de la cadena de suministro integra la gestión de la oferta y la demanda dentro y entre las empresas.

Según Mentzer et al (2001), “Cadena de Suministro se define como un conjunto de tres o más entidades (organizaciones o individuos) directamente involucradas en los flujos ascendentes y descendentes de productos, servicios, finanzas y / o información de una fuente a un cliente”.

Ballou (2004) presenta un repaso histórico de la evolución de la logística hacia el concepto de Cadena de Suministro, definiendo Cadena de Suministro como la dirección coordinada de las actividades relacionadas con el proceso de distribución, en lugar de manejarlas por separado como lo hace de logística a partir de procesos individualizados.

La Gestión de la Cadena de Suministro involucra a todos los niveles de planificación y ejecución: estratégico, operativo y táctico. Su función es integradora, coordina y optimiza todas las actividades logísticas, completando estas actividades con otras funciones dentro de la organización incluyendo:

mercadotecnia, fabricación de ventas, finanzas y tecnología de la información (Council of Supply Chain Management Professionals, 2020).

2.3.1. Cadena de Valor

Citado por Pardo (2020), Robert J, Trend (2004) afirma que la cadena de suministro es un vínculo entre las empresas a partir de la materia prima y hasta el consumo final, y añade el concepto de Cadena de Valor refiriéndose a las operaciones internas de una empresa en particular. Según Trend, la diferencia entre ambas es que Cadena de Valor es un concepto interno y la cadena de suministro incluye operaciones tanto internas como externas.

Walters y Rainbird (2004) identifican dos argumentos en la cadena de valor: el aspecto macro sobre la operación de los mercados y la visión micro originada en la propia empresa. En su artículo ellos arguyen que, para crear valor, la mejor posición de una empresa se da cuando existe una combinación de las capacidades de la cadena de suministro y la efectividad de la demanda.

El concepto de Cadenas de Valor estudia 4 aspectos (Peiró, 2020):

1. El Grado de *Integración* de los procesos internos de la empresa.
2. El análisis del *Panorama Industrial* relacionado con el mercado y los sectores afines en los que compite la compañía.
3. El *Panorama del Segmento*, que se refiere a las variaciones que pueden afectar al producto o los compradores de la mercancía.
4. *Panorama geográfico* que se refiere al estudio de los países, ciudades o regiones donde compiten.

2.3.2. Cadena Globales de Valor

La iniciativa de Cadenas de Valor Globales (CGV) surgió en 1999 dentro del Instituto de Estudios del Desarrollo (IDS) de la Universidad de Sussex en Brighton, Reino Unido. Este taller tenía como objetivo crear un marco de investigación que vinculara niveles de análisis macro (global), meso (industria y país) y micro (empresa y comunidad) para hacer frente a los desafíos de la globalización económica, generando hallazgos y propuestas basadas en evidencias relacionadas con el desarrollo inclusivo y sostenible (Wu & Gareffi, 2020).

Cadenas Globales de Valor (CGV) es una metodología de enfoque sistemático del desarrollo económico. Combina análisis de las estructuras y tendencias mundiales de la industria con un mapeo de las cadenas nacionales de valor en los agrupamientos económicos locales, utilizando información obtenida en entrevistas e investigación de campo a las empresas líderes e intermediarios, proveedores nacionales y participantes institucionales, así como también aprovechando estadísticas económicas, (Gareffi, 2018, pág. 13)

En el enfoque de CGV se trazan mapas de los actores principales y las actividades económicas principales en una industria al tiempo que presentan los flujos de valor agregado a través de las fronteras, siguiendo las redes de producción y distribución, hasta la organización del consumo por los grandes minoristas y marcas mundiales. En esta metodología los actores principales son las empresas (Gareffi, 2018) y, para integrarlas a las cadenas de valor de la economía mundial, es necesario entrar en las redes internacionales de diseño,

producción y mercadotecnia formadas por muchas empresas diferentes (Gereffi, Humphrey, Kaplinsky, & Sturgeon, 2001).

El desafío económico que plantea la metodología de CGV es identificar las condiciones en las que las empresas en países en desarrollo pueden ascender en la cadena de valor, pasando de realizar actividades básicas de ensamble y mano de obra barata a formas avanzadas de suministro y manufactura integrada (Gareffi, 2018).

2.3.3. Tecnología en la cadena de suministro

La diferencia entre los conceptos de cadena de suministro y cadena de valor radica en que la primera abarca más allá del horizonte de la empresa y sus operaciones, va desde las actividades del proveedor hasta el cliente y su objetivo es lograr la eficiencia en costos y tiempo de abastecimiento (Council of Supply Chain Management Professionals, 2020). Mientras que cadena de valor se enfoca en las actividades primarias y de apoyo de la organización, con el fin de establecer estrategias para hacer a la empresa competitiva (Gareffi, 2018).

Esta diferencia a partir de los conceptos implica que, para manejar la información que requieren, las empresas necesitan diferentes tipos de dirección y, por lo mismo, distintas herramientas para su manejo. En la cadena de valor, será necesario un manejo de información que permita una mejor planificación de actividades internas y que además potencialice la capacidad de para explotar los vínculos entre las actividades, tanto dentro como fuera de la misma. Mientras que para la cadena de suministro se requiere tecnología para solventar las distorsiones de información sobre la demanda del mercado que

genera la alteración de los planes de producción y la inestabilidad en los inventarios (Peláez, 2014).

Las tecnologías aplicadas a la logística de la cadena de suministro y la gestión del financiamiento de la cadena de suministro (SCF), pueden ser herramientas para reducir y eliminar de la cadena de suministro los desperdicios o despilfarros, así como para mejorar la comunicación entre las personas que trabajan en los procesos y la relación entre los socios comerciales (Circulante, 2017).

Los sistemas de información utilizados hasta hace algunos años pueden considerarse antiguadas por ser una combinación de procesos analógicos (hoja de cálculo) y digitales (software desconectado). Sin embargo, en los últimos 18 meses se ha generado un creciente interés de las empresas por digitalizar los procesos (McCrea, 2021)

Ageron et al, (2020) definen a la cadena de suministro digital como “el desarrollo de sistemas de información y la adopción de tecnologías innovadoras que fortalecen la integración y la agilidad de la cadena de suministro y, por lo tanto, mejoran el servicio al cliente y el desempeño sostenible de la organización”.

Antes de la digitalización, los sistemas de información utilizados por las empresas para manejar las Cadenas de Suministro se entendían como módulos de un sistema desconectado. En la era de la digitalización lo que se busca es integrar tecnologías, centrarse en los clientes / consumidores, reducir los costos intra e interorganizacionales y crear más valor para las organizaciones (Ageron, Bentahar, & Gunasekaran, 2020).

Para lograrlo, las empresas están utilizando tecnologías digitales como Inteligencia Artificial (AI), Blockchain, Big Data e Internet de las Cosas (IoT). Según plantean Ageron et al (Ageron, Bentahar, & Gunasekaran, 2020) la digitalización de la cadena de suministro ayuda a una mayor integración de esta, porque representa el grado en que un fabricante colabora estratégicamente con sus socios y gestiona de manera colaborativa procesos intra e interorganizacionales, logrando flujos efectivos y eficientes de productos y servicios, información, dinero y decisiones, para proporcionar el máximo valor para el cliente.

2.3.4. Modelo de la Triple Hélice en los negocios

En 1996, Etzkowitz & Leydesdorff proponen modelar como una Triple Hélice un complejo sistema de tres dinámicas globales: la dinámica económica del mercado, la dinámica interna de producción de conocimiento y la gobernanza de la interfaz en diferentes niveles, esto es, de las relaciones Universidad-Industria-Gobierno. Este modelo lo basaron en la teoría de que pesar de las diferentes historias de desarrollo de los países en el mundo, un amplio espectro de sociedades, conceptualizadas en ese momento bajo las rúbricas divergentes del primer, segundo y tercer mundo, formularon estrategias de innovación basadas en la elaboración deliberada de relaciones entre la academia y la industria a través de políticas de ciencia y tecnología reflexivas impuestas por el gobierno.

Etzkowitz & Leydesdorff (1996) propusieron en el este modelo que:

- Primero, el estado abarca a la industria y la academia y es quien dirige las relaciones entre las esferas institucionales.
- Segundo, el modelo separa a cada uno de los agentes en una esfera institucional con una fuerte división de fronteras entre ellos.
- Finalmente, el mundo académico, el gobierno y la industria en conjunto, son la generación de una infraestructura de conocimientos en función de la interrelación de las esferas institucionales, con organizaciones híbridas emergentes.

Este modelo de Triple Hélice se caracteriza por ser un modelo complejo lo que significa que no se espera que sea estable, ya que se rige tanto por evoluciones biológicas y culturales.

Señalan Etzkowitz y Leydesdorff (2000) a la Universidad como generador de conocimiento, quien marca un rol fundamental de vinculación entre los entes representados por el gobierno y la industria, y la forma en que estos se conjugan para hacer surgir formas innovadoras en las organizaciones, como fuente de origen de conocimiento y desarrollo.

Actualmente a nivel global se trabaja tanto en lo público como en lo privado, en la construcción de políticas económicas y normativas que promuevan la unificación de los esfuerzos a través de reordenar el tipo de relaciones que se han establecido entre los participantes de la triple hélice.

Etzkowitz (2002), establece modelo para la intervención en las políticas públicas para el desarrollo regional basado en un esquema de tres etapas consecutivas:

a) Espacio de conocimiento: esta etapa se enfoca en creación de entornos de innovación regionales, en el que los actores trabajan para mejorar las condiciones locales de la innovación mediante la concentración de actividades que estén relacionadas y operaciones relevantes.

b) Espacio de consenso: este es un espacio donde generar ideas y estrategias de relaciones variadas y recíprocas entre sectores institucionales, académicos (públicos y privados).

c) Espacio para la innovación: son los intentos de realizar aportaciones resultantes de la fase anterior, donde la finalidad es: centrar y establecer o atraer capital de riesgo, público y privado para combinar el capital, el conocimiento técnico y el conocimiento empresarial.

Debido a los avances en la tecnología, el modelo de Triple Hélice se ha visto en la necesidad de evolucionar incorporando a la sociedad y el medio ambiente. Los entornos naturales de la sociedad y la economía también deben considerarse como motores de la producción de conocimiento y la innovación, definiendo así las oportunidades de la economía del conocimiento. La Quíntuple Hélice hace hincapié en la necesaria transición socio ecológica de la sociedad y la economía en el siglo XXI; por lo tanto, es ecológicamente sensible.

3.7 Enfoque Esbelto en los Sistema de Información.

En palabra de Taiichi Ohno (1991), recibir la información demasiado deprisa da lugar a unas entregas demasiado rápidas, generando desperdicios. Esto se traduce entonces como que tener demasiada información desencadena la confusión en el campo y crea desperdicios.

Los sistemas de planeación de recursos para las empresas (ERP/MRP) pueden ofrecer información a cada proceso cuando se necesite. Sin embargo, los sistemas que existen en el mercado no sólo son caros, sino que también son de poca confianza.

En los negocios, debe suprimirse el exceso de información. La información en demasía induce a producir más allá de lo que se debe y puede llevar también a confusiones. Tal vez no se fabriquen las piezas cuando se necesiten, o tal vez se fabriquen demasiadas, algunas de ellas defectuosas. Finalmente, es imposible realizar un simple cambio en el programa de producción (Ohno, 1991).

Gestionar un sistema de información para la planeación de los recursos en la organización, requiere capacitaciones largas y familiarizaciones con el sistema donde, en la mayoría de los casos, la curva de aprendizaje es lenta. Las organizaciones, para minimizar estos efectos, duplican información llevando registros físicos (en papel) para posteriormente cargarlos al sistema, con esto la información en ocasiones no se actualiza en los sistemas tan rápido como desearían y la integridad de la información se ve comprometida (Ohno, 1991).

Aplicar la filosofía Lean en los sistemas de información tiene como objetivo: eliminar desperdicios y retrasos, reducir errores informáticos y aumentar la velocidad agregando valor al negocio, a los clientes y a los accionistas. Una visión Lean en los Sistema de Información, para que funcione, debe estar alineada con la visión del negocio porque les permitiría a las organizaciones tomar decisiones que tendrían un impacto en el mediano y largo plazo.

3. ASPECTOS METODOLOGICOS

3.1. Tipo de investigación

El modelo de investigación propuesto será un método mixto aplicando herramientas de investigación cuantitativa (encuestas) y cualitativas (grupos de enfoque).

Para esto la investigación se divide en tres etapas: la primera exploratoria donde se identifica la situación actual, la segunda descriptiva para identificar los componentes principales del fenómeno a estudiar y una tercera de corte predictivo.

En la PRIMERA ETAPA exploratoria, se utilizaron encuestas para dimensionar, de manera cuantitativa, la necesidad de las empresas pequeñas y medianas en la industria manufacturera de la región capital del Estado de San Luis Potosí..

En la SEGUNDA ETAPA, y por medio de la herramienta cualitativa de grupos de enfoque, se pretende estudiar cómo se ven afectadas sus decisiones a partir de la generación y manejo de información interna y externa en las compañías, para a partir de ahí generar un modelo estratégico que les ayude a alcanzar sus planes de desarrollo y crecimiento en los siguientes años.

En la TERCERA ETAPA la predictiva, donde con base en la información obtenida se planteará el modelo que a su vez se validará con encuestas aplicadas a un grupo de usuarios finales.

3.2. Población de análisis

Por el área de influencia con el que se cuenta, esta investigación se centrará en las PyME instaladas en el área metropolitana de la ciudad de San Luis Potosí (724) haciendo énfasis en los sectores estratégicos automotriz, logística y tecnología de Información, esto por el trabajo de colaboración que llevan a cabo estos tres sectores y que están establecidos como prioritarios para el Gobierno del Estado.

3.3 Tamaño y tipo de muestra

Según las recomendaciones de Hernández Sampieri (2010) el uso de tres a cinco grupos es adecuado para trabajar bajo el modelo de grupos de enfoque.

Para la aplicación de encuestas, se calcula un tamaño de muestra estimado 41 encuestas para con una población de 724 y un margen de error de 15% (debido a las restricciones sociales debidas a la pandemia y aplicando la fórmula:

$$\text{Tamaño de Muestra} = Z^2 * (p) * (1-p) / c^2$$

Donde:

Z = Nivel de confianza (95% o 99%)

p = .5

c = Margen de error (0.04 = ±4)

3.4 Técnicas e Instrumentos

Para recopilar información, se hará uso de tres herramientas:

Questionarios. Herramienta de recopilación de información construida por una serie de reactivos diferentes, planteados de forma interrogativa, enunciativa, afirmativa o negativa con varias alternativas. Cuenta con un formato determinado, un orden de preguntas y un contenido concreto sobre el tema que se quiere investigar. Las preguntas pueden ser cerradas o restringidas, abiertas o mixtas (Casas Jiménez, García Sánchez, & González Aguilar, Año 3, núm. 6.).

Business Model Canvas o Modelo Canvas de Negocio. Por definición el modelo Canvas es una herramienta para analizar y crear modelos de negocio de forma simplificada. Se visualiza de manera global en un lienzo dividido en los principales aspectos que involucran al negocio y gira entorno a la propuesta de valor que se ofrece. Es un modelo “vivo”, dado que se va modificando según se va desarrollando, se validan clientes y surgen nuevas ideas (Carazo, 2017).

Grupos de enfoque: Un grupo de enfoque consiste en una entrevista grupal dirigida por un moderador a través de un guion de temas o de entrevista. Se busca la interacción entre los participantes como método para generar información. El grupo de enfoque lo constituyen un número limitado de personas: entre 4 y 10 participantes, un moderador y, si es posible, un observador. A través de él se consigue información en profundidad sobre lo que las personas opinan y hacen, explorando los porqués y los cómo de sus opiniones y acciones. No se obtienen cifras ni datos que nos permitan medir aspecto alguno. Se trabaja con la información que se expresa en los discursos y conversaciones de los grupos. El lenguaje es el «dato» a analizar, comprender

e interpretar, estos métodos consiguen «reducir la incertidumbre» con la que a menudo se trabaja ayudando a la comprensión profunda de lo obvio (Prieto & March, 2002).

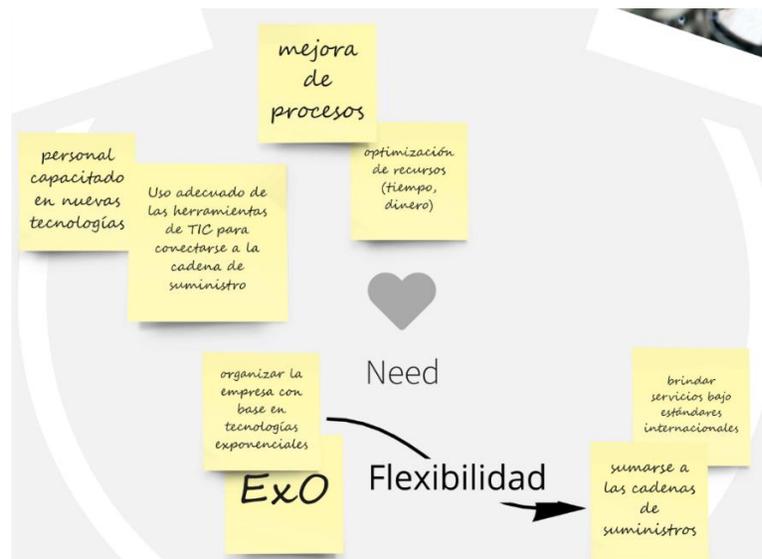
4. RESULTADOS

4.1. Elaboración del perfil del usuario

Para definir el perfil del usuario objetivo, se utilizó la técnica de grupos de enfoque utilizando como herramienta para la recopilación de información el lienzo del modelo Canvas. Se realizaron tres encuentros de una hora con expertos en la industria manufacturera en áreas de manufactura, ingeniería industrial y tecnologías de información. Los encuentros se realizaron de manera virtual, por efectos restrictivos de la pandemia.

El modelo Canvas, aplicado en los grupos de enfoque, permite definir las necesidades de los participantes. En un segundo de grupo de enfoque, esta vez con representantes de empresas manufactureras establecidas en la región y proveedores de tecnología, los participantes manifestaron como **necesidades** que (Ilustración 4.1):

Ilustración 4.1 Determinación de Necesidades de los Usuarios



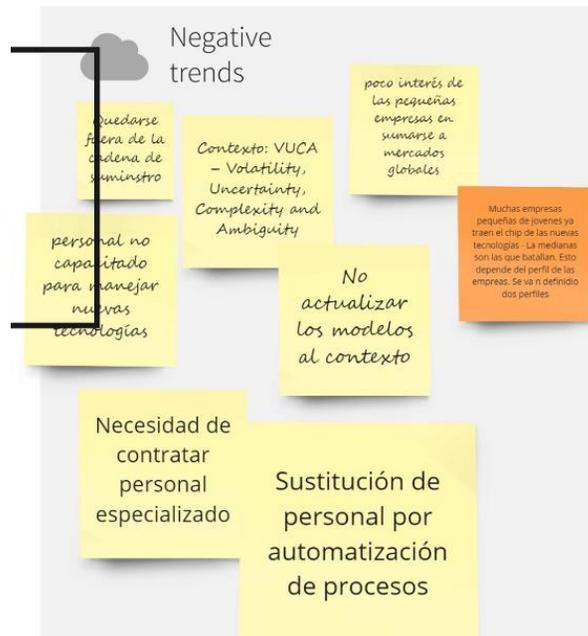
Fuente: Desarrollo propio con base en los grupos de enfoque aplicados en septiembre 2021

- Mediante la mejora de sus procesos, las empresas necesitan optimizar sus recursos de tiempo y dinero.
- Para sumarse a las Cadenas de Suministro Globales, requieren de brindar productos y servicios cumpliendo con los estándares internacionales.
- Para conectarse a las Cadenas de Suministro Globales, requieren de personal capacitado que conozca y utilice adecuadamente las herramientas de tecnologías de información (TIC).
- Para lograr sus objetivos de crecimiento, necesitan organizar a las empresas con base en la aplicación de organizaciones con tecnologías exponenciales.

Este modelo permite identificar los **efectos negativos del entorno** que las organizaciones perciben y que deben enfrentar. Aquí se mencionó el poco interés que las empresas pequeñas y medianas tienen para sumarse a los mercados globales, esto debido a las condiciones del entorno en un contexto de negocios VUCA (volátil, incierto, complejo y ambiguo).

Los participantes dijeron que actualizar sus modelos de negocio con tecnología, implica sustituir personal por procesos automatizados y contratar personal capacitado para manejar las nuevas tecnologías, que no es fácil encontrar (Ilustración 4.2).

Ilustración 4.2 Aspectos Negativos del Entorno que afectan a las empresas



Fuente: Desarrollo propio con base en los grupos de enfoque aplicados en septiembre 2021

En cuanto a los **temores** a futuro que pueden enfrentar, la preocupación de las empresas está en las pérdidas de productividad por los fallos en los equipos que no están actualizados y que a su vez limiten la capacidad de producción haciéndola menos flexible, trayendo como consecuencia la pérdida de competitividad y participación de mercado.

Dentro de estos temores que muestran las organizaciones para implementar tecnología, mencionan no estar seguros sobre de contar con la capacidad requerida de conectividad y el manejo de la información (seguridad informática). Adicional tienen la percepción de que capacitarse o capacitar a su personal en la implementación y uso de tecnologías requiere de una alta inversión (Ilustración 4.3).

Ilustración 4.3 Temores a futuro de las empresas para el uso de tecnología



Fuente: Desarrollo propio con base en los grupos de enfoque aplicados en septiembre 2021

En el aspecto **positivo** que esperan en el entorno, se encontró que tienen la expectativa de que, al popularizarse las nuevas tecnologías, se vuelvan más accesibles algo que les ayudaría a mejorar sus procesos, tener una mejor conectividad y acceder a la nueva tecnología. A su vez, suponen que los

egresados de las escuelas y universidades ya haya desarrollado competencias relacionadas con estas tecnologías (Ilustración 4.4).

Ilustración 4.4 Aspectos Positivos del Entorno que afectan a las Empresas



Fuente: Desarrollo propio con base en los grupos de enfoque aplicados en septiembre 2021

Como **oportunidades**, las empresas ven oportunidades en capacitar personal en el uso de las nuevas tecnologías relacionadas con la Industria 4.0 y desarrollar de competencias relacionadas con las tecnologías de información desde la escuela, adicional ven oportunidades en la llegada de más empresas grandes del sector automotriz donde ofertar servicios y también, con el dominio de la tecnología, llegar a empresas fuera de la región (Ilustración 4.5).

Ilustración 4.5 Oportunidades para las empresas



Fuente: Desarrollo propio con base en los grupos de enfoque aplicados en septiembre 2021

Con estos encuentros, se logró definir como perfil del usuario con las siguientes características (Ilustración 4.6):

Ilustración 4.6 Perfil de usuario del Modelo



Fuente: Desarrollo propio con base en los grupos de enfoque aplicados en septiembre 2021

4.1.1. Perfil de los usuarios:

- Empresas PyME establecidas en San Luis Potosí proveedoras actuales o potenciales de productos y servicios en la industria automotriz.
- Empresas interesadas en desarrollar proyectos de desarrollo tecnológico en el contexto de Industria 4.0.
- Personal contratado por empresas de la industria automotriz y su cadena de suministro y personas dedicadas al desarrollo de tecnologías de información.
- Profesionales de carreras técnicas o ingeniería buscando desarrollar su potencial profesional.
- Docentes e investigadores de instituciones de educación media superior, superior y centros de investigación.
- Unidades de gobierno local, estatal o federal interesados en desarrollar proyectos de tecnologías de información.

4.2. Identificación de necesidades tecnológicas

Conocimiento y uso de Tecnologías de Industria 4.0 en San Luis Potosí

Schwab (2016), describe la época actual cómo un momento para revolucionar la organización de las cadenas globales de suministro, debido al creciente uso de sistemas de fabricación virtuales y físicos, la fusión de tecnologías y la interacción entre ambos a través de dominios físicos y digitales.

Sin embargo, no todas las organizaciones experimentan el cambio de la misma forma y en el mismo momento.

Para fortalecer la información obtenida en los grupos de enfoque y conocer a profundidad las necesidades de las empresas instaladas en San Luis Potosí en materia de tecnologías relacionadas con la Industria 4.0, se decidió recopilar información de campo mediante la aplicación de encuestas que fueron aplicadas vía electrónica².

Debido a las restricciones impuestas en el entorno actual de pandemia sobre proximidad física (acceso a las personas) y disponibilidad de tiempo, se aplicó un muestreo por conveniencia.

Para esta parte del estudio se utilizó un universo más reducido de 235 empresas pequeñas, medianas y grandes instaladas área metropolitana de San Luis Potosí, limitándolo a empresas que pertenecen al sector automotriz, por ser el sector de mayor impacto en la economía de la región. El objetivo fue lograr encuestar al menos al 25% de este Universo que se traduce en 51 empresas. Como se menciona anteriormente, por razones de confidencialidad, el listado de empresas que respondieron a la encuesta se pondrá a disposición en caso de ser requerido.

En este cuestionario se preguntó a los representantes de las empresas sobre el conocimiento que tienen de las tecnologías de Industria 4.0, lo que dio como resultado que las empresas tienen mayor conocimiento y utilizan herramientas como la Nube (70.2%), Cyber Seguridad (68.1%) y Simulación

² https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=cUbFXL41Mk-DWFAZcMU3JyNPE_Uq5OhMunoKETGJyItUNjRPQVU1MEtIODZYRFaxOVRYREdWVUFITi4u

(53.2%), Refieren que conocen, aunque no utilizan la Realidad Virtual y Aumentada (61.7%), Manufactura Aditiva (51.1%) y la Inteligencia Artificial (53.2%). Y dentro de las tecnologías que les interesaría conocer y aplicar están el Blockchain (38.3%), Internet de las cosas (25.5%) y Análisis y Big data (21.3%) (Tabla 4.1).

Tabla 4.1 Conocimiento de las Empresas Potosinas en Tecnologías de Industria 4.0

	Se conoce y se utiliza	Se conoce pero no se utiliza	No se conoce pero me interesa	No se conoce pero no me interesa
Análítica y Big data	42.6	29.8	21.3	6.4
Cloud (La Nube	70.2	12.6	12.8	4.3
Cyber Seguridad	68.1	14.9	10.6	6.4
Integración horizontal y vertical (ERP)	46.8	27.7	14.9	10.6
Internet de las cosas (IoT)	44.7	25.5	25.5	4.3
Manufactura aditiva (3D printing)	21.3	51.1	17	10.6
Realidad Virtual y Aumentada	14.9	61.7	17	6.4
Robots autónomos	48.9	29.8	17	4.3
Simulación	53.2	25.5	17	4.3
Inteligencia Artificial	23.4	53.2	19.1	4.3
Blockchain	14.9	27.7	38.3	19.1

Fuente: Desarrollo propio con base en las encuestas aplicadas en Enero 2022

Con respecto al uso de las tecnologías de Industria 4.0 consideradas en este estudio, las empresas manifestaron utilizan más tecnología en los procesos de fabricación, administrativos y de calidad. En los procesos de fabricación utilizan Robots Autónomos (65.9%), Simulación (45.9%) y manufactura aditiva (34.3%). En la administración lo más utilizado es el manejo de información en la Nube (41%), la Cyber Seguridad (33.3%), el Internet de las Cosas y la Integración (ERP). Con respecto a los procesos de calidad el análisis de información (14.3%) y el manejo de información en la Nube (12.8%).

También fueron mencionadas la integración horizontal y vertical (ERP) en el manejo de la Cadena de Suministro (Tabla 4.2).

Tabla 4.2 Uso de Tecnología de Industria 4.0 en la industria potosina

	Proceso de fabricación	Procesos administrativos	Seguridad y Medio ambiente	Calidad	Gestión de servicios TIC	Cadena de Suministro	NA
Analítica y Big data	23.8	19		14.3		7.1	35.7
Cloud (La Nube	17.9	41		12.8	7.7		20.5
Cyber Seguridad	8.3	33.3	11.1	5.6	19.4		22.2
Integración horizontal y vertical (ERP)	30.6	8.3	2.8	2.8		11.1	44.4
Internet de las cosas (IoT)	22.9	14.3	5.7	2.9	2.9	8.6	42.9
Manufactura aditiva (3D printing)	34.3	2.9	5.7				57.1
Realidad Virtual y Aumentada	17.1	2.9	2.9	2.9			74.3
Robots autónomos	64.9		2.7		2.7		29.7
Simulación	45.9	5.4	5.4	8.1		5.4	29.7
Inteligencia Artificial	22.9	2.9		8.6	5.7		60
Blockchain	2.9	2.9				5.9	88.2

Fuente: Desarrollo propio con base en las encuestas aplicadas en Enero 2022

Para ampliar la información, se les pregunto a los representantes de las organizaciones sobre requerimientos para conocer más sobre Tecnología 4.0. Mencionaron capacitación en conceptos básicos sobre Cómputo en la Nube (51.1%), Analítica y Big Data (44.7%), Internet de las cosas (IoT) (44,7%), Cyber Seguridad (42.6%) e Integración horizontal y vertical (ERP) (42.6%). En el mismo rubro de conocimiento, pero ya especializado, las empresas buscan Inteligencia Artificial (53.2%), Realidad Virtual y Aumentada (51.1%), Robots Autónomos (48.9%) y Simulación (48.9%) (Tabla 4.3).

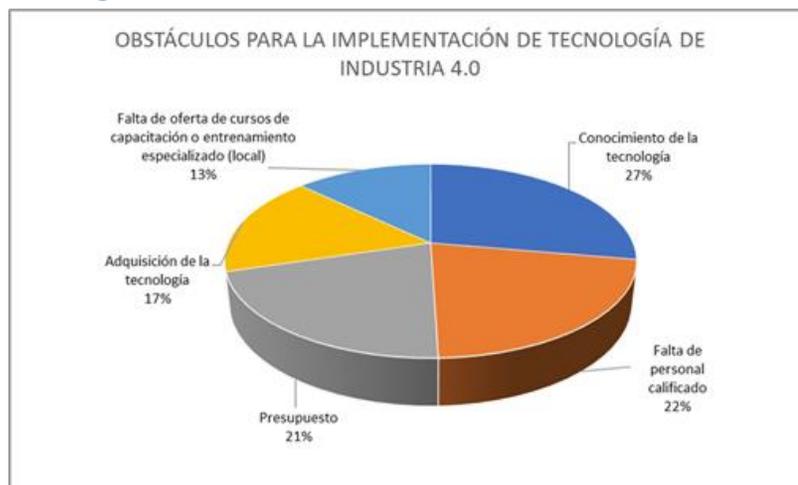
Tabla 4.3 Conocimientos requeridos de Tecnología 4.0 por empresas potosinas

Conceptos básicos		Capacitación especializada	
Cloud (La Nube)	51.1	Inteligencia Artificial	53.2
Analítica y Big data	44.7	Realidad Virtual y Aumentada	51.1
Internet de las cosas (IoT)	44.7	Robots autónomos	48.9
Cyber Seguridad	42.6	Simulación	48.9
Integración horizontal y vertical (E	42.6	Analítica y Big data	42.6
Blockchain	38.3	Manufactura aditiva (3D printing	42.6
Manufactura aditiva (3D printing	31.9	Cyber Seguridad	36.2
Simulación	31.9	Internet de las cosas (IoT)	36.2
Inteligencia Artificial	25.5	Integración horizontal y vertical (E	34
Robots autónomos	23.4	Cloud (La Nube)	25.5
Realidad Virtual y Aumentada	19.1	Blockchain	25.5

Fuente: Desarrollo propio con base en las encuestas aplicadas en Enero 2022

Con la información anterior se buscó profundizar en los factores que les afectan en poder implementar las nuevas tecnologías en las organizaciones, aquí reportaron factores como la falta de conocimiento de las tecnologías, la falta de personal capacitado en el manejo de las herramientas, el presupuesto, la adquisición y falta de cursos especializados cercanos a su ubicación, directamente en ese orden de importancia (Ilustración 4.7).

Ilustración 4.7 Obstáculos para la Implementación de Tecnología de Industria 4.0



Fuente: Desarrollo propio con base en las encuestas aplicadas en Enero 2022

Es claro entonces que, para hacer frente a un entorno global de negocios caracterizado por ser volátil, incierto, complejo y ambiguo, las empresas pequeñas y medianas requieren de tecnologías digital (Industria 4.0), que les permitan tener el control que ya están experimentando las grandes compañías a nivel mundial.

Por lo mismo, desde el punto de vista del usuario, es necesario:

- Para conectarse a las Cadenas de Suministro Globales, requieren de personal capacitado en el uso de las herramientas de tecnologías de información (TIC).
- Optimizar el uso de sus recursos mediante la mejora y el control de sus procesos y consideran que el uso de tecnología digital puede ayudarles.
- Reconocen que su forma de trabajo actual los está llevando a pérdidas de productividad por los fallos en calidad y paros de producción y esto también les impide cumplir con los requerimientos de las empresas globales, por lo que consideran necesario actualizar sus sistemas de control y manejo de la producción y administración de recursos.
- Visualizar como una inversión el uso de tecnología que al aumentar su uso se volverán mas accesibles a su presupuesto.

Cabe hacer mención de que, aunque las empresas saben que existen tecnologías innovadoras, por las respuestas obtenidas se puede deducir que no se conoce a fondo sus características ni se reconoce su total utilidad. Esto

confirma los hallazgos del diagnóstico de inicio donde las empresas PyME en San Luis Potosí hacen referencia a no utilizar tecnologías actuales de Industria 4.0 (simulación, Big Data, integración o automatización) en sus procesos y que necesitan ser asesoradas para implementarlas en sus organizaciones.

4.3. Estratificación de las tecnologías digitales actuales

Como sugiere Rüßmann et all (2015) la Tecnología de la Industria 4.0 (Tecnología Digital) está basada en nueve pilares que están transformando la producción de celdas aisladas y optimizadas, en un flujo de producción totalmente integrado, automatizado y optimizado. Estas son (Tabla 4.4):

Tabla 4.4 Base de Tecnología de Industria 4.0

Simulación	Internet de las Cosas	Manufactura Aditiva
Robots Autónomos	Ciber Seguridad	Realidad Aumentada
Integración	La Nube	Analítica y Big Data

Fuente: Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 - A Glimpse. Procedia Manufacturing 20, 233–238

Con base en la descripción hecha por Vaidya et all (2018) sobre las Tecnologías en la Industria 4.0, que se amplía en este apartado con el análisis de requisitos para la implementación de cada una de ellas

Analítica y Big Data: es un análisis datos registrados previamente. Se utiliza para descubrir amenazas en los procesos de producción y pronosticar problemas potenciales, así como las posibles soluciones para evitar que eso ocurra una y otra vez. Para su implementación es necesario tener mucha

información disponible a la cual tener acceso como información histórica, fuentes internas u open data. La medida viene en términos de muchos Terabytes. Si se habla de Megabytes aplicará una solución tradicional de Business Intelligence.

Robots autónomos. El uso de robots se hace con la finalidad de completar una tarea determinada de forma precisa e inteligente dentro del límite de tiempo dado y también se centran en la seguridad, la flexibilidad, la versatilidad y la colaboración. Los robots tienen cuatro unidades funcionales principales denominadas: alimentación, actuadores y transmisión, sensores y controlador, por lo que la inversión para adquirirlos es alta.

Simulación. Se utiliza la simulación para aprovechar los datos en tiempo real y para reflejar el mundo físico en un modelo virtual que puede incluir máquinas, productos y humanos, reduciendo así los tiempos de configuración de las máquinas y aumentando la calidad. En esta se utilizan datos de entrada en un modelaje basado en un esquema de flujo grama de procesos, el cual se hace es un seguimiento a la entidad a través de la secuencia de procesos que debe seguir. La inversión se centra en equipos de cómputo de alta capacidad.

Sistemas Integrados. La integración en la Industria 4.0 se refiere a tres dimensiones de integración: integración horizontal en toda la red de creación de valor (a), integración vertical y sistemas de fabricación en red (b) e ingeniería de extremo a extremo en todo el ciclo de vida del producto (c). La inversión para la aplicación de esta tecnología se centra en la adquisición de licencias de software especializado.

La Nube. La plataforma de TI basada en la nube sirve como columna vertebral técnica para la conexión y comunicación de múltiples elementos. Con la industria 4.0, la organización necesita un mayor intercambio de datos entre los sitios y las empresas requieren alcanzar tiempos de reacción en milisegundos o incluso más rápido. La “producción digital” es un concepto de tener las conexiones de diferentes dispositivos a la misma nube para compartir información entre sí y puede extenderse a un conjunto de máquinas de un taller, así como a toda la planta. La inversión se centra en la adquisición de espacio en la Nube.

Manufactura Aditiva. La fabricación aditiva se utiliza para producir pequeños lotes de productos personalizados que ofrecen ventajas de construcción, como diseños complejos y livianos. Los sistemas de fabricación aditiva descentralizados de alto rendimiento reducirán las distancias de transporte y las existencias disponibles. Para lograr este tipo de procesos la adquisición de equipo especializado y dedicado es necesario y, dependiendo de las características del producto y los materiales a utilizar, la inversión para las organizaciones es alta.

Realidad Virtual y Aumentada. La industria puede utilizar la realidad aumentada para proporcionar a los trabajadores información en tiempo real para mejorar la toma de decisiones y los procedimientos de trabajo que están viendo en tiempo real. Requiere de la adquisición de equipo especializado y personal capacitado para la programación o desarrollo de aplicaciones.

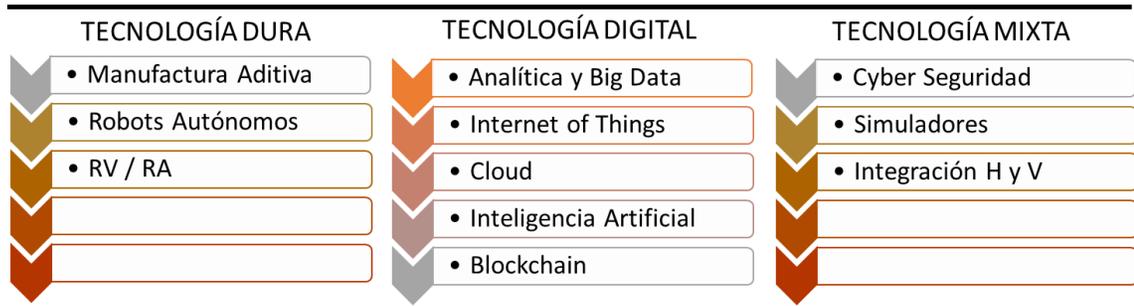
Internet de las Cosas (IoT). Internet de las cosas significa una red mundial de objetos con direcciones uniformes e interconectados que se comunican a

través de protocolos estándar. Significa contar con un sistema integrado de información y comunicación con la posibilidad de interacción avanzada del objeto con un entorno existente y la respuesta inmediata si algo cambia. Este elemento implica inversión en investigación y desarrollo (R&D) dentro de las organizaciones.

Ciber Seguridad y Sistemas Ciber Físicos. El aumento de la conectividad y el uso de protocolos de comunicación aumenta la necesidad de proteger los sistemas industriales críticos y las líneas de fabricación de las amenazas de seguridad cibernética. Como resultado, son esenciales las comunicaciones seguras y confiables, así como la gestión sofisticada de identidad y acceso de máquinas y usuarios. Para su aplicación es necesario de invertir en personal especializado y equipos de cómputo de amplia capacidad.

Una vez hecho el análisis de características y requerimientos de las tecnologías base de la Industria 4.0, se dividieron en tres tipos: las que requieren inversión en equipo especializado, las que requieren de personal capacitado en TIC (digital) y aquellas tecnologías de requieren de ambos para funcionar. Una vez divididas en grupos con características similares también se estratificaron en base a su relación y/o dependencia entre unas y otras (Ilustración 4.8).

Ilustración 4.8 Clasificación y estratificación de Tecnologías de Industria 4.0



Fuente: Desarrollo propio a partir de análisis de información 2022

Dentro de las nueve tecnologías base de Industria 4.0 se encontraron aquellas que requieren de una gran inversión en equipo altamente especializado (Tecnología Dura) y, por ende, deben contar, además de los equipos, con personal capacitado para la instalación, puesta en marcha y posterior uso. Entre ellas están la Manufactura Aditiva, los Robots Autónomos y la Realidad Virtual y Aumentada.

Por otro lado, existen tecnologías (Tecnología Digital) que no requieren de alta inversión en equipo sino que requieren más de personal entrenado en para su desarrollo y manejo. Entre estas están: Analítica y Big Data, Internet de las cosas, la Nube, Inteligencia Artificial y el Blockchain. Para este tipo de tecnologías, la inversión (entrenamiento de personal) es paulatina, el retorno de inversión es más rápido, sin embargo, el riesgo por la rotación de personal puede ser alto.

Para el tercer grupo, se seleccionaron las tecnologías que requieren de alta inversión en equipo y de personal altamente capacitado dependiendo del uso y en ellas están los Simuladores, la Integración Horizontal y Vertical y la Cyber Seguridad. Dependiendo del uso en los procesos de las organizaciones implica

alta inversión en equipo como cámaras inteligentes, software especializado, escáneres, pantallas, además de personal altamente capacitado para su uso. El retorno de inversión es lento y riesgoso.

4.4. Elementos clave que influyen e interactúan en el modelo

En esta etapa, a partir de la información obtenida con los instrumentos de investigación se pudieron detectar seis elementos principales que influyen en el desarrollo del modelo.

1. Entorno económico global
2. Agentes de innovación (generadores de tecnología)
3. Tecnología de transferencia
4. Agentes de soporte para la transferencia
5. Agentes usuarios del modelo

4.4.1 Entorno económico global

La forma de hacer negocios ha cambiado hoy en día por causa de factores como la globalización, la oferta y la demanda, el poder económico de competidores cada vez más fuertes y la competitividad.

Durheim y Toffler referidos por Burcet en 2011, hacen mención a una aceleración en los modelos económicos, políticos, culturales, sociales y medioambientales que se lleva a cabo en un lapso de tiempo exponencialmente más cortos. Esta aceleración que se vive en estos momentos y el tener que enfrentar contextos desconocidos con cambios constantes, genera en el entorno una gran cantidad de estrés que deben enfrentar las organizaciones.

Bennis y Nanus (1985) ya se referían a este tipo de entornos con el concepto VUCA (Volátiles, Inciertos, Complejos y Ambiguos, por sus siglas en inglés) (Bennis & Nanus, 1985).

Para Schwab (2016), el entorno actual se caracteriza por factores como: la gran cantidad de información disponible, la velocidad disruptiva y la aceleración de la innovación. En esta etapa de la historia, las organizaciones deben hacer frente a mercados con fluctuaciones constantes y deben ser capaces de reaccionar y responder a los cambios en la demanda de mercado (Ilustración 4.9).

Ilustración 4.9 Definición del Entorno Global de los Negocios Actual



Fuente: Desarrollo propio a partir de análisis de información 2022

Según las consideraciones expresadas por la OCDE (2020) se debe considerar que las economías de la región en América Latina incluyendo

México, se caracterizan por el predominio de empresas micro y pequeñas cuya productividad es escasa y que a menudo están desconectadas de los mercados globales y que son incapaces de reaccionar a estos entornos. Considera que la transformación digital puede brindar una oportunidad a estas empresas para superar los obstáculos para el desarrollo a las que se enfrenta la región. Sostiene además que “la digitalización es un instrumento eficaz para el desarrollo, pero sólo si es universal e inclusiva” (OCDE, 2020).

4.4.2 Agentes de innovación (generadores de tecnología)

La innovación constituye el motor impulsor del desarrollo y crecimiento empresarial hacia la competitividad, en mercados cada vez más exigentes y demandantes. La innovación, según lo refiere la OCDE (2013), es un concepto extenso que comprende una amplia gama de actividades y procesos: mercados, actividades empresariales, redes y competencia, pero también las habilidades y organizaciones, la creatividad y la transferencia de conocimientos.

“La innovación es un proceso clave de las empresas pues permite la creación de ventajas competitivas gracias a la introducción de productos y servicios nuevos o mejorados al mercado, y respalda su eficiencia productiva y organizacional gracias a la introducción o mejora de los procesos de producción y entrega” (Medellin, 2013, pág. 21).

Según Grübler (2003). el uso de la tecnología está en el centro de los cambios tecnológicos y de innovación de mayor importancia para el cambio (ambiental) global, impactando profundamente en los sistemas económicos de muchas empresas.

Las grandes organizaciones, que saben para qué sirve la tecnología y la han aplicado, han visto beneficios en la reducción de los costos, la optimización de los procesos, el procesamiento y análisis efectivo de la información y el fortalecimiento de la comunicación empresarial. Todo esto supone una ventaja competitiva frente a otras compañías, permitiendo el desarrollo de sistemas innovadores en todos los procesos de una organización (Ilustración 4.10).

Ilustración 4.10 Agentes de innovación, generadores de tecnología



Fuente: Desarrollo propio a partir de análisis de información 2022

El problema según Schwab (2016), radica en que no todas las organizaciones experimentan la innovación en el mismo momento ni con la misma intensidad. La innovación no solo se limita a pequeñas mejoras en los procesos industriales, se extiende también a los procesos administrativos de forma que los productos respondan a las necesidades de los clientes.

Los procesos de innovación, principalmente en tecnología, resultan más sencillos de desarrollar para las grandes empresas por la cantidad de recursos

que se necesitan invertir, es por ellos que uno de los elementos importantes del modelo son las grandes empresas desarrolladoras de tecnología digital.

4.4.3 Tecnología de transferencia

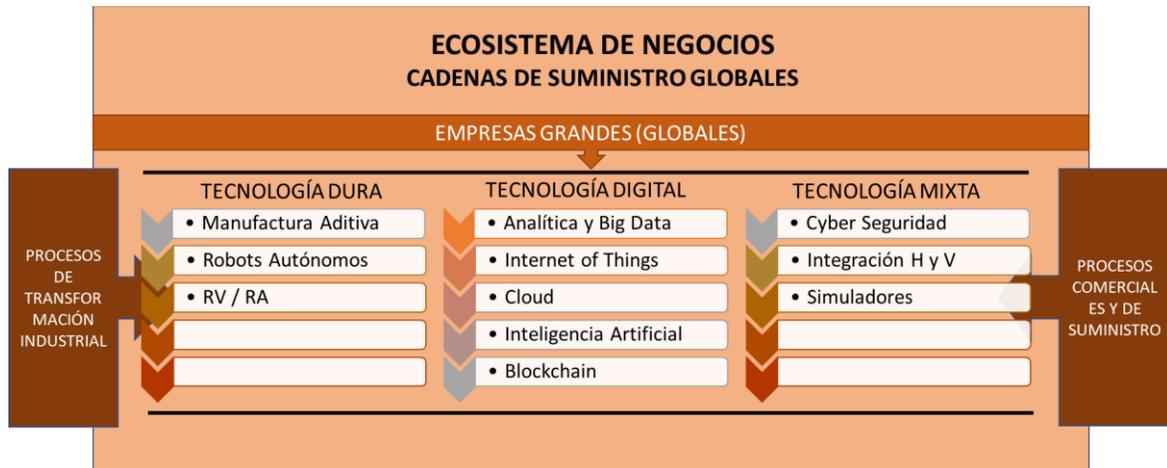
En el apartado 6.3 de este documento se hace un análisis de las tecnologías digitales actuales aplicadas en la Industria 4.0, de sus características y los requerimientos para su implementación. Las tecnologías que se analizaron y se consideran para su transferencia son:

Simulación	Internet de las Cosas	Manufactura Aditiva
Robots Autónomos	Ciber Seguridad	Realidad Aumentada
Integración	La Nube	Analítica y Big Data

Como ya se mencionó, se hizo una clasificación de las tecnologías en tres tipos: las que requieren de alta inversión en equipo especializado (Tecnología Dura), las que requieren mas de conocimientos y personal capacitado para su implementación (Tecnología Digital) y aquellas que requieren de inversión en equipo además de personal especializado (Tecnología Mixta).

Las grandes organizaciones están haciendo uso de estas tecnologías independientemente de sus características, las desarrollan y las complementan entre sí. Son ellas las que poseen el conocimiento para su aplicación (Ilustración 4.11).

Ilustración 4.11 Transferencia de Tecnologías en Industria 4.0



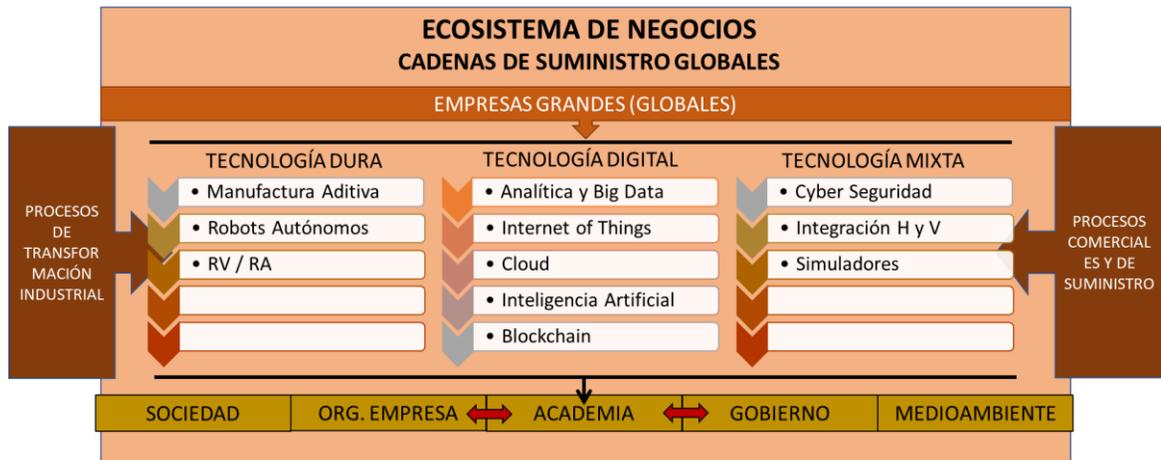
Fuente: Desarrollo propio a partir de análisis de información 2022

4.4.4 Agentes de soporte para la transferencia

Etzkowitz y Leydesdorff (2000) señalan a la Universidad como fuente de origen de conocimiento y desarrollo, funge como generador y gestor, marcando un rol fundamental de vinculación entre los entes representados por el gobierno y la industria (organismos empresariales) de tal forma que estos se conjugan para implementar formas innovadoras de trabajo en las organizaciones.

Los elementos para soportar la transferencia de tecnologías en este modelo se basan en el modelo de la Triple Hélice: Instituciones educativas o de investigación, entidades de gobierno y organismos empresariales, considerando potencialmente incluir a la sociedad y el entorno, elementos de la Quintupla Hélice (Ilustración 4.12).

Ilustración 4.12 Agentes de soporte para la transferencia de Tecnología



Fuente: Desarrollo propio a partir de análisis de información 2022

4.4.5 Agentes usuarios del modelo

El perfil del usuario del modelo se definió al inicio de este capítulo, quedando de la siguiente forma:

1. Empresas PyME establecidas en San Luis Potosí proveedoras actuales o potenciales de productos y servicios en la industria automotriz.
2. Empresas interesadas en desarrollar proyectos de desarrollo tecnológico en el contexto de Industria 4.0.
3. Personal contratado por empresas de la industria automotriz y su cadena de suministro y personas dedicadas al desarrollo de tecnologías de información.
4. Profesionales de carreras técnicas o ingeniería buscando desarrollar su potencial profesional.

5. Docentes e investigadores de instituciones de educación media superior, superior y centros de investigación.
6. Unidades de gobierno local, estatal o federal interesados en desarrollar proyectos de tecnologías de información.

4.5. Modelo de transferencia de tecnología que responda a las necesidades de las PyME Potosinas

Este modelo plantea que, para hacer frente a un entorno global de negocios caracterizado por ser volátil, incierto, complejo y ambiguo, las empresas deben contar procesos de producción y gestión de recursos ágiles y flexibles, pero manteniendo el control sobre los mismos. Las tecnologías de la información disponibles ahora en la era de la revolución digital (Industria 4.0), permiten a las empresas tener ese control pues ya lo están experimentando las grandes compañías a nivel mundial. Sin embargo, para las empresas pequeñas y medianas no es tan fácil de visualizar.

La base del lienzo sobre el que se desarrolla el modelo es el entorno de negocios globales, es lo que define las necesidades de las empresas para integrar a los nuevos negocios en la Cadenas de Suministro. Como ya se menciona este entorno se caracteriza por tener un crecimiento acelerado y alta incertidumbre, lo que mal manejado genera incertidumbre en las organizaciones y estrés.

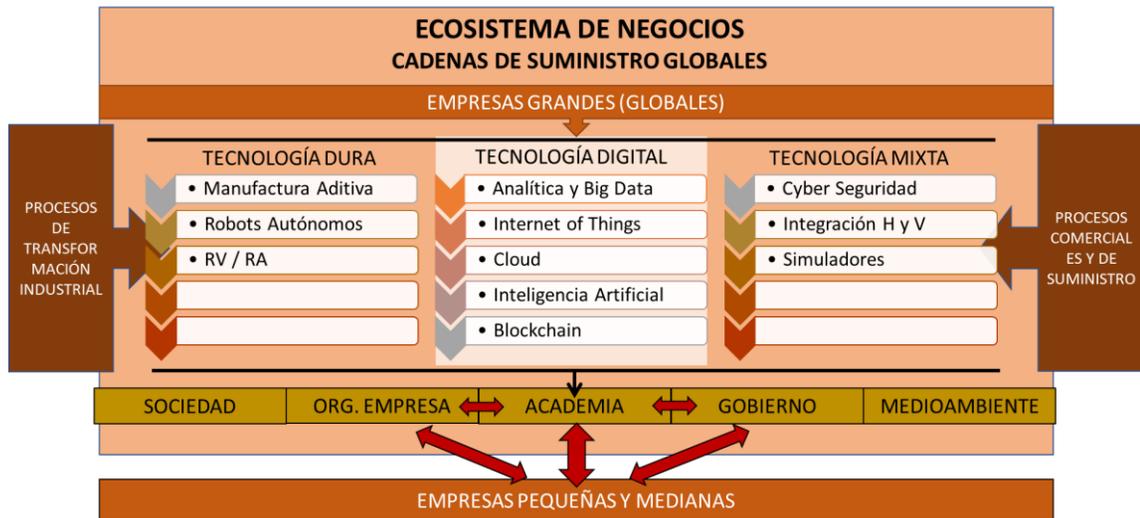
El uso de tecnología ha permitido a las grandes organizaciones controlar el entorno. A partir del conocimiento del entorno y la innovación, estas empresas

han desarrollado nuevas tecnologías que se han ido permeando en el mundo de los negocios bajo el concepto de Industria 4.0.

En tecnología se visualizan nueve tecnologías base en este movimiento revolucionario, sin embargo, a partir de ellas se continua evolucionando y creciente de forma más específica por ejemplo, desde el desarrollo de simuladores y la aplicación de la realidad virtual se ha desarrollado el modelo de gemelos digitales que son una réplica virtual realizada a imagen y semejanza de un producto o proceso, a este modelo se le incorporan datos en tiempo real que pueden ser captados a través de sensores o de tecnologías relacionadas con el Big Data. Una vez recolectada dicha información, esta es procesada con Inteligencia Artificial, Cloud Computing y Machine Learning para alumbrar una representación viva que siente, piensa y actúa.

Según el análisis hecho de los requerimientos para la implementación de las Tecnologías de Industria 4.0, se determinó que las tecnologías de naturaleza digital, por ser en las que las organizaciones pequeñas y medianas pueden trabajar con recursos ya disponibles dentro de empresas pueden comenzar a implementar para su integración a las Cadenas de Suministro Globales (Ilustración 4.13).

Ilustración 4.13 Modelo Estratégico de Tecnología para Integrar Empresas PyME a las Cadenas de Suministro Globales



Fuente: Desarrollo propio a partir de análisis de información 2022

Sin embargo, para poder llegar a la aplicación de estas tecnologías, las organizaciones deben comenzar desde conocer e implementar a partir de lo básico de Industria 4.0 y esta debe permearse paulatina y secuencialmente hacia la pequeñas y medianas empresas.

Para poder llegar a ellas, se requiere del involucramiento y trabajo conjunto de universidades o centros de investigación, organizaciones empresariales e instituciones de gobierno que potencien la transferencia e implementación de tecnologías digitales.

4. CONCLUSIONES

Actualmente, el entorno de los negocios a nivel global esta caracterizado por la influencia de factores como la disponibilidad de gran cantidad de información, la velocidad con la que se generan cambios y la innovación acelerada. En este momento, las organizaciones deben hacer frente a mercados de constante fluctuación además de ser capaces de reaccionar y responder a los cambios en la demanda de mercado.

Si se considera que las economías de América Latina, incluido México, se caracterizan por el predominio de empresas micro y pequeñas que a menudo están desconectadas de los mercados globales y cuya productividad es escasa, son incapaces de reaccionar a estos entornos globales. La transformación tecnológica, en especial la digital, puede brindar una oportunidad para estas empresas de superar los obstáculos que se enfrenta la región y que limitan su desarrollo. La OCDE (2020) sostiene que “la digitalización es un instrumento eficaz para el desarrollo, pero sólo si es universal e inclusiva” (OCDE, 2020).

Entender el entorno actual de los negocios, permite reconocer requerimientos e identificar las necesidades que las organizaciones pequeñas y medianas precisan cumplir para integrarse a los mercados globales. Las grandes organizaciones lo han entendido y están marcando el paso para responder a las necesidades de los mercados mediante la innovación y el desarrollo de tecnología.

Existe el paradigma de que la implementación de tecnología es costosa, que requiere de altas inversiones en equipo y personal especializado, sin

embargo, no todas las tecnologías actuales son iguales y en este trabajo se analizaron y se clasificaron en tres tipos: Tecnologías Duras (alta inversión en equipo), Tecnologías Digitales (inversión en personal especializado) y Tecnologías Mixtas (inversión en equipo y personal especializado). La implementación de Tecnologías Digitales, se muestran son una primera opción para las pequeñas y medianas empresas escasas de recursos, para su integración a los mercados globales.

En el modelo se plantea seguir la línea de Tecnología Digital de manera secuenciada para hacer una transferencia a las PyMEs, iniciando por la generación de información (Analítica y Big Data), el manejo de bases de datos de información fuera de las organizaciones (Cloud) y Blockchain para ir desarrollando soluciones de Inteligencia Artificial que permitan tomar decisiones estratégicas de crecimiento para las organizaciones.

Para lograr esta transferencia de tecnología, se requiere de la intervención de agentes que faciliten la vinculación, la comunicación y el apoyo entre las empresas innovadoras y generadoras de tecnología. Por lo mismo la intervención y participación de Universidades e Institutos de Investigación, Organismos Empresariales y Oficinas Gubernamentales (Triple Hélice) son importantes. Al final los otros elementos que complementan la Quintupla Hélice (Sociedad y Medioambiente), también deberán ser incorporados.

REFERENCIAS

- Abarza, F. (9 de 11 de 2019). *Integración empresarial en logística: ¿cómo realizarla?* Obtenido de Beetrack: <https://www.beetrack.com/es/blog/integracion-empresarial>
- Abarza, F. 2. (11 de 11 de 2019). *Impacto de la tecnología de la información en la logística.* Obtenido de Beetrack: <https://www.beetrack.com/es/blog/impacto-tecnologia-informacion-logistica>
- Actividades económicas. (13 de Feb de 2021). *Sistema económico de México.* Obtenido de <https://www.actividadeseconomicas.org/2019/05/sistema-economico-de-mexico.html#:~:text=El%20sistema%20econ%C3%B3mico%20en%20M%C3%A9xico%20es%20uno%20de%20econom%C3%ADa%20mixta.&text=De%20esta%20forma%2C%20en%20M%C3%A9xico,decisiones%20econ%C3%B3micas%20de>
- Ageron, B., Bentahar, O., & Gunasekaran, A. (2020). Digital supply chain: challenges and future directions. *Supply Chain Forum: An International Journal*, 133–138.
- Arámbula, A. (2008: p 19). *Tratados Comerciales del México.* Cd. de México: Centro de Documentación, Información y Análisis del Senado de la Rep.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística Administración de la Cadena de Suministro (Quinta Edición).* México: PEARSON EDUCACIÓN,.
- Bennis, W., & Nanus, B. (1985). The strategies for taking charge. *Leaders, New York: Harper. Row*, Vol 41.

Betancourt, J. (1998). Conceptos Básicos sobre Tecnología. *Revista Universidad Eafit*, 117-132.

Blanco, J. (2020). T-MEC y las PyMES. *El Economista*, <https://www.economista.com.mx/gestion/T-MEC-y-las-PYMES-20200227-0113.html>.

Burcet, J. (2011). *Teoría de los saltos de escala en la comunicación*. Barcelona.

Campos y Covarrubias, G., & Lule Martinez, N. E. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Revista Xihmai VII (13)*, 45-60.

CANACINTRA. (2019). *Escenario Económico de San Luis Potosí*. Obtenido de https://issuu.com/canacintrasp/docs/escenario_economico_de_san_luis_potos__-2019

Carazo, J. (14 de Jun de 2017). *Modelo Canvas*. Obtenido de Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/modelo-canvas.html>

Carranza, A. (2020). Economía potosina, la 8° más dinámica de México en la última década: INEGI. *Lider Emprearial*, <https://www.liderempresarial.com/economia-potosina-la-8-mas-dinamica-de-mexico-en-la-ultima-decada-inegi/#:~:text=De%20acuerdo%20a%20datos%20del,nacional%20que%20fue%20del%202.63%25>.

Casas Jiménez, J., García Sánchez, J., & González Aguilar, F. (Año 3, núm. 6). Guía técnica para la construcción de cuestionarios. *Odiseo. Revista electrónica pedagógica*, http://www.odiseo.com.mx/2006/01/casas_garcia_gonzalez-guia.htm.

Christopher, M. (2006). *Logistics and Supply Chain Management (5a Ed)*.
Financial Times.

Circulante. (24 de Abr de 2017). *Los 6 principios de la filosofía LEAN y la cadena de suministro*. Obtenido de Circulante.com Blog Financiero:
<https://circulante.com/finanzas-cadena-de-suministro/6-principios-filosofia-lean-y-la-cadena-suministro/>

Coase, R. (1937). The Nature of the firm. *Economica. New Series. Vol 4. No 16*,
386-405.

COPOCYT. (2021). *Informe de Actividades 2017-2021*. San Luis Potosí:
COPOCYT.

Council of Supply Chain Management Professionals. (Aug de 2020). *CSCMP*.
Obtenido de <https://cscmp.org/>

Data México. (14 de Feb de 2021). *San Luis Potosí en datos*. Obtenido de
SEDECO: <https://datamexico.org/es/profile/geo/san-luis-potosi>

Deloitte. (30 de Jul de 2020). *Los caminos frente al T-MEC*. Obtenido de
Perspectivas Sector Automotriz:
<https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/sector-automotriz-frente-T-MEC.html>

Earley, S. (Abr de 2021). *AI and Data, the Future of Supply Chain Management*.
Obtenido de SupplyChain247:
https://www.supplychain247.com/article/ai_and_data_the_future_of_supply_chain_management/one_network_enterprises?oly_enc_id=2915H1522089C2W

Enzyme Advising Group. (7 de 10 de 2019). *Para qué sirve la tecnología digital: evolución, ejemplos e impacto*. Obtenido de <https://blog.enzymeadvisinggroup.com/para-que-sirve-la-tecnologia>

Gareffi, G. (2018). Políticas de desarrollo productivo y escalamiento: la necesidad de vincular empresas, agrupamientos y cadenas de valor. En E. Dussel, *Cadenas Globales de Valor, Metodologías, teorías y debates* (págs. 13-44). Cd. de México: UNAM.

Gay, A. (2002). La ciencia, la técnica y la tecnología. *Tecno Red Educativa, INET, Serie Educación Tecnológica, 1*, 77-91.

Gereffi, G. (2015). Global value chains and international competition. *The Antitrust Bulletin, 56(1)*, 37-56.

Gereffi, G. L. (2012). Why the world suddenly cares about global supply chains. *Journal of supply chain management, 48(3)*, 24-32.

Gereffi, G., Humphrey, J., Kaplinsky, R., & Sturgeon, T. (2001). Introduction: Globalisation, value chains and development. *IDS bulletin, 32(3)*, 1-8.

Gobierno del Estado SLP. (2016). *Plan de Desarrollo 2015-2021*. San Luis Potosí.

Gómez A., J. (2014). *Gestión Logística y Comercial*. Cd. de México: Mc Graw Hill.

Grübler, A. (2003). What is technology? En A. Grübler, *Technology and Global Change* (págs. 17-117). Cambridge: Cambridge Press.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.

Hernández, L. (20 de 06 de 2019). *¿Sabes cuántas piezas tiene un automóvil?*

Obtenido de Autocosmos: <https://noticias.autocosmos.cl/2019/06/13/sabes-cuantas-piezas-tiene-un-automovil#:~:text=Independientemente%20si%20son%20imprescindibles%20o,simples%2C%20cuentan%20con%20m%C3%A1s%20piezas.>

Hicks, B. (2007). Lean information management: Understanding and eliminating waste. *International Journal of Information Management*. Vol 27, Issue 4, 233-249.

INEGI. (2016). *Estructura Económica de San Luis Potosí en Síntesis*. Mexico: INEGI.

INEGI. (2018). *Conociendo la Industria Automotriz*. Cd. de México: INEGI.

INEGI. (Ene de 2021). *DENUE Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>

Jacob, W. (2011). *Guide to Supply Chain Management*. New Delhi: The Economist in Association with Profile Books.

Kurzweil, R. (7 de Mar de 2001). *The Law of Accelerating Returns*. Obtenido de KurzweilAI.net: <https://www.kurzweilai.net/>

Lambert, S. (30 de Mar de 2020). *The automotive supply chain: Tier suppliers explained*. Obtenido de MESInights: <https://www.mes-insights.com/the-automotive-supply-chain-tier-suppliers-explained-a-966964/>

Lasi, H., Fettke, P., Hoffmann, M., & Feld, T. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 239-242.

Lider Empresarial. (2020). 5 diferencias entre el T-MEC y el TLCAN. *Lider Empresarial*, <https://www.liderempresarial.com/5-diferencias-entre-el-t-mec-y-el-tlcan/>.

McCrea, B. (05 de 2021). *How the Global Pandemic Accelerated Supply Chain Visibility, Digitalization, and Automation*. Obtenido de SupplyChain247: https://www.supplychain247.com/article/how_the_global_pandemic_accelerated_supply_chain_visibility_digitalization/elementum?oly_enc_id=2915H1522089C2W

Mentzer, J. T., DeWitt, W., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., & Zacharia, Z. G. (2001). Defining SupplyChain Mangement. *Journal of Business Logistics*, Vol.22, No. 2.

Morales, R. (2019). T-MEC pasaría al Congreso de EU en abril o mayo: Republicanos. *El Economista*, <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/T-MEC-pasaria-al-Congreso-de-EU-en-abril-o-mayo-republicanos-20190327-0158.html>.

Moritz, R., & Zahidi, S. (2021). *Upskilling for Shared Prosperity*. Cologny/Geneva Switzerland: World Economic Forum.

OCDE. (2020). *Perspectivas Económicas de América Latina 2020 Transformación Digital para una Mejor Reconstrucción*. Paris: OECD Publishing.

Ohno, T. (1991). *El Sistema de Producción Toyota. Más allá de la producción a gran escala*. Productivity.

Ortuño Díaz Infante, L. (21 de Jun de 2021). Presidente del Consejo de Desarrollo Económico de San Luis Potosi. (P. Castillo-Galván, Entrevistador)

Pardo, A. (16 de 03 de 2020). *Diferencias entre cadena de valor y cadena de suministro*. Obtenido de Course Hero: <https://www.coursehero.com/file/p5dvkmi/Tema-11-Diferencias-entre-cadena-de-valor-y-cadena-de-suministro-Muchas-veces/>

Peiró, R. (20 de 03 de 2020). *Cadena de valor*. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-valor.html>

Peláez, J. (2014). La transformación de la cadena de valor con las nuevas tecnologías de la información. *Tecnologías de Información en la Gestión Industrial*, file:///C:/Users/pacas/Downloads/Juan_S_Pelaez_Art_TIGI_FINAL.pdf.

Poirier, C. (1999). *Advanced Supply Chain Management*. San Francisco, CA: Berrett-Kjehler Publishers Inc.

Porter, M. (1990). *Ventaja competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior*. Grupo editorial patria.

Prieto, M., & March, J. (2002). Paso a paso en el diseño de un estudio mediante grupos focales. *Atención Primaria Vol. 29. Núm. 6.*, 366-373.

Real Academia Española. (2021). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/>

Robles, B. (2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropológico. *Cuicuilco vol.18 no.52*, 39-49.

- Rodriguez, G. (2018). ¿Qué requisitos debo cumplir para convertirme en proveedor automotriz? *Lider Empresarial*, <https://www.liderempresarial.com/que-requisitos-debo-cumplir-para-convertirme-en-proveedor-automotriz/>.
- Romano, J. (2 de Oct de 2018). EL UMSCA disipa dudas e incentiva el mercado abierto. *24 HORAS. El diario sin limite*, págs. <http://www.24-horas.mx/2018/10/02/el-umsca-disipa-dudas-e-incentiva-mercado-abierto-infografia/>.
- Ruffin, R. (2002). *History of Political Economy*. Duke University Press.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., & Engel, P. (09 de Apr de 2015). *Industry 4.0: The future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries*. Obtenido de BFG: https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries
- Schwab, K. (2016). *Schwab, K. (2016). La cuarta revolución industrial. Debate*. Dabos: Debate.
- Secretaría de Economía. (12 de Abril de 2018 (b)). *Tratados y Acuerdos que México ha firmado con otros países*. Obtenido de <https://www.gob.mx/se/articulos/tratados-y-acuerdos-que-mexico-ha-firmado-con-otros-paises?idiom=es>
- Secretaria de Economía. (2012). *Industria Automotriz y autopartes del Estado de San Luis Potosí*. San Luis Potosí: Sedeco.
- Secretaria de Economía. (2018 (a)). *Empresas Importadoras y exportadoras del Sector Manufacturero en el Estado de San Luis Potosí*. San Luis Potosí:

Gob del Estado de San Luis Potosi. Obtenido de Empresas Importadoras y exportadoras del Sector Manufacturero en el Estado de San Luis Potosi: <http://www.sedecosp.gov.mx/wp-content/uploads/2019/07/Empresas-Exp-e-Imp-2018.pdf>

Secretaria de Economía. (2019 (a)). *Panorama de Comercio Exterior en San Luis Potosi*. San Luis Potosi: <http://www.sedecosp.gov.mx/wp-content/uploads/2019/07/Panorama-de-Comercio-Exterior-2019.pdf>.

Secretaría de Economía. (2019 (b)). *Perfiles Industriales del Estado de San Luis Potosi*. San Luis Potosi: <http://www.sedecosp.gov.mx/documentos/>.

Secretaria de Economia. (2020). *Panorama Económico del Estado de San Luis Potosí (I Trimestre 2020)*. San Luis Potosí: SEDECO.

SEDECO, S. (2019). *SLP en Datos*. Obtenido de Perfiles Industriales de San Luis Potosi: <http://www.sedecosp.gov.mx/wp-content/uploads/2020/01/PerfilesIndustriales2019.pdf>

T-MEC. (2019). *Textos finales del Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC)*. <https://www.gob.mx/t-mec/acciones-y-programas/textos-finales-del-tratado-entre-mexico-estados-unidos-y-canada-t-mec-202730>:

Gob. de México.

Unidad de Inteligencia de Negocios PROMEXICO. (2018). *Estudio de Capacidades de México para el Sector Automotriz del Futuro*. Cd. de México: ProMéxico.

Vaidya, S., Ambad, P., & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0 - A Glimpse. *Procedia Manufacturing* 20, 233–238.

Walters, D. a. (2004). The demand chain as an integral component of the value chain. *Journal of Consumer Marketing*, Vol. 21 No. 7, 465-475.

WEF. (2019). *World Economic Forum*. Obtenido de Shaping the Future of Digital Economy and New Value Creation: <https://www.weforum.org/platforms/shaping-the-future-of-digital-economy-and-new-value-creation>

Wu, X., & Gareffi, G. (2020). Global Value Chains, Industrial Hubs and Economic Development in the 21st Century. En A. Oqubay, & J. Yifu Lin, *The Oxford Handbook of Industrial Hubs and Economic Development*. OXFORD HANDBOOKS ONLINE.

Yang, F., & Gu, S. (2021). Industry 4.0, a revolution that requires technology and national strategies. *Complex & Intelligent Systems*, <https://doi.org/10.1007/s40747-020-00267-9>.