



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE POSGRADO EN ECONOMÍA

FACULTAD DE ECONOMÍA ♦ DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**Efectos de la industria 4.0 en las formas de organización productiva en los sistemas de almacenaje y logística en México.**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**Maestra en Economía**

PRESENTA:  
**Rocio Aguilar Trujillo**

TUTORA:  
Dra. Marcela Amaro Rosales  
Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM

MIEMBROS DEL JURADO:  
Dr. Héctor Eduardo Díaz Rodríguez  
Facultad de Economía, UNAM

Dr. Mario Alberto Morales Sánchez  
Facultad de Economía, UNAM

Dr. Ryszard Edward Rozga Luter  
Departamento de Procesos Sociales, UAM Lerma

Dr. Eduardo Ramírez Cedillo  
Departamento de Economía, UAM Iztapalapa

Ciudad Universitaria, Cd. Mx.

Enero, 2021



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Dedicatoria

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarle a mis padres y hermano esta tesis, que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo he culminado. Y quienes han sido mis pilares para ser quien soy y seguir adelante, por su amor y confianza.

A mi tutora, la Doctora Marcela Amaro, que fue mi guía en todo este camino y que además de palabras de aliento y consejos invaluables, me ha brindado su apoyo incondicional en este y en otros proyectos que siguen en el futuro, por lo que más que una tutora, se ha convertido en una amiga.

A los miembros del jurado, les agradezco infinitamente el tiempo que tuvieron para leerme y escucharme a lo largo de la Maestría, ya que sin sus observaciones y recomendaciones, la culminación de esta tesis no hubiera sido posible.

A Daniel, por ser mi compañero incondicional que siempre me inspira a querer aprender cosas nuevas, además de ser mi mentor en cuestiones de ingeniería.

A Ana Karen y Arantxa, por su amistad, además de las largas charlas de tecnología y políticas públicas. Por estar siempre ahí, apoyándome y alentándome a seguir, por ser esa familia escogida.

A mis amigos de la Maestría, ya que sin ellos no hubiera sido fácil transitar esta etapa, gracias por las horas de estudio, las comidas y cafés entre clases, pero sobre todo, por los buenos momentos que pasamos juntos, ha sido un placer conocerlos.

Al proyecto PAPIIT IA300620 por aceptarme como parte del grupo de investigación.

Gracias Dios.

# Contenido

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introducción.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>1. La tecnología y su relación con la organización productiva.....</b>                                     | <b>9</b>  |
| 1.1. Revoluciones industriales y cambios tecnológicos.....  | 9         |
| 1.2. Industria 4.0. Transformación digital.....   | 14        |
| 1.2.1. La transformación digital en México.....   | 19        |
| 1.3. Organización productiva.....   | 22        |
| 1.4. Transformación de capacidades y habilidades.....   | 29        |
| 1.4.1. Transformación de capacidades y habilidades en México.....   | 35        |
| 1.5. Conclusiones.....  | 38        |
| <b>2. La logística en almacenes y su transformación en la industria mexicana.....</b>                         | <b>39</b> |
| 2.1. ¿Qué son los sistemas de logística?.....   | 44        |
| 2.2. ¿Qué son los almacenes?.....   | 50        |
| 2.3. Transformación digital de la logística en almacenes.....   | 55        |
| 2.3.1. Ciencia de datos.....  | 58        |
| 2.3.2. Automatización.....  | 59        |
| 2.3.3. Robotización.....  | 60        |
| 2.3.4. Inteligencia artificial.....   | 61        |
| 2.3.5. Internet de las cosas (IoT).....   | 62        |
| 2.3.6. Blockchain.....  | 63        |
| 2.3.7. Machine Learning.....  | 64        |
| 2.4. Transformación de capacidades y habilidades de las actividades logísticas en<br>almacenes en México..... | 67        |
| 2.5. Conclusiones.....  | 73        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>3. Análisis de la logística en almacenes en México .....</b> | <b>75</b>  |
| 3.1. Metodología .....  | 75         |
| 3.2. Observaciones.....   | 79         |
| 3.2.1. Actividades en el almacén .....                          | 80         |
| 3.2.2. Tecnología implementada.....                             | 83         |
| 3.2.3. Costos de implementación tecnológica.....                | 87         |
| 3.2.4. Recursos Humanos .....                                   | 90         |
| 3.2.5. México respecto al mundo.....                            | 95         |
| 3.3. Hallazgos y conclusiones .....                             | 96         |
| <b>4. Conclusiones y próximos pasos .....</b>                   | <b>99</b>  |
| <b>Bibliografía.....</b>  | <b>102</b> |

## Introducción

A través de los años, diversos investigadores (McAfee, Brynjolfsson, Rifkin, Frey, Osborne, Minian, De la Garza) han estudiado los efectos sociales y económicos de las revoluciones industriales; y con base en ello, han propuesto diversas clasificaciones que nos permitan identificar las particularidades asociadas a cada evento.

Por un lado, el Foro Económico Mundial ha determinado que actualmente, se vive en la cuarta revolución industrial, coloquialmente llamada 'Industria 4.0' (WEF, 2017); mientras que, autores como Carlota Pérez (2004), consideran que estamos en una quinta revolución tecnoeconómica, o bien, otros investigadores como Brynjolfsson y McAfee indican que, por ahora, la historia se puede dividir en dos 'eras de las máquinas' (Brynjolfsson, 2016).

Por otro lado, la implementación de las tecnologías digitales de la industria 4.0 sobre las diferentes actividades de logística, han transformado de manera radical los procesos productivos, así como las necesidades, tanto de la industria como de los consumidores. Lo que ha generado información acerca de los distintos procesos de transformación como de los flujos de logística (Micheli, 2020).

A través de esta tesis se analiza el proceso de automatización dentro de los sistemas logísticos de los almacenes, así como la transformación de la estructura organizacional y los tiempos de implementación y apropiación de la tecnología inherente a la Industria 4.0.

Por lo que, el **objetivo** del presente trabajo es identificar cómo las tecnologías inherentes a la industria 4.0 transforman las formas de organización productiva en los sistemas de almacenajes y logística en México.

Para esto, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

- ¿Cómo la industria 4.0 modifica la organización productiva en los sistemas de almacenajes y logística en México?

Bajo la siguiente **hipótesis**: La industria 4.0 modifica a la organización productiva a través de la creación y adopción de herramientas tecnológicas, que permiten disminuir tanto la cantidad de trabajo físico como el tiempo para realizar una actividad, a través de la incorporación de nuevas dinámicas de trabajo, basados en las capacidades multidisciplinarias de una persona y no en su especialización.

La motivación principal de esta investigación se basa en la identificación de un vacío importante en la economía y en particular en la economía de la innovación, dado que esta última se ha concentrado en analizar temas como: la productividad asociada a la tecnología, el cambio tecnológico, la generación de capacidades a nivel microeconómico, las rutinas, el aprendizaje a diversos niveles, etcétera. Pero poco se ha investigado y analizado respecto al impacto de la adopción tecnológica en organizaciones productivas.

Actualmente, es la sociología del trabajo y/o la tecnología, las áreas que abordan estos temas, por lo que se considera relevante retomar y profundizar su análisis desde la Ciencia Económica y así, complementar marcos teóricos y metodológicos para la comprensión de dichos fenómenos, ya sea como factor del crecimiento económico derivado de un incremento – o no- en la productividad empresarial, o por la vía del desarrollo y bienestar social.

López-Portillo (2018) menciona que aún existe gran incertidumbre sobre lo que nos depara el futuro, sin embargo, es importante empezar a evaluar los cambios referentes a la tecnología, en especial en países en vías de desarrollo, ya que, en comparación con los desarrollados, en los primeros ‘no existe la gobernanza para darles seguimiento, analizar y guiar estos cambios. No se sabe cuál será el impacto socioeconómico, comercial, político, cultural, medioambiental, ético y religioso. Para avanzar, es necesario aceptar la dimensión de nuestra ignorancia y la insuficiencia de nuestra preparación.’ (Lopez-Portillo Romano, 2018, pág. 19).

Para responder la pregunta planteada en la tesis, ésta se dividirá en tres capítulos. El primer apartado, hace referencia a las diversas conceptualizaciones de la Industria 4.0,

así como a las características principales de las tecnologías relacionadas a esta cuarta revolución industrial. A su vez, se describe la evolución que han tenido las organizaciones productivas y cómo éstas van de la mano con los cambios tecnológicos y modelos económicos. El objetivo de este capítulo es dar un marco general para contextualizar al lector sobre el fenómeno.

En el segundo capítulo, se analiza qué son los almacenes y su importancia dentro de la cadena logística de un proceso productivo. Asimismo, se van integrando las características de las tecnologías digitales dentro del proceso de logística y almacenes, con el propósito de que el lector interrelacione la función de cada una para satisfacer necesidades específicas dentro de las actividades de almacenaje. Cabe destacar que la principal función de estas tecnologías es permitir la interoperabilidad entre ellas y entre las diferentes áreas de la planta.

En este mismo capítulo, se aborda el tema de la transformación de capacidades y habilidades para los trabajadores de los almacenes, por lo que se revisó un listado de ofertas laborales publicadas en las cinco principales bolsas de trabajo, con el objetivo de tener un escenario más cercano a la realidad sobre lo que se demanda laboralmente.

El tercer capítulo se destinó a responder cómo se han modificado las organizaciones productivas de almacenaje y logística en México, por las tecnologías de la industria 4.0. Al no existir información pública disponible, se realizaron una serie de entrevistas a tres empresas, dos expertos (implementadores) y dos consultoras (soluciones tecnológicas y transformación digital).

Con la finalidad de explorar el contexto, al ser una muestra tan reducida, los resultados no son concluyentes ni se pueden generalizar para toda la actividad referente. Sin embargo, está información puede ser utilizada para complementar futuros estudios. La importancia de este ejercicio es recopilar, analizar y difundir información que pueda resultar útil para otras investigaciones.



Por lo que el objetivo general de esta investigación es comenzar a crear un sentido de urgencia, ante la importancia de la tecnología en el proceso productivo, su adopción y aprovechamiento.

## **1. La tecnología y su relación con la organización productiva.**

Las revoluciones tecnológicas generan cambios sustanciales en los modelos de producción, que afectan directamente al desenvolvimiento de los sectores de la economía y estos a su vez, detonan cambios en la demanda de mano de obra calificada y especializada, conocimiento, destreza y habilidades específicas.

Tal es el caso de la Industria 4.0, que basa su proliferación en la combinación de técnicas avanzadas de producción y operación con tecnologías exponenciales establecidas en la ley de Moore; lo que expresa un crecimiento no lineal al aumentar su capacidad de almacenamiento, mientras reducen sus costos de producción.

Ante este dinamismo en las innovaciones, es importante, dimensionar no sólo las transformaciones que experimentan las empresas e industrias, sino también las sociedades, las cuáles se ven inmersas, por un lado, en la toma de decisión para la creación de nuevos productos y servicios; y por el otro lado, como trabajadores en riesgo ante un futuro del trabajo incierto.

El objetivo de este primer capítulo consiste en elaborar un marco conceptual respecto a qué es la industria 4.0, la transformación digital y la evolución de las organizaciones productivas ante el cambio tecnológico, ya que no sólo es necesario pronosticar el futuro del trabajo en general, sino entender la “geografía del riesgo” (Hualde, 2020) y su temporalidad; es por ello que se hace un especial énfasis en la situación actual de México.

### **1.1. Revoluciones industriales y cambios tecnológicos.**

Actualmente, se vive una realidad cambiante, tanto en la forma en la que las personas se organizan de manera social, laboral, educativa, política y económica, como en la organización y los servicios que otorga el gobierno (digital), o en los procesos productivos dentro de los tres sectores económicos.

Estos procesos productivos, al tener una emergencia por los cambios constantes, han tomado como herramienta al internet, lo que ha derivado en un uso intensivo de la digitalización y la conectividad. Es por ello, que en los ‘últimos años comenzó a surgir una amplia literatura orientada a la organización industrial y a diversas disciplinas ingenieriles y de negocios que plantea el surgimiento de una nueva revolución industrial, que actualmente se conoce como industria 4.0’ (Brtxner, 2019, pág. 13).

Si bien, existe una visión crítica de lo que puede representar la industria 4.0, también hay una visión positiva respecto a su conceptualización. Por un lado, se plantea que la característica sobre el alcance y la conectividad que son base para la industria 4.0, ya existía desde hace más de tres décadas, con la aparición del internet. Por lo que esta etapa de digitalización podría considerarse más, como una intensificación del paradigma de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) (Brtxner, 2019).

Dentro del marco conceptual, autores de la corriente evolucionista, definen a la revolución tecnológica como un ‘conjunto interrelacionado de saltos tecnológicos radicales que emergen en el paradigma y que conforman una gran constelación de tecnologías interdependientes, es decir, un sistema de sistemas’ (Pérez C. , 2010, pág. 190).

A su vez, el marco teórico de la literatura evolucionista, considera que en este momento se vive una profundización del quinto paradigma tecno-económico, que inició a principios de la década de los 70’s con el anuncio del microprocesador Intel, lo que modificó el uso de la información, así como la percepción del conocimiento como capital (Pérez C. , 2005); y esta profundización se centra en un funcionamiento integral y holístico de los sistemas tecnológicos que integran la industria 4.0. Además, señala que la trayectoria tecnológica<sup>1</sup> refleja que, aunque cambien los precios relativos de los bienes que produce la industria, las unidades económicas, seguirán en una búsqueda constante de innovaciones, que quedan limitadas a los conocimientos adquiridos tanto

---

<sup>1</sup> La trayectoria tecnológica considera procesos de acumulación de conocimientos, de capacidades y de recursos, por lo que los pasos de esfuerzos pasados repercutirán en resultados futuros (path dependence) (Jasso, 2004)

de forma individual como organizacional, así como la presencia de los sistemas tecnológicos, lo que resulta en cambios de trayectorias, pero siempre, dentro del paradigma vigente.

Es decir, en los hechos, la Industria 4.0 'es la descripción del *upgrading* de productos y procesos industriales mediante el uso de tecnologías de automatización y digitalización; y el ensamble de mundos reales y representaciones virtuales que conforman un nuevo espacio de gestión que es ciber-físico<sup>2</sup>' (Micheli, 2020). Considerándose como la continuidad del uso de las TIC, pero ahora, incorporando procesos inteligentes de administración y control enfocados principalmente a las actividades de la empresa y a la cadena de valor.

En resumen, en estos últimos años, se han apreciado innovaciones de carácter incremental, más no saltos tecnológicos con innovación radical, que puedan dar paso a nuevos paradigmas tecnológicos y de ahí, a nuevos sistemas tecnológicos.

Pero, por otro lado, se encuentra la visión impulsada por el Foro Económico Mundial (WEF – por sus siglas en inglés), en la Reunión Anual 2016 en Davos-Klosters, Suiza, se discutió el concepto acuñado por Klaus Schwab, denominado “Cuarta Revolución Industrial” o coloquialmente llamada industria 4.0.

Se considera que la industria 4.0 está transformando de manera significativa gran parte de la producción industrial a través de la interconectividad de las tecnologías digitales por medio del internet y; del desarrollo de sistemas ciber-físicos y procesos dinámicos, que utilizan la generación, el almacenamiento y el análisis de datos como su insumo principal.

---

<sup>2</sup> 'Incorpora componentes de un mundo físico con elementos de cómputo, almacenamiento remoto de información y redes de comunicación (parte cibernética). Estos sistemas interactúan a diferentes escalas de tiempo y espacio, con múltiples y diversos modos de operación y capacidades de configuración/reconfiguración. Son sistemas de sistemas, es decir, sistemas que se comunican e interactúan con otros por medios de software y redes.' (Campos, 2018).

Lo que ha modificado la dinámica de la manufactura moderna, desde el proceso y las cadenas de suministro, hasta el propio producto. Estos cambios están provocando el surgimiento de nuevos ambientes de negocio y de conceptos como: customización en masa, servicialización de los negocios, digitalización del equipo, adaptabilidad de los sistemas, entre otros (Martínez, 2020).

A manera de contexto, en la figura 1, se presentan las tres revoluciones industriales que están basadas en la innovación tecnológica y su característica fundamental; así como la cuarta revolución, caracterizada por la fusión de tecnologías emergentes.

Figura 1. Revoluciones industriales



Fuente: Elaboración propia.

Dichas tecnologías pueden ser de campos diversos como la robótica, inteligencia artificial, cadena de bloques, nanotecnología, computación cuántica, biotecnología, internet de las cosas, impresión 3D y vehículos autónomos por decir algunas; así como la tendencia de automatización y el intercambio de datos, particularmente en el marco de las tecnologías de la salud y manufactura.

Klaus Schwab, comentó en el Foro Anual 2016, que 'la cuarta revolución industrial, no se define por un conjunto de tecnologías emergentes en sí mismas, sino por la

transición hacia nuevos sistemas que están contruidos sobre la infraestructura de la revolución digital (anterior)' (Perasso, 2016).

Cabe destacar, que el nacimiento de este concepto por parte del WEF, se dio en un marco de crisis que impactó el sector industrial, por lo que uno de los objetivos principales de la industria 4.0, es potenciar a una industria fuerte e innovadora en países como Alemania, Estados Unidos y en los últimos años, China; y que no se trata de un hecho constatado, sino que supone un objetivo a lograr (Barros, 2017).

Asimismo, el WEF indica que existen cinco claves para entender la Revolución 4.0:

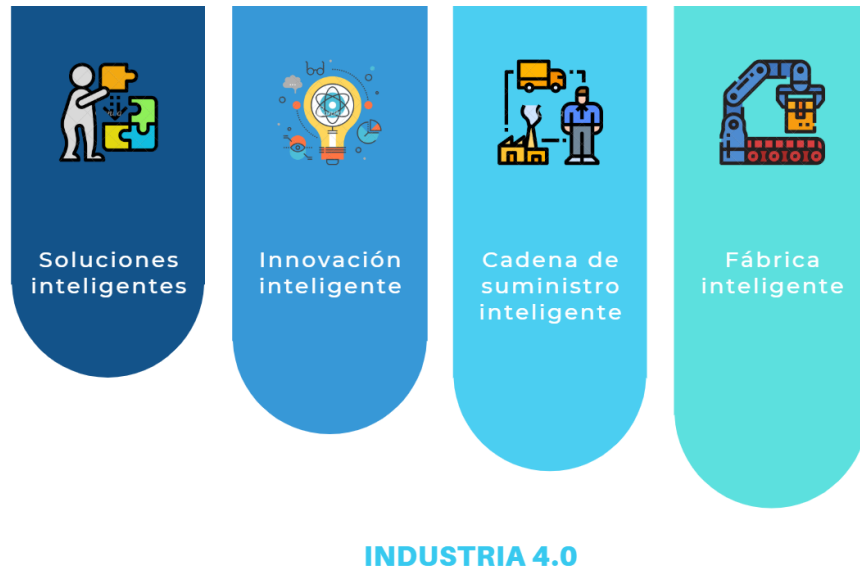
1. Alemania fue el primer país en establecerla en la agenda como “estrategia de alta tecnología”.
2. Son sistemas ciber-físicos, que combinan infraestructura física con software, sensores, nanotecnología y tecnología digital de comunicaciones.
3. El internet de las cosas (IoT) tendrá un rol fundamental.
4. Permitirá agregar 14.2 billones de dólares a la economía mundial en los próximos 15 años.
5. Cambiará el mundo del empleo por completo y afectará a industrias en todo el planeta (Perasso, 2016).

Por lo tanto, el desafío económico en el contexto de la industria 4.0, es lograr implementar y entender los nuevos modelos de negocio que se basan en una descentralización de las cadenas de suministro, donde el consumidor tiene una participación importante. Además de crear políticas públicas que se enfoquen a las nuevas organizaciones del trabajo, así como en desarrollar habilidades para que los trabajadores puedan seguir participando en los procesos de creación de valor (Martínez, 2020).

## 1.2. Industria 4.0. Transformación digital.

Val Román (2016) detecta que, para que las TIC converjan a un “ecosistema digital”, es necesario el desarrollo de cuatro pilares fundamentales (figura 2) de la industria 4.0:

Figura 2. Pilares de la industria 4.0



Fuente: Val Román, 2016, pág. 4.

- **Soluciones inteligentes:** Se basan en sistemas ciber-físicos que tienen entradas y salidas con retroalimentación, como parte fundamental de un proceso M2M (máquina a máquina). Lo que da como resultado la creación de productos y servicios inteligentes.
- **Innovación inteligente:** Conectividad e información que permea a toda la empresa para extender la innovación. Se basan en procesos colaborativos entre las áreas, incluyendo al cliente final. La cuál puede dividirse en innovación extendida o innovación en el ciclo de vida conectado.
- **Cadenas de suministro inteligente:** Cadenas de suministro automatizadas e integradas de manera horizontal. Asimismo, fomenta las redes colaborativas ágiles y una cadena de suministro conectada.

- Fábrica inteligente: Las áreas se entrelazan para poder tomar decisiones de forma óptima, lo que brinda un control de producción descentralizado (Val Román, 2016).

Pero, antes de considerar una migración a la industria 4.0, las empresas deben contar ya con tecnologías básicas o facilitadores tecnológicos como lo es la comunicación móvil, el acceso a la nube (*cloud computing*), análisis de datos, plataformas sociales, realidad aumentada y seguridad.

Una vez implementados los facilitadores tecnológicos, la transformación a la industria 4.0, considera la combinación de nuevas tecnologías como lo son:

- Ciencia de datos: Es un campo multidisciplinario que utiliza métodos, procesos, algoritmos y sistemas científicos para extraer valor de los datos. Se combina una variedad de habilidades, entre ellas estadística e informática para analizar datos recopilados de distintas fuentes (Oracle, 2019).
- IoT: Es una red de objetos físicos (vehículos, electrodomésticos, máquinas, dispositivos, etc.) que utilizan sensores e interfaces de programación de aplicaciones (APIs por sus siglas en inglés) para conectarse e intercambiar datos por internet (SAP, s.f.)
- Inteligencia artificial (IA): Son sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana para realizar tareas y pueden mejorar iterativamente a partir de la información que recopilan. La IA se trata del proceso, la capacidad de pensamiento y el análisis de datos (Oracle, 2019).
- Robótica: Máquinas que pueden efectuar series complejas de acciones y, en especial, que se puede programar por ordenador (Rossiter, 2017).
- Cadena de Bloques: Registros digitales que se amontonan en “bloques” y luego se unen criptográfica y cronológicamente en una “cadena” que utiliza complejos algoritmos matemáticos (Wall, 2016)
- Biotecnología: Conjunto de técnicas, procesos y métodos que utilizan organismos vivos o sus partes para producir una amplia variedad de productos (Agrobio, s.f.).



- Impresión 3D: Proceso técnico de fabricación de un modelo tridimensional físico, a partir de un archivo digital. Es un proceso de fabricación por adición (Morales, 2013).

La incorporación al proceso productivo de las tecnologías referentes a la industria 4.0, concibe nuevos modelos de negocio, en los que se habla de la necesidad de transformarse digitalmente.

La transformación digital, es definida como ‘las nuevas oportunidades de estrategia de negocios que surgen gracias a la aparición de las tecnologías. Asimismo, este cambio no es sólo tecnológico, sino que lleva consigo nuevas aptitudes tanto en las personas físicas como en la reinención de organizaciones que afectan al mercado global tradicional.’ (Fuente, 2018).

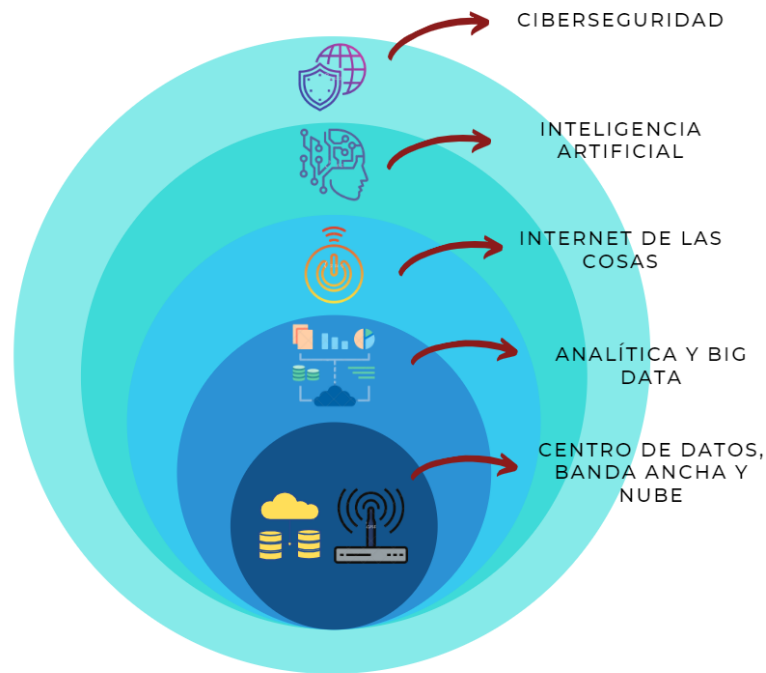
Por otro lado, International Data Corporation (IDC) define a la transformación digital como la acción de ‘transformar la toma de decisiones y los procesos con tecnología de 3ª Plataforma<sup>3</sup>, habilitando los aceleradores de la innovación, poniendo en su centro al consumidor o ciudadano; por lo que, transformar es utilizar nuevas fuentes de innovación y creatividad para mejorar las experiencias y mejorar el desempeño organizacional.’ (IDC, 2020, pág. 6).

Los aceleradores de innovación son aquellas tecnologías disruptivas que logran potenciar la productividad y como se muestra en la figura 3, cada acelerador forma parte de un ecosistema de tecnologías disruptivas:

---

<sup>3</sup> 3ª Plataforma de TIC: A finales de los años 90’s comienza a consolidarse la carretera de la información. El acceso a internet es ya una realidad en todos los escenarios de la vida, en el trabajo, vida familiar y escuela. Éste es el sistema nervioso de una nueva plataforma tecnológica que se sostiene en pilares tecnológicos como las Redes Sociales y la Movilidad. (IDC, 2020, pág. 26).

Figura 3. Aceleradores de innovación.



Fuente: ICD, 2020.

Mientras tanto, para Red Hat México<sup>4</sup>, la transformación digital ‘no es un producto ni una solución que pueda comprarse; sin embargo, su impacto en todas las industrias ha sido significativo. En esencia se trata del proceso de modificar a una organización usando herramientas innovadoras, así como adoptar tecnología de punta y, al mismo tiempo, cambiar radicalmente la cultura corporativa con el propósito de adoptar nuevos modelos de operación y de negocio.’ (Salas, 2018).

La transformación digital, ha permeado en todas las industrias, que si bien, aún no todas las empresas son netamente digitales, la mayoría ha encontrado en la tecnología un gran aliado para seguir vigentes en el mercado. Lo que permite que no sólo existan mejoras en cuestión de productividad, sino un replanteo integral de modelos y modos

---

<sup>4</sup> Multinacional estadounidense, proveedor de software de código abierto a empresas y al sector público.

de relacionamiento a lo largo de la cadena productiva basados, de acuerdo con Hualde (2020), en al menos las siguientes cinco características:

- a) La información numérica como recurso estratégico para organizar las actividades económicas y sociales.
- b) La economía digital tiene rendimientos crecientes con costos marginales muy bajos o cercanos a cero, sin embargo, es propensa a crear externalidades negativas en cuestión ambiental.
- c) Ambivalencia en los modelos de negocio, por un lado se pueden basar en plataformas de colaboración, pero por otro, se exacerba aún más la competencia.
- d) Una producción en masa de series personalizadas que borran las fronteras entre productos y vendedor-consumidor, por lo que se acuña el concepto de prosumidor.
- e) Las inversiones tecnológicas tienen costos decrecientes en los materiales, pero con rendimientos crecientes en términos de eficacia productiva (Hualde, 2020).

Mientras tanto, también se debe de considerar que el éxito de una transformación digital en una empresa depende de que al menos, la empresa cuente con: i) Acceso a información de cualquier parte del mundo, haciendo que los negocios escalen de manera global; ii) Digitalización de la información respecto a la distribución y almacenamiento de la empresa; iii) Empoderamiento del usuario para que decida cómo, cuándo y dónde recibir el producto o servicio, además de que puedan evaluar la calidad del mismo; iv) Innovaciones que permitan al usuario consumir en todo momento y lugar; v) Aprendizaje colaborativo, a través de plataformas, permitiendo la interacción de los usuarios en los procesos creativos; vi) Transformación de los modelos de negocio, teniendo como base la digitalización; vii) Modificaciones en los modelos de distribución por la tecnología e interconectividad; viii) Modificación de la fuerza laboral, a través de la transformación de los aprendizajes y habilidades (Romero, 2016).

Sin embargo, estos nuevos modelos se han desarrollado de manera distinta en el mundo, por lo tanto, no sólo basta con pronosticar o describir el papel de la transformación digital, sino entender el contexto espaciotemporal, en el que se encuentra la región o el país, en el tema de adopción de herramientas digitales.

### 1.2.1. La transformación digital en México.

El proceso de transformación digital es heterogéneo en las diferentes regiones y países del mundo, de manera que, es importante analizar el contexto nacional para entender qué tan cerca o lejos se encuentra el país de percibir en mayor medida los efectos de la automatización y digitalización dentro de los entornos productivos.

Por un lado, el director internacional para América Latina de la Asociación de Tecnologías para la Manufactura (AMT, por sus siglas en inglés) afirma que México es uno de los principales consumidores de robots industriales a nivel Latinoamérica, siendo el sector automotriz el que más unidades demanda, aunque también se encuentran en la lista las industrias de empaquetado, metalmecánica, alimentos, bebidas y farmacéutica (Salvatierra, 2019).

Bajo este tenor, de acuerdo con la Federación Internacional de Robótica (IFR, por sus siglas en inglés), en 2019, México se colocó en el lugar nueve, en usuarios finales de robots industriales a nivel mundial y el primer lugar de los países latinoamericanos con 4.6 mil unidades instalados (IFR, 2020).

Pero por otro lado, existen diversos factores económicos, sociales y tecnológicos que frenan el proceso de transformación digital dentro del país. En el factor económico, se encuentran los altos costos para adquirir herramientas tecnológicas, que excluyen a las pequeñas y medianas empresas, por ejemplo ‘una barredora industrial cuesta aproximadamente 737 mil pesos, o lo que es lo mismo, más de nueve salarios anuales que en promedio se pagan en la manufactura de exportación en México’ (Portella, 2018).

Aunado a los bajos costos de la mano de obra en la manufactura, lo que la hace competitiva a nivel mundial, 'pero cuando llegue el momento en que disminuya el precio de las tecnologías digitales y se extienda su implementación, inevitablemente se tendrá que sustituir a una parte del capital humano e integrar sistemas de producción más avanzados' (Deloitte, 2020).

Asimismo, el índice de preparación para la automatización<sup>5</sup> de 2018, coloca a México en el lugar 23 de 25, lo que pone al país en una situación en la que no puedan capitalizar o enfrentarse a la dinámica empresarial de la transformación digital, además de tener una 'posición relativamente débil en términos de desarrollo de políticas para enfrentar el desafío' (The Economist Intelligence Unit, 2018).

Mientras que en el contexto social y tecnológico, se han publicado estudios en los que señalan que en la región de Latinoamérica aún falta infraestructura para que todos los ciudadanos puedan tener cobertura de internet.

De acuerdo con la Secretaría Técnica de eLAC<sup>6</sup>, en 2019 el 67% de la población de los países de América Latina y el Caribe era usuaria de internet, 'lo que limita fuertemente las posibilidades de aprovechar los beneficios de realizar actividades a distancia, así como el acceso a otro tipo de bienes y servicios ofrecidos por las plataformas e instituciones públicas, ampliando aún más las brechas de desigualdad'. (CEPAL, 2020).

Para el caso de México, existe una penetración media de internet, con aproximadamente 80 millones de mexicanos conectados, lo que representa el 70% de la población mayor de seis años, pero no todos tienen cobertura en sus hogares, de acuerdo con la EDUTIH, sólo el 56.4% de los hogares tienen acceso a internet.

---

<sup>5</sup> Índice que mide la preparación de 25 países para la inminente ola de automatización. Es elaborado por The Economist Intelligence Unit. Es un modelo comparativo de mercado que contiene 52 indicadores agrupado en tres áreas: Entorno de innovación, Políticas educativas y Políticas laborales.

<sup>6</sup> La Agenda digital para América Latina y el Caribe.

Bajo este tenor, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (STC) reconoce las diferencias entre las personas conectadas y las que aún se encuentran fuera del mundo digital, por ejemplo, más de 11 millones de personas se encuentran desconectadas y otros 13 millones carecen de recursos para adquirir dispositivos de conectividad. Aunado a que ‘en zonas donde existen la cobertura y la conectividad, mucha gente sigue fuera del mundo digital por su falta de conocimiento y habilidades digitales’. (Jalife, 2020).

‘Esta falta de conectividad podría impactar negativamente en la manufactura. Por ejemplo, sin la suficiente información recopilada por el Big Data, no se puede explotar el estudio de patrones de demanda para el cálculo de la producción, una de las principales características de la industria 4.0’ (Deloitte, 2020).

Por lo que el desarrollo y fortalecimiento de la transformación digital debe enfocarse en cinco ejes de trabajo:

- 1) Apalancar el efecto tractor de los sectores industriales líderes (como el automotriz) para generar efectos de derrame sobre el conjunto de la economía.
- 2) Reconocer y afrontar los desafíos específicos de la región, que actúan como un desincentivo a la transformación digital.
- 3) Incentivar la adopción de tecnologías por parte de las pequeñas y medianas empresas (PyMes).
- 4) Acelerar el desarrollo tecnológico de los facilitadores de las cadenas de suministro.
- 5) Construir un marco integrado de políticas públicas para coordinar la transformación digital, incluyendo los múltiples actores y procesos que participan en ella (Calatayud, 2019).

Cabe reiterar que la incorporación de estas tecnologías no sólo ha modificado la visión de las personas sobre la realidad que se vive, sino también, ha cambiado la organización productiva.

### 1.3. Organización productiva

Para analizar lo que es la organización productiva, se retomará la Teoría del regulacionismo francés, encabezada por M. Aglietta, R. Boyer, B. Coriat, entre otros. Esto debido a que el marco teórico propuesto, contiene conceptos y elementos que son capaces de explicar las consecuencias del cambio tecnológico en los procesos de trabajo, específicamente en lo que se refiere a las condiciones materiales y relaciones laborales.

El enfoque de la regulación surge como respuesta al agotamiento del modelo Taylorismo-Fordismo, esta teoría considera que la producción en masa y que las organizaciones de producción fordistas son obsoletas, lo que inicia un proceso de transición productiva caracterizada por la flexibilidad del trabajo (De la Garza, 2000). También supone que los mecanismos de mercado deben ser complementados o sustituidos por ciertas regulaciones que permitan mediar de manera colectiva las decisiones de producción y consumo. (Gajst, 2010).

Para analizar la relación empresa-trabajador, los regulacionistas, no sólo consideran el mercado de trabajo o la fijación de precios, sino amplían el objeto de estudio a los factores relacionados con la tecnología, organización y contexto social. Asimismo, este marco teórico, considera que los procesos y modelos no son lineales ni simétricos, por lo que no son replicables ni para países, ni para industrias o empresas. Es decir, ningún modelo se reproduce de manera similar en diversos contextos y escenarios.

El razonamiento de la teoría de la regulación se encuentra a ‘un nivel de abstracción menor, es decir, a un nivel de “formación social”, incorporando los datos de la historia concreta para establecer las modalidades de articulación entre producción y consumo en cada período y los modos de regulación que se derivan de las formas institucionales presentes.’ (Vence, 1995, pág. 321).

Esta formación social, es vista como la reproducción de normas y valores interiorizados, avalados por instituciones que aseguran las relaciones sociales,

adaptando las necesidades de la producción con el consumo, aunque rechaza la idea neoclásica de la tendencia espontánea al equilibrio (De la Garza, 2000).

Por lo que la teoría de la regulación, se puede definir como ‘una creación social, que permite concebir las crisis como rupturas en la continuidad de la reproducción de las relaciones sociales, y comprender por qué los períodos de crisis, son periodos de intensa creación social, y por qué la solución de la crisis siempre es una transformación irreversible del modo de producción.’ (Aglietta, 1976).

Un elemento importante por parte de los autores de esta corriente de pensamiento, son los esfuerzos realizados para entender las consecuencias del cambio tecnológico, específicamente dentro de los procesos de trabajo, ya sea por procesos asociados a la automatización o por una reestructuración en el modelo productivo, que da paso a nuevas técnicas.

Este modelo productivo, es concebido como un conjunto de rasgos existentes en un grupo de empresas. Considerando ‘como modelos las constelaciones de rasgos correlacionados entre sí y con resultados financieros positivos... Es un proceso, natia (sic) intencionado, de pertinencia externa y coherencia interna de los cambios técnicos, organizacionales de gestión y sociales para dar una respuesta a los nuevos problemas de rentabilidad económica y aceptabilidad social.’ (Boyer, 2013, págs. 16-17).

La diferencia entre el enfoque de la regulación con la teoría económica dominante es que, los primeros, suponen que la acumulación capitalista no es un proceso que se autorregula, sino que necesita de un marco institucional que garantice su reproducción estable, lo que rompe con una de las hipótesis fundamentales de la teoría neoclásica, en la que postula que los mercados se autorregulan y tienden al equilibrio. (Gajst, 2010).

Otra diferencia es que, para los regulacionistas, la economía abarca no sólo el proceso productivo, sino que considera las formas en las que se plantean las relaciones sociales, así como las condiciones materiales de existencia de los hombres, es decir,



su contexto político, religioso, antropológico, entre otras. En cambio, para los neoclásicos, las decisiones económicas, tienen como referencia la lógica del individuo.

Esta última discrepancia, se puede ver reflejado en que la teoría neoclásica busca ‘fundamentos microeconómicos para la teoría macroeconómica, mientras que el enfoque de la regulación lo hace a la inversa: busca la fundación macrosocial de una microeconomía alternativa’ (Gajst, 2010, pág. 7).

Aunque una de las principales críticas a las que se enfrenta esta teoría, es que sólo buscan ‘explicar las condiciones y consecuencias de la aplicación de la tecnología “socialmente disponible”, pero dejan sin explicar la creación de tecnología y las relaciones entre economía y creación de tecnología’ (Vence, 1995, pág. 321). Sin embargo, para fines de esta tesis, esta limitación no representa alguna complicación, ya que uno de los objetivos es analizar los cambios en la organización productiva.

La teoría de la regulación tiene como objetivo analizar la configuración del proceso de trabajo, a través de la “aparición” del cambio técnico, así como la dinámica económica y social a largo plazo, en los diferentes periodos históricos, según esta óptica, se considera la existencia de cuatro regímenes de acumulación (figura 4) y tres fases de producción (figura 5) en la historia industrial del siglo XX.

Figura 4. Características de los regímenes de acumulación.

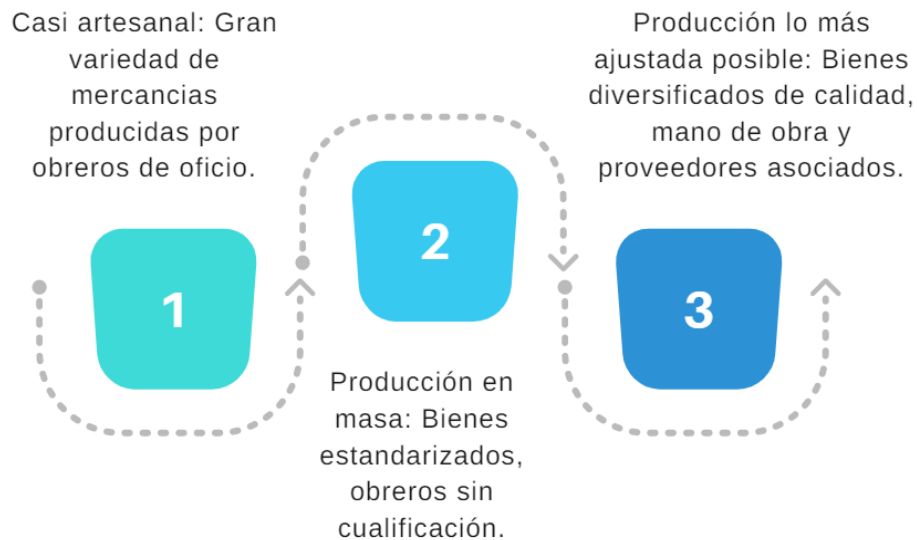
|  | Cooperación simple                          | Taylorismo  | Fordismo                                   | Agotamiento fordismo                              |
|--|---|---|--|---|
| Acumulación                            | Extensiva sin consumo de masas              | Intensiva sin consumo de masas                      | Intensiva con consumo masivo               | Dominante extensiva con consumo masivo            |
| Formación de salarios                  | Depende de coyuntura (salarios fluctuantes) | Menor ajuste a la baja (salario mínimo)             | Contractualización de los salarios         | Institucionalización del reparto cuestionado      |
| Demanda                                | Motor: Formulación capital                  | Difusión del consumo, pero pesa más la inversión    | Simultáneo aumento del consumo e inversión | Ruptura de tendencias de la demanda               |
| Relaciones externas, fuerza de trabajo | FT producida fuera del capitalismo          | Lenta inserción salariado, movimientos emigratorios | Inserción salariado (emigración)           | Recomposición: economía internacional y doméstica |

Fuente: Vence, 1995, pág. 325

Siendo el punto clave de estudio de la Teoría de la regulación, el agotamiento del fordismo, originado por los límites propios de los procesos de producción que imposibilita seguir simplificando y estandarizando infinitamente el trabajo; aunado a las contradicciones entre el marco institucional (leyes laborales y negociación colectiva) con los bajos salarios (De la Garza, 2000).

Por lo tanto, los regímenes de acumulación reflejan la articulación entre la dinámica del sistema productivo y la evolución de la demanda social, vinculan la dinámica del salario con los beneficios y el consumo con la inversión para conocer la forma en la que se logra la realización de las mercancías y la acumulación del capital. Mientras que las fases de producción, permite distinguir la base técnica, es decir, los tipos de medios de producción:

Figura 5. Fases de producción



Fuente: Boyer, 2013.

Estas fases, incorporan los modelos Taylorista, Fordismo y el Modelo Japonés. La primera fase, es caracterizada por una gran variedad de mercancías producidas por los obreros de oficio que organizaban su propio trabajo. La segunda fase, es descrita como una fabricación en serie de bienes estandarizados, realizados por obreros sin cualificación, cuyo trabajo estaba muy delimitado y prescrito (Boyer, 2013).

Se destaca que los dos primeros modelos se enfocaron a ritmos y a la eliminación de tiempos muertos; ambos tuvieron su desarrollo en un modelo económico basado en la Sustitución de Importaciones (ISI), así como en un ambiente gremial de negociación colectiva y una relación salarial amarrada con el Estado.

Tanto el modelo taylorista, como el fordismo (y la fusión de ambos, como pasó en América Latina); se centraron en los cambios tecnológicos “duros”, es decir, en el cambio de una máquina por otra, para después enfocarse en la introducción y características de implementación de las tecnologías de gestión.

Mientras tanto, la tercera fase surge a partir de los años noventa, la actividad productiva está enfocada a ser lo más “ajustada posible”. Surgió en Japón, ‘permitiendo ola de producción de bienes diversificados de calidad, a precios muy competitivos, gracias a una mano de obra y unos proveedores asociados para la mejora continua de los resultados, con el fin de satisfacer un mercado cada vez más competitivo y globalizado’ (Boyer, 2013, pág. 9).

El modelo japonés, se centra en los procesos de reconversión y transformación empresarial como un todo, termina con la división del trabajo del modelo taylorista. El contexto económico es la apertura de mercado, los cambios en las reglas de juego, políticas de ajuste, competitividad, subcontratación, externalización o terciarización de actividades, entre otros.

Las técnicas o herramientas dentro del modelo japonés están basados en el sistema *lean production*, metodología que surge en la industria automotriz japonesa, la cual, busca disminuir los desperdicios para así crear valor. Une elementos tanto de la producción casi artesanal y la producción en masa, pero con un análisis de las actividades que no agregan valor para reducirlas, mientras hace más eficientes las que sí lo hacen.

El *lean production*, permite mejorar el costo, el tiempo y la calidad de forma simultánea sin crear una dependencia entre ellos. Permite que los ejecutores (operativos) del proyecto participen desde el diseño, por lo que se anticipan posibles problemas de operación, lo que resulta en una disminución de los costos ante algún cambio.

Algunas técnicas derivadas de este sistema son los círculos de calidad<sup>7</sup>, agile<sup>8</sup>, *just in time*<sup>9</sup>, *kanban*<sup>10</sup>, *scrum*<sup>11</sup>, 3M<sup>12</sup> (*muri-mura-muda*), entre otros, los cuales pueden ser utilizados de forma individual o hacer una mezcla entre ellas.

Algunos elementos importantes de la organización productiva japonesa son:

- Mantener inventario cero: Tener lotes pequeños; hacer que una producción se active por la demanda, es decir, que se produzca cuando se requiera.
- Disminuir el número de clases de trabajo: Disminuir la división del trabajo, por la división de la inteligencia del trabajo, la cual consiste en ‘concebir el proceso de producción, máquinas, organización y formas de cooperación, de manera que delimiten la actividad de aquellos que deberán desarrollarlos y predeterminen su contenido, entendiendo que la máquina es una ayuda para el desarrollo de sus capacidades personales’ (Boyer, 2013, pág. 20).
- Mayor integración de la cadena de suministro: Interrelación entre las áreas de participación de todos los eslabones de producción, incluyendo proveedores y

---

<sup>7</sup> Es un pequeño grupo de personas que se reúnen voluntariamente y en forma periódica, para detectar, analizar y buscar soluciones a los problemas que se suscitan en su área de trabajo. (AMTE, 2010).

<sup>8</sup> Modelo de mejora continua en el que se planifica, se crea, se comprueba el resultado y se mejora. Algo que es constante y rápido, con plazos de entregas reducidos que buscan evitar la dispersión y centrar toda la atención en una tarea encomendada. (Tena, 2018).

<sup>9</sup> Es una filosofía que define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción. Se trata de entregar materias primas o componentes a la línea de fabricación de forma que lleguen “justo a tiempo” a medida que son necesarios. (Universitat de Barcelona, 2002).

<sup>10</sup> Sistema de producción altamente efectivo y eficiente. Es gestionar de manera general cómo se van completando las tareas. Kanban es una palabra japonesa que significa “tarjetas visuales”. (Gilibets, 2013).

<sup>11</sup> Es un proceso de gestión que reduce la complejidad en el desarrollo de los productos para satisfacer las necesidades de los clientes. Es un marco de trabajo simple que promueve la colaboración de los equipos para desarrollar productos complejos. (Francia, 2017).

<sup>12</sup> Conceptos claves de la mejora continua Kaizen. En el que la producción *lean* incluye variables protagonistas para incrementar la eficiencia: Muda (desperdicio), Mura (Discrepancia o variabilidad del flujo de trabajo) y Muri (Tensión o sobrecarga de trabajo que produce cuellos de botella. (Scrum Manager, 2013).

cliente final, lo cual permite enfocarse en el desarrollo del producto, así como la incorporación de elementos que agreguen valor, desde un momento temprano de la producción.

- Incrementar el porcentaje de la fuerza de trabajo en equipo: Trabajo en equipo, colaboración. Se promueve la toma de decisiones a nivel operacional.
- Polivalente: Aumentar las habilidades y competencias por persona. Buscar una multifuncionalidad de los empleados.
- Fomentar el mejoramiento de los procesos y productos, a través de la participación de los empleados: *Sugerencias/empleado*.

Parte fundamental del análisis de Boyer, son las oscilaciones e incertidumbres causadas por el contexto de la modernidad industrial y la carencia de realismo con la que opera el capitalismo, principalmente, sobre el mercado y el trabajo. La primera puede brindar soluciones a través de la elección de una “estrategia de rentabilidad” que evalúe las características del mercado en el que se desarrolla y con base en ello, construir un modelo productivo.

Mientras que, para disminuir la incertidumbre respecto al trabajo, se debe trabajar en contratos de largo plazo con los asalariados, dejándoles el poder de cooperar y desarrollar sus aptitudes, siempre y cuando mejoren los productos, las técnicas de producción y los resultados de la empresa, a cambio de contrapartidas negociables; y preparar previamente su trabajo, para convertir a la división del trabajo en división de la inteligencia del trabajo. (Boyer, 2013).

#### 1.4. Transformación de capacidades y habilidades.

Como se mencionó en un principio, las revoluciones tecnológicas generan nuevas maneras de relacionarse económica, social y políticamente. Por ejemplo, en los siglos pasados, crearon cambios estructurales que promovieron el camino hacia una economía global e integrada, pero que en el corto plazo y sin medidas preventivas, ocasionan importantes costos sociales que pueden resultar en conflictividad política, social y económica (Basco, 2020).

En el último cuarto del siglo XX, las sociedades en general se han visto modificadas, como se puede apreciar en la figura 6, en diversos campos o áreas derivado de la incorporación de la producción empresarial a la dinámica global y a las nuevas formas de intercambios económicos y tecnológicos (Leseman, 2014):

Figura 6. Campos transformados.



Fuente: Leseman, 2014.

Estas transformaciones se relacionan con los conceptos de “innovación”<sup>13</sup> y “crisis”<sup>14</sup>, que variaran de acuerdo con el enfoque y la teoría base para explicarlas. Sin embargo, es importante destacar dos elementos: el primero, es que los analistas que llevan a cabo interpretaciones unidisciplinarias o por medio de una visión principalmente ideológica, limitan sus resultados. (Leseman, 2014).

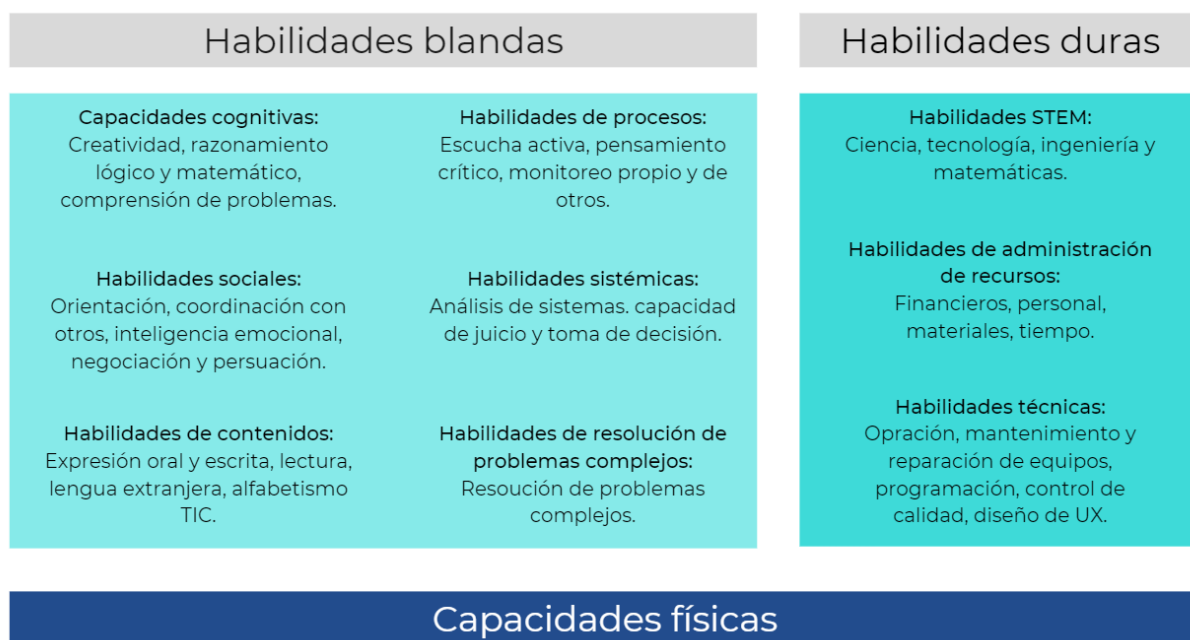
<sup>13</sup> Es visto como una “innovación” para aquellos economistas clásicos, sociólogos de las organizaciones, los psico-sociólogos del trabajo y administradores. Así como aquellos identificados en la corriente optimista sobre la incorporación de la tecnología en los procesos productivos.

<sup>14</sup> Mientras tanto, para los sociólogos políticos o de la teoría en economía política, así como todos aquellos pesimistas sobre la tecnología, consideran que estos cambios están más cercanos a una “crisis”.

Y la segunda, es que la expansión mundial de las tecnologías emergentes actuales, como la robótica, inteligencia artificial, cadena de bloques, nanotecnología, computación cuántica, biotecnología, internet de las cosas, impresión 3D y vehículos autónomos, por decir algunas, así como la tendencia de automatización y el intercambio de datos ha puesto el foco en el desarrollo de competencias y destrezas humanas que permitan brindar herramientas de adaptación para los cambios dinámicos.

Bajo este contexto, es importante entender las habilidades que serán requeridas para los empleos futuros y pensar en cómo será la formación de las nuevas generaciones, ante la transformación del mercado laboral. Si bien, es cierto que existe una heterogeneidad en las estructuras sociales de cada país, en la figura 7, se puede distinguir una caracterización de habilidades blandas, duras y físicas generales a las que, de acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), todos los países deberían de aspirar.

Figura 7. Categorización de habilidades: blandas, duras y físicas.



Fuente: Basco, 2020.



Como se mencionó anteriormente, estas habilidades son presentadas por el BID<sup>15</sup>, con el objetivo de empalmar con otros organismos internacionales y a la vez, especificar su evolución en Latinoamérica.

El conjunto de ellas busca fomentar la cooperación entre pares, así como dar pauta a la creación de grupos multidisciplinarios que incentiven un ambiente propicio para la innovación. Esta triada de habilidades y capacidades, permiten no sólo escalar las habilidades duras o las capacidades físicas, sino que le brindan al individuo las herramientas para identificar y dar solución a problemas que lleguen a presentarse en su entorno.

Sin embargo, si no se logra el mismo dinamismo entre la oferta y la demanda, se puede generar desbalances en el mercado de trabajo, ya que, por un lado, todas aquellas personas con capacidades físicas o que se dediquen a tareas repetitivas serán desplazadas por la automatización, y por otro lado, si no se desarrollan estas habilidades, no habrá suficiente demanda para satisfacer ocupaciones caracterizadas por requerir la capacidad para resolver problemas complejos, flexibilidad, creatividad, entre otras (Basco, 2020).

Actualmente, diversos organismos educativos y empresariales buscan fortalecer el desarrollo de las habilidades blandas; entendidas de forma genérica, como un conjunto de comportamientos y hábitos para poder desarrollar diferentes tareas; como asegurar la interacción de las personas en una forma sana para alcanzar los objetivos planteados y tener una mejor convivencia organizacional.

Las habilidades blandas son consideradas como educación no formal, es decir, se van aprendiendo con las buenas y malas experiencias que el individuo tiene. Existen

---

<sup>15</sup> Basco, A. I. (2020). *Competencias y habilidades en la Cuarta Revolución Industrial*. Banco Interamericano de Desarrollo.

diversas investigaciones, como la del PhD. John Seely Brown<sup>16</sup>, en la que se comparó el aprendizaje no formal con la educación formal y calculó que la proporción era de cinco a uno, es decir, de seis cosas aprendidas por un individuo, cinco son producto de un aprendizaje informal y sólo uno, de un aprendizaje formal. Mientras tanto, para el ámbito laboral, el 80 o 90% de las habilidades adquiridas fueron a través de medios informales (Moravec, 2020).

Por lo tanto, para que estas habilidades puedan ser adquiridas, es necesario construir los principios orientadores para las habilidades 4.0 (Basco, 2020):

1. **Educación:** calidad además de cantidad → En Latinoamérica se incrementó particularmente para la población de bajos recursos la cantidad de años promedio de estudio, pero no se logró una mejora en los conocimientos y habilidades adquiridas por los estudiantes. Asimismo, 'la poca actualización en los contenidos formativos, juntamente con el fuerte cambio tecnológico, habría profundizado la brecha entre las habilidades y competencias para el trabajo que obtiene el individuo, con los requerimientos del sector productivo.' (Basco, 2020, pág. 12).
2. **Capital humano** para la integración → Capacitar a las nuevas generaciones con aquellas habilidades que las empresas exportadoras necesiten. Se puede lograr con una modalidad mixta de formación. Es decir, crear un sistema que aborde la cooperación continua con el sector productivo.
3. Mayor **colaboración público-privada** → El sector público es imprescindible para generar beneficios sociales que mejoran el capital humano de la fuerza laboral; pero también es importante el involucramiento del sector privado, para dar impulso a la actualización de los contenidos y a la capacitación de habilidades.

---

<sup>16</sup> Doctor en Ciencias de la comunicación y computación por la Universidad de Michigan, sus investigaciones incluyen temas de innovación radical, cultura digital, computación ubicua, computación autónoma y aprendizaje organizacional.

4. **Nuevos métodos de aprendizaje** → Generar herramientas y contenidos que desarrollen el pensamiento crítico, así como generar las habilidades transferibles o adaptativas. Se busca integrar elementos como la interdisciplina y la aplicación del conocimiento a un problema social relevante.
5. Una **sociedad comprometida con el futuro** → ‘Es necesario repensar el sistema educativo de manera integral, y en particular, establecer nuevas bases que permitan desarrollar en las personas las habilidades blandas y duras requeridas para integrarse dignamente al mundo del trabajo, incluso de cara a trabajos que aún no existe. Diseñar políticas públicas e invertir recursos en calidad educativa, en capacitación para la integración, en formación continua, y en el desarrollo de colaboraciones público-privadas y regionales’. (Basco, 2020, págs. 14-15).
6. **Redefinición de las categorías laborales** → ‘La transformación digital implica una nueva forma de organización de la actividad productiva, donde se combinan elementos físicos, biológicos y digitales, dando lugar a nuevas categorías de trabajo humano. Por ejemplo, un trabajador 4.0 interactúa con máquinas y herramientas tradicionales de trabajo, pero también con sistemas informáticos para el control de la calidad en tiempo real, sistemas de gestión de la producción, nuevas tecnologías de fabricación con alto componente TIC, etc. Esto obliga a repensar los fundamentos de las categorías que rigen las relaciones laborales entre los trabajadores y sus empleadores y a empezar a delinear categorías nuevas que expresen el paradigma hombre-proceso’. (Basco, 2020, pág. 15).
7. **Sinergias regionales** para explotar al máximo los recursos disponibles → Al ser una transformación global, es necesario que los países fomenten la colaboración, tanto de estados (bloques de integración, acuerdos, tratados, etc.) como de empresas multinacionales.

Los principios orientadores, integran la participación de todos los sectores, por un lado, se encuentra la empresa, el estado y la academia, pero por otro, está la sociedad

en su conjunto, siendo ésta la de mayor relevancia, ya que es aquí, donde el efecto de la tecnología es más visible.

Si bien, en estos últimos años se está llevando a cabo una transformación de capacidades y habilidades, los países latinoamericanos se han quedado rezagados en este tema, ya que aún no han logrado diversificar la matriz productiva o incrementar la productividad laboral, además de que, para muchas empresas, sigue siendo inalcanzable adquirir nueva tecnología. Y, por otro lado, todavía se siguen arrastrando problemas como la desigualdad social.

#### 1.4.1. Transformación de capacidades y habilidades en México.

En México, la transformación de capacidades y habilidades tiene las mismas debilidades que la implementación de la transformación digital, mencionadas en el apartado 1.2.1, aunado a una deficiencia en el sistema escolar, en donde los estudiantes no logran desarrollar las habilidades pertinentes de cada nivel educativo (Taboada, 2020), por lo que al momento de incorporarse al mercado laboral, estos deben “actualizarse” para satisfacer las necesidades de la industria.

Si bien, aún no existe un consenso sobre los efectos y futuras necesidades del trabajo, la automatización puede poner en riesgo actividades tanto rutinarias como complejas (OCDE, WEF, Frey y Osborne, Minian), aunque se reconoce que este riesgo es inherente a las tecnologías que sean implementadas, las cuales dependen de su costo relativo con otros factores de producción, el marco institucional, los costos de implementación, entre otros.

Para entender el contexto mexicano, el Banco de México (2018) tomó como base el trabajo de Frey y Osborne (2013) y la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENEO) para estimar la probabilidad de automatización de diversas ocupaciones en cada sector, concluyendo que al menos dos terceras partes de la población ocupada en el país se emplean en actividades con alta probabilidad de automatización, siendo las actividades primarias (97.8%), los servicios de alojamiento (90.1%), la construcción (85.1%) y las industrias manufactureras (81.4%) las ocupaciones que tienen mayor riesgo. (Banco de México, 2018).

Además, se destaca que estas actividades corresponden a las de menor nivel educativo (Banco de México, 2018), lo que implica dos cosas, la primera es la segmentación del mercado interno de trabajo entre trabajadores informatizados o de vigilancia tecnológica de bajas calificaciones y los técnicos especializados; la segunda, es que si bien los trabajadores se están informatizando, el tener contacto con una computadora para apretar botones o vaciar de manera repetitiva información no significa alta calificación, ni una extensión de los encadenamientos productivos internos al país.

Bajo este tenor, el estudio también evaluó la automatización a nivel estatal, en la figura 8, se puede apreciar que los estados del norte y centro tienen una menor probabilidad de automatización, debido a que presentan mayores avances educativos, en consecuencia, tienen mayores calificaciones para desempeñar actividades y servicios especializados, principalmente con fines de exportación (Banco de México, 2018).

Figura 8. Población ocupada por Entidad Federativa con alta probabilidad de automatización.

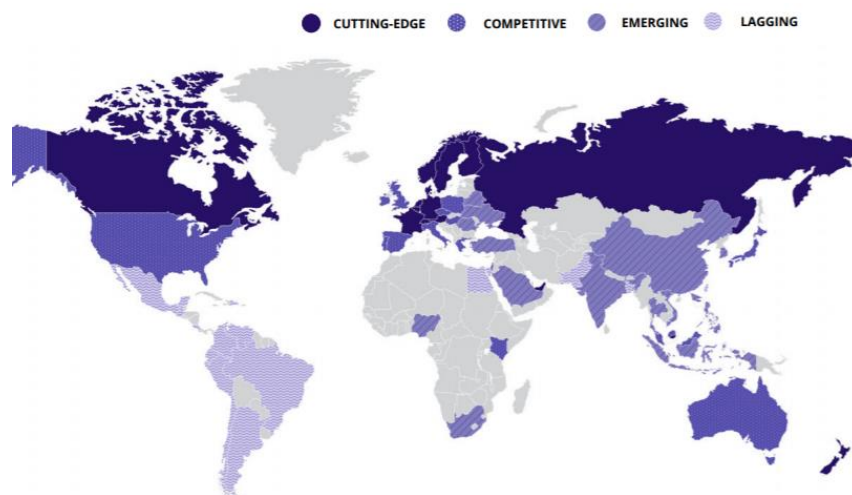


Fuente: Banco de México, 2018.

Otro estudio que demuestra el rezago que tiene México en creación de capacidades y habilidades que respondan a las necesidades de la industria 4.0, es el presentado por Coursera (2020), el cual tuvo como objetivo presentar las habilidades que más

demandan las empresas, basándose en tres grandes áreas: negocio, tecnología y ciencia de datos. Asimismo y como se presenta en la figura 9, se consideraron cuatro segmentos de acuerdo con su grado de madurez: innovador o vanguardista, competitivo, emergente y rezagado (Coursera, 2020).

Figura 9. Índice global de habilidades.



Fuente: Coursera, 2020.

En las tres áreas, México estuvo clasificado como “rezagado”, y si bien, la mejor posición la obtuvo en el área de ciencia de datos (el tercero de la lista de rezagados), en las habilidades de negocio -en la que se incluye la cadena de suministros- México fue el último de la tabla a nivel mundial (Coursera, 2020).

Si bien, es cierto que el país presenta sus propias heterogeneidades internas, lo que hace complejo el pronosticar una situación general. Este tipo de estudios son de gran utilidad para prestar mayor atención a las regiones más rezagas del país en cuanto a la formación de habilidades y capacidades.

Ante este panorama, es importante destacar que se deben diseñar, implementar y fortalecer políticas públicas enfocadas a satisfacer las necesidades futuras del mercado laboral, lo que incluye las habilidades digitales, desarrollo de habilidades blandas con especial énfasis en la capacidad de negociación y estrategia, pero también especialidades en computación, matemáticas, ingenierías y ciencias

(Taboada, 2020), además de actualizar los planes de estudio, para que el estudiante logre asimilar las habilidades básicas de su área de conocimiento.

Asimismo, una política educativa que impulse habilidades vinculadas a la transformación digital, como analistas, científicos de datos, desarrolladores de software y aplicaciones, expertos en social media, entre otros (Taboada, 2020). Además de buscar los mecanismos adecuados para evitar la acumulación de deficiencias formativas.

### 1.5. Conclusiones.

Este primer capítulo abordó las características tecnológicas de la cuarta revolución industrial, así como su origen y los puntos principales de discusión sobre su conceptualización.

La importancia de conceptualizar a la industria 4.0, es para conocer el tipo de transición y efecto que tienen o tendrán los diversos sectores económicos y sociales, así como las herramientas disponibles para su aprovechamiento.

Se comentó sobre la evolución que han tenido las organizaciones productivas y cómo los cambios tecnológicos han sido fundamentales para que éstas puedan dar respuesta a las necesidades establecidas por cada modelo económico. Aunado a ello, se destaca la interacción que tienen los humanos con la tecnología en cada forma de organización, para asegurar que las líneas de fabricación sean más eficientes y garanticen la continuidad de la operación.

Asimismo, se presentaron algunos estudios relacionados con la adopción de la tecnología digital y la transformación de las habilidades y capacidades que necesitan los trabajadores mexicanos para poder seguir vigentes en el mercado. Aunque en apariencia algunos estudios se contraponen entre sí, todos concluyen en la importancia de crear políticas públicas y educativas enfocadas a desarrollar las nuevas habilidades solicitadas por el mercado y que si bien, aún no se tiene certeza sobre cuáles serán, se tiene que empezar por fortalecer el pensamiento duro (principalmente STEM) y las habilidades blandas.

## **2. La logística en almacenes y su transformación en la industria mexicana.**

Ante la inserción de elementos tecnológicos en una empresa para: solucionar problemas de producción, fabricar un nuevo producto, mejorar las características de su producto actual, hacer más eficiente su proceso, cambiar el proceso actual por uno más eficiente, aumentar la capacidad de producción o sustituir los equipos viejos y obsoletos por unos nuevos se ha invisibilizado el papel de los almacenes.

Esto debido a que, por un lado, un almacén consume recursos humanos, financieros, materiales (activos fijos, inmuebles, maquinaria, etc.), así como tiempo; sin que esto se pueda percibir como un valor agregado al producto. Es en esta área, donde la mayoría de las empresas reclutan al personal de menor calificación, se producen la mayor parte de las tensiones por los esfuerzos del último momento, horas extras, trabajos en días festivos, etc. Pero, por otro lado, también es donde se guardan las materias primas, repuestos, productos semielaborados y/o terminados. 'El almacén es donde se realizan funciones que hacen posible la actividad económica de la empresa: aprovisionamientos, manutención, embalaje, recepción y emisión, control de calidad, preparación de pedidos, cambios de presentación, transportes, distribución, facturación. Y es precisamente donde la empresa consigue hacer efectivo el servicio al cliente.' (DATADEC, 2018).

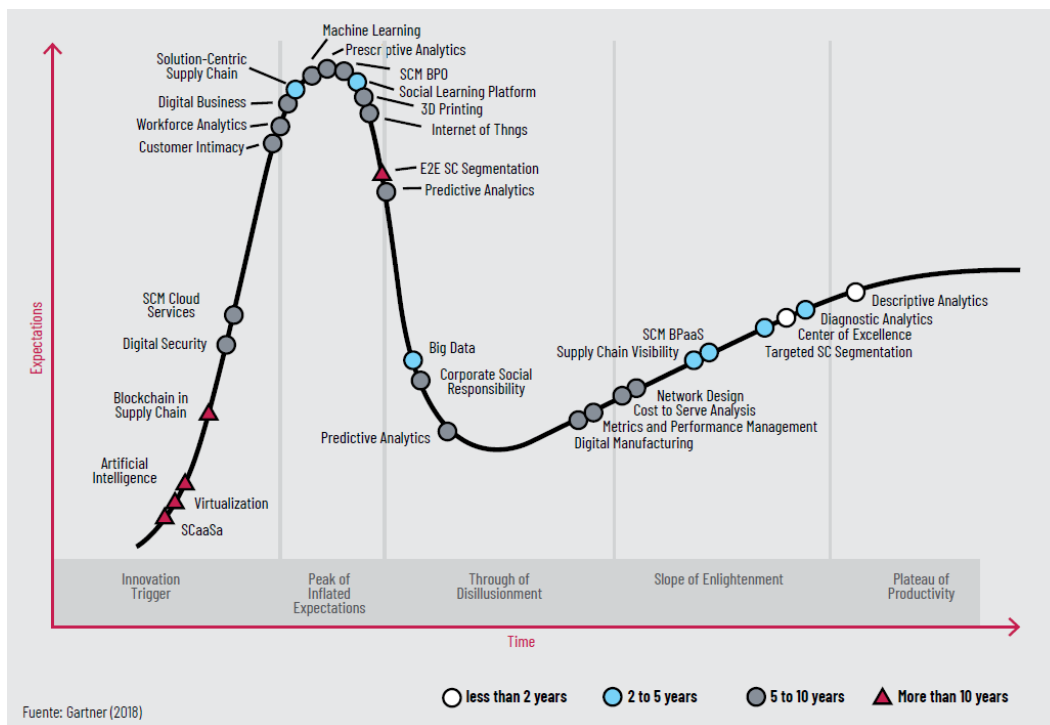
Ante este escenario es importante precisar que a nivel mundial los procesos y la transformación digital de la logística en almacenes de la industria manufacturera son heterogéneas, debido a que su desarrollo depende de diversos factores como las barreras de entrada, las políticas públicas, las agendas digitales de cada país, el propio crecimiento de cada industria, etc.

Asimismo, también está acotada por la rapidez del cambio tecnológico, lo que hace que algunas soluciones adoptadas sean obsoletas en poco tiempo. Este comportamiento se puede explicar con el ciclo de sobre expectativa de Gartner (figura 10), el cual indica que todas las nuevas tecnologías pasan por un periodo de



expectativas sobredimensionadas en el momento en el que son lanzadas al mercado, pero con el paso del tiempo y del grado de madurez que obtenga, éstas disminuyen sus expectativas, hasta llegar a un punto más estable con el desarrollo de mejores prácticas y metodologías (Calatayud, 2019).

Figura 10. Ciclo de sobre expectativa de Gartner para las tecnologías emergentes en gestión de cadenas de suministro.



Fuente: Gartner, 2018 en Calatayud, 2019, p. 27.

Sin embargo, se estima que en los próximos años se establezca el ecosistema digital para dar paso a las *“self-thinking supply chains”*, que son cadenas de suministro que piensan y toman decisiones por sí solas, basadas en tecnologías digitales interconectadas en todo el proceso logístico, además de trabajar en sistemas dinámicos y con un gran volumen de información (Abdirad, 2020).

A nivel internacional, la transformación de la cadena de suministros (incluyendo la logística en almacenes) presenta diferentes desafíos que van desde la adopción e implementación de las tecnologías, hasta la resistencia cultural y el miedo a la

experimentación (Calatayud, 2019). Por lo que, cada industria y país han creado diversas estrategias que respondan a sus necesidades, pero que las mantengan compitiendo en el mercado internacional.

Por ejemplo, de acuerdo con el Índice de desempeño logístico<sup>17</sup> (LPI, por sus siglas en inglés), en 2018, Alemania se posicionó en primer lugar, respecto al desempeño de su cadena de suministro, siendo sus principales fortalezas la puntualidad, la competencia logística y la infraestructura (Banco Mundial, 2018).

El posicionamiento de Alemania se ha basado en el progreso tecnológico y su difusión horizontal para tecnologías específicas y verticales dentro de los sectores industriales, asimismo, su estrategia está acompañada por planes nacionales logísticos enfocados principalmente a la implementación de nuevas tecnologías en el transporte para convertirlos en áreas inteligentes, además de crear apoyos para el desarrollo de las PyMes (Calatayud, 2019).

El LPI posiciona en segundo lugar a Suecia, seguido de Bélgica, Austria y Japón. Destacando este último, debido a su estrategia de colaboración multisectorial que crea los estándares necesarios para la intercomunicación entre los diferentes sectores, muestra de ello, es la creación de la “Iniciativa de Cadena de Valor Industrial” y el “E-F@ctory” (Calatayud, 2019).

Mientras tanto, el desarrollo de las cadenas de suministro en América Latina aún se encuentra en una etapa de maduración (si bien, las empresas multinacionales siguen otra dinámica, esta no puede generalizarse) de acuerdo con el LPI, Chile es el primer país de la región que aparece en la lista, ocupando el lugar 36, siendo la puntualidad

---

<sup>17</sup> Índice realizado por el Banco Mundial que permite la evaluación de los desafíos y oportunidades a las que se enfrentan cada país en el ámbito de logística comercial. Se comparan 160 países a través de encuestas a operadores, además de considerar variables cuantitativas, que permiten crear una visión integral. Considera seis rubros de evaluación: aduanas, infraestructura, envíos internacionales, competencia logística, seguimiento y ubicación, puntualidad.

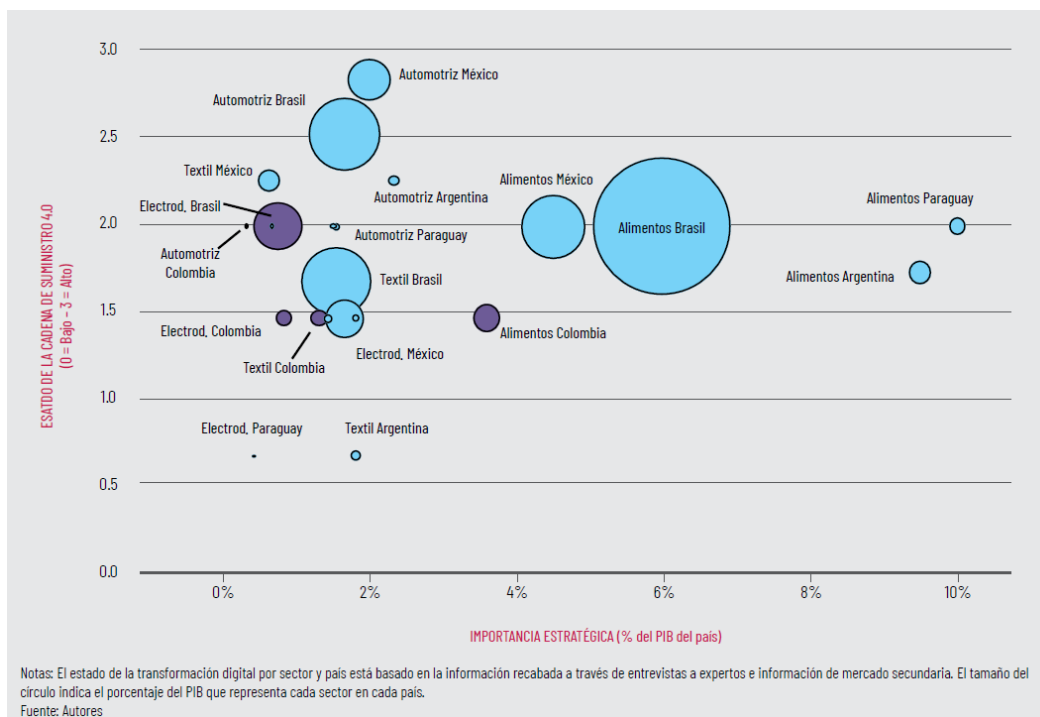
su mayor fortaleza, seguido de Panamá (38), México (51), Brasil (56) y Colombia (58), (Banco Mundial, 2018).

A diferencia de los países desarrollados, América Latina se caracteriza por una integración vertical lo que dificulta el “efecto tracción” con otros actores y sectores de la economía, aunado al bajo costo de la mano de obra y a la menor disponibilidad de tecnología en la región (Calatayud, 2019). Otro factor importante que distingue a los países latinoamericanos es la baja calidad de la logística y el transporte, encareciendo el comercio y desincentivando las inversiones.

Tan sólo los costos de logística en los países latinoamericanos representan entre el 18 al 35% del valor del producto, contra el promedio de los países de la OCDE que se encuentra cerca del 8%. Por lo que es necesario diseñar e implementar políticas de logística integradas, ‘para mejorar la oferta de servicios modernos de almacenamiento, la eficiencia en los procesos aduaneros y de certificación y el uso de las tecnologías de información y comunicación para la logística’ (OCDE, 2015).

Otra limitación detectada es el bajo nivel de diversificación de la oferta exportable, por un lado muchos países siguen siendo dependientes de la exportación de productos primarios (principalmente del cono Sur) y otros más de la manufactura y maquila (México). Por lo tanto, como se puede distinguir en la figura 11, son pocos los sectores que están en la transición de la cadena de suministro tradicional a una 4.0, siendo: alimentos, automotriz, electrodomésticos y textil, los más avanzados.

Figura 11. Sectores que transitan a la cadena de suministro 4.0 en América Latina.



Fuente: Calatayud, 2019, p. 53.

Lo que evidencia, la necesidad de crear nuevas políticas industriales ‘enfocadas en la diversificación sectorial a través de estrategias nacionales de innovación’ (OCDE, 2015), además de explorar nuevos mercados.

Para el caso de México, ‘sólo el 20.6% de las grandes, medianas y pequeñas empresas venden productos a través de internet, mientras que el 3.8% del comercio minorista total se realiza a través de canales electrónicos’ (Calatayud, 2019). De igual manera, los Centros de distribución (Cedis) tienen como prioridad solucionar los riesgos de daños, caducidad, pérdida de productos, procesos lentos y otras ineficiencias (Deloitte, 2016).

Aunado a ello, se encuentra la ausencia de una única entidad gubernamental (atomización de las instituciones) encargada de fomentar y fortalecer la transformación digital de la cadena de suministros, ya que ésta, aún no es considerada

como un elemento crítico en el proceso productivo, lo que resulta en impactos insuficientes de las acciones de la industria (Calatayud, 2019).

En el caso específico de México, es necesario evaluar las necesidades actuales dentro de la cadena de suministro para saber los desafíos a los que se enfrentan y las posibles soluciones digitales, asimismo, la implementación de tecnologías debe estar acompañada, por un lado, de una estrategia de talento que logre ser proactiva, adaptativa y dinámica; y por otro lado, de una planeación para la gestión de datos, fiabilidad y seguridad de los sistemas.

Teniendo un panorama general que permite visualizar la complejidad del tema sobre las cadenas de suministro y la logística, a continuación se definirán de manera específica los elementos que componen a los sistemas logísticos en almacenes, así como las tecnologías que pueden incorporarse en estas actividades, para dar pie a analizar la situación nacional con relación a la dinámica y demanda que tienen los almacenes respecto al personal que buscan emplear.

## 2.1. ¿Qué son los sistemas de logística?

Los sistemas de logística son definidos como 'la gestión estratégica de la adquisición, traslado y almacenaje de materiales y productos acabados, sus informaciones relacionadas, mediante los canales de distribución, maximizando el lucro presente y futuro' (Bowersox 2013, citado por Pinheiro, 2017, p. 266); por otro lado, Pinheiro define a la logística no sólo como todas aquellas actividades de embalaje, transporte, carga, descarga, almacenaje, etc. sino que incorpora el medio para la adquisición, producción y operación de todo el proceso hasta la entrega al consumidor (Pinheiro, 2017).

La logística cubre el flujo de materiales -planificación, organización, programación, ejecución, control y mejora- y para ello, utiliza recursos e información que facilitan la toma de decisiones eficaces y eficientes.

En consecuencia, se puede decir que la cadena de logística (figura 12) -en general, ya que estas cambian de acuerdo con las necesidades propias de la empresa- es la que concentra los procesos de gestión en las actividades de aprovisionamiento, producción y distribución

Figura 12. Concentración de los procesos de gestión de la logística.



Fuente: Durán, 2001.

- **Aprovisionamientos:** determina las necesidades de la empresa en cuanto a los recursos materiales, así como a seguir y controlar los pedidos hechos a los diferentes proveedores.
- **Producción:** planifica, programa, ejecuta y gestiona todo lo relacionado con la línea de producción, asimismo, se encarga de efectuar el seguimiento y control de esta actividad, para prever y mitigar los posibles contratiempos que se puedan originar.
- **Distribución:** como funciones principales se encuentra el almacenamiento del producto terminado, la preparación de la distribución, transporte y entrega.

Por lo que el objetivo de la logística es satisfacer las necesidades del cliente, a través de un sistema de flujos de recursos tangibles e intangibles, los cuáles se busca que sean gestionados de forma eficiente logrando una disminución en los costos.

Asimismo, es considerada como una actividad medular en el proceso productivo, debido a que contribuye a la mejora continua de procesos y productos que permite aumentar la competencia entre las empresas, por lo tanto, la finalidad de los sistemas

de logística es la disminución de costos, a través de la reducción de los defectos en los productos, eficiencia en los tiempos de entrega y la mitigación del desperdicio de los recursos.

Los sistemas logísticos, han evolucionado a través de los años, pasando por diversas etapas (Servera-Francés, 2010):

1. 1901-1964: Primeras aproximaciones al estudio de la función logística.
2. 1965-1979: Desarrollo de la logística integral orientada al cliente.
3. 1980-1995: La función logística como variable de diferenciación competitiva.
4. 1995-2004: La función logística como variable generadora de valor logístico.
5. 2005-actual: *Supply Chain Management*.

La etapa de “Supply Chain Management” permite identificar un creciente interés en el estudio de la integración de la función logística a lo largo de todo el canal de suministro, con el fin del ofrecer un mayor valor al cliente final.

En esta etapa y ante las limitaciones que tiene la empresa para realizar el estudio detallado de su canal de suministro, existe la tendencia en donde las empresas externalizan o subcontratan los servicios relacionados con los procesos de gestión logística, tomando fuerza la figura de los operadores logísticos, los cuales se identifican por tener un grado mayor de especialización, garantizando la máxima precisión de los procesos mientras se disminuyen los errores en el proceso productivo.

De acuerdo con la consultora SoftDolt, ‘un operador logístico es una empresa que se encarga de gestionar parte o la totalidad de los procesos que componen la cadena de suministro de otra empresa. Algunas de estas tareas pueden ser el almacenamiento, el control del inventario, el transporte y la distribución, etc. Los operadores logísticos se adaptan a los requisitos concretos de cada cliente, pero cuentan con diferentes niveles de integración.’ (SoftDoit).

Mientras tanto, el operador logístico Mecalux, los define como ‘empresas que se sitúan en un plano intermedio entre un proveedor de productos (empresa licitadora) y

sus clientes finales, que son los que compran los productos que ellos mueven y/o almacenan.’ (Mecalux, 2019).

Dentro de sus funciones generales destacan (Mecalux, 2019):

- Gestión del almacén: manejo de las mercancías.
- *Picking*: Fases de *picking* y preparación de pedidos (embalaje y empaquetado).
- Espacio de almacenaje: Alquilan ubicaciones en el almacén y las ofertan de diversas formas.
- Transporte y distribución de productos: gestionan flotas de transporte que abarcan toda la red de distribución, desde el almacén hasta el reparto de la última milla.
- Gestión de *stock*: control exhaustivo de los niveles de inventario de las empresas que los contratan.

Los operadores logísticos operan en procesos y áreas diferentes, dependiendo si funcionan a nivel nacional o controlan cadenas de suministro a nivel global, también varían por el número de centros de distribución con los que cuentan. Coloquialmente se dividen en 5 tipos (figura 13):

- *First Party Logistics* (1PL): Es la fase de subcontratación más antigua, se basa principalmente en el transporte y distribución de mercancías.
- *Second Party Logistics* (2PL): Son empresas encargadas de almacenar y distribuir las mercancías.
- *Third Party Logistics* (3PL): Brindan soluciones personalizadas de logística, son integradores de servicios de transporte, almacenamiento, gestión y operación (tienen recursos humanos y físicos disponibles).
- *Fourth Party Logistics* (4PL): Son integradores en la gestión de las cadenas de suministro, sus servicios se basan principalmente en consultoría.
- *Fifth Party Logistics* (5PL): Integran los servicios ofrecidos por el 3PL y la optimización de los 4PL.



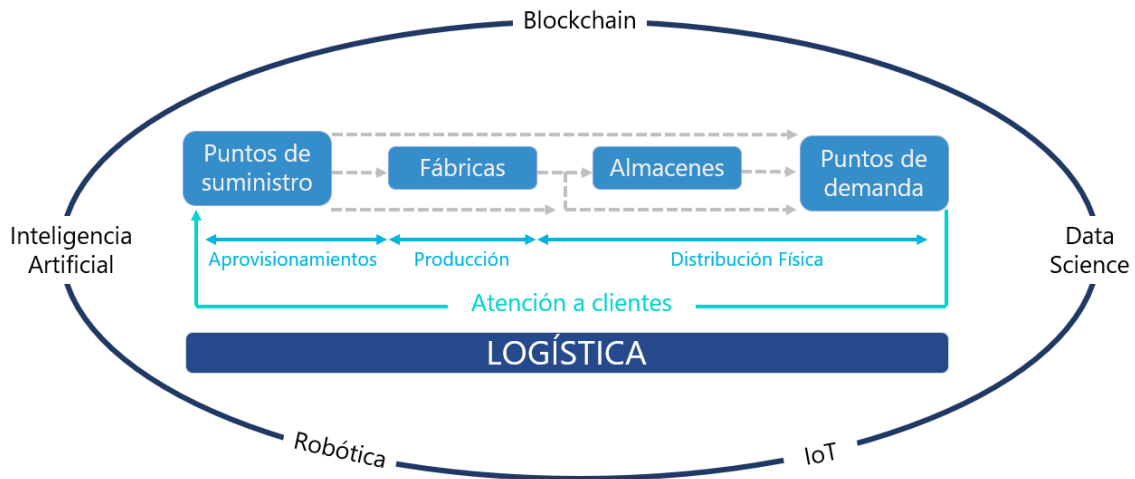
Figura 13. Tipos de servicios de los operadores logísticos



Fuente: Elaboración propia con base en Mecalux, 2018.

Esta segmentación, está relacionada con los aspectos de gestión, control y operación de la logística. Las soluciones se centran en la continuidad de los servicios logísticos, principalmente, los que son intensivos en tecnología, debido a lo cual, la apuesta de los operadores logísticos es brindar valor agregado a los procesos de la empresa contratante, a través de la tecnología. Por lo que, el uso de las tecnologías derivadas de la industria 4.0 a los procesos de almacenaje de ciertas industrias (figura 14), ha permitido incrementar la productividad, dando paso a la incursión hacia nuevos mercados, rompiendo, principalmente las barreras geográficas.

Figura 14. La industria 4.0 en los procesos de gestión de la logística.

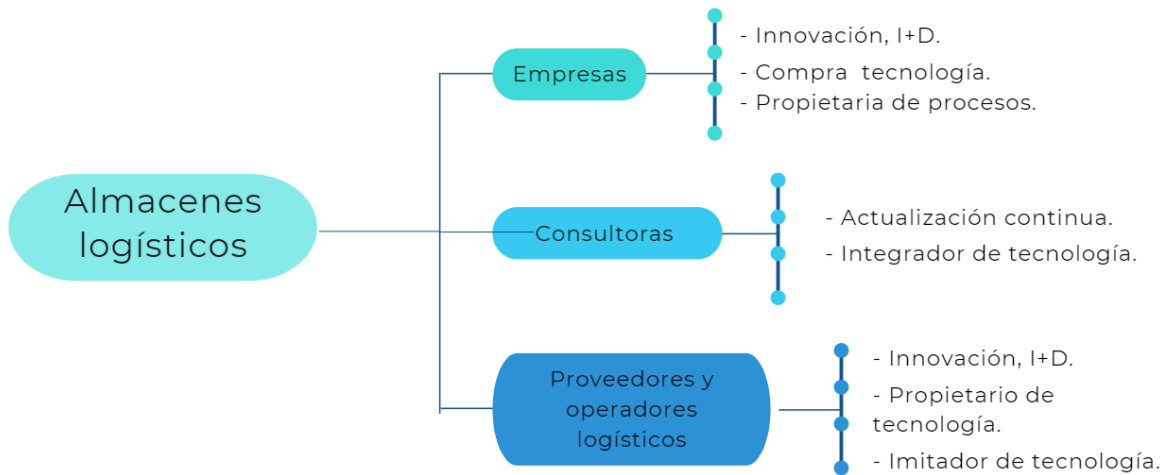


Fuente: Elaboración propia con base en Durán, 2011.

La implementación de las tecnologías inherentes a la industria 4.0 sobre las diferentes actividades de logística, han transformado de manera radical los procesos productivos, así como las necesidades, tanto de la industria como de los consumidores.

Esta transformación ha desarrollado tres tipos de empresas participantes en la industria, como se muestra en la figura 15: las primeras, son las empresas que se encargan de llevar todo el proceso de producción, incluyendo el almacenaje, es decir, son aquellas productoras de bienes. Las segundas son las empresas consultoras, ya sean especialistas en temas de logística en almacenes o encargadas de proporcionar soluciones de transformación digital o sobre una tecnología en específico. Las terceras son proveedores y operadores logísticos, que, pueden dividirse en dos: proveedores de tecnología, que sólo implementan y/o venden tecnología, y los operadores logísticos, que tienen el papel, no sólo de dar soluciones, sino que, en varios casos, ellos mismos son propietarios de tecnología.

Figura 15. Empresas participantes de la industria.



Fuente: Elaboración propia.

Al existir diversas empresas, se ha desarrollado diversos proyectos logísticos integradores de tecnología, que buscan paulatinamente facilitar la realización de tareas administrativas y humanas; sobre todo, han optimizado los recursos financieros y materiales.

## 2.2. ¿Qué son los almacenes?

Dentro de todo el sistema logístico, se decidió estudiar el papel de los almacenes, que son aquellos espacios que nacen de la 'natural imposibilidad práctica de reducir a cero el lapso entre la preparación para consumo de un elemento material y el acto en sí del consumo' (PwC, 2012).

Éstos, se pueden definir como 'una parte del proceso fundamental para el correcto funcionamiento de la cadena de suministro y deben asegurar un flujo estable de información y mercancías. Están situados entre el proceso de distribución y el de producción, aportan valor al sistema logístico de las empresas, optimizan los costes y mejoran el servicio que se le ofrece al cliente final. Además, su objetivo principal debe ser la mejora, optimización y medición de los procesos.' (IMF Business School, 2019).

Es decir, un almacén, tiene como actividades principales el guardar, proteger y conservar correctamente los bienes producidos para que no pierdan su valor, ni calidad. Para esto, se debe considerar la optimización de los espacios, que determina la cantidad de mercancía tanto a comercializar, como a producir; además de optimizar el área de logística.

Asimismo, la existencia de un almacén también puede explicarse por razones financieras de la empresa (PwC, 2012), por ejemplo:

- Solución a requerimientos propios del negocio:
  - Adaptación a la demanda interna o externa → tiempos de proceso, estacionalidad, servicio al cliente, etc.
  - Características de los materiales o productos → perecederos, peligrosos, reciclados, etc.
- Optimización de los recursos financieros:
  - Reducción de costos a través del aumento del volumen operado → descuento en compras, consolidación de transportes.
  - Reducción de costos a través de necesidades productivas → grupos utilizados en diferentes unidades de proceso.

Independientemente de estas razones, la gestión de almacenes es aplicable a todo bien tangible que forme parte de la compañía, sin que necesariamente salga de forma directa al mercado.

Para que un almacén funcione de una manera óptima, es necesario que siga los siguientes principios básicos (Visión industrial, 2018):

1. Conocer el producto: Existen muchos tipos de almacenamiento dependiendo de las características de la mercancía que se está guardando. El correcto almacenaje evitará que se dañe el producto y, con esto, pérdidas monetarias.
2. Evaluar la cantidad de pedidos. Antes de realizar un gasto en la renta o compra de un almacén, se debe pensar en cuántos pedidos se tienen. A partir de 50 o

más, se debe considerar una profesionalización del almacén, organizar por lotes de pedidos y una asignación específica de tareas a cada miembro del equipo.

3. Automatización. Esto permite una mejora en la productividad y representa una reducción de costos. Cuando los pedidos rebasan las 1,000 unidades, es recomendable automatizar el proceso e instalar un software de administración de almacén para optimizar.
4. Organización de acuerdo con la industria. Para mejorar la administración del almacén y ahorrar tiempo en el flujo de la cadena de suministro, se debe considerar el clasificar los productos con base en sus características. Puede suceder que muchos productos sean enviados al mismo tiempo, por lo que tenerlos en una misma área ayuda a los trabajadores a localizar fácil y rápido todo un cargamento.

Si se siguen estos principios básicos, se pueden obtener los siguientes beneficios (PwC, 2012):

- Reducción de tareas administrativas.
- Agilidad del desarrollo del resto de procesos logísticos.
- Optimización de la gestión del nivel de inversión del circulante.
- Mejora de la calidad del producto.
- Optimización de costes.
- Reducción de tiempos en los procesos.
- Nivel de satisfacción del cliente.

Por lo que, el almacén tiene como objetivos:

- Mantener el *"time to market"*: Aumentar la velocidad para llegar al mercado antes de la competencia.
- Disminuir los errores: Evitar la generación de insatisfacción en los clientes.

Y para ello, es necesario que tenga lo siguiente:

- Un buen control de entradas y salidas tanto de materias primas, como de productos finales.
- Apalancamiento tecnológico: Sistemas tecnológicos que ayuden a eliminar actividades rutinarias y que permitan ordenar la mercancía de manera fácil a través de:
  - Registros tanto físico como en sistema.
  - Etiquetado y codificación de acuerdo con su importancia en los procesos productivos o demanda.
  - Seguimiento de procesos.
  - Conocer la disponibilidad en almacén (stock).
  - Tiempos de recepción con proveedores y clientes.
  - Historial de pedidos, incluyendo retrasos.

Todo esto se basa en la visión respecto a que el almacén es pieza medular para que las ventas cumplan con su objetivo, ya que la efectividad en la entrega del producto se verá reflejada en los ingresos de la empresa, así como en la conformidad que pudiera generarse por parte de los clientes.

Retomando el concepto de Supply Chain Management -abordado en el apartado anterior- y en manera de síntesis, éste se encuentra basado en la integración y coordinación entre todas las empresas del canal de suministro (proveedores, fabricantes, distribuidores, operadores logísticos y clientes), de la planificación y gestión de todas las actividades necesarias para poner el producto a disposición del consumidor final (Servera-Francés, 2010).

Por lo que, desde este nuevo enfoque, la gestión del almacén es fundamental para que una empresa sea competitiva, así como para llevar a cabo una buena ejecución de las diferentes transacciones que se llevan a cabo en el mismo (recepción, ubicación, preparación de pedidos, distribución) y por otro lado, evitar la obsolescencia y

deterioro del producto, con una buena manipulación y gestión de compras, derivando con ello una fiabilidad de los inventarios (Visión industrial, 2018).

Esta gestión puede llevarse a cabo de manera interna o externa de acuerdo con la decisión de cada empresa, la cual depende de varios factores, ventajas y desventajas que presentan cada una de las modalidades (figura 16): gestión propia (son los almacenes cuyas instalaciones forman parte de la misma compañía o son alquilados a terceros, pero es la empresa la que se encarga de gestionarlos) y subcontratación (se le deja a un tercero la gestión del almacén, debe estar basado en las necesidades concretas de la empresa, por lo que la calidad del servicio y la colaboración son fundamentales para el éxito de esta modalidad).

Figura 16. Ventajas y desventajas de las modalidades en gestión de almacenes.



Fuente: PwC, 2012.

Sin importar la modalidad que considere la empresa para la gestión de sus almacenes, siempre deberá tener en mente que un factor importante para poder competir con otras empresas de su industria es trabajar con inventarios cada vez más bajos, pero

con una mayor calidad de servicio al cliente, que va desde el producto, hasta la distribución y entrega.

### 2.3. Transformación digital de la logística en almacenes.

Actualmente, la integración de tecnología en la operación interna de los almacenes se ve con mayor frecuencia, ya que existe la necesidad de mejorar y de hacer más eficiente la operación de esta área en las empresas. Esta tendencia es más evidente en los procesos que permiten automatizar y controlar cada una de las tareas y funciones del almacén.

Así mismo, el crecimiento exponencial de los avances tecnológicos ha traído como consecuencia clientes mucho más exigentes, y un cambio en los patrones de consumo; por lo que mantener un nivel competitivo y dinámico es uno de los grandes retos de las empresas.

Ante este panorama, de acuerdo con LogycaX, la transformación digital en los almacenes está focalizada en tres acciones:

1. Asegurar la omnicanalidad (uso simultáneo e interconectado de diferentes canales de comunicación, con el objetivo de estrechar la relación entre online y offline) en las redes de valor.
2. Tener personal capacitado que pueda enfrentar los nuevos retos asociados con el manejo y procesamiento de grandes volúmenes de información para facilitar la toma de decisiones.
3. Fidelización del cliente, a través del desarrollo de estrategias para mantener los hábitos de consumo.

El objetivo de dichas acciones es poder aprovechar todas las herramientas tecnológicas para optimizar los costos logísticos asociados a la gestión del inventario en los procesos de producción y distribución.



Sin embargo, para incorporar tecnología en los procesos de producción, almacenamiento y distribución, es necesario hacer planes y estrategias que permitan adoptar herramientas digitales útiles enfocadas en el logro de los objetivos estratégicos de la empresa.

Es importante mencionar que el proceso de transformación digital suele ser complejo, ya que requiere varias etapas y elementos, como se muestra en la figura 17, que modifican no sólo la forma de hacer las cosas, sino también: la cultura interna de la empresa, las habilidades del trabajador, la integración e interoperabilidad de estas tecnologías con otros procesos, la agilidad operacional y la experiencia del cliente.

Figura 17. Elementos para la transformación digital.



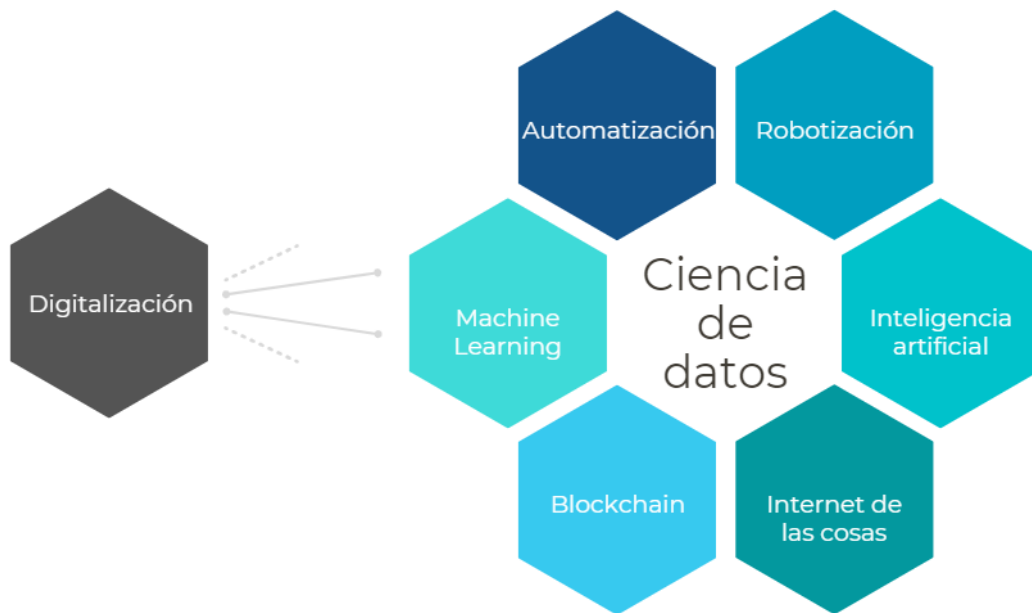
Fuente: LogycaX, 2020.

Además, dicho proceso es evolutivo y de supervivencia para la continuidad del negocio, por lo tanto, hay que construir modelos, maquetados y pilotos, basados en herramientas digitales, que permitan el trabajo colaborativo entre las diversas áreas involucradas. Como se mencionó en el capítulo 1, apartado 1.4 referente a las

habilidades blandas que los trabajadores de las empresas deben adoptar para generar procesos creativos de ideación, innovación y desarrollo.

Si bien, todas las tecnologías inherentes a la industria 4.0 han jugado un papel importante en cada proceso, se puede reconocer que la digitalización es el primer paso para la transformación digital y la ciencia de datos es transversal a todas las demás (figura 18), ya que la información se convierte en el recurso más valioso en cada proceso.

Figura 18. Tecnologías para la transformación digital.



Fuente: Elaboración propia.

Después de la digitalización, aplicar la ciencia de datos permite registrar información valiosa de clientes, insumos y productos terminados, tarea primordial que facilita la implementación de las demás tecnologías, ya que cada una de ellas, necesita la generación y análisis de datos para retroalimentarse y poder funcionar e interactuar entre las diversas tecnologías exponenciales.

### 2.3.1. Ciencia de datos

Los datos desempeñan un papel importante ya que permiten el acceso al conocimiento de inventarios, entradas y salidas; tiempo de respuesta de proveedores, procesos productivos, comercialización, clientes finales, hábitos de consumo y geolocalización entre mucha información variada que da detalles específicos a las empresas; por lo que detonará nuevas formas de monetizar los modelos operativos, productivos y comerciales basados en dichos datos.

Además, la ciencia de datos ha logrado democratizar e interactuar con grandes volúmenes de información proveniente de otras fuentes, dando como resultado un activo valioso para las empresas. En el futuro, aprovechar todo el potencial de los grandes datos requerirá dominar la integración de datos estructurados<sup>18</sup> y no estructurados<sup>19</sup>. (LogycaX, 2020).

Estos datos se extraen de diversas fuentes, considerando que detrás de cada movimiento, mercancía o sistema, existen bits de información que es posible recopilar, almacenar y procesar para analizar diversos escenarios y realizar previsiones durante la automatización de procesos. (Mecalux, 2019).

Algunas fuentes que pueden brindar datos son:

- Métricas en los tiempos de preparación de pedidos o entrega.
- Sensores y tecnologías de geolocalización.
- Estimaciones contables.
- Logística *e-commerce*.
- Alertas de desabastecimiento.

---

<sup>18</sup> Son los que la compañía ya tiene o puede recopilar con cierta facilidad.

<sup>19</sup> Son datos dispersos, heterogéneos y por ende es necesario limpiar y normalizar antes de utilizarlos.

Asimismo, algunos usos que tiene la ciencia de datos en los almacenes son:

- Control de inventarios: Flujo de productos dentro del almacén. Entradas y salidas, análisis del tráfico para detectar posibles cuellos de botella.
- Atención al cliente: Control de calidad realizado en el almacén.
- Mantenimiento: Predicción de fallas y funcionamiento óptimo de máquinas y sistemas automáticos.
- Localización: Análisis de la ubicación y el inventario de cada mercancía para optimizar la rotación de los productos y así evitar obsolescencia, pérdidas o desabasto.

La utilización de la ciencia de datos brinda a las empresas, una gran oportunidad para desarrollar habilidades relacionadas al manejo de la información para la toma de decisiones estratégicas de manera ágil, eficiente y oportuna.

### 2.3.2. Automatización

La automatización de procesos en los almacenes está diseñada para ‘dar soluciones de recolección y almacenamiento automático, que permite incrementar los indicadores de productividad, reduciendo el número de movimientos, tareas de transporte y el espacio del almacén.’ (OBS , 2020).

La automatización es la que mayor interrelación tiene con las demás tecnologías, siendo ésta una de las estrategias más efectivas para: reducir costos de operación, mejorar la calidad del servicio y aumentar la eficacia del almacenaje.

Existen dos funciones principales en las que la automatización se convierte en la base para la operación:

- Automatización de los procesos de movimiento de cargas:
  - Desplazamiento de producto en el almacén (vehículos autónomos).
  - Extracción de mercancías de los anaqueles o contenedores.
  - Carga y descarga de camiones.

- Control de calidad.
- Automatización de la organización de los procesos del almacén:
  - Organización y reparto de actividades en el equipo de trabajo.
  - Asistencia en las actividades de recolección.
  - Preparación y acondicionamiento de pedidos.
  - Rastreo y ubicación de productos.
  - Trazabilidad.

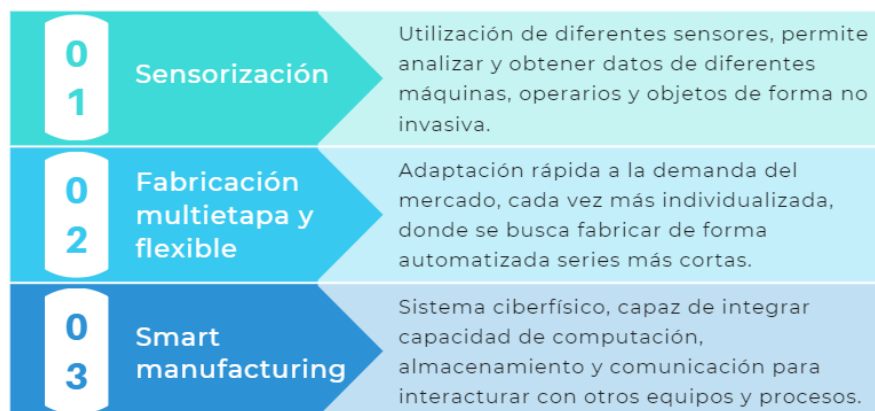
La automatización del almacén brinda ventajas como transparencia de procesos, optimización de los recursos humanos y materiales, adaptabilidad ante un mercado cambiante, seguridad operativa y reducción de costos.

### 2.3.3. Robotización

La robotización de un almacén podría definirse como un caso particular de automatización basados en el uso de robots, sensores, software y códigos. El objetivo de esta tecnología es controlar de mejor manera las mercancías.

Los sistemas de robotización son herramientas que facilitan las actividades operarias y administrativas, por lo que se convierten en instrumentos de soporte (figura 19) como lo son:

Figura 19. Instrumentos de soporte de la robotización.



Fuente: LogycaX, 2020.

Un almacén se puede robotizar de dos maneras diferentes (Mecalux, 2019):

- Robots industriales: Son máquinas programadas para ejecutar procesos industriales de manera precisa. Sustituyen la mano de obra manual usada en tareas pesadas y repetitivas, y funcionan de manera automática; básicamente están conformados por sensores que detectan información de su entorno. Por ejemplo: transelevador o transportadores automáticos
- Cobots: Son robots colaborativos que suelen tener una estructura más compacta y manejable. Su objetivo es ayudar a los humanos en el desarrollo de diversas tareas. Presentan gran versatilidad y pueden ser programados para operar de manera autónoma o guiada por el trabajador. Por ejemplo: brazos mecánicos, soldadores de arco, láser y máquinas de embalaje.

La robótica es una de las tecnologías más rápidas, precisas, flexibles y asequibles debido a la relación costo/beneficio que tienen los sensores de última generación.

#### 2.3.4. Inteligencia artificial

La inteligencia artificial se ocupa de la automatización de comportamiento inteligente, es capaz de analizar y procesar problemas de forma independiente, similar a la forma en que un humano con el entrenamiento apropiado lo haría. (LogycaX, 2020). Funciona con algoritmos auto adaptativos 'que pueden aprender de los datos sin depender de la programación basada en reglas' (SSI Schäfer, 2018, pág. 5).

Puede detectar patrones, hacer asociaciones y obtener información de los datos, además de crear conexiones significativas entre las entradas y salidas en el caso específico de su uso en almacenes. Su gestión puede llevarse a cabo a través de un sistema estandarizado de procesos o por un sistema informático que apoya ciertas actividades.

La inteligencia artificial, puede ser utilizada en actividades como:

- Simulación: Crear modelos que determinan los resultados de los posibles escenarios, por lo que ayuda a planificar los sistemas y procesos.
- Optimización: Evaluar la interrelación entre las cantidades de entrada y salida, además de obtener información detallada, que sería complicado adquirir en un proceso manual.
- Adaptación de procesos: Adaptar de manera dinámica e independiente los procesos, de acuerdo con las fluctuaciones estacionales, requisitos y necesidades cambiantes del mercado.
- Mejora continua: Analizar los procesos de trabajo, principalmente en cómo los empleados tratan los problemas, además de recopilar información sobre la eficiencia de los enfoques individuales.
- Autonomía: Operar almacenes a través de vehículos guiados de manera automática, lo que ha traído la tendencia de tener almacenes “caóticos”.

La inteligencia artificial tiene un impacto en la gestión del almacén, debido a que esta tecnología se está convirtiendo en un componente cada vez más integral, particularmente con las previsiones a corto y mediano plazo. Asimismo, se considera para la reducción en los niveles de inventarios de almacén y ciclos más rápidos (SSI Schäfer, 2018).

### 2.3.5. Internet de las cosas (IoT)

El IoT, permite la interconexión de objetos de uso cotidiano a través del servicio de Internet para que puedan enviar, recibir, procesar y almacenar información. El uso de esta tecnología dentro de los almacenes aumenta la transparencia de todos los activos mediante el etiquetado de artículos individuales, pallets y equipos operativos (LogycaX, 2020).

Asimismo, algunos de los objetivos del IoT son: superar la precisión de las operaciones logísticas dentro del almacén, mejorar la experiencia de los clientes, así como hacer

eficiente la gestión de datos e inventarios. Esto constituye una mejora cualitativa en los procesos de almacenaje y distribución (Aceves, 2018).

El IoT es utilizado en procesos como:

- Pagos de largo alcance para los proveedores de logística.
- Ahorros en costos: tiempo y dinero.
- Eficiencia y optimización de los consumos energéticos.
- Localización de un producto o paquete en tiempo real.
  - Mejor control de las entradas y salidas.
  - Monitoreo en tiempo real de sus operaciones.
  - Comunicación con el cliente, dándole visibilidad desde la compra, hasta la entrega a domicilio de su producto.
  - Asegurar la última milla (proceso en el que el paquete sale del último punto de distribución y llega hasta el último punto de entrega).
- Prevención de accidentes dentro del almacén.
- Generación de datos de los objetos conectados, como lo es:
  - La tarea que realiza cada objeto, por lo que permite una mejor planificación.
  - Condición en la que se encuentra tanto el objeto como el sistema interconectado, esto brinda más información para la eficiencia de proceso y el mantenimiento.
  - Posiciones actuales de los activos que permiten una mayor visibilidad.

El IoT es visto como una tecnología clave para brindar soluciones a todas aquellas tareas operativas particularmente complejas, en las que se destinan la mayoría de los recursos humanos y financieros.

### 2.3.6. Blockchain

El Blockchain o cadena de bloques es una base de datos que no está almacenada en una única ubicación, además de estar cifrada (asegurada a través de claves).



Representa un cambio sustancial respecto a la base de datos centralizada, por lo que una cadena de bloques debe tener varios usuarios (nodos) que se encargan de verificar las transacciones, sin embargo, esta verificación no permite la manipulación de los datos en forma particular (Levy, 2019).

El blockchain 'crea una transparencia para todas las partes de la cadena de suministro, ya que se puede ver el progreso de los bienes, desde el origen de la materia prima hasta su producto terminado, el estado de los documentos contractuales, la logística de los embarques, denominación de origen y permisos aduanales, entre otros. La adopción en las actividades de almacenamiento tendrá un impacto significativo, reduciendo las malas prácticas, demora, fraudes, piratería y costos elevados asociados con la entrega.' (LogycaX, 2020).

Los usos principales del blockchain dentro de los procesos logísticos son:

- Trazabilidad: Da seguimiento a los productos en toda la cadena de suministro, desde el origen hasta que llega con el cliente.
- Automatización basada en blockchain: Mejora los tiempos de pago, además de reducir los errores en la facturación.
- Transparencia y seguridad enfocado a los consumidores: Serialización del producto, caducidad y verificación de autenticidad, así como denominación de origen.

El uso de blockchain fortalece el trabajo colaborativo de las distintas partes de la cadena de suministro hasta llegar al cliente final, lo que brinda mayor transparencia y confianza; también incentiva el uso de diferentes modelos de negocio para un mismo proceso.

### 2.3.7. Machine Learning

Machine Learning 'es un término colectivo para varios procesos utilizados para determinar una interrelación funcional desconocida entre la entrada y salida de datos resultantes. En su forma básica, un algoritmo de aprendizaje automático es alimentado

con información que debe analizar y reconocer para obtener un resultado específico.’ (LogycaX, 2020).

Generalmente se hace una distinción entre cuatro tipos de aprendizajes (SSI Schäfer, 2018):

- Aprendizaje supervisado: El algoritmo puede desarrollar una regla para hacer una distinción entre un objeto y otro. El aprendizaje debe poder abstraerse o generalizarse a partir de los datos de entrenamiento.
- Aprendizaje sin supervisión: Intenta detectar patrones apropiados simplemente al observar los datos de entrada, complejizando la tarea, ya que no se tiene un objetivo específico.
- Aprendizaje semi-supervisado: Es una mezcla de los dos procesos anteriores, es decir, además de la tarea de distinguir entre objetos, realiza simultáneamente un reconocimiento más eficiente y robusto.
- Aprendizaje reforzado: Un algoritmo aprende independientemente la mejor estrategia para lograr un objetivo en el futuro. El algoritmo no se presenta con el resultado, pero se le da una indicación o refuerzo, hasta que él mismo se acerque al objetivo. En este tipo de aprendizaje, los resultados se evalúan con relación a la base anterior de conocimientos.

El Machine Learning permite colaborar entre equipos, mejora la precisión y permite automatizar los procesos. En general, las aplicaciones del aprendizaje se destinan a tres puntos principales:

Figura 20. Aplicaciones del Machine learning.

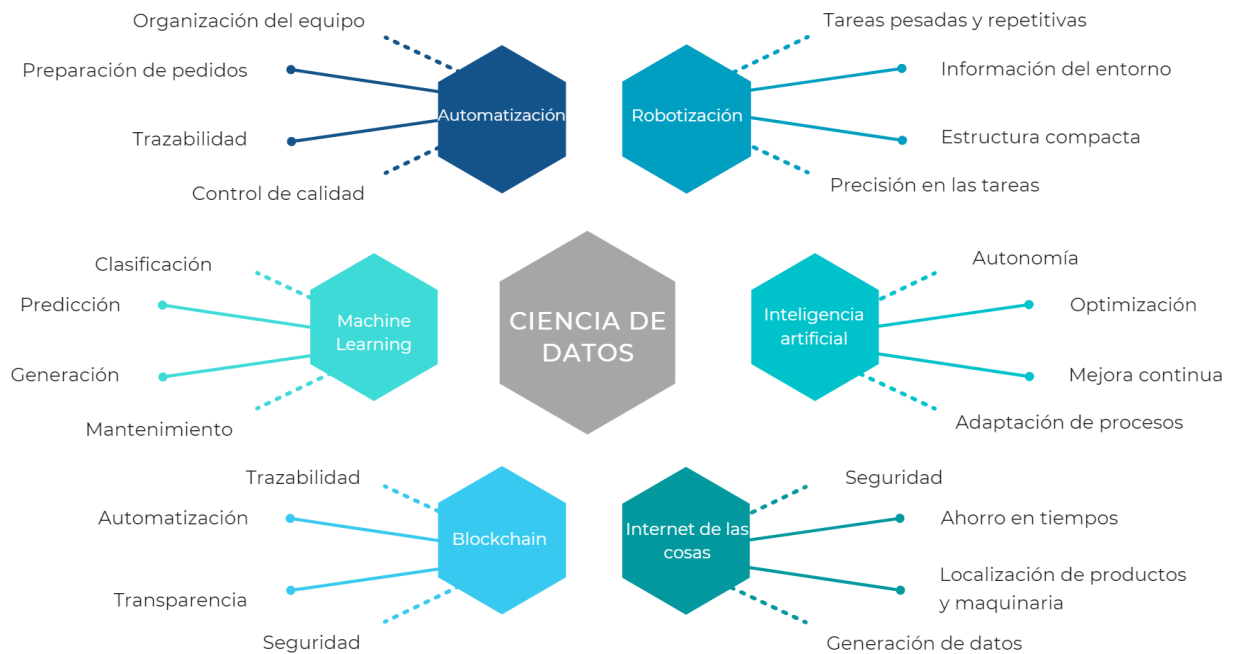


Fuente: LogycaX, 2020.

Las aplicaciones de Machine learning en los almacenes, le permite a la empresa obtener cálculos más precisos de los pronósticos de la demanda, generar mantenimientos preventivos de hardware integrados en las máquinas, optimizar de manera más inteligente las rutas de transporte, mejorar la seguridad a través del uso del reconocimiento espacial y de voz en el almacén y gestionar de mejor manera el inventario.

Como se ha identificado en la descripción y conceptualización de estas tecnologías, existe una línea muy delgada entre cada una de ellas, lo que facilita la interoperabilidad (figura 21) y la necesidad o dependencia entre sus fronteras para el uso en la optimización y transformación digital de las empresas o departamentos de logística.

Figura 21. Interoperabilidad de las tecnologías digitales de transformación en almacenes.



Fuente: Elaboración propia.

La transformación digital de la empresa y su decisión sobre la tecnología a utilizar dependerá entonces, de su adaptabilidad, situación financiera, integración en el sector e interoperabilidad con proyectos futuros.

#### 2.4. Transformación de capacidades y habilidades de las actividades logísticas en almacenes en México.

La transformación digital no sólo está relacionada con la incorporación de tecnología en los procesos, como se mencionó en el apartado anterior, también es necesario modificar la cultura y las organizaciones productivas.

Mientras que en el capítulo primero, se habló de manera general sobre las capacidades y habilidades individuales, consideradas como necesarias en este contexto de la industria 4.0; es importante precisar que no todas las actividades tienen

la misma integración con la tecnología, ni el mismo grado de cohesión con las habilidades blandas.

Es por ello, que en este apartado se analizará la transformación de los almacenes y de sus trabajadores, ya que si bien, existen casos de éxito como:

- La Costeña (planta Ecatepec, Edomex), en donde se genera el 85% de su producción y que, en 2011, se consideró como el almacén automatizado más grande de Latinoamérica. (Rodríguez, 2011).
- Asociación de Agentes Aduanales del Puerto de Veracruz, impulsó en octubre de 2018, un acuerdo de colaboración entre diversos actores del puerto, para participar en la Alianza para una Nueva Conectividad Homologada, Óptima y Resiliente (proyecto ANCHOR); la cuál impulsa el desarrollo y aplicación de Blockchain para mejorar la seguridad en el registro y almacenamiento de datos, así como para la trazabilidad de los productos. (Lecona, 2019).

En la mayoría de los almacenes, siguen empleando la estrategia de reducir costos a través del reclutamiento de personas con menores cualificaciones. Lo que significa un desinterés en brindarle a los trabajadores la posibilidad de aprender o apropiarse de nuevas habilidades y capacidades para seguir compitiendo en el mercado laboral.

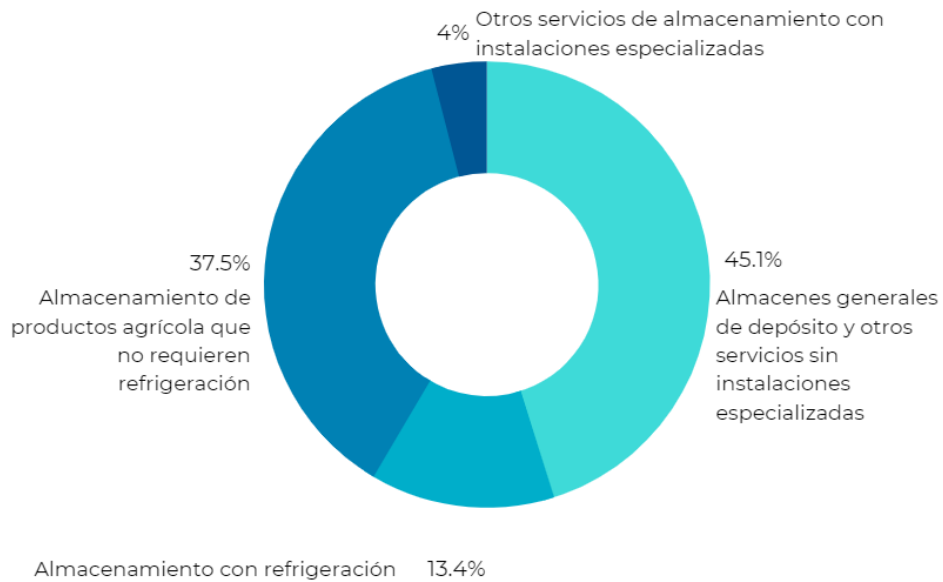
Y, por otro lado, las empresas que comienzan a implementar tecnología no tienen personal capacitado. Un ejemplo, son los resultados de la encuesta *IoT survey 2020* para México, realizada por PwC, en donde el 84% de los directivos tienen la preocupación de no contar con el personal capacitado o con las habilidades apropiadas para desarrollar, implementar y usar IoT. (PwC, 2020).

Antes de explorar las habilidades digitales solicitadas en los almacenes en México, es importante conocer sus características principales, como la ubicación y el tipo de actividades que tienen. De acuerdo con las cifras del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), en México existen 1,472 unidades productivas enfocadas a los servicios de almacenamiento, ubicadas principalmente en: Jalisco

(198), Ciudad de México (115), Guanajuato (108), Tamaulipas (101) y Chihuahua (98). (DENUE, 2020).

De este total, los servicios de almacenamiento están divididos de la siguiente manera (figura 22):

Figura 22. Servicios de almacenamiento en México.



Fuente: Elaboración propia con datos del DENUE, 2020.

Dentro de los servicios de almacenamiento, se puede notar que la mayor parte se encuentran en el rubro de almacenamiento general sin instalaciones especializadas, la cual tiene como principal actividad: 'prestar servicios de guarda o conservación, manejo, control, distribución, transportación y comercialización de bienes o mercancías que se encuentren bajo su custodia' (FCA, 2016).

Ante este escenario, se analizaron las ofertas de trabajo relacionadas con los almacenes, con el objetivo de saber qué tipo de capacidades se están solicitando y si hay alguna intención de transformarse a través de adquirir un factor humano con capacidades y habilidades cada vez más especializadas a las nuevas tecnologías.

Para ello, se realizó la consulta en línea de las bolsas de trabajo más importantes a nivel nacional<sup>20</sup>, sobre las habilidades específicas que necesita una persona para ser contratada en actividades de logística dentro de almacenes.

Las palabras clave para la búsqueda fueron: almacén y logística, en un periodo de noviembre a diciembre del 2019. Asimismo, para trabajar con una muestra estadísticamente representativa, se ocupó la fórmula para cálculo de la muestra de poblaciones finitas para cada bolsa de trabajo:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

N= Total de la población

Z<sub>α</sub>= 1.96 al cuadrado, para tener un 95% de confianza

p= Proporción esperada 0.05

q= 1-p= 1-0.05

d= Precisión del 5%

Por lo tanto, la lista de las bolsas de trabajo y sus respectivas muestras, son las siguientes (figura 23):

Figura 23. Principales bolsas de trabajo en México, universo y muestra.

| Bolsa de trabajo | Top of mind | Frecuencia de uso | Universo | Muestra |
|------------------|-------------|-------------------|----------|---------|
| OCC Mundial      | 72%         | 91%               | 1,974    | 70      |
| Computrabajo     | 10%         | 51%               | 4,853    | 72      |
| Indeed           | 6%          | 41%               | 878      | 67      |
| LinkedIn         | 5%          | 33%               | 788      | 67      |
| Bumeran          | 1%          | 20%               | 63       | 34      |

Fuente: Elaboración propia con datos de Asociación de Internet, 2018.

<sup>20</sup> Listado basado en el estudio: “Búsqueda de empleo por internet en México, 2018”, realizado por la Asociación de Internet.

Sin embargo, para las plataformas de Computrabajo (se registraron 9) y Bumeran (11), no se llegó al número de muestra, debido a que la mayoría de las ofertas revisadas presentaron las siguientes inconsistencias:

- Repetición de ofertas de trabajo.
- Falta de información correspondiente a habilidades digitales.
- Sin especificaciones, ni separación entre nivel educativo, ni habilidades digitales.
- El filtro de Computrabajo agregó de forma predeterminada “transporte” por lo que la mayoría de las ofertas están enfocadas a puestos de chofer o similar.
- Las ofertas publicadas por parte de Adecco carecen de información tanto de nivel educativo, como de habilidades y capacidades.

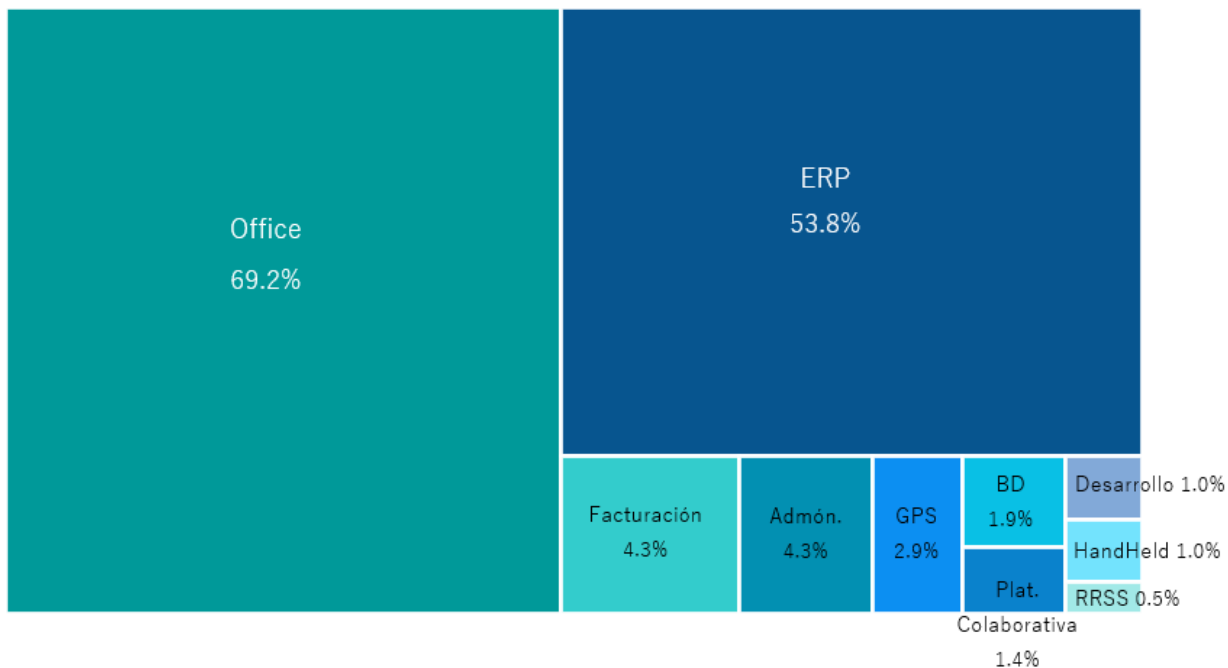
De acuerdo con los datos recopilados, el 24.0% de las ofertas publicadas son para el puesto de “jefe”, con un sueldo promedio de \$15,822, con habilidades en Excel y el uso de un ERP (sistema de planificación de recursos, ERP por sus siglas en inglés), seguido del 14.4% que solicitan un “Coordinador” con habilidades similares al puesto de jefe, pero con un sueldo promedio de \$14,630. El tercer puesto más solicitado con un 13.0% es para “Auxiliar”, en donde sólo tres empresas buscan a alguien que además de la paquetería de Office, tenga destreza en el uso de algún ERP, el sueldo promedio es de \$7,475, con un horario de trabajo de 10 horas al día.

Cabe destacar, que para el puesto de “Gerente”, el sueldo promedio es de \$27,625, sin embargo, sólo se publicaron 10 ofertas, y los sueldos más altos los ofrecieron empresas transnacionales, uno de \$35,000 y otro de \$65,000 respectivamente. Asimismo, para la primera oferta, no se incluyeron habilidades digitales específicas, mientras que, para el segundo, solicitaron conocer el manejo tanto de SAP, como de Oracle.

Sin embargo, como se puede ver en la figura 24, la mayoría de las ofertas se concentran en habilidades digitales básicas, basadas principalmente en el uso de Office y en el ingreso de datos a un sistema de ERP.



Figura 24. Principales requerimientos de conocimiento en Tecnología.



Fuente: Elaboración propia.

Aproximadamente el 70.0% de las ofertas solicitaron conocimientos de Office, de la cual, 44.5% solicitan conocimiento de dicha paquetería sin especificar, 51.0% enfatizaron o sólo mencionaron el uso de Excel, 3.0% incluyeron conocimientos de Outlook, mientras que 1.0% pidió manejo de Access y 0.5% del programa de Microsoft Project.

Por otro lado, del 53.8% del total de las ofertas que solicitan conocimientos en algún ERP, 62.0% refiere experiencia en el uso de SAP (marca específica de un ERP) sin especificar módulo o nivel de conocimientos, 14.0% no especificaron nombre del sistema ERP, el 15.0% mencionaron que fuera un módulo enfocado a *Warehouse Managment System* (WMS), 7.0% solicitaron conocimiento en Oracle, mientras que solo el 2.0% solicitó Proscail.

Respecto a las habilidades digitales colaborativas y para uso creativo, la oferta fue la siguiente: seis empresas buscan a personas con conocimiento de plataformas de

geolocalización como GPS y *Tracker*; cuatro solicitan especialistas en base de datos y que dominen plataformas como *Datastream* o *Dynamics*, mientras que en tres ofertas requieren el conocimiento sobre plataformas colaborativas como *Asana*, *Dropbox* o *Google Sheets*; dos ofertas estaban enfocadas a la búsqueda de desarrolladores web; y una con habilidades para el manejo de redes sociales (RRSS), específicamente *WhatsApp* empresarial y *live chat*.

Sin embargo, los sueldos que ofrecen para la gente con estas habilidades adicionales no sufrieron variación, ya que el promedio se encontró en \$10,000 mensuales; tres puestos no especificaron el sueldo y sólo uno ofrece \$22,000 (gerente con conocimientos de sistemas de geolocalización).

De acuerdo a los hallazgos identificados en la muestra de ofertas laborales, se aprecia que en las actividades de logística en almacenes sigue presentando esquemas tradicionales de trabajo (Hombre-Máquina-Tiempo) es decir requieren personal para desarrollar actividades altamente repetitivas y con poco valor agregado, ya que en muchas empresas, les es indiferente contratar a un empleado con bachillerato terminado, que a un ingeniero o licenciado, lo que denota una brecha en la integración de las nuevas tecnologías y capital humano con habilidades digitales en los procesos productivos.

La mayoría de las ofertas tienen incipientes requerimientos en uso de TIC, es decir, no expresan una especialización o conocimiento en temas relacionados a nuevas tecnologías (Industria 4.0) y dejan fuera el manejo de habilidades y destrezas que permitan o fomenten la innovación.

## 2.5. Conclusiones.

En este capítulo se analizó la importancia de los almacenes en el proceso productivo, siendo éstos, fundamentales para el soporte de los sistemas logísticos. Asimismo, se exploró la inserción de elementos que ayudan a que un almacén se transforme digitalmente.

La incorporación de herramientas tecnológicas dentro de los almacenes comprende todas sus áreas para lograr una operación interna a través de la conectividad e interoperabilidad que permiten automatizar y controlar cada una de las funciones del almacén.

También, en este capítulo se abordaron algunas consecuencias respecto al crecimiento exponencial de los avances tecnológicos, tanto en la forma de producir, almacenar y distribuir, como en los patrones de consumo.

Aunque la implementación de tecnología en almacenes deriva en nuevas necesidades en cuestión de habilidades para los trabajadores, en la revisión que se realizó a las bolsas de trabajo en México, se puede apreciar que las actividades de logística en almacén, no tiene cambios sustanciales en su oferta laboral.

Se puede suponer que una posible razón de este fenómeno es la flexibilidad laboral, la cual ha hecho que, en México, la mano de obra sea cada vez más barata, por lo que, en términos de costos, la empresa no está incentivada a innovar o a implementar nuevas tecnologías y prefieren seguir con la dinámica actual.

Este segundo capítulo comienza a brindar un panorama de la posible respuesta a la pregunta de investigación, respecto a cómo la Industria 4.0 cambia las organizaciones productivas en almacenes.

### **3. Análisis de la logística en almacenes en México**

En este tercer apartado, se analizará la dinámica de las actividades dentro de los almacenes, la metodología utilizada para este ejercicio es un estudio de casos. Aunque existe una ambivalencia en su uso, esta metodología resulta útil para explorar situaciones de los que no se encuentra suficiente información.

Uno de los cuestionamientos fundamentales de los estudios de casos ‘es su incapacidad radical para generalizar sus resultados, ya que el análisis de un solo ejemplo de fenómenos sociales no puede proporcionar información confiable sobre la clase entera de los fenómenos considerados.’ (Giménez, Gilberto y Catherine Heau, 2014).

Sin embargo, su utilidad radica en la forma explícita en la que detalla uno o algunos pocos ejemplos de un fenómeno social, en este caso, respecto a la organización productiva de algunos almacenes en México.

La decisión para hacer un estudio de casos se debió a la poca información disponible; por lo que la finalidad del análisis es explorar un comportamiento específico en un determinado contexto espaciotemporal. Debido a ello, las conclusiones que se obtendrán en este capítulo serán clasificadas como generalidades al interior del grupo de unidades estudiadas.

#### **3.1. Metodología**

En cuestión metodológica, la investigación es analítica-cualitativa, debido a la carencia de información disponible sobre los procesos de absorción de tecnología en los almacenes mexicanos.

El sector o actividad estudiado son las organizaciones productivas en almacenes, a través del método de estudio de casos múltiples. Para ello, se elaboraron entrevistas semiestructuradas a empresas trasnacionales que operan en México y que han

implementado alguna tecnología inherente a la Industria 4.0, en sus procesos de almacenaje.

La selección de la primera lista de empresas estuvo basada en una investigación de fuentes secundarias como noticias, estudios realizados por la iniciativa privada, información extraída de los sitios web institucionales y empresariales, entre otros. Se consideraron 15 empresas (transnacionales, proveedores y operadores logísticos) de diversos sectores de la economía, debido a la transversalidad que tienen las actividades de logística en almacenes:

- Es una etapa importante dentro del proceso productivo para todas las grandes empresas.
- El desarrollo de modelos de negocios basados en la terciarización del almacenamiento de productos repercute en todos los sectores económicos.

Sin embargo, se obtuvo una respuesta no favorable para la realización de una entrevista con fines académicos. Los argumentos principales para rechazar la entrevista por parte de las empresas fueron:

- Temor a que la investigación se destinara a realizar estudios de mercado pagados por su posible competencia.
- Problemas con otras áreas de la empresa, principalmente con Recursos Humanos, ya sea para permitir los contactos con gente de los almacenes, como la sensibilidad de la información de sus procesos productivos.
- El Gerente o Encargado del Almacén estaba indispuesto.
- No contestaron.

Por esta razón, la muestra de empresas no es estadísticamente representativa, debido a que, de 15 solicitudes realizadas, sólo tres aceptaron. Ante este escenario, se tomó la decisión de incorporar a consultoras o especialistas en logística, almacenes y transformación digital.

Para el diseño de la entrevista se consideraron los siguientes elementos y variables:

- Perfil del entrevistado.
- Descripción del sector al que pertenece la empresa.
- Tecnología implementada.
- Nivel de incorporación de nuevas tecnologías en las empresas mexicanas respecto con sus símiles en otros países.
- Tipo de experiencia al incorporar nuevas tecnologías.
- Retroalimentación con operativos.
- Proceso de adopción.
- Capacitaciones.
- Perspectivas futuras para la empresa.

Con la intención de obtener una mayor confiabilidad en los resultados, las entrevistas se basaron principalmente en la comunicación formal y en caso de ser posible, se acudió a los centros de almacenaje de las empresas o en su caso, a las oficinas de los consultores.

El contexto tiempo-espacio de las entrevistas a empresas trasnacionales y proveedores fue: Ciudad de México, Morelos y Querétaro. Mientras que, las consultoras se centraron en Ciudad de México y Suecia (con operaciones en México y América Latina). Las entrevistas se realizaron entre los meses de agosto del 2019 a marzo del 2020.

Mientras tanto, el perfil de las empresas entrevistadas es el siguiente:

- Manufactura de productos personales. Es una multinacional creada en la década de 1890 en el Reino Unido, para después fusionarse con una familia neerlandesa. Inició con jabones destinados a la limpieza e higiene de las personas, en 1917, prepara su expansión a América del Norte a través de una alianza con una empresa estadounidense de alimentos (cereales), para después de la Primera Guerra Mundial, llegar a toda Latinoamérica. Sin embargo, es hasta 1929 cuando se constituye por completo. Actualmente, es

considerada como empresa líder del grupo de la industria de alimentos, bebidas y tabaco; asimismo, elabora también productos destinados al cuidado del hogar y cuidado personal.

- Comercio electrónico y distribución. se fundó en 1995, en Estados Unidos, su origen fue la venta de libros por internet, sin embargo, al tener un crecimiento exponencial en cuestión de ventas y visitas al portal web, la empresa comenzó a diversificarse en otros productos.

Actualmente no sólo se dedica al comercio electrónico, también brinda soluciones tecnológicas como infraestructura y nube. Y ha comenzado a incursionar como creador de contenido y plataformas educativas.

- Autopartes (empresa especializada en manijas para puertas). Su principal actividad es la elaboración de manijas interiores y exteriores para puertas. Comenzó operaciones en el 2002 con su planta en Querétaro, la cual tiene cuatro plantas de producción: Inyección convencional y por gas, planta de pintura con tecnología de máquina de lavado automático, ensamble y *key set* (manijas, llaves, chapas para puertas, cajuelas y encendido de automóvil).

Adicionalmente, se realizaron dos entrevistas a expertos que fueron contactados de manera personal y no como representantes de la empresa en la que laboran. Y, a dos consultoras dedicadas al desarrollo de soluciones e implementación de nuevas tecnologías en procesos productivos y transformación digital, una de ellas con presencia a nivel internacional, por lo que la relación de entrevistas quedó de la siguiente manera (figura 25):

Figura 25. Relación de entrevistas

| Relación de entrevistas | Grupo o sector       | Número de entrevistas | Puesto / Rol                           |
|-------------------------|----------------------|-----------------------|--|
| Empresa A               | Productos personales | 4                     | Coord. Logística y<br>Coord. Warehouse |
| Empresa B               | Comercio electrónico | 2                     | Policy Manager                         |
| Empresa C               | Manijas para puertas | 1                     | Encargado almacén                      |
| Fco. Javier Miceli      | Experto              | 1                     | Consultor para Office<br>Depot         |
| Carlos Benítez          | Experto              | 1                     | Implementación del<br>software EWM SAP |
| Sycorax Systems         | Consultoría          | 1                     | Director General                       |
| Propulsar               | Consultoría          | 2                     | Socio y Director de<br>TIC             |

Fuente: Elaboración propia

La finalidad de este análisis es analizar las características de las empresas entrevistadas, además de la realidad de los trabajadores al incorporar la tecnología inherente a la Industria 4.0 en sus actividades e identificar las habilidades necesarias que demanda un contexto tecnológico.

### 3.2. Observaciones

Las entrevistas brindaron información respecto a la operación, las tendencias y los futuros perfiles a necesitar para los almacenes. Cabe recordar que las empresas entrevistadas tienen cierto grado de implementación de diferentes tecnologías relacionadas con los procesos de logística en almacenes, por lo que los resultados de las entrevistas no se consideran como la generalidad de estas actividades.

Asimismo, se buscó obtener una visión integral del fenómeno, al entrevistar a siete Ingenieros de diversas áreas de especialidad: industrial (3), tecnologías de la información (1), electrónica (1), civil (1), comunicaciones y electrónica (1); y a tres



personas de las ciencias sociales: Licenciado en Comercio (1), Psicólogo (1), Economista (1).

Cabe destacar que los Ingenieros están enfocados en áreas de implementación y operación, mientras que los entrevistados con perfiles en las áreas sociales, están orientados a temas de consultoría y acompañamiento en la implementación. Lo que refleja que el fenómeno de transformación digital y las organizaciones productivas, necesita ser analizado de manera transdisciplinar.

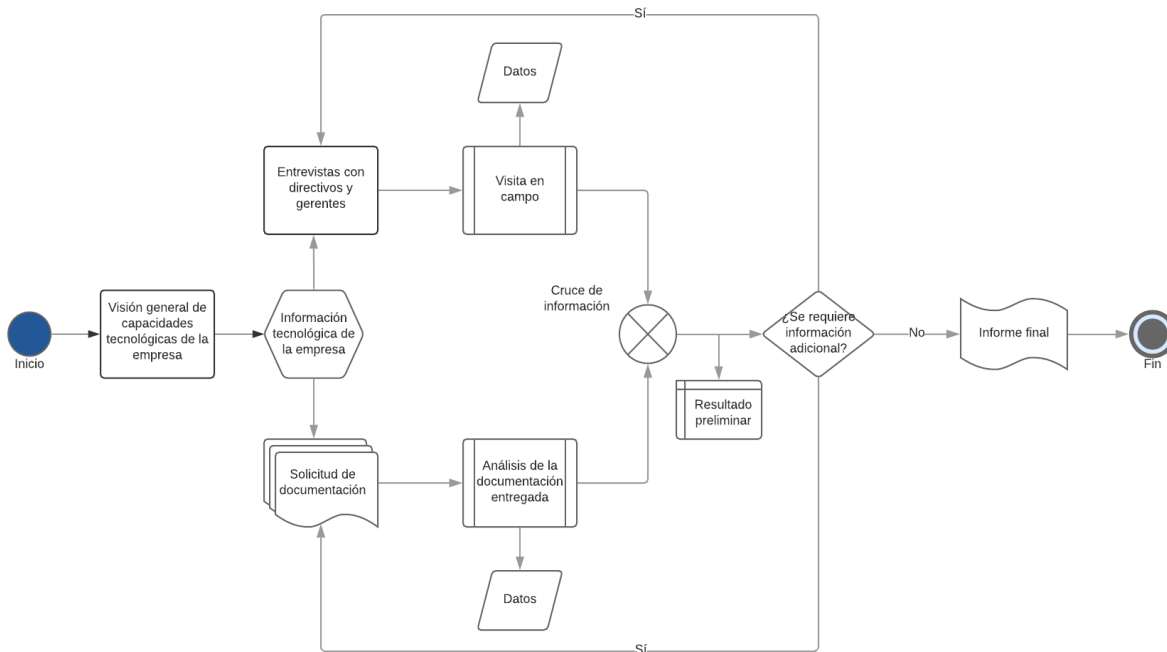
### 3.2.1. Actividades en el almacén

De forma general, las actividades de un almacén se centran en la entrada, salida y/o traslado interno del producto. 'Partiendo de esa idea y aunque pareciera fácil, hay almacenes que su operación se vuelve increíblemente complicado, aunque sólo sean tres cosas las que pasan, el proceso en un almacén es más, porque tú puedes hacer una salida por venta, traslado a otro almacén, menudeo o por exportación.' (Benítez, 2019). Por lo que, para entender la dinámica de los almacenes, se le solicitó a los entrevistados que explicaran sus actividades.

En la parte operativa, la mayoría de los entrevistados, comentaron que su labor principal es gestionar y ejecutar proyectos de mejora continua o tecnológicos, con el objetivo de hacer más eficiente la operación, mientras se reducen los costos.

'Básicamente se implementan y complementan las labores de áreas de innovación o mejora continua, asimismo, se hace una auditoría tecnológica (figura 26) que incluye nuevas soluciones tecnológicas y estudios de mercado. También diseñamos, hacemos mejoras y estamos encargados de toda la tecnología que opera en la planta, desde hardware hasta software.' (R., 2019)

Figura 26. Proceso de auditoría tecnológica



Fuente: Elaboración propia con base en la entrevista con el jefe de Mejora aplicada.

Otra de las actividades del almacén son los procesos logísticos, desde la entrada o recepción de los materiales como materias primas y empaques; así como el almacenamiento, suministro a las líneas y de retorno, ‘que es recibir el producto terminado para generar toda la parte que son los pallets y; el almacenamiento y embarque, ya sea a nivel nacional o de exportación.’ (O., 2019) Es decir, el almacén no sólo está relacionado con los productos finales, sino con toda la parte de materias primas, que pasa al área de producción y después es regresado como un producto terminado.

Las tres empresas manejan productos heterogéneos, sin embargo, en las tres es necesario saber manejar materiales como tarimas, cajas y bolsas para asegurar la distribución correcta de cada producto. Y en el caso de los productos personales, también incluyen áreas de refrigeración.

Por otro lado, se pueden distinguir dos tipos de formas utilizadas para el acomodo de los productos:

- Clasificación ABC: Ordenar los productos en los rack dentro del almacén, a partir de la frecuencia de uso de los materiales o productos, 'por ejemplo, cuando fabricamos latas de aerosol, marca X o Y, lo que más se utiliza es la lata solita, entonces, la forma en la que se acomodan las latas, es en la parte más baja del rack que está en el almacén, para que no se tengan que hacer maniobras en el momento de ocupar el material, además de las latas, conforme va disminuyendo la frecuencia de algún material, se va acomodando de esa forma en los racks'. (C., 2019).
- Clasificación caótica: No se tiene un orden establecido para almacenar, por lo que cada estante contiene diversos productos, en la que los empleados, si pasan por un estante y ven que hay espacio para guardar algo, lo ocupan. 'Esta forma de ordenar, por así decir, los productos, nos ayuda a ahorrar tiempo, porque ya no se recorren grandes distancias para guardar las cosas al otro extremo del almacén y también, aunque parezca increíble, nos ayuda a ahorrar espacio, pero para no perder productos, hay códigos o direcciones en cada estante, entonces los acomodadores dejan el producto donde hay espacio y con un *handheld*, registran su ubicación para que el recolector que va por un pedido, sepa dónde encontrarlos... La inteligencia artificial traza la mejor ruta para que el recolector recoja la totalidad de los productos.' (A., 2019).

Las diferentes clasificaciones que utilizan las empresas van de acuerdo con el giro del negocio, a las necesidades de la demanda y a los tipos de productos que comercializan.

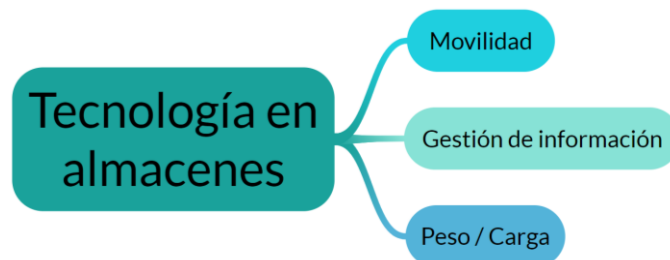
Mientras tanto, las personas encargadas de implementar tecnología en los almacenes se definen como consultores, integradores y operadores del sistema de almacenaje y distribución. Algunas de las actividades a su cargo es el análisis del negocio y toda la parte de integración, además, deben garantizar que los sistemas operen de manera correcta.

Consideran que el almacén implica un gasto, por lo que se debe trabajar en hacer una cadena de suministro eficiente, para así, reducir al mínimo los gastos del almacén, sin descuidar el servicio al cliente.

### 3.2.2. Tecnología implementada

Como se mencionó en el segundo capítulo, existe una gran variedad de soluciones tecnológicas enfocadas a la optimización de los almacenes, por ejemplo: vehículos robotizados para el traslado del producto, SKU (códigos de identificación de cada producto), racks dinámicos, robot industrial móvil (MIR, por sus siglas en inglés), robots “*palletizadores*”, impresoras 3D, softwares basados en inteligencia artificial para la trazabilidad de los productos (en conjunto con barras 2D), *robot-stow* (acelera la descarga de los camiones que llegan al centro con las materias primas), radiofrecuencia, *handheld*, entre otros. Todas estas tecnologías pueden agruparse, en tres grandes áreas (figura 27):

Figura 27. Tecnología en almacenes



Fuente: Elaboración propia

Dentro del grupo de herramientas tecnológicas encargadas a mejorar la movilidad en el almacén, se encuentran los MIR (figura 28), ‘que buscan evitar que las personas lleven material del almacén, hacia la línea de manufactura, puesto que esto implica que hay una persona ocupando tiempo para caminar del almacén a la línea de manufactura y de regreso varias veces, todos estos caminados para la metodología industrial, no agrega valor, ya que tú le estás pagando a una persona por caminar, cuando deberías de pagarle por generar valor.’ (C., 2019).

Figura 28. MIR



Fuente: R., 2019.

Los MIR reciben señal de manufactura indicándole qué material necesita, ‘el robot solito va al rack, recoge las cajas, solito lleva las cosas hasta el área de manufactura y solito las pone en la línea de producción para que se fabrique solo.’ (C., 2019).

Otra herramienta tecnológica para ayudar a la movilidad de los productos, son los racks dinámicos, que no necesitan del uso de un montacarga, sino son racks de tres o cuatro pisos, en los que se presiona un botón y el piso que necesitas baja por sí solo para obtener el material que requiere el área de producción.

En el segundo grupo de gestión de información, existen diversas herramientas encargadas del almacenamiento, análisis y/o control de las actividades y productos que se encuentran en el almacén, como los códigos de barras, SKUs, RFID, etc.

Por ejemplo, los *kanbans* electrónicos (figura 29) señalan que hay una necesidad de productos, repuestos o inventarios. ‘A veces, por una lámpara de color verde tú sabes que el nivel de materiales en lata está bien, pero la lámpara amarilla en el corrugado te dice que va a la mitad, entonces ya sabes qué hacer.’ (C., 2019).

Figura 29. *Kanban* electrónico



Fuente: R., 2019.

Sin embargo, no sólo es necesario tener mecanismos de identificación, por lo que la mayoría de las unidades analizadas optaron por implementar algún módulo de SAP (sistemas de planificación de recursos, enfocados a cada área de la organización y que está interconectado para consultar y compartir información entre cada subárea), debido a las cantidades de información y productos que se manejan dentro de sus almacenes.

Los módulos de SAP, principalmente el MM (módulo de Manejo de Materiales) tiene como objetivo simplificar la cadena de suministro a través de una gestión flexible de los stocks. Además de brindar 'la facilidad para integrarse con otros productos que no necesariamente tienen que ser SAP, a través de las BAPIs, que son interfaces que permiten integrar diversos componentes, ya sea de SAP o externos.' (Benítez, 2019).

Este módulo es útil en procesos que no van a cambiar, es decir 'si siempre se van a hacer las cosas de una sola forma, entonces no se tienen que ajustar todos los pasos para que el sistema funcione, o sea, disminuye las actividades de cada ciclo.' (Benítez, 2019).

Un ejemplo de la interconectividad entre diversas herramientas, es la vinculación que se puede lograr entre el módulo de SAP y los SKU de los productos, 'que te identifica todos los productos, es como un CURP de cada producto que te ayuda a saber cuándo se fabricó, cuando llegó, en dónde está, da las coordenadas, solamente es un código

de barras que está vinculado al SAP y es utilizado para el control del almacén y para evaluar la calidad de cada producto.’ (C., 2019).

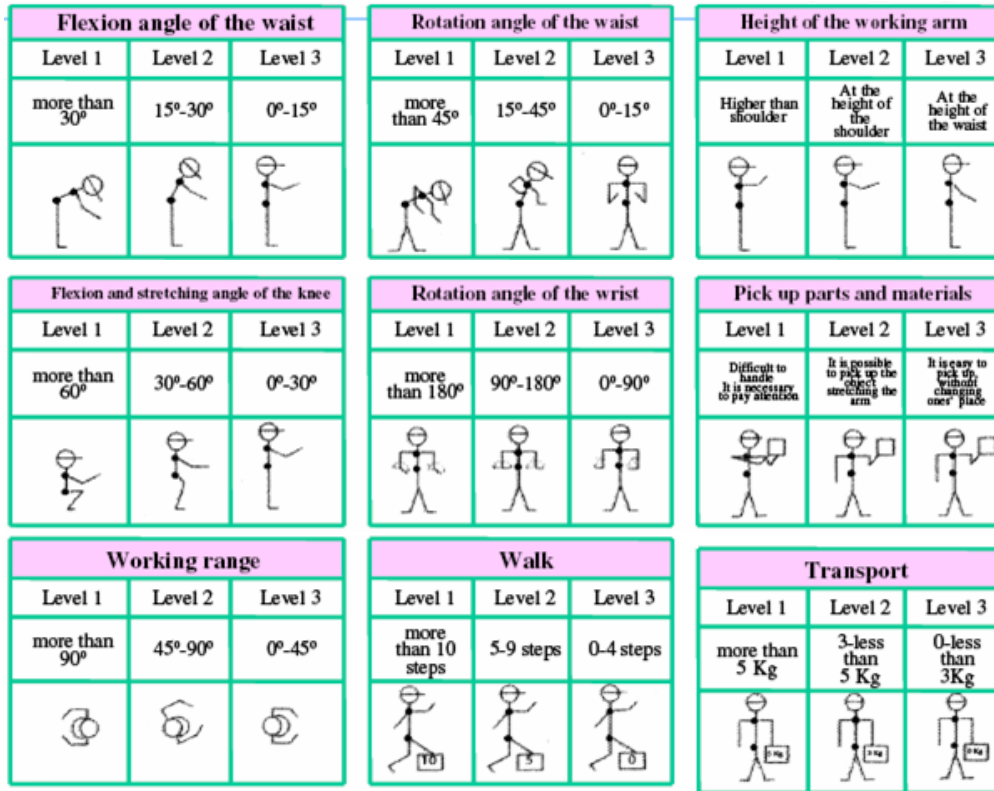
En el tercer grupo de herramientas tecnológicas, se encuentran las encargadas en disminuir peso o carga física al operador, un ejemplo son los montacargas, que mueven tarimas de 1,400 kilos aproximadamente. Su implementación está enfocada a las maniobras de descarga de materiales de los transportes de los proveedores.

‘Anteriormente, toda esa actividad se generaba manualmente, es decir, había personas que entraban con un patín, cargaban y sacaban estos materiales al piso, donde ya eran revisados y analizados. La implementación de equipos de montacargas o patines eléctricos es para evitar tener el esfuerzo físico de las personas, haciendo la misma actividad, entonces, una actividad que hacían dos o tres personas fue sustituida por una sola persona y un equipo de estas características de carga mecánica para evitar el sobreesfuerzo, pero eso contrajo que dos personas que tenían una actividad en esa parte pues ya no fueran requeridas en la operación.’ (O., 2019).

Otro ejemplo de robots que se utilizan para grandes volúmenes de peso, son los robots *palletizadores*, que entran en función cuando regresa en cajas el producto terminado del área de producción, ‘estas cajas llegan al área de *palletizado*, donde antes habían personas que llegaban a las bandas transportadoras con las cajas y cada persona estaba armando ahí una tarima con un pallet de productos terminados, cuando se implementan los robots *palletizadores*, nos damos cuenta que un robot hace prácticamente lo que hacían cuatro personas. Y de un área en dónde había doce personas por turno, queda una cuadrilla de seis personas por turno.’ (O., 2019).

Un último ejemplo son los brazos robóticos, que le quitan actividades pesadas a las personas encargadas de almacenar los productos. Es importante mencionar que para implementar este tipo de soluciones, no sólo se realiza un análisis de costo-beneficio, sino que se añaden estudios de cargas físicas del trabajo con bases fisiológicas y ergonómicas (figura 30) (A., 2019).

Figura 30. Tipos de análisis ergonómicos



Fuente: A., 2019.

La realización de este tipo de estudios ayuda a identificar y prevenir las principales lesiones que pueden llegar a sufrir los trabajadores de cada subárea. Además de dar elementos suficientes para saber qué tipo de tecnología incorporar en cada proceso.

Es importante mencionar que, si bien, la tecnología utilizada para los almacenes puede clasificarse en tres grandes rubros, no son excluyentes los unos de los otros, sino todo lo contrario. Se pueden colocar códigos de barras 2D para que robots basados en inteligencia artificial tracen rutas más eficientes, lo que mejora la movilidad y a la vez, permite llevar un control más detallado de las entradas y salidas del almacén.

### 3.2.3. Costos de implementación tecnológica

El tema de los costos de implementación tecnológica es ambivalente, derivado a que su evaluación incluye costos en la mano de obra y adquisición. Por un lado, hay



decisiones que han favorecido las finanzas de la empresa, más no a sus trabajadores. Un ejemplo, es la empresa de productos personales, en la que en un estudio costo-beneficio, se percataron que la incorporación de los MIR podía sustituir el trabajo de nueve personas, por lo que se ‘obtuvieron ahorros de hasta 39 mil euros anuales.’ (C., 2019).

Pero no todas las soluciones tecnológicas son asequibles para las grandes empresas mexicanas. En algunos casos, los costos van más allá de la simple adquisición tecnológica, por lo que, es necesario que el estudio de mercado considere mantenimiento, costo de refacciones, reparaciones y; en algunos casos la estructura y distribución del almacén.

Por ejemplo, la misma empresa de productos personales quería adquirir un robot universal colaborativo, ‘sin embargo, para que operara de una manera satisfactoria, era necesario cambiar la estructura del almacén y remover parte del piso para poner conectores a cierta distancia y ahí se pudiera cargar el robot, por lo que, los costos se incrementarían y en lugar de tener un beneficio económico, sería más costoso implementarlo que seguir operando de la forma en la actualmente lo hacemos. También consideramos otro robot más automatizado que integra visión y lectura códigos QR pero son sumamente caros’ (R., 2019).

Otra situación que mencionaron los colaboradores de esta empresa, fue el costo de las refacciones, ya que en algunas ocasiones son muy caras, tanto que es preferible mejor adquirir un nuevo robot que cambiar una pieza, ‘el problema radica en que en muchas ocasiones las especificaciones vienen incompletas o también, nos hemos encontrado situaciones en la que los cargadores se venden por separado y sus costos son similares al de un robot, por lo que en lugar de comprar seis, adquieres tres y ya no logras el impacto esperado.’ (R., 2019).

Sin embargo, es conveniente mencionar que existe una gama amplia de precios que dependen de la tecnología -o el conjunto de ellas- que se quiera incorporar al área. ‘Por ejemplo, una implementación típica con el software número uno de control de

almacenes (*Manhattan Scale*), más o menos te anda costando, algo así, nuevecita, desde cero, como unos \$600 mil dólares. Depende de la complejidad, otro ejemplo, la implementación del sistema para Office Depot, costó \$150 mil dólares. Pero una implementación nueva, que no sea copia fiel de ninguna otra implementación anterior, estará costando unos \$300 mil dólares. Pero así, un precio base cero, para una implementación, en la que digas: bueno, cuánto me gasto sin saber complejidad o esto; como unos \$600 mil dólares, más o menos, esto sólo el puro sistema, a parte hay que considerar lo que se tiene que invertir en redes y equipos de radiofrecuencia.' (Miceli, 2019) .

En otros casos, se debe considerar el licenciamiento de ciertos programas para la operación o interconectividad entre dispositivos, los cuáles también varían de acuerdo con el tamaño del establecimiento, los dispositivos conectados, el número de usuarios con acceso al sistema, etc. Y 'pueden costar desde €390 mensuales, hasta superar los €800 el puro licenciamiento o el permiso por utilizar la plataforma. Todo depende de las necesidades de cada almacén.' (Miceli, 2019).

Sin embargo, la incorporación de estas tecnologías en los almacenes trae diversos beneficios, el más importante es el control que se tiene en la entrada y salida de productos. 'Un punto de inflexión, es cuando las empresas comienzan a crecer demasiado rápido y empiezan a perder el control total de su inventario, no saben cuánto producen, ni dónde está, ni cómo está, a veces no saben lo que tienen. Por eso muchos dueños o los especialistas en el área de finanzas dan prioridad a la incorporación de al menos un ERP, capaz que diga dónde está cada producto.' (Benítez, 2019).

Otro factor que influye en la decisión de invertir en alguna herramienta tecnológica es el tiempo de surtido en las tiendas, 'cuando implementamos a Nuvel Brand, tenían surtidos a tiendas que les llevaba dos o tres días preparando, pero cuando decidieron integrar el WMS, ese mismo pedido les llevaba cuatro horas. Entonces sí, el aumento de productividad es fuerte si lo hacen bien.' (Miceli, 2019).

También hay otras empresas que prefieren subcontratar estos servicios a algún operador logístico. 'En México, los más comunes son los 3PL, encargados, principalmente en hacer el almacenaje y distribución, vaya, hacen toda esa parte de los almacenes y a parte toda la función integral del sistema logístico.' (Miceli, 2019).

Es importante mencionar, que el costo de las soluciones tecnológicas para los almacenes varía, no por el sector económico en el que se desenvuelven, sino por el tamaño de la empresa y el mercado al que llegan (nacional o internacional). Tanto los expertos en implementación, como las consultoras mencionaron que el objetivo de las empresas, 'ya sea farmacéutica, bebidas y alimentos, electrodomésticos, retail, papelerías, etc. Es tener una cadena de suministros integrada, entonces, se puede ofrecer una misma solución a diferentes empresas, obviamente con sus adecuaciones para satisfacer esa necesidad específica del cliente. Por ejemplo, los módulos de los ERP son los mismos, sólo tú quitas o agregas elementos.' (Miceli, 2019).

#### 3.2.4. Recursos Humanos

Retomando lo mencionado en el capítulo 1, respecto a las organizaciones productivas vistas desde la Teoría de la Regulación, en este apartado se evidenciará que las relaciones de trabajo no son lineales, ni similares entre las empresas.

Bajo este tenor, un factor importante en la implementación de tecnología son los recursos humanos, ya sea por las nuevas habilidades con las que debe contar un trabajador para poder operar las soluciones tecnológicas, como por las pugnas de poder entre la propia empresa y los colectivos.

Por ejemplo, la empresa dedicada a las autopartes tiene un modelo de producción en masa con bienes estandarizados (500 partes como productos terminados y alrededor de unos tres mil como materias primas). Sus obreros ejecutan labores muy delimitadas, como operar el escáner, trabajan 35 personas en los dos almacenes (materia prima y productos terminados), más administrativos.

La implementación tecnológica de esta empresa está basada en códigos de barras y escáneres, por lo que el proceso de capacitación es rápido y en caso de que no se adapten, son movidos a otra área, ‘obviamente también depende de las aptitudes y requerimientos del trabajo. Si la persona no es como adecuada, pues no se le corre, pero si se adecua en otro lugar.’ (B., 2019).

Las habilidades digitales que le solicitan a los trabajadores del almacén, es ‘al menos, conocimiento de un escáner o que tengan habilidades de reconocer qué tipo de códigos se pueden utilizar para poder leer una etiqueta SAP.’ (B., 2019).

Mientras que la empresa de productos personales y de comercio electrónico, se encuentra en la tercera fase mencionada por Boyer, en la que su actividad productiva suele estar enfocada a ser lo más “ajustada posible”, por lo que utilizan metodologías de mejora continua de los resultados, para poder satisfacer un mercado cada vez más competitivo, además integran elementos de apertura del mercado, subcontratación, *lean production*, externalización o terciarización de actividades.

En la empresa de productos personales, las implementaciones tecnológicas han estado acompañadas de proyectos de mejora continua. En este caso, laboran en el almacén 12 personas por turnos (tres). ‘Sin embargo, dentro del almacén hay muchas otras subáreas que vuelven esta área llena de gente, entonces, por lo menos, cada año, se deben de reducir entre 10 a 15 personas... Se hace un análisis de costos, a través de un pilar que se llama *cold deployment* o desplazamiento del costo, en dónde tú puedes ver de manera gráfica y cuantificada en costo, cuáles son las áreas más caras en cuestiones de pérdidas y actividades que no agregan valor. En las actividades que no agregan valor, siempre va a aparecer el almacén.’ (C., 2019).

Dentro de esta metodología, son consideradas como actividades que no generan valor todas aquellas que son necesarias de hacer, pero que no generan un valor agregado al producto, por ejemplo, la verificación del empaque (plástico para emplayar o cajas) y la tarima correcta para recibir la materia prima.

Después de identificar las actividades que no generan valor, el encargado de logística y mejora continua aplican la metodología 3M de Toyota, *muri, mura, muda*. La cual hace referencia a la ergonomía y la varianza de los tiempos que tienen los operadores para realizar una actividad en específico.

‘La idea no es sacar gente porque sí, el truco de esta metodología es que comenzamos a hacer proyectos de mejora para hacerle a las personas sus actividades menos tediosas, es decir, si tú te llevabas 30 minutos en acomodar las latas en el rack, yo voy a hacer todo lo posible, acelerar el rack, el montacargas, hacer más fácil tu trabajo para que lo hagas en 15 minutos, así de los 30 minutos que antes ocupábamos, tu ocupas 15 y ya tienes la mitad de tu tiempo libre, y si digamos, yo hice lo mismo con muchas personas en otras actividades, yo conseguí, 15 minutos, 15 minutos, 20 minutos o 30 minutos libres por cada persona, una vez haciendo eso, reacomodo todos los tiempos libres, junto ocho horas, reacomodo las actividades de todos y ya saco ocho horas de alguien y quito a una persona, la idea no es quitar a una, es quitar a cuatro o cinco de golpe, que es la unión de todos los tiempos muertos.’ (C., 2019).

Sin embargo, se mantienen ciertos momentos libres para el obrero, ya que de acuerdo con los entrevistados, no se puede mantener a las personas trabajando todo el tiempo, porque se puede ocasionar algún accidente.

Además, para poder despedir personal, es necesario realizar negociaciones con el sindicato, en dónde se demuestra que ‘reacomodando las actividades puedo decirte efectivamente, que hay ocho horas libres ahí, de las cuales tienes empleada una persona y que si yo la quito, no me va a generar problemas de calidad, problemas de seguridad, ni problemas de salud para nadie. Justificando eso, el sindicato ya no tiene forma de decir que no.’ (C., 2019).

Respecto a las capacitaciones, cuándo se implementan soluciones nuevas, el Gerente de Tecnología es el que recibe la capacitación por parte del proveedor, para que después, sea él quien transmita la información al personal operativo. Mientras que para contratar a nuevo personal, ‘generalmente se hace algo que se llama *shadowing*

que se trata básicamente de ser la sombra de quién vas a suplir y se hace durante un mes para que la persona se vaya acostumbrando a la planta, a los procedimientos y saber qué es lo que tiene que hacer para que conozca sus responsabilidades y eventualmente pueda ejercer bien su puesto de trabajo, sin embargo, no requiere más que asistir a sus capacitaciones, pero es preferible que sea alguien de otra área de la planta, ya que el almacén es un punto crítico.’ (R., 2019).

Por otro lado, la empresa de comercio electrónico apuesta por una capacitación constante del personal, además de ‘hacerles llegar información sobre las nuevas tecnologías que se pretenden implementar, pero también de las nuevas áreas de trabajo que se originan. En general refutamos la idea de que las máquinas estén reemplazando a los humanos, al contrario, beneficia a los empleados, ya que son las máquinas las que se hacen cargo de las tareas más tediosas de los centros logísticos.’ (A., 2019).

La capacitación del personal se realiza cuando se comienza la implementación de la nueva herramienta tecnológica, para que ‘puedan familiarizarse con el robot o el código o la inteligencia artificial y así, pueda integrarse tanto el esfuerzo humano como el tecnológico.’ (A., 2019).

Asimismo, se generó una plataforma interna llamada *Career Choice*, en la que el personal decide cómo y en qué capacitarse, ‘en este programa pueden participar todos los empleados que tengan una antigüedad mayor a un año y básicamente está enfocado a las ramas de ingeniería robótica e informática’. (A., 2019).

Para los expertos y consultores, la implementación, en muchos casos viene acompañada de planes de crecimiento y entrenamiento (ya sea a la par de la operación o a través de la generación de manuales) para que los trabajadores puedan adoptar la tecnología, sin embargo, en varias ocasiones también han tenido que reemplazar a las personas ‘porque ya no cubren el perfil’. (Miceli, 2019).

Un factor importante al que se han tenido que enfrentar como implementadores es la resistencia al cambio, ‘prefieren manejar todo a papel o con el sistema viejo que hacer

el cambio. La realidad es que todo depende del compromiso de la alta dirección, porque si la alta dirección está comprometida, el cambio se da. Ahí el problema más fuerte son los sindicatos, aunque en México, es muy frecuente encontrarse con sindicatos blancos, entonces no es tan complicado, en comparación con países como Chile.’ (Miceli, 2019).

Otro ejemplo de la resistencia al cambio fue en ‘Jumex, Ecatepec, la planta productora más grande del país. Se le dio capacitación a la gente, estuvo en entrenamiento, ya se había implementado en varios almacenes de Jumex, la gente ya sabe dónde tiene que estar parada y qué tiene que hacer, sin embargo, mucha gente dentro del almacén, se organizaron para hacer mal las cosas y echar abajo el sistema. En una junta directiva que tuvimos con Jumex, nos pidieron un listado de quiénes sabotearon el lanzamiento del sistema y bueno, esas personas fueron despedidas’ (Benítez, 2019).

Existen casos, en los que las empresas no permiten la conformación de los sindicatos, por lo que el trabajador es responsable tanto por el producto como por el proceso, asimismo, los horarios, lugares y salarios se individualizan, para que dejen de verse como colegas y se conviertan en competidores, quitándoles el poder de negociación.

Respecto a las habilidades digitales, los consultores coinciden de que existe una brecha importante entre un egresado de alguna licenciatura o ingeniería con lo que solicita el mercado. Además de que se está teniendo una visión simplista respecto a lo que abarcan las habilidades digitales. ‘El nuevo analfabetismo digital no tiene que ver con saber utilizar una *tablet* o un teléfono, lo que está buscando el mercado son personas que sepan hacer ciencia de datos, generar códigos, programas, que sepan trabajar con inteligencia artificial, etc. Pero aún se sigue en la discusión sobre si las habilidades digitales es saber ocupar una computadora. El diferenciador se encuentra en el pensamiento lógico y estratégico.’ (Barrientos, 2020).

### 3.2.5. México respecto al mundo

A nivel Latinoamérica, México es uno de los principales países en exportar manufacturas, por lo que las características de los almacenes y los volúmenes que manejan las empresas mexicanas son diferentes al resto de Centroamérica o Sudamérica con excepción de Brasil.

Sin embargo, la incorporación de tecnologías inherentes a la Industria 4.0 en los almacenes ha sido 'lento o muy poco, por ejemplo, aquí en México, son pocas las empresas que tienen implementado algún módulo de gestión de almacén (EWM). A diferencia del resto de América. Por ejemplo, Chile, que es un país que exporta volúmenes menores al de México, tiene más empresas que han implementado algún ERP para almacenes.' (Benítez, 2019).

Una de las razones que puede explicar esta lentitud en la adopción de tecnologías, es que 'a nivel gerencial aún se tiene miedo de implementar este tipo de productos, porque el costo es demasiado caro, sin embargo, las personas que han implementado han tenido mayores ganancias.' (Reyes, 2019).

Aunado a ello, la flexibilización, pauperización e individualización del trabajador, hace que los costos de la mano de obra barata sigan siendo más atractivos para la empresa, en lugar de incorporar tecnología nueva. 'Un ejemplo de esto es, si analizas la lista de las personas más ricas y exitosas de México contra las de Estados Unidos o Alemania, vas a ver que las fortunas son similares, pero ningún mexicano se ha dedicado a la innovación, ninguno ha hecho algo disruptivo. Sus fortunas vienen de concesiones gubernamentales, de tráfico de influencia, de controlar un mercado y sofocar la competencia.' (Pérez L. D., 2020).

El panorama general de los entrevistados es que en México no hay incentivos para innovar o se vuelve muy costoso. Por parte de las empresas, el problema radica en los riesgos que existen para probar nuevas soluciones dentro de las áreas del almacén (en específico si se trata de aerosoles o productos inflamables). Un ejemplo, es la



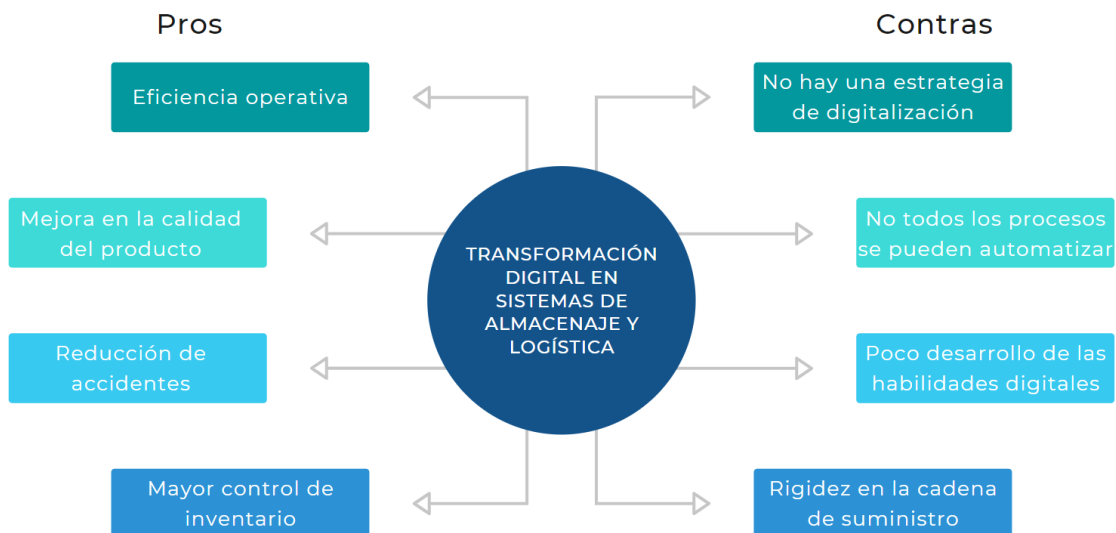
empresa de productos personales que realizó un convenio con el Tecnológico del Estado de Morelos para crear robots móviles, sin embargo, al final decidieron no probar el robot, por temor a que pudiera causar una explosión en el área de aerosoles.

Mientras que los consultores, concluyen que en México la innovación está muy castigada, eso hace que los ricos no innoven y los empresarios medios o chiquitos que intentan innovar, se enfrentan con quienes sofocan el mercado.

### 3.3. Hallazgos y conclusiones

Como se mencionó al inicio de este capítulo, los hallazgos presentados no son concluyentes, ni se pueden generalizar para toda la actividad referente a los almacenes, sin embargo, está información puede ser complementaria para investigaciones futuras, por lo que a continuación se presenta un resumen de los pros y contras (figura 31) que ha tenido la transformación digital en los almacenes, considerando tanto elementos económicos como sociales.

Figura 31. Resumen de pros y contras de la transformación digital en los almacenes.



Fuente: Elaboración propia

La eficiencia operativa, se ve reflejada en una mayor precisión en el abastecimiento de materias primas al área de producción, así como en los tiempos de distribución y entrega al cliente final. Igualmente, la obsolescencia deja de ser crítica, porque se tiene un mayor control, principalmente en productos con fechas de vencimiento o caducidad.

Mientras tanto, la incorporación de herramientas digitales permite una mejora en la calidad del producto, ya que se puede realizar de manera más ordenada una inspección, saber su trazabilidad y detectar de manera más oportuna las posibles fallas.

Las herramientas tecnológicas, también tienen un papel favorable para los trabajadores, ya que muchas de estas tecnologías están desarrolladas para disminuir accidentes en el área de trabajo o reducir riesgos en lugares que por su naturaleza pueden ocasionar incidentes graves, asimismo, otras están destinadas a sustituir al trabajador en actividades poco ergonómicas y propensas a ocasionar lesiones.

Por último y no menos importante, es que la implementación de tecnología brinda a los almacenes mayor control sobre sus inventarios. Por lo que esta área deja de ser vista como una fuga de recursos causada por la pérdida de materiales y productos. Además hay soluciones tecnológicas que dan la posibilidad de saber quién, cómo, cuándo y dónde fue movido algún elemento del inventario.

Por otro lado, se puede apreciar que no hay una estrategia de digitalización enfocada a las empresas, que si bien, cada empresa tiene necesidades específicas, son pocas las que siguen un plan de absorción y adquisición de tecnología, derivado del desconocimiento de su propio almacén.

Otra situación que ha frenado la transformación digital es que no todos los procesos se pueden automatizar o no todas las soluciones tecnológicas son compatibles en cuestión de velocidad o intercambio de información. Por lo que en estos casos, la mejor manera de continuar operando es de forma manual.

También se puede ver que falta incorporar proyectos de formación en las habilidades digitales que necesitan los trabajadores, tanto por parte del gobierno, como por las empresas mismas. Ya que de las tres empresas entrevistadas, sólo una tiene un programa de capacitación formal y continuo para sus trabajadores. Y en general, se sigue solicitando personal que desarrolle actividades repetitivas y con poco valor agregado.

El último argumento en contra de la transformación digital y en la que los entrevistados coinciden, es que al incorporar una herramienta tecnológica en un proceso de almacenaje la cadena de suministros pierde flexibilidad, ya que ésta se supedita a los tiempos y actividades de la máquina. Es decir, entre más automatizado es el área de almacén, menos margen de maniobra tienen las empresas para solucionar problemas o imprevistos.

En conclusión, con base en los hallazgos mencionados en los capítulos 2 y 3, y en lo expuesto en párrafos anteriores, se puede comprobar la hipótesis inicial, respecto a que la adopción de tecnologías relacionadas a la Industria 4.0, si llegan a modificar parte de la organización productiva, a través de la adopción de herramientas tecnológicas, que permiten disminuir tanto la cantidad de trabajo físico como el tiempo para realizar una actividad, además de incorporar nuevas dinámicas de trabajo, basados en las capacidades multidisciplinarias de una persona y no en su especialización.

## 4. Conclusiones y próximos pasos

Como se mencionó en el apartado introductorio de esta tesis, el objetivo principal es identificar cómo las tecnologías inherentes a la industria 4.0 transforman las formas de organización en los sistemas de almacenajes y logística en México. Sin embargo, durante el proceso de investigación, independientemente de la dificultad para obtener datos de la industria mexicana respecto a estas actividades, se presentó una pandemia que afectó a todos los sectores económicos, sociales y políticos del mundo.

Cabe destacar esta situación, ya que puede provocar un proceso de modificación y digitalización acelerada en todos los sectores, por lo que los hallazgos presentados en esta tesis representan un estado anterior a esta contingencia sanitaria.

Con base en el marco teórico planteado para esta investigación y cómo se hace mención en el apartado 1.1. “Revoluciones industriales y cambios tecnológicos”, se puede identificar que si bien, en la industria 4.0 existen cambios tecnológicos acelerados como se menciona en la ley de Moore, la mayoría de las innovaciones han sido incrementales, pero con dos aspectos importantes, el primero es la socialización y democratización de estas tecnologías con la industria, el gobierno y la sociedad, como se puede apreciar en el *blockchain* que tuvo sus inicios con los trabajos de Turing en la Segunda Guerra Mundial.

Y el segundo, es la integración de diferentes tecnologías digitales, como se puede apreciar en equipos de telefonía celular, en robots industriales, robots humanoides, *chatbots* conversacionales, entre otros; lo que permite una mayor interoperabilidad, interconectividad y acercamiento con la sociedad.

Por otro lado, el análisis de las actividades de almacenaje resulta importante para el proceso de desarrollo de la transformación digital de la industria, siendo este un elemento que incide en dos de los cuatro pilares propuestos por diversos autores como Val Román (2016) y descritos en el capítulo 1 (cadenas de suministro y fábricas inteligentes).

Sin embargo, la implementación de sistemas inteligentes derivados de la transformación digital modifica no sólo las herramientas tecnológicas, sino que influye en la organización productiva y la demanda de habilidades y capacidades de los trabajadores.

Esto tiene dos aristas; por un lado, la incorporación de tecnología preserva las condiciones de higiene y salud física del trabajador, ya que son éstas herramientas las que se encargan de prevenir riesgos, vigilar la integridad y realizar labores no ergonómicas para el ser humano como cargar o mover objetos pesados.

Pero, la otra arista, es que la implementación de tecnología viene acompañada de la flexibilización laboral, lo que provoca una individualización del trabajador, perdiendo éste la capacidad de negociación y derechos laborales como seguridad social y prestaciones. Asimismo, en países como México, la mano de obra en la manufactura es barata; y las oportunidades de capacitación escasas (retomando las entrevistas, sólo una empresa tiene programa continuo de capacitación) además de trasladar el riesgo y los costos de adquisición de conocimiento al trabajador.

Considerando estos elementos y para responder a la pregunta planteada de esta investigación, sobre cómo se han modificado las organizaciones productivas de almacenaje y logística, las entrevistas realizadas brindaron elementos importantes para entender y tener una visión basada en la experiencia de empresas, implementadores de tecnología y consultores.

Además de destacar elementos teóricos importantes, ya que si bien la mayoría de las Teorías Posfordistas -incluyendo los regulacionistas- argumentan que existe un agotamiento de los modelos tayloristas y fordistas dentro de las industrias, los hallazgos de las entrevistas pueden concluir que esto no es del todo cierto, sino que al contrario, se siguen presentando los mismos modelos de producción, sólo que de una forma híbrida o mixta.

Considerando que los modelos taylorista y fordista fueron adoptados por diversos países de América Latina en la Segunda Guerra Mundial, este se consideró en crisis a

finales de la década de los 80's. Dando paso a nuevos enfoques, iniciando un periodo de transición productiva caracterizada por la flexibilidad del trabajo (De la Garza, 2000) y por ciertas regulaciones que permiten mediar de manera colectiva las decisiones de producción y consumo (Gajst, 2010).

Y si bien, con estas nuevas características de producción podría considerarse como un agotamiento del taylorismo-fordismo, empíricamente se ha demostrado que éste sólo se transformó. Ejemplo de ello, es el modelo japonés, surgido a partir de los años noventa, en donde la actividad productiva está enfocada a ser lo “más ajustada posible”. Derivado de este modelo, está el sistema *lean production*, metodología que surge en la industria automotriz japonesa, la cual busca disminuir los desperdicios para así crear valor y aunque su objetivo es mejorar el costo, el tiempo y la calidad de forma simultánea sin crear una dependencia entre ellos; pero se siguen analizando y controlando los tiempos y movimientos de los trabajadores, así como su disposición sobre la línea de producción, para eliminar aquellos que no agregan valor.

Comparando esto con la definición que da Aglietta<sup>21</sup> respecto al taylorismo, se puede apreciar que la lógica de producción sigue siendo similar y que sólo se combinaron o recrearon principios y técnicas.

En otro aspecto, aún queda por profundizar la dinámica del mercado interno de trabajo, ya que sin un fortalecimiento de las capacidades multidisciplinarias enfocado a los trabajadores informatizados que tienen bajas habilidades (aquellos que sólo presionan botones e ingresan información de manera manual al sistema), se quedarán rezagados contra aquellos, especializados en el desarrollo, diseño o implementación de soluciones tecnológicas.

A su vez, mientras que el modelo económico siga basado en mano de obra barata, no habrá incentivos para que se incorporen herramientas tecnológicas que incrementen la

---

<sup>21</sup> ‘Es el conjunto de relaciones de producción internas en el proceso de trabajo que tienden a acelerar la cadena de movimientos en los puestos de trabajo y a disminuir el tiempo muerto de la jornada de trabajo’ (Aglietta, 1976: 91).

competitividad de la industria; por lo que en el momento en el que las tecnologías se desmoneticen, la brecha digital entre los países que utilizan la tecnología en los procesos industriales y los que aún prefieren el uso de la mano de obra barata será mayor, complejizando aún más su integración.

Es aquí, donde el gobierno debe ser capaz de garantizar una política educativa, científica y tecnológica que desarrolle habilidades blandas como: capacidades para analizar e innovar con la información y conocimiento (De la Garza, 2018). Además de incorporar en su agenda el tema laboral, que va desde la flexibilización y pauperización laboral, hasta fortalecer aquellos programas destinados a desarrollar las habilidades digitales de los trabajadores.

Ante esta situación es importante comenzar a crear un sentido de urgencia, respecto a las posibles repercusiones de las TIC en el futuro del trabajo, que pueden ser vistas a través de la disrupción de modelos de negocio como en la creación o destrucción de empleos, en la transformación acelerada de ocupaciones y de requerimientos de habilidad o en la desigualdad de ingresos causada por una mayor flexibilización laboral.

Es por esta razón, que en el programa de Doctorado al que fui aceptada, se propone continuar con el proceso de investigación referente a la transformación digital, su implicación en las organizaciones productivas y si se puede trascender de modo de producción en un escenario post pandemia.

## Bibliografía

- A., C. (23 de septiembre de 2019). Gerente de Políticas. (R. Aguilar, Entrevistador)
- Abdirad, M. y. (2020). Industry 4.0 in Logistics and Supply Chain Management: A systematic literature review. *Engineering Management Journal*, 1-15.
- Aceves, C. G. (03 de septiembre de 2018). *La logística interconectada al internet de las cosas*. Obtenido de Logísticamx: <http://www.logisticamx.enfasis.com/articulos/81558-la-logistica-interconectada-al-internet-las-cosas>
- Aglietta, M. (1976). *Regulación y crisis del capitalismo*. España: Siglo veintiuno editores.
- Agrobio, (. d. (s.f.). *Definición y aplicaciones de la biotecnología*. Recuperado el 24 de enero de 2020, de <https://www.agrobio.org/biotecnologia-definicion-y-aplicaciones/#.XivZxsgzblU>
- AMTE. (2010). *Círculos de calidad*. Obtenido de Asociación Mexicana de Trabajo en Equipo: [https://www.amte.org.mx/portal/wp-content/uploads/2010/11/circulos\\_de\\_calidad.pdf](https://www.amte.org.mx/portal/wp-content/uploads/2010/11/circulos_de_calidad.pdf)
- B., S. (19 de septiembre de 2019). Encargado de almacén. (R. Aguilar, Entrevistador)
- Banco de México. (julio-septiembre de 2018). *La automatización en México desde una perspectiva regional*. Obtenido de Banxico: <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/reportes-sobre-las-economias-regionales/recuadros/%7BE3665296-DCDE-78FD-54CB-0420E1CD9A36%7D.pdf>
- Banco Mundial. (2018). *Índice de desempeño logístico*. Obtenido de Banco Mundial: <https://lpi.worldbank.org/international/global>
- Barrientos, J. D. (27 de febrero de 2020). Director en TIC. (R. Aguilar, Entrevistador)
- Barros, L. T. (2017). *La industria 4.0: Aplicaciones e implicaciones*. Sevilla, España.
- Basco, A. I. (2020). *Competencias y habilidades en la Cuarta Revolución Industrial*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Benítez, C. (09 de octubre de 2019). Implementación de software. (R. Aguilar, Entrevistador)



- Boyer, R. M. (2013). *Los modelos productivos*. Madrid: Editorial Fundamentos.
- Brtxner, C. P. (2019). *Industria 4.0 ¿Intensificación del paradigma TIC o nuevo paradigma tecnoorganizacional?* Buenos Aires: Centro Interdisciplinario de estudios en ciencia, tecnología e innovación.
- Brynjolfsson, E. y. (2016). *La segunda era de las máquinas: trabajo, progreso y prosperidad en una época de brillantes tecnologías*. Buenos Aires, Argentina: Temas.
- C., E. (28 de agosto de 2019). Coordinador de mejora continua. (R. Aguilar, Entrevistador)
- Calatayud, A. y. (2019). *Cadena de suministro 4.0: mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Campos, D. U. (junio de 2018). *Divulgando. Mirador de la ciencia*. Obtenido de Universidad Autónoma de San Luis Potosí: <http://www.uaslp.mx/Comunicacion-Social/Documents/Divulgacion/Revista/Quince/224/224-08.pdf>
- CEPAL. (2020). *Informe Especial COVID-19*. Naciones Unidas.
- CEPAL. (2020). La Desigualdad digital frente al COVID-19. *ASIET MAGAZINE, Telecomunicaciones de América Latina*, 38.
- Coursera. (agosto de 2020). *Global Skills Index 2020*. Obtenido de Coursera: [https://pages.coursera-for-business.org/rs/748-MIV-116/images/gsi2020\\_final.pdf](https://pages.coursera-for-business.org/rs/748-MIV-116/images/gsi2020_final.pdf)
- DATADec. (abril de 2018). *¿Qué es un almacén? Y por qué es tan importante*. Obtenido de DATADec: <https://www.datadec.es/blog/que-es-un-almacen-y-por-que-es-tan-importante>
- De la Garza, E. (2000). Las Teorías sobre la reestructuración productiva y América Latina. En E. De la Garza, *Tratado Latinoamericano de Sociología del Trabajo* (págs. 716-734). México: Fondo de Cultura Económica.
- De la Garza, E. (2018). *El futuro del trabajo en América Latina*. México: Organización Internacional del Trabajo.

- Deloitte. (noviembre de 2016). *La Industria 4.0 y los Centros de Distribución*. Obtenido de Deloitte: <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/manufacturing/articles/centros-de-distribucion.html>
- Deloitte. (2020). *Cuando el destino no alcance... Industria 4.0*. Obtenido de Deloitte: <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/desarrollo-de-industria-4-0.html#>
- DENUE. (23 de 05 de 2020). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Durán, A. G. (2001). *La logística y el comercio electrónico*. España: McGraw-Hill.
- FCA. (2016). *Almacenes generales de depósito*. Obtenido de FCA en línea, UNAM: [http://fcaenlinea.unam.mx/anexos/1252/1252\\_u14\\_ai.pdf](http://fcaenlinea.unam.mx/anexos/1252/1252_u14_ai.pdf)
- Francia, J. (25 de septiembre de 2017). *¿Qué es scrum?* Obtenido de Scrum.org: [scrum.org/resources/blog/que-es-scrum](http://scrum.org/resources/blog/que-es-scrum)
- Fuente, O. (24 de enero de 2018). *¿Qué es la Transformación digital y cómo crear digital business?* Obtenido de Innovation & Entrepreneurship Business School: <https://www.iebschool.com/blog/que-es-transformacion-digital-business/>
- Gajst, N. (2010). La escuela francesa de la regulación: una revisión crítica. *Visión de Futuro, Año 7, Volumen N° 13*, 1-18.
- Gilibets, L. (31 de julio de 2013). *Qué es la metodología kanban y cómo utilizarla*. Obtenido de Innovation & Entrepreneurship Business School: [https://www.iebschool.com/blog/metodologia-kanban-agile-scrum/#que\\_es\\_kanban](https://www.iebschool.com/blog/metodologia-kanban-agile-scrum/#que_es_kanban)
- Giménez, Gilberto y Catherine Heau. (2014). El problema de la generalización en los estudios de caso. En C. Oehmichen, *La etnografía y el trabajo de campo en las ciencias sociales* (págs. 347-364). México: UNAM. Instituto de Investigaciones Antropológicas.

- Hualde, A. (2020). Economía digital, trabajo y empleo: un modelo para armar. En A. e. Martínez, *Industria 4.0 en México* (págs. 31-54). México: Plaza y Valdés Editores.
- IDC. (2020). *Transformación digital en México. Diagnóstico y observaciones para potencializar el desarrollo del país*. México: IDC.
- IFR. (24 de septiembre de 2020). *IFR Press Conference*. Obtenido de IFR: [https://ifr.org/downloads/press2018/Presentation\\_WR\\_2020.pdf](https://ifr.org/downloads/press2018/Presentation_WR_2020.pdf)
- IMF Business School. (2019). *Almacén logístico: ¿Qué es?* Obtenido de <https://blogs.imf-formacion.com/blog/logistica/logistica/almacen-logistico-que-es/>
- Jalife, S. (2020). El llamado a la acción para el sector de telecomunicaciones en México. *ASJET MAGAZINE. Telecomunicaciones de América Latina*, 10-12.
- Jasso, J. (2004). Trayectoria tecnológica y ciclo de vida de las empresas: una interpretación metodológica acerca del rumbo de la innovación. *Facultad de Contaduría y Administración, UNAM*, 83-96.
- Lecona, M. J. (2019). De blockchain y otras innovaciones. *Portum. Aduanas, comercio exterior, logística*(Edición 62), 4-6.
- Leseman, F. (2014). Sociedad del conocimiento: los cambios en el mundo del trabajo y las nuevas competencias de los trabajadores. En G. y. Valenti, *Instituciones, sociedad del conocimiento y mundo del trabajo* (págs. 97-142). México: Flacso.
- Levy, G. (14 de octubre de 2019). Blockchain. (A. Rocio, Entrevistador)
- LogycaX. (2020). *Logística del futuro*. Obtenido de edX: <https://www.edx.org/es/course/logistica-del-futuro>
- Lopez-Portillo Romano, J. R. (2018). *La gran transición: Retos y oportunidades del cambio tecnológico exponencial* (Primera ed.). Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Martínez, A. e. (2020). *Industria 4.0 en México*. México: Plaza y Valdés Editores.
- Mecalux. (2018). *Principales tipos de operador logístico: ¿Cuáles son y qué hacen?* Recuperado el 23 de septiembre de 2019, de <https://www.logismarket.es/blog/tipos-operadores-logisticos-que-hacen/>

- Mecalux. (10 de diciembre de 2019). *¿Qué es un operador logístico?* Obtenido de Mecalux. Blog sobre logística y supply chain.: <https://www.mecalux.es/blog/operadores-logisticos-almacenes>
- Mecalux. (11 de julio de 2019). *El almacén robotizado en la era de la logística 4.0.* Obtenido de Mecalux News.: <https://www.mecalux.com.mx/blog/almacen-robotizado>
- Mecalux. (16 de julio de 2019). *El big data ante el reto de la logística 4.0.* Obtenido de Mecalux News: <https://www.mecalux.com.mx/blog/big-data-logistica>
- Miceli, F. (17 de octubre de 2019). Experto en implementación. (R. Aguilar, Entrevistador)
- Micheli, J. (2020). Prólogo. En A. e. Martínez, *Industria 4.0 en México. elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas* (págs. 13-18). CDMX, México: Plaza y Valdés Editores.
- Morales, C. (2013). *Impresión en 3D ¿qué diablos es eso?* Recuperado el 23 de enero de 2020, de <https://www.forbes.com.mx/impresion-en-3d-que-diablos-es-eso/>
- Moravec, J. (22 de julio de 2020). *knowmads: New workers for new times.* Obtenido de Virtualeduca.connect: <https://virtual-educa-connect.com/info/22-de-julio/22sala-b/#close>
- O., E. (08 de octubre de 2019). Encargado de almacén. (R. Aguilar, Entrevistador)
- OBS . (2020). *Almacenes 4.0: La automatización.* Obtenido de OBS Business School: <https://obsbusiness.school/es/blog-investigacion/logistica/almacenes-40-la-automatizacion>
- OCDE. (15 de octubre de 2015). *Manteniendo la apertura de los mercados: Desafíos y oportunidades para el comercio y la inversión en América Latina.* Obtenido de OCDE: <https://www.oecd.org/about/secretary-general/manteniendo-la-apertura-de-los-mercados-desafios-y-oportunidades-para-el-comercio-y-la-inversion-en-america-latina.htm>
- OMS. (2020). *Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19).* Obtenido de Nuevo coronavirus 2019. Orientaciones para el público:

- <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>
- Oracle. (2019). *¿Qué es la Inteligencia Artificial?* Recuperado el 24 de enero de 2020, de <https://www.oracle.com/mx/artificial-intelligence/what-is-artificial-intelligence.html>
- Oracle. (2019). *Inteligencia Artificial (IA) de Oracle: ¿Qué es la ciencia de datos?* Recuperado el 24 de enero de 2020, de <https://www.oracle.com/mx/data-science/what-is-data-science.html>
- Perasso, V. (12 de octubre de 2016). *¿Qué es la cuarta revolución industrial (y por qué debería preocuparnos)?* Obtenido de BBC Mundo: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37631834>
- Pérez, C. (2004). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: La dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI Editores Argentina.
- Pérez, C. (2005). *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. siglo XXI.
- Pérez, C. (2010). *Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecno-económicos*. *Cambridge Journal of Economics*, 185-202.
- Pérez, L. D. (03 de marzo de 2020). Consultor en Transformación digital. (R. Aguilar, Entrevistador)
- Pinheiro, O. S. (2017). Una definición de la logística interna y forma de evaluar a la misma. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*.(Arica, Chile), 264-276.
- Portella, A. (02 de mayo de 2018). *Industria 4.0, una revolución que se retrasa en México*. Obtenido de Forbes, México: <https://www.forbes.com.mx/industria-4-0-una-revolucion-que-se-retrasa-en-mexico/>
- PwC. (julio de 2012). *Manual de almacenes*. Obtenido de [https://es.slideshare.net/pear\\_paty/importancia-del-almacen](https://es.slideshare.net/pear_paty/importancia-del-almacen)
- PwC. (2020). *IoT Survey México*. Recuperado el 25 de febrero de 2020, de <https://www.pwc.com/mx/es/iot-survey.html>
- R., O. (08 de octubre de 2019). Jefe de Mejora Aplicada. (R. Aguilar, Entrevistador)

- Reyes, H. (25 de septiembre de 2019). Consultor en Transformación digital. (R. Aguilar, Entrevistador)
- Rodríguez, I. (2011). *La Costeña estrena almacén automatizado*. Recuperado el 12 de noviembre de 2019, de <https://expansion.mx/manufactura/2011/05/25/la-costena-estrena-almacen-automatizado>
- Romero, A. (2016). El secreto de poner a las personas en el centro de la transformación digital. *UNO. Desarrollando Ideas*, 35-38.
- Rossiter, J. (2017). La robótica, los materiales inteligentes y su impacto futuro para la humanidad. En *El próximo paso: la vida exponencial* (págs. 27-44). España: BBVA-OpenMind.
- Salas, O. (19 de enero de 2018). *Qué es -y qué no- la transformación digital*. Obtenido de Forbes: <https://www.forbes.com.mx/que-es-y-que-no-la-transformacion-digital/>
- Salvatierra, H. (24 de enero de 2019). *México, de los grandes consumidores de robots*. Obtenido de Forbes, México: <https://www.forbes.com.mx/mexico-de-los-grandes-consumidores-de-robots/>
- SAP. (s.f.). *¿Qué es Internet de las Cosas (IoT)?* Recuperado el 24 de enero de 2020, de <https://www.sap.com/latinamerica/trends/internet-of-things.html>
- Scrum Manager. (20 de agosto de 2013). *Muda, Mura y Muri: algunos consejos para ajustar el flujo*. Obtenido de Scrum Manager. Body of knowledge: [https://www.scrummanager.net/bok/index.php?title=Muda,\\_Mura\\_y\\_Muri:\\_algunos\\_consejos\\_para\\_ajustar\\_el\\_flujo](https://www.scrummanager.net/bok/index.php?title=Muda,_Mura_y_Muri:_algunos_consejos_para_ajustar_el_flujo)
- Servera-Francés, D. (2010). Concepto y evolución de la función logística. *INNOVAR Journal. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 217-234.
- SoftDoit. (s.f.). *Operadores logísticos: definición y tipos*. Recuperado el 23 de 09 de 2019, de <https://www.softwaredoit.es/software-gestion-almacen-consejo/operadores-logisticos-que-son-y-que-tipos-hay.html>
- SSI Schäfer. (2018). *E-Book. Inteligencia artificial en logística*. Obtenido de SSI-Schaefer: <https://www.ssi-schaefer.com/resource/blob/618376/21597041464333c25cf325b51f64c06d/int>

eligencia-artificial-en-log%C3%ADsticawhitepaper-dam-download-en-17151--  
data.pdf

- Taboada, E. y. (2020). La formación educativa en México ¿Habilita para el perfil laboral de la industria 4.0? En A. e. Martínez, *Industria 4.0 en México. Elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas* (págs. 77-98). México: Plaza y Valdés Editores.
- Tena, M. (20 de noviembre de 2018). *¿Qué es la metodología 'agile'?* Obtenido de Metodología agile, la revolución de las formas de trabajo: <https://www.bbva.com/es/metodologia-agile-la-revolucion-las-formas-trabajo/>
- The Economist Intelligence Unit. (2018). *Índice de preparación para la automatización*. Obtenido de ABB: [https://resources.news.e.abb.com/attachments/published/7072/es-ES/428202A1C570/Informe\\_Automation\\_Readiness\\_Espanol.pdf](https://resources.news.e.abb.com/attachments/published/7072/es-ES/428202A1C570/Informe_Automation_Readiness_Espanol.pdf)
- Universitat de Barcelona. (marzo de 2002). *Justo a tiempo (JIT)*. Obtenido de Universitat de Barcelona: [http://www.ub.edu/gidea/recursos/casseat/JIT\\_concepte\\_carac.pdf](http://www.ub.edu/gidea/recursos/casseat/JIT_concepte_carac.pdf)
- Val Román, J. L. (2016). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*. Bilbao, España: Facultad de Ingeniería de la Universidad de Deusto.
- Vence, D. X. (1995). *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*. España: Siglo Veintiuno de España Editores, S.A.
- Visión industrial. (07 de septiembre de 2018). *Logística en almacenes. Puntos para mejorarla*. Obtenido de <https://www.visionindustrial.com.mx/industria/noticias/logistica-en-almacenes-puntos-para-mejorarla>
- Wall, M. (2016). *¿Qué es una cadena de bloques y por qué podría ser la tecnología más importante de nuestra era?* Recuperado el 23 de enero de 2020, de [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/160125\\_finde\\_tecnologia\\_cadena\\_bloques\\_que\\_es\\_ac](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/160125_finde_tecnologia_cadena_bloques_que_es_ac)

Weber, V. A. (2020). ¿Cómo el COVID-19 afectó el tráfico de internet y qué aprendimos hasta ahora? *Telecomunicaciones de América Latina. Asociación Interamericana de empresas de telecomunicaciones.*, 2-4.

WEF. (2017). *Vivir en los tiempos de la Cuarta Revolución Industrial*. Recuperado el 25 de 06 de 2019, de <https://es.weforum.org/agenda/2017/02/magnitud-e-implicaciones-de-la-cuarta-revolucion-industrial/>