

# Modelo de asimilación tecnológica bajo el enfoque de industria 4.0 para fabricantes de autopartes en la región central de México

Martínez de Ita, Mario Alberto

2018

---

<http://hdl.handle.net/20.500.11777/3793>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

# **UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA**

## **PUEBLA**

**Estudio con reconocimiento de validez oficial por decreto  
presidencial del 2 de abril de 1981**



**MODELO DE ASIMILACIÓN TECNOLÓGICA BAJO EL ENFOQUE DE  
INDUSTRIA 4.0 PARA FABRICANTES DE AUTOPARTES EN LA REGIÓN  
CENTRAL DE MÉXICO**

**Director del Trabajo:  
Dr. Raúl Ruán Ortega**

**ELABORACIÓN DE TESIS  
que para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA EN MANUFACTURA AVANZADA**

**presenta  
MARIO ALBERTO MARTÍNEZ DE ITA**

# ÍNDICE

## CAPÍTULO I

### PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

1.1.- INTRODUCCIÓN.....	4
1.2.- ANTECEDENTES .....	5
1.3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	6
1.4.- JUSTIFICACIÓN.....	7
1.5.- OBJETIVO GENERAL .....	9
1.6.- OBJETIVOS PARTICULARES .....	10
1.7.- MARCO TEÓRICO .....	10
1.8.- HIPÓTESIS .....	14
1.9.- TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....	15
1.10.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....	17

## CAPÍTULO II

### ASIMILACIÓN DE TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA DE AUTOPARTES

2.1.- APLICACIÓN DE MODELOS EN GESTIÓN TECNOLÓGICA .....	18
2.2.- MODELO DE ASIMILACIÓN TECNOLÓGICA .....	21
2.3.- VIGILANCIA TECNOLÓGICA .....	23
2.3.1.- PROCESO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ 4.0 ..	24
2.3.2.- BASES Y HERRAMIENTAS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ .....	25
2.3.2.1.- ESTADO DEL ARTE .....	26
2.3.2.2.- VIGILANCIA COMPETITIVA .....	27
2.3.2.3.- BENCHMARKING INDUSTRIAL .....	28
2.3.2.4.- INTELIGENCIA TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA 4.0 .....	31
2.4.- SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA .....	33

2.4.1.- NECESIDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA DE AUTOPARTES .....	35
2.4.2.- PROCESO DE EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA .....	36
2.4.3.- PROCESAMIENTO Y SELECCIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS .....	39
2.5.- PROCESO DE MEDICIÓN Y MONITOREO TECNOLÓGICO .....	43
2.5.1.- OEE TECNOLÓGICO Y SU APLICACIÓN EN EL PROCESO DE ASIMILACIÓN .....	44
2.5.2.- CALCULO DEL NIVEL DE LA EFICIENCIA DE ASIMILACIÓN TECNOLÓGICA .....	55
2.6.- ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍA .....	56
2.6.1.- ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS TECNOLÓGICOS .....	58
2.6.2.- DISEÑO DE CONCEPTOS DE MANUFACTURA.....	60
2.6.3.- IMPLEMENTACIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS .....	62
2.6.4.- PRUEBAS FUNCIONALES Y CONTROL DE PROCESOS .....	64
2.6.5.- MANUTENCIÓN DE SISTEMAS TECNOLÓGICOS .....	67
2.7.- ABSORCIÓN TECNOLÓGICA .....	69
2.7.1.- DIFUSIÓN TECNOLÓGICA .....	71
2.7.2.- DOCUMENTACIÓN TECNOLÓGICA .....	74
2.7.3.- CAPACITACIÓN TECNOLÓGICA .....	76
2.8.- ESQUEMA ESTRATÉGICO DE ASIMILACIÓN TECNOLÓGICA “HOSHIN KANRY” .....	79

## **CAPÍTULO III**

### **CASO DE ESTUDIO**

3.1.- IMPLEMENTACIÓN DE ROBÓTICA COLABORATIVA EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE ASIENTOS .....	82
3.2.- DECLARACIÓN DEL PROBLEMA DE LA EMPRESA .....	83
3.3.- TECNOLOGÍA PROPUESTA: I4.0 .....	84
3.4.- RETO DENTRO DE LA EMPRESA DE ESTUDIO: DIFUSIÓN TECNOLÓGICA.....	86

3.5.- IMPULSO, DESARROLLO Y POTENCIACIÓN DEL MODELO DE ASIMILACIÓN DENTRO DE LA EMPRESA DE ESTUDIO .....	91
<b>CONCLUSIÓN</b> .....	95
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	97
<b>GLOSARIO</b> .....	102
<b>ANEXOS</b> .....	110

# CAPÍTULO I

---

## PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1.- INTRODUCCIÓN

En la región central de México, existen más de 500 empresas de autopartes que suministran componentes a diversas plantas armadoras a nivel mundial. La manufactura de estos componentes automotrices, en su mayoría, requieren de procesos de fabricación sumamente complejos y especializados donde el rol de la tecnología e innovación juegan un papel circunstancial en el diseño del sistema de producción, ya que, los estándares de calidad, producción y personalización que el mercado exige en la actualidad, dependen en cierta medida de los niveles de automatización e implementación de conceptos de punta en las diferentes estaciones de trabajo y celdas de manufactura.

Es bien sabido que la tecnología por sí sola no representa un conductor para el alcance de metas operativas y generación de beneficios dentro de una organización, más bien es un complemento que satisface los ambientes de manufactura en conjunto con los sistemas instalados dentro de la misma. Por su naturaleza y la forma en la que el sector automotriz se desarrolla, cada vez son más empresas de manufactura automotriz que se encuentran en una fase de actualización dentro de sus instalaciones debido a los avances tecnológicos del entorno. México como tal, se encuentra en un proceso de transición tecnológica debido a que en años anteriores la industria automotriz en la región solo se limitaba a la fabricación de autos de bajo costo, con un limitado potencial tecnológico en los diferentes centros de trabajo. Con la llegada de marcas premium a la región, la industria automotriz mexicana ha revolucionado al iniciar con la fabricación de autos de gama alta que requieren mayores niveles de potencial técnico e intelectual.

Gran parte de la tecnología implementada en los centros de trabajo de la región central de México proviene del extranjero, principalmente Alemania, China y Estados Unidos, por lo que es evidente la necesidad de implementar metodologías que soporten los procesos de gestión tecnológica para aprovechar óptimamente las nuevas capacidades técnicas instaladas en los centros de manufactura automotriz. De igual manera y con un enfoque en las capacidades humanas, es latente la necesidad de desarrollar, mantener y preservar el Know-how derivado de la instalación y adopción de nueva tecnología

en procesos productivos, el cual forma parte de las estrategias y ventajas competitivas que una organización de manufactura ofrece a un entorno impredecible y dinámico como lo es el automotriz.

Este cambio acelerado derivado de tendencias de manufactura y fabricas inteligentes rompe paradigmas por la llamada Industria 4.0, donde las organizaciones están obligadas a evolucionar para sobrevivir en el mercado. Bajo este escenario, el desarrollo y puesta en marcha de metodologías de gestión que soporten la asimilación de alta tecnología se hace cada vez más evidente debido a la transformación de conceptos dentro de un ecosistema de manufactura automotriz.

## 1.2.- ANTECEDENTES

Hoy en día, debido a la gran rapidez con la que se desarrollan los nuevos negocios y la versatilidad en la introducción de nuevos productos en un mercado cada vez más estricto, demandante y variado, nos traslada a una nueva era en términos de manufactura, industria y tecnología. Una era donde el tiempo de vida de un producto es muy corto y la demanda de conceptos innovadores y personificados es cada vez más exigente por parte de las nuevas generaciones, dando pauta a la introducción de métodos, procesos y modelos de manufactura útiles para afrontar dichos requerimientos.

En la actualidad, una de las actividades más grandes e importantes a nivel global debido a su volumen y aportación en términos de desarrollo tecnológico es la industria automotriz, la cual brinda oportunidad a empresas dedicadas a la fabricación autopartes de desarrollar estrategias de crecimiento mediante la introducción de nuevas tecnologías en sus sistemas de producción, formando así parte de los pilares necesarios para alcanzar un posicionamiento estratégico en el mercado y brindar la oportunidad de desarrollar nuevos proyectos en la región dentro del mismo sector.

En términos de desarrollo México, gracias a sus bajos costos de producción y excelencia en términos de calidad, forma parte de los diez mayores fabricantes automotrices a nivel mundial “de acuerdo con la revista Forbes”. Sin embargo, se ha visto en la necesidad de importar tecnología de países como Alemania, Estados Unidos, Canadá, entre otros, por temas relacionados con la inversión extranjera y rezago tecnológico, siendo así una región receptora de tecnología y aplicaciones de punta, las cuales tiene que asimilarse e instalarse en los centros de trabajo locales, demandando mayores niveles de conocimientos técnicos de los ingenieros y especialistas encargados del desarrollo de nuevos conceptos de manufactura para así lograr el cumplimiento de objetivos y metas marcadas por los diferentes clientes. Por tal razón, el autor con el afán de conseguir un desarrollo personal y profesional dentro de la industria automotriz, principalmente en las disciplinas de manufactura y proyectos, busca aplicar sus

conocimientos teóricos, técnicos y tecnológicos obtenidos durante su formación y experiencia como ingeniero industrial, para diseñar un modelo de asimilación tecnológica que soporte a las factorías de manufactura de autopartes en México en la coordinación y éxito del proceso de adopción de nueva tecnología. Dicho modelo busca integrar herramientas de manufactura avanzada para el soporte a temas como: análisis, planeación, adquisición, adaptación, desarrollo e implementación de tecnología para el logro de una asimilación suave en el proceso de lanzamiento de nuevos proyectos ingenieriles dentro del ramo automotriz. Dicha información se detalla en el desarrollo y cuerpo del presente proyecto de investigación.

### 1.3.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido al rezago que se tiene en México con referencia al desarrollo y creación de nuevas tecnologías para la manufactura automotriz y considerando que la mayoría de las empresas del sector son de origen extranjero, principalmente americanas, alemanas o chinas, implica la importación de máquinas y dispositivos equipados con tecnología de punta, así como también la necesidad de solicitar soporte de talento extranjero para realizar las actividades de arranque y puesta en marcha de los diferentes sistemas de manufactura en las plantas de producción.

El proceso de desarrollo de un nuevo producto del ramo automotriz en una empresa transnacional en la región implica la transferencia y asimilación tecnológica de diferentes equipos de manufactura foránea para su instalación y uso en plantas nacionales. Proceso que integra la amplia colaboración de los diferentes niveles jerárquicos de una organización, con lo cual se busca la optimización de recursos durante el proceso de lanzamiento y fase de industrialización de planta, reducción de la curva de aprendizaje y el desarrollo del Know-how para futuras implementaciones.

Sin embargo, se ha detectado que las organizaciones fabricantes de autopartes en la región a pesar de contar con metodologías firmes enfocadas a la administración de proyectos y sus respectivos lanzamientos, muestran una debilidad y falta de mecanismos de apoyo con respecto a la gestión tecnológica y el proceso de asimilación de nuevas capacidades en los centros de manufactura. Así también, no existen elementos sólidos que soporten el proceso de toma de decisiones relacionadas con la absorción tecnológica y desarrollo del pensamiento disruptivo, que como tal forma parte de los elementos para la creación de estrategias y procesos de mejora continua que se ofertan en el mercado como ventaja competitiva.

La falta de estos elementos aumenta el factor de riesgo y la probabilidad de cometer errores durante el proceso de integrar nuevos conceptos tecnológicos en un proceso productivo al no contar con herramientas que acompañen conjuntamente en el avance y progreso del proceso de asimilación tecnológica.

#### 1.4.- JUSTIFICACIÓN

Hoy en día es necesario no perder de vista la situación dentro de las organizaciones mexicanas dedicadas a los procesos de transformación de materia prima. Con todos los avances tecnológicos de los tiempos actuales en términos de automatización y robótica, el desarrollo y conservación del Know-how es vital para la supervivencia y competitividad de las empresas en los mercados de cualquier tipo. Desafortunadamente, México por su naturaleza manufacturera y la fuerte inversión extranjera en términos industriales de cualquier ramo, se ha centrado en la adquisición y dependencia de tecnología de países desarrollados, dedicándose durante muchas décadas solo a la utilización de esta con fines productivos.

En términos de innovación, el presente proyecto de investigación pretende ofrecer a las organizaciones transnacionales de autopartes de la región central de México herramientas útiles durante el proceso de gestión y asimilación de tecnología, con el propósito de apoyar el proceso de recepción de equipos tecnológicos, implementación y manutención de estos sin depender de soporte externo para dichos fines, enfocándose en el desarrollo, documentación y transferencia del conocimiento para su utilización en futuros eventos y de esta manera lograr una reducción en los niveles de riesgos latentes durante el lanzamiento de nuevos conceptos productivos. De esta manera, es posible pensar en la emancipación técnica de las organizaciones automotrices localizadas en la región de las empresas proveedoras de soporte tecnológico en un mediano o largo plazo, lo cual significaría el comienzo de una nueva era de transferencia y desarrollo tecnológico en México al migrar de un concepto de receptor a desarrollador de modelos funcionales e innovadores. Así como también el aumento en la rentabilidad y mejora en tiempos de respuesta de la empresa hacia los diferentes clientes al reducir costos y lapsos de desarrollo de un nuevo proyecto, generando ventajas competitivas con los diferentes rivales del sector.

Hoy en día, debido a la gran velocidad con la que se desarrollan nuevas soluciones para las empresas manufactureras por la revolución industrial de estos tiempos “Industria 4.0”, la cual provee una visión diferente en términos de automatización y tecnologías de la información, coloca a las empresas en un dilema de supervivencia en los diferentes mercados por temas de adaptación o rezago tecnológico. Es

bien sabido que la correcta utilización de los recursos tecnológicos en una organización son parte de las bases para ofrecer una ventaja competitiva a los mercados, ya sea en términos de costos, tiempos de respuesta, calidad de producto, entre otros; por lo cual se hace presente la necesidad de utilizar herramientas que soporten los cambios y nuevas necesidades de los sistemas productivos en los centros de fabricación del sector.

Por su naturaleza y la forma en la que se desarrolla el mercado automotriz, cada vez más empresas empiezan su migración al concepto 4.0 en sus pisos productivos. Dentro de su estrategia es necesario incluir el concepto de asimilación tecnológica por temas de documentación de la información, capacitación del personal y difusión de conocimientos a los diferentes niveles de la empresa. El cambio implementado de una manera ordenada conducirá a las diferentes firmas al éxito en términos de rentabilidad y competitividad por el buen uso de los recursos que se tienen disponibles. En caso contrario, el crecimiento puede generar caos, fallas y pérdidas por no encontrarse a la altura en términos de adaptación tecnológica.

Se tiene el paradigma de que factor humano corre un gran riesgo en la nueva era industrial del siglo XXI, ya que cualquier actividad laboral humana es susceptible a la automatización por los diferentes medios disponibles, sin embargo, el objetivo principal de la industria 4.0 no es la sustitución total del capital humano por elementos inteligentes, si no la colaboración de sistemas tanto digitales, automatizados y humanos en un ecosistema de fabricación para potenciar las habilidades de cada elemento al interactuar entre sí.

Si bien es sabido, una actividad automatizada presenta ciertas ventajas en términos de eficiencia, calidad y tiempo sobre la mano de obra, motivo por el cual la tendencia y estrategia corporativa de muchas empresas del ramo es alcanzar la eficiencia óptima de procesos mediante la automatización y auto-comunicación de sistemas. Sin embargo, es imprescindible el empleo de capacidades humanas a lo largo de la cadena de valor en actividades de análisis, toma de decisiones y planeación debido a la complejidad de las operaciones, por tal razón es necesaria la implementación de cambios estructurados que sigan una metodología y guíen a las empresas a la excelencia operacional en lugar de alteraciones desorganizadas que generen caos, pérdidas o resistencia al cambio por no estar a la altura de asimilar nuevos conceptos tecnológicos.

El hecho de tener información en tiempo real sobre indicadores, autodiagnósticos y predicciones de los sistemas productivos ofrece innumerables ventajas ante el proceso de toma de decisiones al que se enfrentan aquellos líderes de operación, por lo cual las tecnologías de la información cada vez toman

más fuerza en la industria 4.0 y las empresas comienzan con la utilización del concepto llamado “Internet de las cosas”.

La asimilación tecnológica, mencionada en el presente protocolo de investigación, pretende apoyar la fácil adopción y la reducción de la curva de aprendizaje durante la recepción de nuevos conceptos, así como la transferencia de conocimientos desde niveles gerenciales y de toma de decisión, hasta operacionales donde se requiera la intervención humana para el buen desempeño del sistema implementado.

En términos de manufactura e industria de la transformación, la llamada industria ecológica y el concepto de Organización Sustentable, van dirigidas a empresas privadas utilizadoras de tecnología de punta. Considera el uso de los recursos naturales utilizados en los procesos de producción, la forma en la que los desechos tanto materiales como tecnológicos son dispuestos al medio ambiente y el impacto de su ciclo de vida en el ambiente.

El uso de Tecnología Sustentable en los centros industriales es cada vez más común con la nueva era 4.0, aplicando el principio de las 3R (Reusar, Reducir y Reciclar) en los nuevos conceptos de manufactura. En muchos casos la tecnología sustentable se encuentra en proceso de desarrollo y adaptación, por lo cual su uso no es conocido o aplicado en las diferentes empresas del sector. Afortunadamente hoy en día existen nuevas normativas eco-industriales que prevén el cuidado del medio ambiente y obligan a la implementación de tecnologías sustentables en los procesos de cadena de suministros, viéndose así impactados la producción y manufactura por el hecho de asimilar y gestionar nueva tecnología en los centros de trabajo.

#### 1.5.- OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de asimilación y transferencia de capacidades tecnológicas con enfoque a las tendencias de la Industria 4.0 aplicable a empresas del ramo automotriz de la región central de México partiendo de herramientas de manufactura avanzada para optimizar las funciones involucradas en el lanzamiento y puesta en marcha de nuevas capacidades tecnológicas.

## 1.6.- OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Aproximar y preparar a las organizaciones de manufactura automotriz de la región central de México en el proceso de migración e implementación tecnológica de conceptos propios de la Industria 4.0 y *Smart Factory*.
- 2) Soportar el proceso de toma de decisiones dentro de la organización fabricante de autopartes en términos de implementación de nueva tecnología a partir de la determinación de los requerimientos de manufactura.
- 3) Reducir el factor de riesgo derivado de la integración de nuevas capacidades técnicas en los centros de manufactura automotriz durante la fase de asimilación tecnológica para la optimización de recursos.
- 4) Potenciar la superación y alcance de la curva de aprendizaje derivada de la integración de nueva tecnología previo al arranque de sistemas tecnológicos en centros de fabricación de componentes automotrices.
- 5) Desarrollar y mantener óptimamente el Know-how derivado de la integración de nuevas capacidades tecnológicas en los centros de fabricación de autopartes desde la fase de planeación de un nuevo proyecto tecnológico.
- 6) Monitorear y medir el proceso de asimilación de tecnología dentro de un centro de fabricación de auto-componentes a partir de la determinación de los requerimientos de manufactura hasta el alcance de las capacidades tecnológicas en el centro de fabricación de autopartes.

## 1.7.- MARCO TEÓRICO

En la actualidad existe una creciente tendencia a la mejora acelerada de la tecnología utilizada en procesos productivos dentro del ramo industrial. Las grandes empresas de hoy en día se distinguen por manejar la tecnología en su beneficio para mejorar operaciones en rapidez, eficiencia, bajo costo, y asimilación a la excelencia operacional. Es básico entonces que las organizaciones sepan responder

rápidamente a esta tendencia y utilicen los avances tecnológicos de la actualidad a su favor para depender lo menos posible de agentes externos.

Con el afán de visualizar en un corto, mediano o largo plazo las diferentes tendencias del mercado y por ende el comportamiento de los sistemas productivos para satisfacer las diferentes demandas en un aspecto de innovación y transferencia de tecnologías en la industria, es necesario adquirir conocimiento sobre gestión de tecnología para poder comprender e interpretar las tendencias actuales y mejores prácticas globales en cuestión de manufactura.

En términos tecnológicos, la gestión podría concebirse como la administración del conocimiento para dinamizar un proceso productivo a través de la introducción sistemática de innovaciones tecnológicas. (Rivera, 1995)

Así mismo y como proceso, la gestión de la tecnología abarca la planeación, dirección y coordinación del desarrollo e implementación de capacidades tecnológicas para formular y alcanzar los objetivos estratégicos y operacionales de la organización. (Technology, 1987)

Dicho proceso de gestión integra una serie de funciones técnicas que contribuyen a mejorar la funcionalidad, productividad y rentabilidad de un centro de manufactura. En resume se puede enlistar a dichas funciones de la siguiente manera:

1. Planeación Tecnológica
2. Adquisición y venta de tecnología
3. Adaptación de Tecnología
4. Desarrollo de Tecnologías
5. Ingeniería
6. Asimilación Tecnológica
7. Auditoría Tecnológica. (Salazar, 1987)

Su objetivo es la obtención de conocimientos y activos tecnológicos que han sido desarrollados para diversas organizaciones con un afán estratégico que va enfocado a la utilización de la tecnología con el mismo beneficio y en las mismas condiciones en las que fue desarrollada para fines de innovación y competitividad, considerando diversos elementos:

- La identificación de necesidades de conocimientos y necesidades tecnológicas que son necesarias para crear una base competitiva en la empresa.

- La búsqueda y selección de socios tecnológicos que permitan fortalecer los conocimientos y los intereses corporativos en términos de estrategia y operación.
- La evaluación de las alternativas tecnológicas con las que se cuenta bajo criterios ambientales, operativos y financieros.
- La definición del plan de adaptación a las condiciones propias de la empresa receptora y la asimilación de tecnología para lograr un incremento de conocimientos tecnológicos y optimización de recursos evitando así la dependencia de diversos agentes tecnológicos externos. (Odremán, 2014)

De acuerdo con José Gutiérrez, la asimilación de la tecnología se define como el proceso de aprendizaje y de aprovechamiento racional del recurso tecnológico con el que se cuenta. Consiste en que una organización adquiera tecnología o conocimiento, comprendiendo completamente como es que este funciona y se compone, comprometiéndola entonces a la mejora, o mejor aún, al desarrollo de tecnología propia en el futuro. (2015)

El asimilar tecnología en una organización ofrece grandes ventajas, que aumentan su competitividad y la ayudan a destacar en su mercado. Por el contrario, el no asimilar la tecnología la obliga a depender de otros proveedores externos a ella, y posiblemente, a perder desarrollos o beneficios potenciales importantes a corto y largo plazo.

Es importante entonces que las organizaciones presten atención a la manera en que adquieren su tecnología, para que en lo que más les sea posible, puedan asimilarla para así mejorar su competitividad; o sea, invertir sus recursos eficientemente para generar más ganancias. (Gutierrez, 2015)

El término “asimilación tecnológica”, forma parte del proceso general de gestión de tecnología definida por María Baralt como el desafío que tienen las organizaciones de administrar la producción y aplicar conocimientos a entornos cada vez más industrializados de una manera más eficaz mediante la correcta utilización de tecnología que se implementa dentro de las diferentes áreas organizativas y productivas de un centro de manufactura, innovando en los sistemas y procesos para generar rentabilidad en la organización. (2005)

La rotación de personal en todos los niveles ha roto con muchos esfuerzos técnicos que, en ocasiones, significa pérdida de años de trabajo. La asimilación tecnológica, se presenta como una solución ante este problema, con base en la documentación respectiva. Para un proyecto nuevo, la tecnología está en fase

inicial de asimilación, y el éxito que se tenga en acelerar la curva de aprendizaje dependerá en mucho de la eficiente documentación de toda la ingeniería que se realiza durante la ejecución del proyecto.

Las tres actividades básicas de la asimilación de tecnología pueden resumirse en documentación y difusión, capacitación y actualización de la información que están ligados íntimamente al proceso de aprovechamiento racional y sistemático del conocimiento, así como su aplicación práctica y propagación en diferentes procesos y modelo y además de ir directamente referenciado al concepto de Know-how.

El concepto de Know-how, es una forma abreviada de la expresión norteamericana “*to know how to do it*” que en español significa “saber cómo hacerlo”, es decir conocer cómo hacer determinada cosa o actividad. Se refiere a un conocimiento en sentido técnico, específico y especializado para realizar un proceso que tiene su base y que ha sido desarrollado a través de la experiencia de años de ejercicio cotidiano y profesional de la actividad. (Sierralta, 2004)

En el caso de una organización con fines de rentabilidad, se puede definir al Know-how como el conocimiento que se tiene disponible para desarrollar las actividades base de la empresa, ya sean productivas, administrativas, comerciales, tecnológicas, entre otras. Sin duda, en la industria de la transformación se ha convertido en un recurso de supervivencia y rentabilidad en el mercado, ya que incluye los detalles más significantes de las operaciones para realizar las tareas de manera óptima, seleccionando la tecnología necesaria, recetas, materiales, componentes y el recurso humano necesario, siendo así el bien intangible más valioso al contener la información que guía al desempeño exitoso de un proceso y la ventaja competitiva que ofrece hacia los diferentes clientes.

A raíz de que la adquisición del Know-how se basa en la experiencia, la cual conlleva a múltiples repeticiones de prueba con sus respectivos aciertos y errores, con el paso del tiempo se moldea la manera óptima de ejecutar los diferentes procesos y procedimientos, motivo por el cual la documentación y buena administración de la información es necesaria si a términos financieros y rentables nos referimos. En ese sentido es muy importante la estabilidad laboral en los centros de manufactura en aquellos puestos asociados a la generación del Know-how ya que la fuga de talento puede ocasionar problemas en términos operacionales por la pérdida de dicha información o bien que los competidores la utilicen en su beneficio para crear ventajas competitivas. (Alfaro, 2013)

La tecnología evoluciona a un ritmo acelerado y las empresas deben adaptarse para generar una fuente de ventaja competitiva. La digitalización de la industria es una revolución que busca cambiar el

paradigma de la fabricación industrial, los entornos de trabajo y la forma de relacionarse tanto con proveedores como con clientes.

La cuarta revolución industrial es un movimiento que tiene por objetivo transformar la manufactura mediante la integración e interacción de bases tecnológicas, la adaptabilidad de las unidades de producción y la gestión inteligente de los recursos humanos, naturales y materiales. Requiere la implementación de procesos altamente automatizados, integrando el uso de internet y sistemas remotos de control para recopilar, analizar y procesar datos. Todo esto con el afán de mejorar procesos productivos y apoyar el proceso de toma de decisiones de una empresa, así como una medida enfocada a la optimización de recursos. (INFOSEPP, 2015)

El término Industria 4.0 conlleva muchos significados, pero los primeros avances en este ámbito han implicado la incorporación de una mayor flexibilidad e individualización de los procesos de fabricación, permitiendo una mejor adaptación de las empresas con las necesidades de los diferentes clientes. De igual manera, ofrece una nueva estrategia que se basa en la tecnología de punta para transformar los sectores de energía y fabricación, ofreciendo una nueva visión integrada y transparente de la cadena de valor conectada con los productos a fabricar.

De acuerdo con el Conacyt, hay nueve tipos de avances tecnológicos que actúan en este nuevo tipo de industria: el big data y análisis de datos, los robots autónomos, la simulación de procesos en computadora, sistemas de integración, internet de las cosas aplicado a la industria, ciberseguridad, almacenamiento de información en la nube, impresión 3D o manufactura aditiva y la realidad aumentada. Estos nueve elementos trabajan en conjunto para analizar los datos y variables de una fábrica y de la elaboración de sus productos, logrando optimizar aún más los procesos de fabricación, lo cual se traduce en una producción de bienes de alta calidad de forma rápida y a un costo reducido. (Capilla, 2017)

## 1.8.- HIPÓTESIS

Por medio del diseño y puesta en marcha de un modelo de asimilación tecnológica, basado en una metodología que interactúa directamente en ambientes de manufactura de autopartes, será posible captar toda la información y conocimiento técnico como parte de una estrategia de simulación para comparar el estatus tecnológico de una organización con los nuevos desarrollos del exterior. De esta manera será posible gestionar de manera óptima los recursos implícitos en la implementación de nuevas capacidades

tecnológicas y el correcto desarrollo del Know-how frente a las nuevas necesidades de la Industria 4.0 en el sector automotriz de la región central de México.

## 1.9.- TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

La industria manufacturera automotriz, debido a su versatilidad y su estructura dinámica, requiere la implementación de nuevas técnicas y herramientas que soporten a la alta gerencia en la toma de decisiones con referencia a la reducción de costes en general, así como la implementación de nuevos sistemas de producción en tiempos considerablemente competitivos.

Los modelos de negocio actuales se han convertido en una carrera que tiene como objetivo llegar a la meta de introducir nuevos productos en un mercado de consumo sumamente difícil de interpretar. Si bien, las nuevas generaciones se han caracterizado por su cero tolerancia y su inquietud de estar siempre a la vanguardia, los métodos de fabricación que se utilizaron en décadas anteriores no son funcionales en la actualidad ya que básicamente se enfocaban en la estandarización y fabricación en serie donde todo se veía exactamente igual y la innovación tecnológica se vio frenada un poco debido a dichas estrategias de fabricación.

Todo esto ha dado pauta a la innovación en la metodología del trabajo y forma de manufacturar productos en las empresas del sector industrial, donde los sistemas de manufactura flexible son cada vez más comunes, eficientes y suficientes para afrontar todas las variantes que los nuevos mercados demandan.

El ramo de la Manufactura Avanzada presenta nuevos conceptos de administración, desarrollo y asimilación de nueva tecnología que pueden ser adaptados a cualquier sistema de ingeniería y proyectos con referencia a la concepción de nuevos sistemas de fabricación. Puesto que durante un proceso de lanzamiento y arranque de un nuevo sistema de producción se requiere de una gran cantidad de conocimientos tecnológicos, es importante ejecutar un modelo práctico, sencillo y eficiente para llevar a cabo el proceso de industrialización y transferencia de tecnología de nuevos equipos exitosamente.

El desarrollo de un modelo de asimilación tecnológica y su puesta en marcha en la fase de lanzamiento de un nuevo sistema de fabricación traerá consigo beneficios dentro del rubro financiero y operacional. Esto debido a la optimización de los recursos y su administración en el proceso de asimilación tecnológica dentro de la organización, mejorando así los niveles de competitividad y respuesta hacia los diferentes clientes del sector con respecto a sus competidores.

Si bien el presente proyecto se basa en la experiencia del autor en dos tipos de industria automotriz, ramo metalmecánico y soplado de plástico, es posible implementar sus fundamentos y ser aplicado en la industria de autopartes en general debido al enfoque que presenta y el tipo de herramientas ingenieriles y sistemas de gestión de las diferentes empresas del sector.



# CAPÍTULO II

---

## ASIMILACIÓN DE TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA DE AUTOPARTES

### 2.1.- APLICACIÓN DE MODELOS EN GESTIÓN TECNOLÓGICA

Los modelos son instrumentos o esquemas conceptuales por los cuales los seres humanos intentan articular de manera sistemática el conocimiento que se obtiene de la experiencia mediante el proceso de investigación. Así también, son una herramienta de análisis que sirve para lograr una visión articulada de la realidad de un problema, proceso o actividad; puede ser considerado como una especie de representación al presente, la cual busca enfatizar en los aspectos más importantes o significativos de un fenómeno con el objetivo de proporcionar datos tangibles del comportamiento de las diferentes variables que impactan el desempeño de un sistema. En resumen, busca identificar la ruta óptima para llegar a un fin concreto de una forma documentada.

En términos de gestión, los modelos son utilizados como un medio de ayuda para estudiar la realidad. Por otra parte, contribuyen a la comprensión de las teorías, leyes o conceptos de la materia correspondiente, y en algunos casos verificarlas. Esto último, al mostrar las condiciones ideales en las que se produce dicho sistema, por tanto, tiene un carácter de tipo instrumental y documental. (Carvajal, 2002).

De acuerdo con Enrique Eduardo Tarifa en su artículo “Teoría de modelos y simulación”, los modelos son útiles para diferentes factores los cuales se enlistan a continuación:

- Desarrollo del pensamiento.
- Comunicación.
- Entrenamiento e instrucción.
- Predicción.
- Experimentación.

Así, se concluye que un modelo es un plan que se genera para obtener beneficios, apoyando el aseguramiento del buen funcionamiento de un sistema o proceso que busca ser rentable al trabajar sobre

una plataforma de investigación combinada con la experiencia y que se antepone a los riesgos, amenazas o fracasos que pueden ser causados por una mala toma de decisiones. Por tal razón, su aplicación en áreas como gestión y tecnología potencia la obtención de resultados pronosticados durante la planeación y desenlace de un proyecto.

Como proceso, la gestión tecnológica abarca la planeación, dirección, control y coordinación del desarrollo e implementación de capacidades tecnológicas para formular y alcanzar los objetivos estratégicos y operacionales de una organización. Por lo cual la introducción de modelos que soporten estas actividades dinamiza la introducción sistémica de innovaciones tecnológicas en una empresa.

José Odremán, enlista 6 fases o etapas correspondientes a la gestión tecnológica:

1. Inventariar
  - a. Recopilar tecnologías disponibles a nivel mundial.
  - b. Conocer las tecnologías utilizadas y dominadas por la empresa y que a su vez constituyen su patrimonio tecnológico.
  
2. Vigilar
  - a. Alertar sobre la evolución de nuevas tecnologías.
  - b. Sistematizar las fuentes de información de la empresa.
  - c. Vigilar la tecnología de los competidores.
  - d. Identificar el impacto posible de la evolución tecnológica sobre las actividades de la empresa.
  
3. Evaluar
  - a. Determinar la competitividad y el potencial tecnológico propio.
  - b. Estudiar posibles estrategias de innovación.
  - c. Identificar posibilidades de alianzas de tecnología.
  
4. Enriquecer
  - a. Diseñar estrategias de investigación y desarrollo.
  - b. Priorizar tecnologías emergentes, clave y periféricas.
  - c. Definir una estrategia de adquisición de equipo y tecnologías externas.
  - d. Definición de proyectos conjuntos o alianzas.

e. Determinar estrategia de financiamiento a proyectos.

## 5. Asimilar

a. Explotación sistémica del potencial tecnológico mediante programas de capacitación, documentación de tecnologías de la empresa, desarrollo de aplicaciones derivadas de tecnologías genéricas y la gestión eficiente de recursos.

## 6. Proteger

a. Establecimiento de políticas de propiedad intelectual mediante patentes, derechos de autor, marcas, diseños industriales y secretos.

Mediante un proceso de vigilancia tecnología con motivos del presente marco de investigación, se determinó que existen una gran cantidad de modelos enfocados a las diferentes fases de gestión tecnológica enlistadas con anterioridad, los cuales fue posible identificar a través del uso buscadores científicos especializados. El material obtenido es la base del presente proyecto y su información será utilizada como objeto de estudio y método de comparación para la comprobación de la hipótesis correspondiente y el aseguramiento de los objetivos establecidos, ya que como tal su contenido refiere a diversos temas de gestión en general y para diferentes tipos de industria, pero en ninguno de los casos hacen referencia al proceso de asimilar nueva tecnología en los centros de manufactura automotriz. A continuación, se hace referencia a una serie de modelos como base del presente protocolo de análisis:

- *“A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises”*. (Schumacher, 2016)
- *“Capabilities in strategic knowledge sourcing and assimilation: a new look at innovation in the automotive industry”* (Birchall, 2001)
- *“Catch up strategies in the Indian auto components industry: Domestic firms’ responses to market liberalization”*. (Kumaraswamy, 2012)
- *“Modelo para la asimilación de tecnología de información por medio de la administración del conocimiento”* (Jacobo, 2005)
- *“Modelo para la asimilación de tecnología a partir de patentes de productos derivados de la caña de azúcar”*. (Chong, 2005)
- *“Technology assimilation across the value chain: An empirical study of small and medium – sized enterprises”*. (Bharati, 2012)

## 2.2.- MODELO DE ASIMILACIÓN TECNOLÓGICA

El presente proyecto se enfoca en el desarrollo de una metodología en forma de mapa de proceso que interactúa en una interfaz meramente de fabricación, específicamente a la manufactura de autopartes y con un enfoque particular a la nueva era Industrial 4.0.

Como parte de la gestión tecnológica, pretende mostrar y esquematizar diversas herramientas de manufactura avanzada útiles durante el proceso de optimización, recepción e implementación de alta tecnología en los diferentes centros de fabricación de autopartes del sector automotriz localizados en la región central de México.

El desarrollo de propuestas de valor que generen ventajas competitivas en un sector sumamente cambiante como lo es el automotriz, es una necesidad latente de las empresas manufactureras que quieran permanecer en el mercado. Por lo cual, la obtención y gestión de información relevante sobre las capacidades o cualidades propias de la división que puedan servir como oportunidades ante los cambios y necesidades del entorno industrial, son de gran utilidad para la toma de decisiones determinantes y certeras en términos tecnológicos y de rentabilidad.

En esencia, la asimilación de tecnología pretende captar información y conocimiento del entorno de manera óptima como parte de una estrategia de simulación para comparar el estatus actual de una organización versus los nuevos desarrollos del exterior, todo esto con el objetivo de seleccionar lo que se considere relevante para el éxito operacional del negocio basado en las tendencias del sector, lograr una implementación satisfactoria y maximizar las capacidades técnicas de los recursos para lograr una reducción en el factor de riesgos que se tiene al momento de optar por una decisión importante. En el caso del presente modelo, el enfoque va direccionado a la correcta administración de recursos y desarrollo del Know-how en cara a una nueva era de manufactura (I4.0) donde los requerimientos de los clientes cambian, las necesidades operacionales son diferentes y las capacidades tecnológicas utilizadas por los competidores obligan a los diferentes fabricantes de autopartes a optar por cambios en términos de innovación y desarrollo tecnológico con el fin de optimizar el proceso de transferencia de conocimiento en futuros eventos en el desarrollo de nuevos procesos y proyectos productivos.

Con un enfoque a esta situación, se ha detectado la ausencia de procedimientos que soporten el proceso de asimilación de tecnología en los centros productivos de autopartes que sean capaces de amortiguar los retos que se derivan durante la adquisición de nuevos conceptos de manufactura y el proceso de

transferencia al que se enfrentan los receptores de tecnología, así como las capacidades necesarias para el cumplimiento del proceso de asimilación en los diferentes niveles de la organización.

Por tal razón, se expone una metodología con el objetivo de facilitar el análisis y recepción de información con enfoque a la situación previamente descrita, esquematizada en forma de modelo en la figura 1 y el cual consta de cuatro etapas base para la asimilación de tecnología en la industria automotriz:

1. Vigilancia tecnológica (VT)
2. Selección tecnológica (ST)
3. Adaptación tecnológica (AT)
4. Absorción tecnológica (AbT)

Es un sistema analítico, sistemático y medible a través del tiempo que toma los diferentes requerimientos de manufactura de una organización fabricante de autopartes como entrada del modelo para su análisis a través de las diferentes etapas del proceso de asimilación de tecnología en búsqueda del desarrollo de capacidades tecnológicas (conocimiento, recursos e información), las cuales deben documentarse, transferirse y difundirse en los diferentes niveles de la organización, dependiendo de las funciones y responsabilidades de cada actor en el sistema, para lograr una optimización en las fases de desarrollo de un nuevo concepto de manufactura y la reducción sistemática de la curva de aprendizaje mediante un proceso de medición y planes de acción en el camino de asimilación de capacidades tecnológicas.

Cabe mencionar que, en el caso de la industria de manufactura de autopartes, los requerimientos de manufactura o bien requerimientos del cliente se definen de una manera diferente al resto de sectores industriales. Las características del producto son definidas directamente por una OEM (*Original Equipment Manufacturer*) a un proveedor experto en el ramo del producto o componente automotriz que se desea adquirir, definidos en el medio como empresas terminales “*Tier 1, 2 o 3*”, dependiendo el nivel jerárquico del componente en la explosión de materiales. Partiendo de este principio y con las diferentes limitantes mencionadas, la innovación en la industria de auto componentes parte del desarrollo y mejora en los procesos productivos con los cuales puede mejorarse los costos de fabricación, flexibilidad de manufactura, niveles de calidad y el servicio al cliente y mediante los cuales es posible alcanzar o en su caso superar los estándares de fabricación establecidos por el fabricante automotriz.

En general, el proceso de asimilación tecnológica y el tiempo que conlleva la implementación del presente modelo va influenciado directamente por la visión de las diferentes organizaciones a corto, mediano y largo plazo, así como el acercamiento que se tenga dentro del centro de manufactura con las

nuevas tendencias tecnológicas. Se puede mencionar entonces que dicho proceso de gestión de tecnología va enfocado y de la mano con las estrategias corporativas de la organización en términos de innovación y desarrollo.

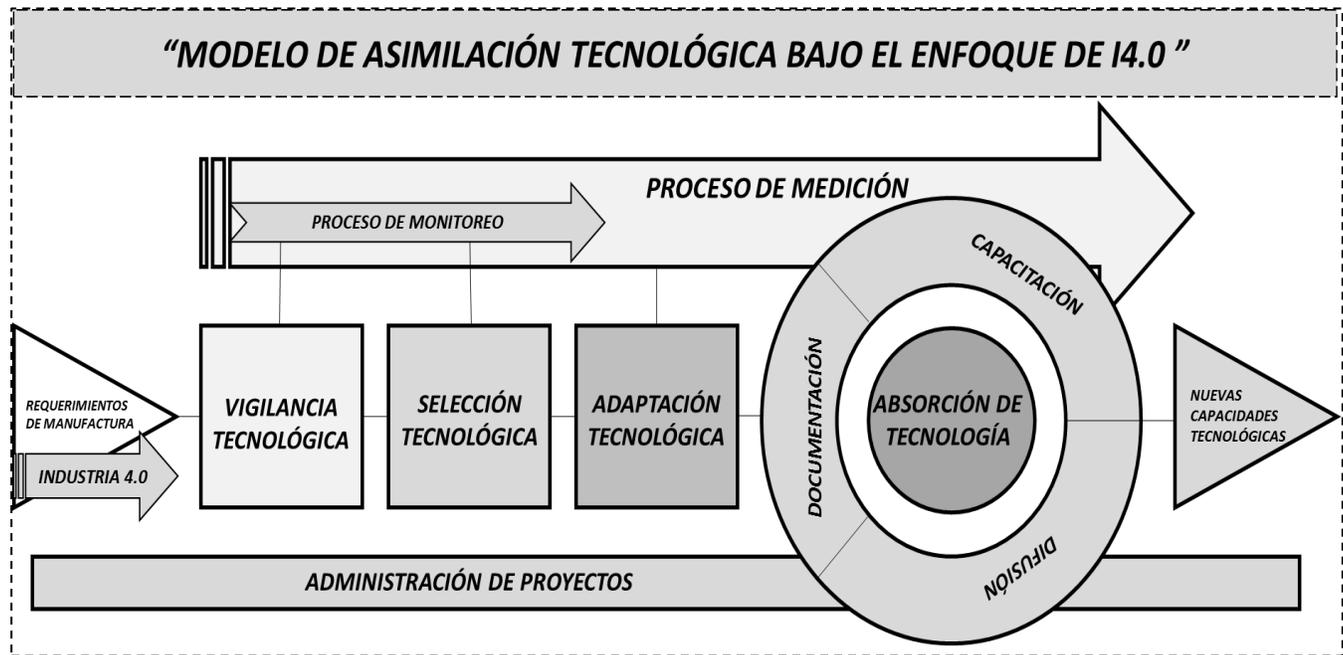


Fig. 1.- Modelo de asimilación tecnológica en la industria de autopartes  
Fuente: Elaboración del autor

### 2.3.- VIGILANCIA TECNOLÓGICA

La vigilancia Tecnológica (VT) es una metodología sumamente útil dentro del proceso de gestión de tecnología que además constituye un factor clave del éxito de una organización al generar ventajas competitivas ante los adversarios mediante la obtención, recepción y monitoreo adecuado de información relevante del medio y su posterior asimilación en diferentes procesos en forma de aprendizaje (administrativos, productivos, servicios, entre otros). Facilita la detección en tiempo de las diferentes amenazas y oportunidades del entorno, señales de cambio, tendencias, tecnológicas emergentes al formar parte integral de una estructura de captación de conocimiento externo, aplicando y transformando las capacidades tecnológicas percibidas al proceso de toma de decisiones del flujo de valor, anteponiéndose a los cambios evolutivos del habitat tecnológico que va sujeto a un factor establecido de riesgo. (Sánchez y Cruz, 2012, p 215)

### 2.3.1.- PROCESO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ 4.0

La llegada de marcas automotrices premium como Audi, BMW, Mercedes Benz a la región centro de México durante los últimos 5 años, ha propiciado un fuerte impacto en las empresas instaladas y dedicadas a la fabricación de autopartes debido a los nuevos estándares de fabricación y servicio que estas OEM demandan. Debido a la fuerte competencia existente en el sector a nivel nacional e internacional, en gran parte propiciado por los diferentes tratados entre países en termino de manufactura, comercio y tecnología, donde las ventajas competitivas del pasado que iban enfocadas a los precios bajos y calidad de producto ya no son suficientes para lograr una supervivencia en el mercado, ha obligado a las diferentes organizaciones a optar por la innovación y desarrollo tecnológico en sus centros de trabajo con el fin de ofrecer ventajas únicas a los diferentes clientes al tener la capacidad de mejorar o introducir nuevos productos al mercado con un enfoque diferente de valor agregado, además de tener en cuenta que para lograrlo, es necesario un cambio organizacional que involucre mejoras en los diferentes procesos productivos y tendencias tecnológicas, tales como la industria 4.0, para atender de forma adecuada las necesidades y nuevos requerimientos del mercado de automóviles.

Con un enfoque a la industria automotriz, el concepto de vigilancia tecnológica del presente modelo de asimilación va orientado al monitoreo de las nuevas tendencias en términos de manufactura y procesos, así como la aplicabilidad de las nuevas líneas de investigación de la cuarta revolución industrial en nuevos conceptos de fabricación de autopartes. Es notable la necesidad de emplear herramientas de monitoreo en un nuevo entorno tecnológico e industrial al que se enfrentan las organizaciones, pues al momento de su ejecución se puede permanecer al margen del comportamiento del mercado y los competidores, así como también cuales son los últimos avances tecnológicos que pueden ser aplicables en los procesos productivos, casos de éxito de implementaciones y uso de diversas capacidades tecnológicas en procesos similares o equivalentes de los competidores, además de anteponerse a las necesidades e investigaciones que se requieren desarrollar previamente para lograr una correcta asimilación y desempeño operacional, mejorando notablemente la competitividad de las diferentes entidades involucradas.

La adopción de los medios de transformación digital, principio medular de la I4.0, en el sector industrial de autopartes de México, no es un tema sencillo que deba tomarse a la ligera. Con el fin de aprovechar todo el potencial de las diferentes capacidades tecnológicas propias de esta tendencia industrial, es necesario planificar el procedimiento a seguir, así como la identificación de los recursos tecnológicos necesarios para abordar este proceso en las empresas de autopartes. Este nuevo escenario parte de la

elaboración de un análisis situacional profundo del estado actual y estrategias corporativas de la organización, siendo la vigilancia tecnológica y sus alcances una potente herramienta de inteligencia tecnológica para la captura selectiva de información propia de la innovación y desarrollo en nuevos conceptos de manufactura. De esta manera se pueden identificar aspectos de mejora – áreas de oportunidad, y su correlación con la visión y objetivos de la empresa al determinar áreas potenciales donde soluciones innovadoras puedan aportar mayor valor.

### 2.3.2.- BASES Y HERRAMIENTAS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Comúnmente en las organizaciones se tiene la idea de que las cosas u actividades tiene que realizarse siempre de la misma manera porque así han funcionado óptimamente durante un largo periodo de tiempo o por el paradigma de que no existen otras formas de hacerlo con la misma eficiencia. Va relacionado con desinformación y desactualización en términos de innovación y desarrollo de los diferentes agentes tecnológicos, ligado directamente al proceso de “aprender – desaprender - aprender”.

En términos industriales, el no mantenerse al margen de los nuevos desarrollos en procesos y manufactura, puede bloquear a la organización en su búsqueda de la excelencia operacional al limitar la implementación y uso de nuevos desarrollos en sus diferentes centros de manufactura con los cuales, la competencia puede o no estar innovando en sus procesos y generando ventajas competitivas para un entorno complejo y cambiante como el actual.

El factor tecnológico, como elemento competitivo de las empresas fabricantes de autopartes tiende a ser dinámico, ya que lo que hoy supone una ventaja, es posible que en un futuro mute a ser una desventaja frente a nuevos desarrollos en términos de fabricación que pongan en jaque a la organización. Por ello, es importante mantener el sistema actualizado mediante un proceso de vigilancia tecnológica para conocer el “Estado del arte” de nuevas tendencias que puede influir directamente al éxito mediante innovación tecnológica y trazo de planes estructurales del camino a seguir por las organizaciones en cara a un futuro impredecible. En la figura 2, se presentan un esquema que engloba las bases y herramientas de vigilancia tecnológica por las que puede optar la industria automotriz del centro de México, además, que pueden formar parte de la estrategia seleccionada por las organizaciones con el afán de mantenerse al margen de los cambios latentes en términos de evolución de procesos productivos y las aplicaciones de alta tecnología en puerta, dada la I4.0 en el sector.

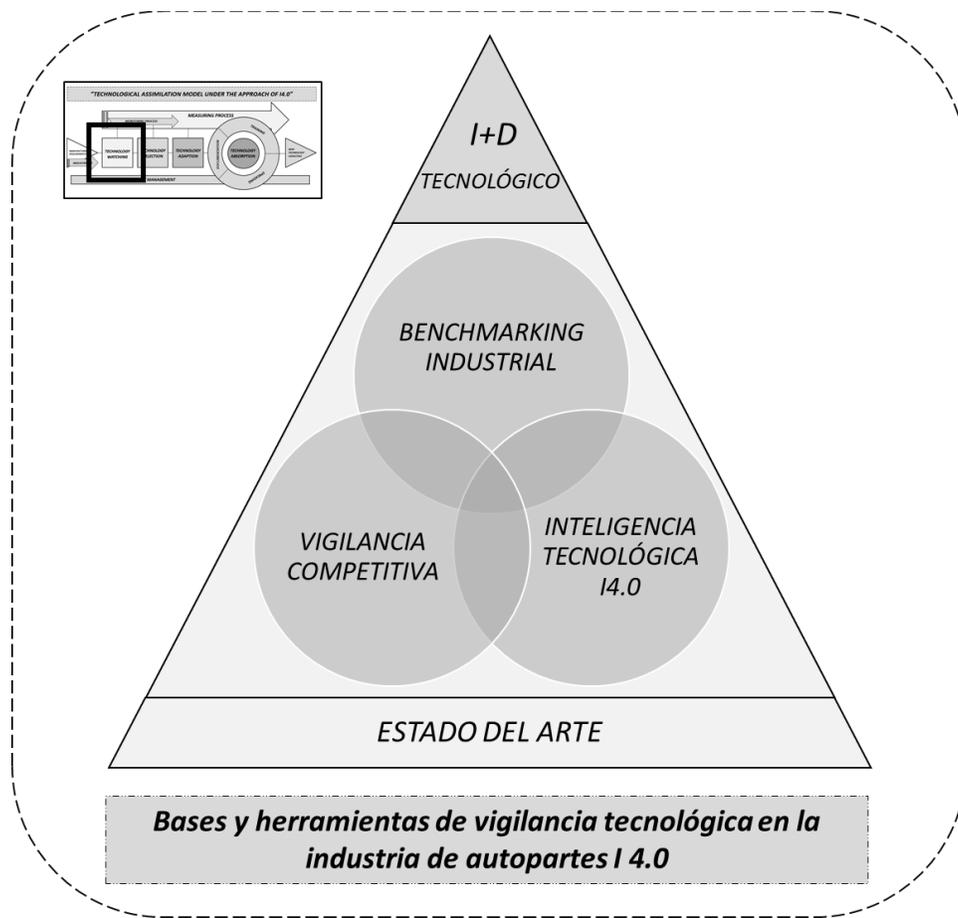


Figura 2.- Proceso de vigilancia tecnológica en la industria automotriz  
Fuente: Elaboración del autor

### 2.3.2.1.- ESTADO DEL ARTE

En la actualidad, el gran desafío de las de las empresas en general es la búsqueda del crecimiento rentable en las organizaciones, creando nuevas formas de valor que se anticipen a futuras demandas para la satisfacción de las necesidades del mercado. Desde su aparición en la tierra, el hombre se ha mantenido en la búsqueda y desarrollo de soluciones que le permitan hacer más con menos (eficiencia operacional), lo cual se ha venido logrando gradualmente con el paso del tiempo dependiendo las necesidades de cada época en particular. Sin embargo, debido a la globalización que se vive hoy en día, se requieren cambios acelerados en los procesos que derivan de la innovación.

La creatividad es el principal impulsor cuando se habla de la fabricación de nuevos conceptos, ideas o soluciones enfocadas principalmente a la solución de problemas. Permanecer atentos al mundo que nos rodea, el cuestionamiento y rompimiento de paradigmas, eliminación de barreras y rutinas que tienen

influencia directa con los procesos más importantes son algunas de las acciones que dan pauta a la innovación y donde el estado del arte juega un papel sumamente particular en términos industriales.

Según el diccionario de Oxford, “el Estado el arte” se refiere al uso de técnicas o métodos más modernos y avanzados, y es un adjetivo que califica a algo como lo mejor que puede presentarse en la actualidad [*“The most recent stage in the development of a product, incorporating the newest ideas and features”, Oxford dictionaries*].

Una versión normalmente aceptada del estado del arte en el ámbito del desarrollo tecnológico es la de seguirle los pasos a un proceso técnico hasta el punto de hallar o determinar su estado más avanzado en términos de aplicabilidad. Como resultado se obtiene de forma resumida la forma en la que diferentes actores tecnológicos han abordado el tema en la resolución de problemas, su implementación y las barreras a las que se han enfrentado con el fin de anteponerse a dichos obstáculos y de esta manera lograr una asimilación del conocimiento que se verá reflejada en aspectos rentables.

En el campo de la tecnología, la expresión del estado del arte hace referencia al nivel más alto de desarrollo conseguido en un momento determinado sobre una técnica o un dispositivo tecnológico que ha sido aprobado (patente) y a su vez justificado por varios fabricantes o competidores. Puede interpretarse también con la expresión “tecnología de punta”. (Collins english dictionary, 2003)

En el caso del presente modelo, el estado del arte constituye la base primordial de la vigilancia tecnológica, ya que por medio de sus conceptos y adopción es posible mantenerse actualizado con referencia a las últimas tendencias de la industria de autopartes, no solo a nivel nacional si no global, lo cual favorece a las diferentes organizaciones al tener herramientas que permitirán la mejora continua de procesos productivos mediante soluciones tecnológicas de punta. Basado en este principio, se muestran diferentes técnicas y herramientas con las cuales es posible favorecer la absorción del estado del arte dentro de las estrategias de asimilación de tecnología en los centros de fabricación de autopartes del sector ya mencionado.

### 3.3.2.2.- VIGILANCIA COMPETITIVA

Desde su aparición en la tierra, los seres humanos por naturaleza tienden a buscar estrategias de supervivencia, así como demostración de poder en búsqueda de ser los mejores, o bien más fuerte en las tareas que realizan. Actividades como minería, agricultura, forja, entre otras han dado pauta al desarrollo

de las actividades industriales como hoy en día las conocemos y que a su vez han sido resultado de miles de investigaciones, fracasos y éxitos a lo largo del tiempo.

En nuestros días es posible minimizar, casi hasta el punto de suprimir, el concepto de prueba y error que caracterizaba los nuevos desarrollos en el pasado con el afán de ser más competitivos. Debido a la gran cantidad de información especializada dispersa en diferentes medios y que han sido aporte de diferentes científicos, investigadores o expertos en la materia, ha propiciado que la recolección y asimilación de este tipo de material forme parte del eslabón necesario para alcanzar una innovación y desarrollo tecnológico en los diferentes campos de la investigación e industria.

Debido a los grandes cambios y el gran número de competidores que interactúan en el mercado, tal es el caso de la industria automotriz, la cual tiene un denominador en común, “se mantiene en un proceso de transformación constante”, ha obligado a los diferentes proveedores de componentes automotrices a optar por la adopción de nuevos procesos manufactureros capaces de afrontar los diferentes requerimientos del mercado de automóviles y sus características futuristas con un mismo fin en común, permanecía en el mercado mediante ventajas de competencia, por lo cual estar al tanto de las actividades de los rivales y el monitoreo de los nuevos desarrollos tecnológicos, tanto sus aportes como sus desventajas, forman parte del proceso de vigilancia tecnológica mediante la adición de nuevas “competencias” en los centros de trabajo, así como la supervisión del estatus de la “competencia” en el mercado actual. A este proceso en el presente proyecto de investigación se le denomina vigilancia competitiva.

En la tabla 1 se enlistan una serie de instrumentos que soportan la actividad de búsqueda del conocimiento y seguimiento del estado del arte para la aplicación de nuevos modelos manufactureros basados en aplicaciones tecnológicas dentro de la Industria de fabricación de partes automotrices. Su uso, selección y aplicación requiere un enfoque hacia las necesidades, estatus y visión de las diferentes organizaciones en términos de innovación y desarrollo tecnológico.

#### 2.3.2.3.- BENCHMARKING INDUSTRIAL

Las organizaciones industriales de autopartes están en constante cambio debido a las necesidades de personalización y adaptación de productos a los nuevos mercados, por lo cual los procesos de mutación y acondicionamiento en las líneas de fabricación para producir lo que los clientes requieren se realiza en intervalos de tiempo más cerrados y con límites de tiempo de ejecución más cortos que requiere la optimización del recurso productivos y administrativos. Las medidas y planes que se han ejecutado de

frente a estos nuevos retos y como tal han aportado un crecimiento en los niveles operativos o competitivos han dado lugar al término de “mejores prácticas” o “*best practice*” por su denominación en Inglés.

<b>INSTRUMENTOS PARA LA VIGILANCIA COMPETITIVA EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ</b>		
<b>Tendencia</b>	<b>Apoyo a la vigilancia Competitiva</b>	<b>Tecnologías (aplicable a la industria automotriz)</b>
<i>Eventos tecnológicos del sector automotriz</i>	<i>Son servicios personalizados de información de actualidad sobre aspectos concretos de un sector o temática. Requiere una previa suscripción o afiliación que ayudan al seguimiento y detección de señales o tendencias del ramo. Normalmente, son de carácter presencial y colaborativo con el fin de generar redes y proyección de las organizaciones.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ferias de tecnología y manufactura</li> <li>● Congresos tecnológicos</li> <li>● Revistas científicas</li> <li>● Foros tecnológicos</li> <li>● Presentaciones automotrices</li> <li>● Exposiciones tecnológicas</li> <li>● Simposios tecnológicos automotrices</li> </ul>
<i>Buscadores especializados (Estado del arte)</i>	<i>Este tipo de buscadores de información y tecnología, se centran en recaudar información específica (ej.: patentes, artículos científicos, tesis, proyectos de aplicación, etc.) de un tema o área en particular (ej.: ingeniería, medicina, social, etc.) o un tipo de información concreta (ej.: automotriz, manufactura, avances tecnológicos, etc.)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ciencia.Science.gov</li> <li>● Conricyt - Conacyt</li> <li>● Google Cloud Platform</li> <li>● Redalyc</li> <li>● ScienceReserch</li> <li>● World Wide Science</li> <li>● YouTube educacion</li> </ul>
<i>Social Media Intelligence (SMINT)</i>	<i>Empleo de redes sociales para mantenerse al tanto de las empresas de autopartes, sus productos, comportamientos y nuevas tendencias tecnológicas en el sector. De igual manera, su uso puede ser enfocado hacia la búsqueda alianzas colaborativas y comparación del estado actual de una organización.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● LinkedIn</li> <li>● Facebook</li> <li>● YouTube</li> <li>● Twitter</li> <li>● Google Plus</li> <li>● Big Data (I4.0)</li> </ul>

Tabla 1.- Instrumentos de vigilancia competitiva en la industria de autopartes  
 Fuentes: Observatorio virtual de transferencia de tecnología (www.ovtt.org)  
 UIA Buscadores especializados ([http://bipa.iberopuebla.edu.mx/web/sitios\\_buscadores/](http://bipa.iberopuebla.edu.mx/web/sitios_buscadores/))

Como definición en el presente modelo, mejores prácticas hacen referencia a una serie de procedimientos, tecnologías, procesos productivos, herramientas o instrumentales que han sido aplicadas en algún concepto de manufactura o actividad Industrial. Su uso ha sido documentado, difundido y perfeccionado hasta el punto de obtener resultados sobresalientes dentro de un entorno por lo cual se les reconoce como aportaciones importantes y su contexto debe ser replicado en el resto de los procesos manufactureros para contribuir al éxito de la organización de autopartes.

Ahora bien, el desarrollo y perfeccionamiento de mejores prácticas no son la solución definitiva en búsqueda de la optimización operacional. Su uso es un proceso continuo de soporte que, mediante dispersión y asimilación de las diferentes experiencias de interés en un ambiente colaborativo y plenamente competido como el automotriz, concede apertura a la generación de valor agregado. Tal razón es de vital importancia reconocer que, basado en un análisis FODA, hay competidores en el exterior o interior de la organización con mayores fortalezas a las nuestras en diferentes procesos, por lo cual el aprovechamiento de este conocimiento puede significar una transformación de nuestras debilidades en oportunidades de mejora si se realiza una evaluación para detectar los diferentes aspectos positivos de la competencia.

Al proceso de medición continua y equiparación de los procesos manufactureros de un agente industrial versus un competidor al que se considera líder y que cuenta con procesos o aplicaciones similares con el fin de obtener información funcional para el apoyo en la identificación e implementación de mejoras, se define en el presente modelo como “benchmarking industrial” y se basa en 4 principios fundamentales para su interpretación y asimilación “MCAM”:

- Medición. - Datos sobre el desempeño de los procesos propios de cada actor industriales que participa en el proceso.
- Comparación. - Niveles de desempeño operacional, mejores prácticas, procesos productivos, tecnología.
- Aprendizaje. - De los agentes industriales colaborativos (competencia) para la introducción de mejoras en los procesos propios de la organización.
- Mejora. - Implementación de “*best practice*” en la organización

La metodología de benchmarking apoya a la industria de autopartes en desarrollar una actitud de crecimiento a través del comportamiento del sector en la actualidad, además de impulsar una actitud de cambio y motivación dentro de la organización para la mejora continua de procesos. Además, a través

del benchmarking, la industria puede captar nuevas fuentes de mejora fuera de su entorno para realizar actividades de manufactura de una forma más eficiente y hacer referencia a las nuevas tendencias tecnológicas utilizadas e implementadas que puedan brindar ventajas competitivas dentro del campo automotriz como parte del proceso de vigilancia tecnológica.

En la figura 3 se muestran los diferentes tipos de benchmarking que pueden ser utilizados en el ramo de auto componentes.

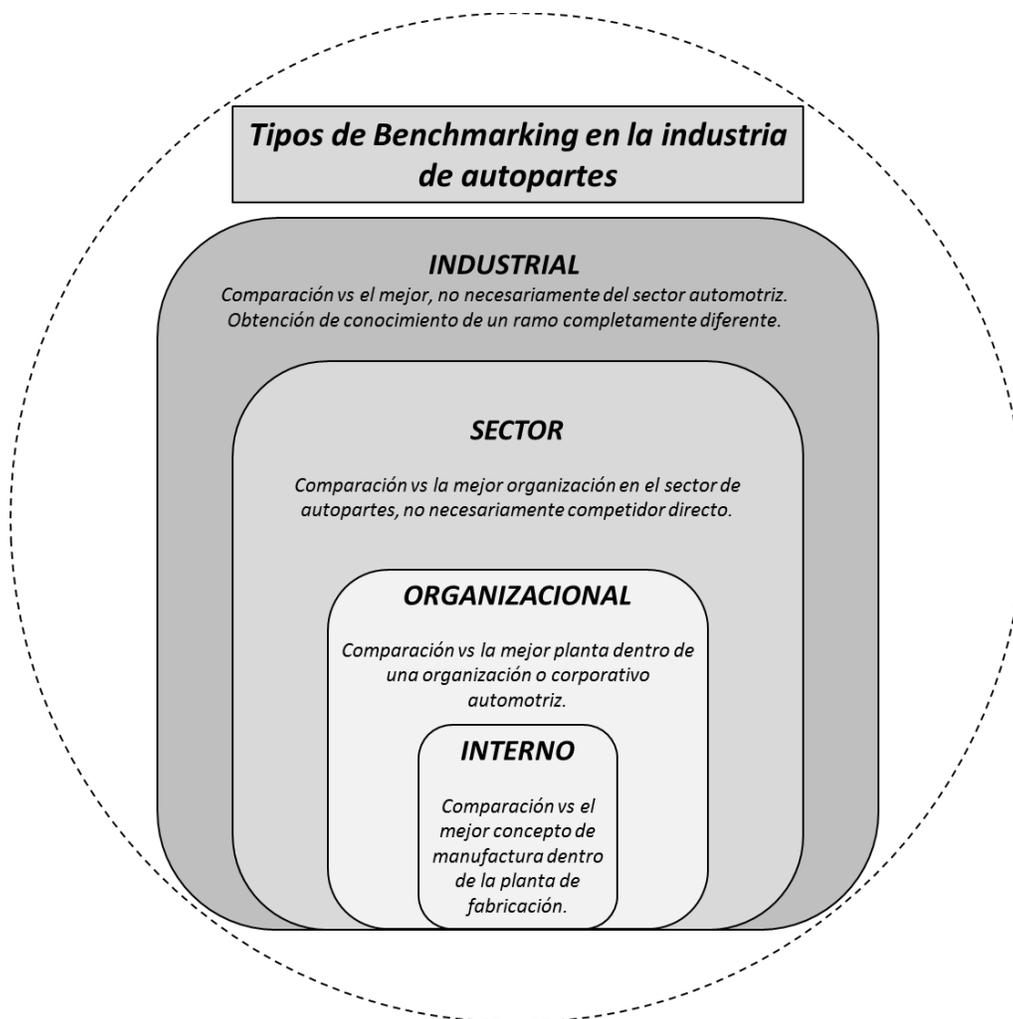


Figura 3.- Benchmarking industrial para la vigilancia tecnológica en la industria de autopartes  
Fuente: Elaboración de autor

#### 2.3.2.4.- INTELIGENCIA TECNOLÓGICA EN LA INDUSTRIA 4.0

El ramo de la manufactura avanzada ofrece diferentes herramientas y conocimientos útiles en el ámbito de fabricación y sus nuevas tendencias, lo cual implica una rápida asimilación y adaptación de nuevos

conocimientos que generan cambios en las formas de producción (migración de sistemas de producción en serie a personalizados), por la introducción de nuevos procesos, productos o equipos en los centros Industriales.

El nuevo reto de la industria a nivel global va ligado a la adopción de sistemas que ofrezcan una mayor flexibilidad e individualización de procesos productivos por medio de la digitalización. Este concepto es parte de los lineamientos de la nueva era en términos de manufactura, la industria 4.0, y la cual marcará la pauta de las nuevas metodologías de fabricación mediante sus tecnologías y tendencias.

Las empresas del ramo automotriz de la actualidad requieren emplear el término de inteligencia ante la llegada de un cambio eminente en el sector. La necesidad de desarrollar capacidades de comprensión de nuevas ideas o conceptos, adaptación a nuevos entornos tecnológicos, aprendizaje de experiencias propias y de los competidores con el objetivo de superar obstáculos y estar preparados para los diferentes cambios tecnológicos son parte de la empleabilidad del término “Inteligencia tecnológica” en el presente modelo al describir la capacidad de los diferentes agentes industriales para adaptarse a los cambios.

En un ambiente sumamente competitivo y cambiante, es necesario que las organizaciones tomen decisiones acertadas y certeras con respecto a la implantación de estrategias a largo plazo relacionadas con innovación y desarrollo mediante el monitoreo continuo y sistemático del campo tecnológico. Lo cual implica la recolección de información y datos para detectar las diferentes amenazas y oportunidades del entorno, siendo así la inteligencia tecnológica una metodología que permite detectar las nuevas vertientes tecnológicas en el sector.

Por tal razón, en vista de la nueva era tecnológica y su aplicabilidad en términos manufactureros, es necesario recolectar todas aquellas habilidades o conceptos que propicien la adecuación al medio a través de vigilancia tecnológica y sus herramientas con el fin de adaptar tecnología o desarrollar procesos que satisfagan las futuras necesidades de la organización frente a un inaplazable cambio en los métodos y conceptos relacionados con la administración de centros productivos de autopartes.

Las instalaciones industriales enfrentan el reto de ser cada vez más eficientes debido a las necesidades de los diferentes clientes en términos de calidad, así como el de las organizaciones de autopartes al optimizar el consumo de los recursos básicos de la planta industrial. El fenómeno I4.0 presenta una serie de tecnologías que hacen frente a estas necesidades, por lo que es necesario mantener un constante monitoreo sobre esta nueva tendencia y su constante desarrollo ya que cada vez más empresas del sector están optando por la migración a sistemas ciber-físicos propios del 4.0 y están contribuyendo

constantemente a la maduración de las bases tecnológicas del nuevo ciclo digital para su consolidación en los centros de manufactura como ventajas competitivas en términos de desarrollo tecnológico. La figura 4 muestra de manera resumida las nuevas tendencias de la I4.0, que por términos de evolución se verán obligadas a conocer, asimilar, adaptar o implementar las diferentes plantas de manufactura de autopartes en sus centros de fabricación, debido al aporte positivo y la gran aceptación por parte de las empresas del ramo y de diferentes sectores productivos como parte de la inteligencia tecnológica.

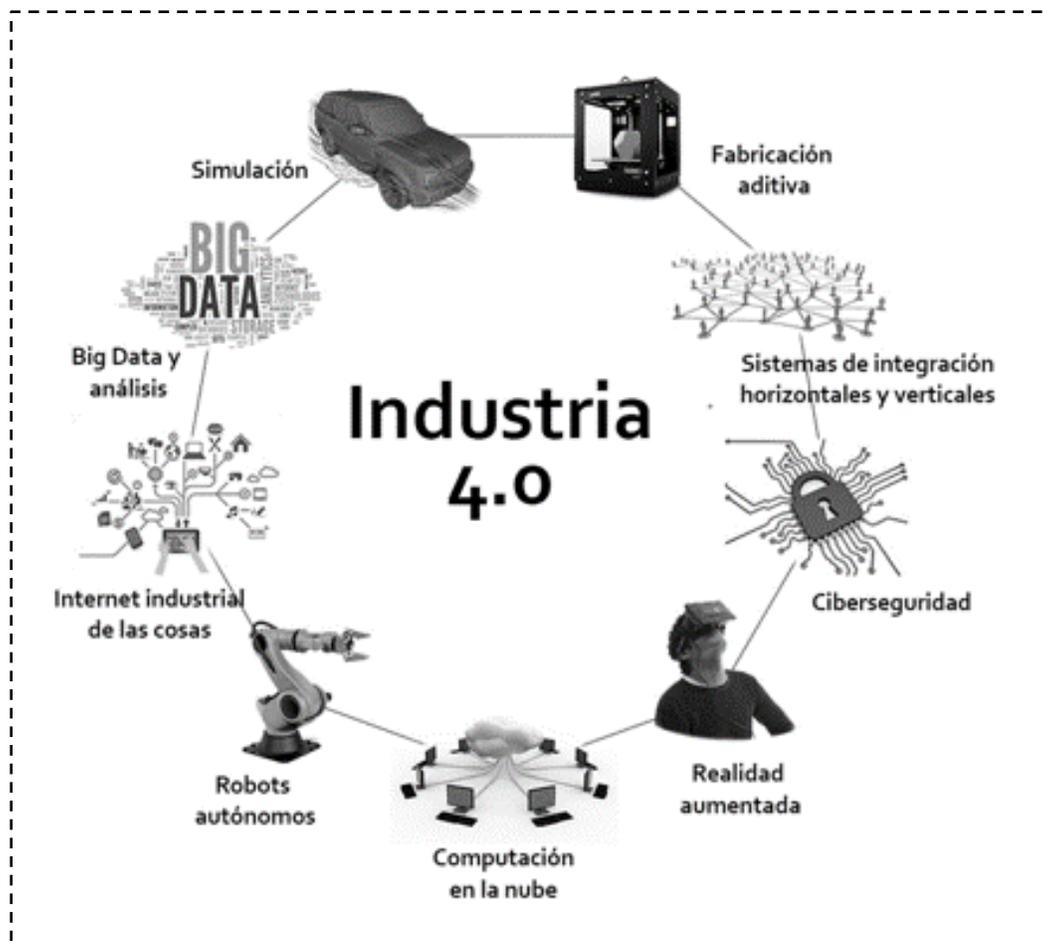


Figura 4.- Los nueve pilares tecnológicos de la industria 4.0  
 Fuente: <http://industria-4.blogspot.mx>

## 2.4.- SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA

En el área de la manufactura de autopartes, tecnología hace referencia a todos aquellos procedimientos, técnicas, habilidades, conceptos, equipos o sistemas que son utilizados de manera inteligente para la obtención de un bien manufacturero. Su utilización es de suma importancia durante la cadena de flujo de valor ya que influye directamente en la toma de decisiones que van relacionadas a los procesos y recursos

necesarios para producir. Cuando las empresas se encuentran en el proceso de diseño o adaptación de un concepto de manufactura operacional, se toman diferentes decisiones que impactan en la utilización de diferentes tipos de tecnología. El acierto o fracaso en la selección de estas repercute directamente en la planeación estratégica de las organizaciones para enfrentar el futuro.

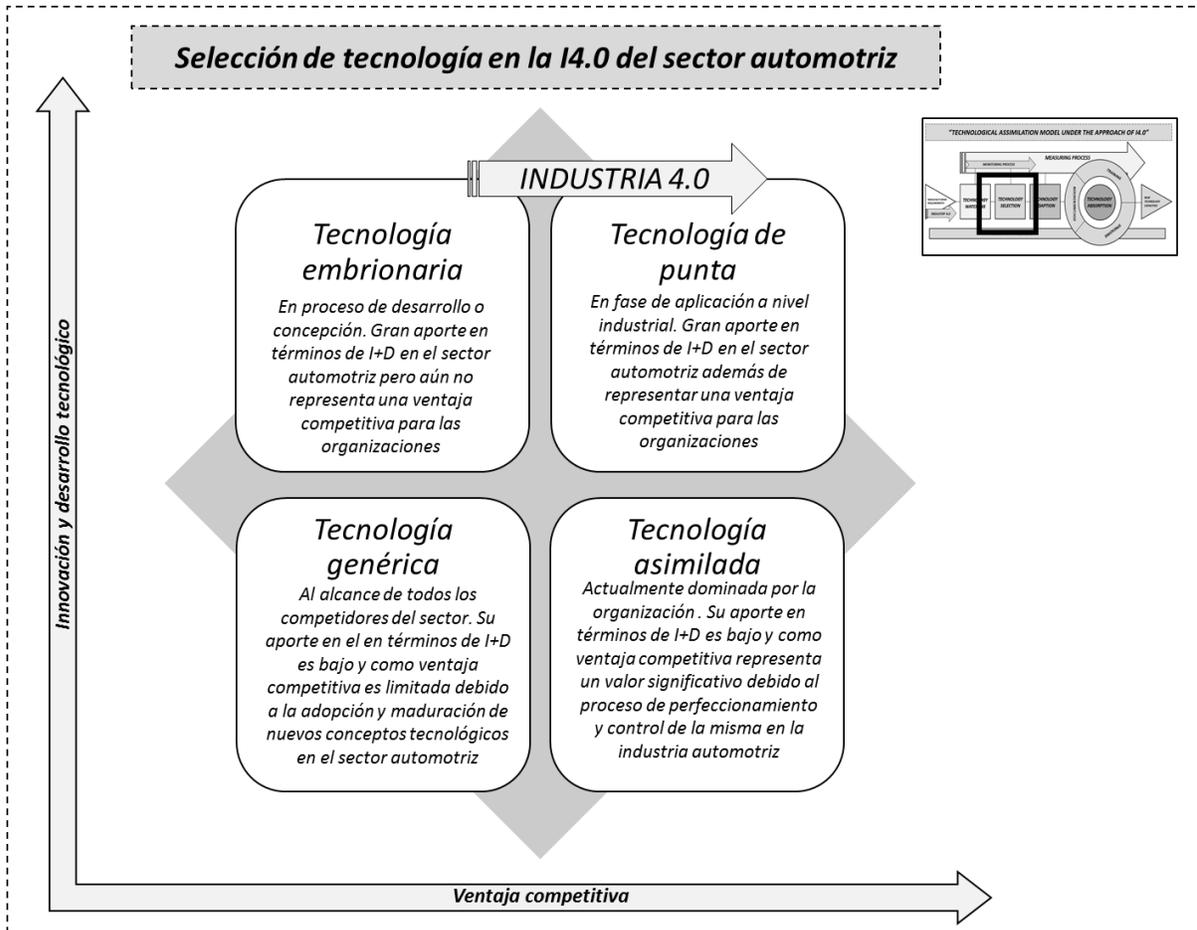


Figura 5.- Tipos de tecnología en la industria automotriz con enfoque a la I4.0  
Fuente: Elaboración del autor

Las tecnologías seleccionadas no siempre tienen el mismo impacto en las organizaciones en sentido competitivo. Algunas de ellas dependen directamente del dominio y su uso óptimo para conducir a la organización al éxito debido a la diferenciación en su aplicabilidad frente a los competidores mientras que la contribución de otras, en general las nuevas tendencias, pueden no representar una ventaja significativa en el sector debido a su nivel de maduración de las mismas en la actualidad, pero que basado en su desarrollo y el proceso natural de innovación e inteligencia tecnológica pueden determinar la pauta en la futura forma de fabricar en la industria de componentes automotrices por lo cual es necesario mantenerse al margen de sus aportes.

Con base al presente modelo de asimilación tecnológica, se categoriza los diferentes tipos de tecnología que se pueden identificar en la industria de autopartes y el nuevo entorno de la I4.0. Esquemático en la figura 5, se segmentan 4 grupos tecnológicos y se hace una relación con los niveles de I+D y ventajas competitivas que en general sus uso y asimilación aportan a los procesos productivos automotrices.

La caracterización de cada grupo tecnológico depende directamente del fin que le ha destinado la organización y las actividades a desarrollar dentro del concepto de manufactura, por lo que el proceso de selección de tecnología no se comprende como una amenaza en el entorno competitivo, si no como una oportunidad de adecuación y adaptación al futuro entorno industrial donde interactúan diferentes factores de importancia en una industria como la disponibilidad de recursos técnicos y financieros, asignación de presupuestos y la compatibilidad con las estrategias corporativas del agente Industrial.

### 3.4.1.- NECESIDADES TECNOLÓGICAS EN LA INDUSTRIA DE AUTOPARTES

La Industria Automotriz debido a su naturaleza cambiante, sirve como impulsor para el desarrollo de diferentes sectores industriales generadores de valor en la cadena de suministros. Se ha caracterizado por establecer altos niveles de competitividad y demanda en los lugares donde se establece, motivo por el cual las empresas del ramo requieren mayores capacidades y fortalezas en cuestión de capital humano y tecnología que a su vez tienden a ir evolucionando para adaptarse a las necesidades del mercado.

La llegada de las versiones híbridas y eléctricas a los diferentes mercados automotrices, y su fuerte aceptación por los consumidores debido a la satisfacción de necesidades económicas, medioambientales y sociales, obliga a los diferentes productores de autopartes a generar cambios en sus métodos de producción mediante la innovación y desarrollo tecnológico para poder sobrevivir en un mercado revolucionado por la transformación de los requisitos del consumidor final y su entorno donde gran parte de los subsistemas que integran un automóvil tienen a una mutación tecnológica.

Desde el punto de vista de un fabricante de autopartes, este cambio tecnológico exige una rápida adaptación en términos de diseño y manufactura de componentes automotrices, ya que actualmente el Know-how de las organizaciones se centra en las versiones de combustión interna. Este salto tecnológico, impulsa a las diferentes empresas a realizar un proceso de reaprendizaje dentro del núcleo de los centros de producción y replantear estrategias frente a nuevos retos de fabricación al adaptarse a las nuevas necesidades del sector mediante la adopción de nuevos procesos de manufactura, así como de ensamble

con la capacidad de ser flexibles-autónomos y la asimilación de tecnología de punta en los pisos de producción, con vista a la Industria 4.0, que sustente los nuevos métodos de fabricación.

Basado en estas nuevas características de la división automotriz, el presente modelo de asimilación muestra un esquema en forma de diagrama de flujo (figura 6), que con un enfoque a la I4.0, se basa en los requerimientos y especificaciones técnicas de los clientes y los mismos productos como parte de las entradas para realizar un proceso de evaluación de las capacidades tecnológicas con las que se cuenta o son necesarias en los centros de manufactura para la fabricación de componentes automotrices. De esta forma, busca la determinación de necesidades y requisitos que son indispensables en el proceso de adaptación de tecnología en líneas productivas nuevas o existentes, y la planeación de recursos técnicos o intelectuales que se requieren para lograr una correcta asimilación de nuevas competencias tecnológicas con sustento en los objetivos de la empresa y el capital designado.

#### 2.4.2.- PROCESO DE EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

En las últimas décadas, la industria en general ha sufrido múltiples cambios y transformaciones para adaptarse a las demandas emergentes y el aprovechamiento de las tecnologías del momento. Tal es el caso de la industria 4.0 que significa un gran reto para las organizaciones en términos de selección y asimilación de tecnologías en sus centros de trabajo. El uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en conjunto con las tecnologías de la operación (TO) para la formación de la llamada “Fabrica inteligente”, dan pauta a una nueva era en términos de manufactura y evolución de proceso productivos donde las empresas requieren ser inteligentes para aprovechar al máximo las nuevas oportunidades a nivel factoría.

Mediante digitalización, la nueva revolución industrial pretende transformar de manera profunda las operaciones industriales a través de la cadena de valor, incluido el cambiante sector automotriz, con el objetivo de obtener mejoras relevantes y sostenibles sobre los niveles de eficiencia, rentabilidad y flexibilidad operacional, lo cual es de vital importancia dada la competencia en el ramo.

Para abordar de manera efectiva esta transformación y superar los obstáculos que surgen durante el proceso de selección de tecnología en la creación de nuevos conceptos de manufactura o bien adaptaciones en sistemas existentes, el presente modelo de asimilación muestra una metodología de aplicación en el proceso de evaluación una vez que son captados y analizados los requerimientos del entorno automotriz.

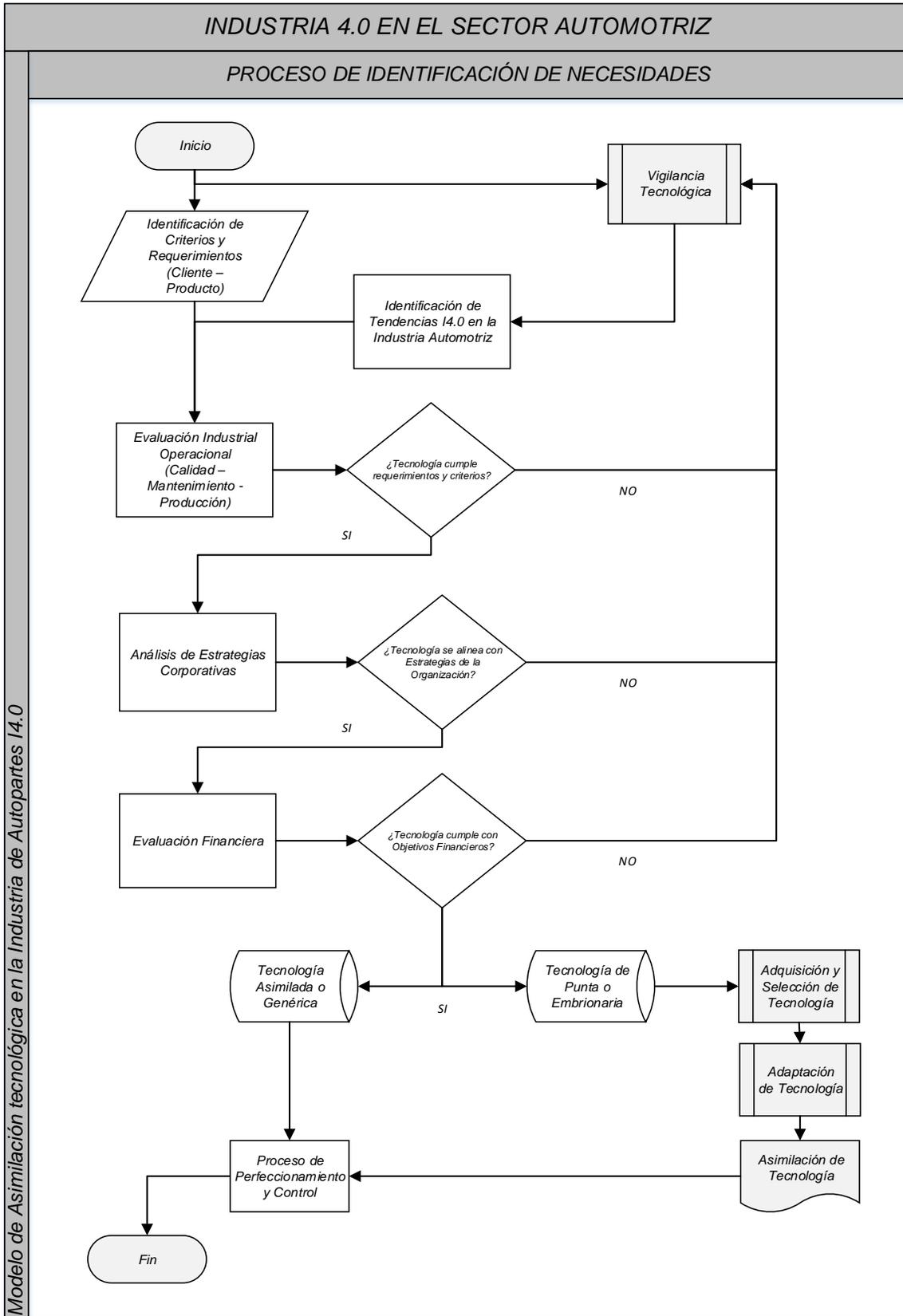


Figura 6.- Proceso de identificación de necesidades en la industria automotriz 4.0  
Fuente: Elaboración del autor

El término de evaluación tecnológica refiere a un conjunto de criterios entrelazados entre sí, que analizan los diferentes impactos derivados de la implementación de nueva tecnología en un centro de fabricación. Considera los efectos operacionales, financieros y organizacionales que puedan verse afectados por la selección de nuevos conceptos con el objetivo de reducir los niveles de riesgo que su adopción significa y contribuyendo a una pronta asimilación para mejorar los factores de rendimiento en los centros de manufactura de autopartes.

La metodología de evaluación mencionada, parte de la absorción y completo entendimiento de los requerimientos de fabricación de un cliente automotriz o una autoparte en específico para su procesamiento y valoración en la cadena de valor de la organización. Como primer punto se establece la realización de una valoración a nivel industrial operacional para identificar las áreas de oportunidad y fortalezas tecnológicas con las que cuenta la empresa antes de realizar un proceso de selección. De esta manera se logran resaltar las diferentes ventajas competitivas con las que cuenta la organización y con las cuales pretende enfrentar un mercado tecnológico que promete entregar nuevas propuestas de valor a las OEM automotrices.

Las estrategias corporativas de una organización son de suma importancia en términos de innovación y desarrollo tecnológico ya que marcan la pauta de crecimiento, objetivos, recursos humanos y financieros que empleará la empresa para la adquisición de un bien, mercado o proyecto. Su análisis en el presente modelo se sitúa en un eslabón posterior a la evaluación Industrial ya que la medición y comparación de las ventajas competitivas con las que cuenta la organización en términos de tecnologías operacionales proporcionará un panorama claro de si la empresa se alinea con las metas y dirección de una organización corporativa. Así, es posible determinar los pasos a ejecutar con respecto a la selección y asimilación de nueva tecnología en los centros de trabajo.

Por último y como conductor final del proceso de evaluación de capacidades tecnológicas en el modelo de asimilación, se encuentra la situación y enfoque financiero de la organización de frente a la I4.0 ya que la limitación de recursos monetarios o la mala administración de estos en las actividades del centro de manufactura puede frenar parcial o totalmente las actividades de Innovación y desarrollo tecnológico. La implementación de conceptos de punta requiere altos niveles de inversión en las organizaciones debido a la adquisición, adaptación y manutención de las capacidades tecnológicas, por lo cual es necesario la asignación de un presupuesto para dicho cometido, considerando los altos niveles de riesgo implícitos en su asimilación, por lo que forma parte importante de las decisiones de impacto dentro de la alta gestión.

El proceso de evaluación tecnológica está presente a diferentes escalas en las actividades diarias que se desarrollan en las líneas de fabricación de autopartes y van desde la selección o adquisición de una refacción hasta el diseño de un concepto de manufactura de un nuevo proyecto automotriz. El cambiante mundo de los automóviles obliga a las diferentes organizaciones a mantenerse actualizados y en un ritmo acelerado de mejora con el fin de aprovechar de manera óptima los recursos disponibles con un fin en particular, “rentabilidad”, por lo cual es una actividad que no debe pasarse por alto en los procesos de gestión en la búsqueda de la excelencia operacional en la industria 4.0. La figura 7 muestra de manera resumida el proceso de evaluación tecnológica en la industria de autopartes y la relación que presentan los diferentes factores organizacionales en el camino de asimilación de nuevas capacidades en la I4.0.

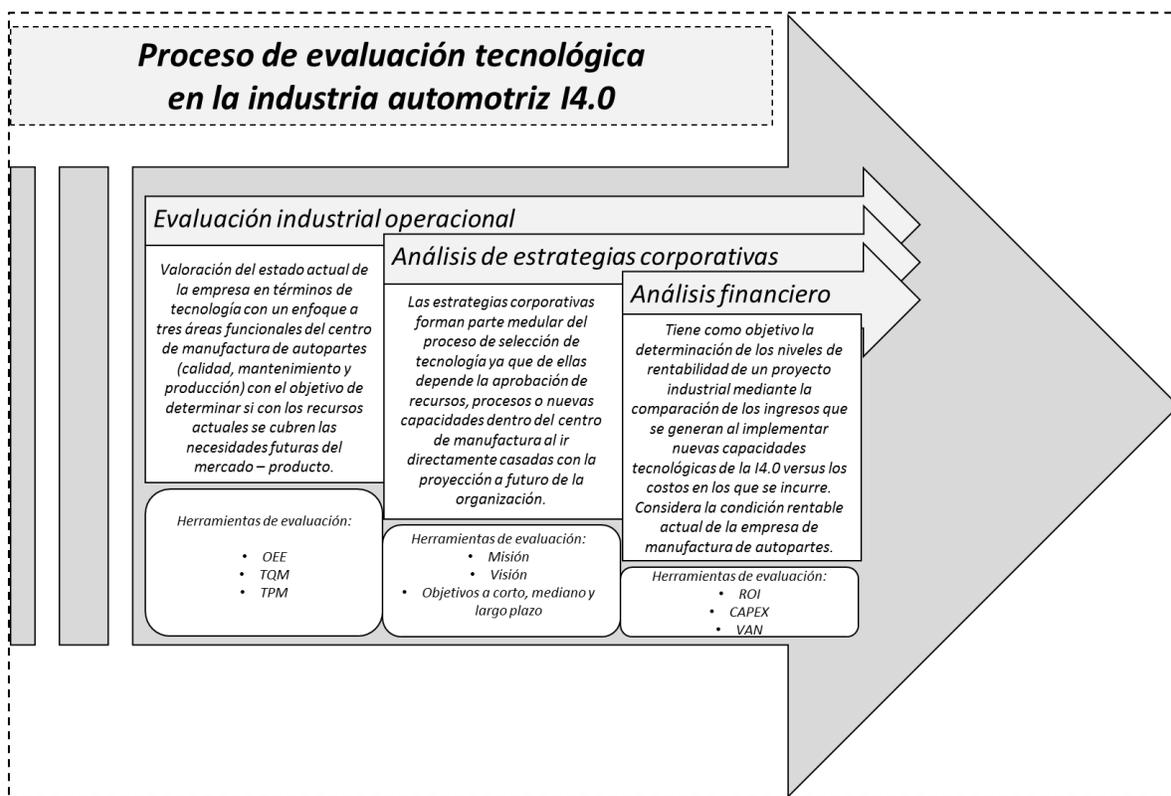


Figura 7.- Evaluación tecnológica en la industria automotriz I4.0  
 Fuente: Elaboración del autor

### 2.4.3.- PROCESAMIENTO Y SELECCIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

El proceso de selección es de suma importancia en la gestión de tecnología, especialmente por términos de innovación y desarrollo tecnológico de las empresas de manufactura de autopartes que desean enfrentar adecuadamente una revolución en términos de fabricación donde las técnicas desarrolladas en

el pasado ya no significan una ventaja sobre los competidores que están optando por la era digital y la interconexión de sistemas.

En las empresas transnacionales de autoparte instaladas en la región central de México, es muy común que los desarrollos de nuevos conceptos de manufactura y tecnología se transfieran directamente de un país desarrollador a un ente operativo, lo cual es perjudicial para la entidad receptora debido al impacto social, operacional y ambiental que en ocasiones se genera si no se desarrolla un proceso adecuado de asimilación tecnológica. El desconocimiento parcial o total de las necesidades técnicas u operacionales de una región en específico dentro de un centro de manufactura es causante de pérdidas cualitativas y cuantitativas de la organización directamente proporcional a las nuevas capacidades seleccionadas e implementadas para satisfacer una demanda.

Por tal razón, la selección tecnológica juega un papel fundamental en la gestión de una planta de manufactura automotriz ya que la toma de decisiones acertadas brinda la oportunidad a las entidades industriales de cumplir objetivos y lograr una independencia técnica, operacional y financiera. Por medio de estudios preliminares de necesidades, evaluación y posteriormente una selección tecnológica, se pueden establecer las bases del proceso de asimilación para el alcance de las metas establecidas.

El mencionado proceso, requiere de una serie de criterios que deben ser altamente considerados durante el flujo de integración de nuevos equipos tecnológicos en las líneas de fabricación automotrices. Con un enfoque a la I4.0 la figura 8 muestra de forma particular los factores clave que el presente modelo propone para el buen desempeño del proceso de asimilación.

- Factor negocio. - El objetivo primordial de la implementación de tecnología de punta se enfoca en el aumento de los niveles de eficiencia operacional mediante el incremento de capacidades técnicas y mejoramiento continuo de los procesos, por lo cual es necesario integrar los nuevos desarrollos al entorno del negocio y no al revés, buscando generar un impacto positivo en la visión de la compañía a corto, mediano y largo plazo. El foco central de los criterios del negocio se orienta a la maximización de la rentabilidad del capital de la organización.
- Ambiente Tecnológico. - Al seleccionar nuevos conceptos tecnológicos, es necesario considerar el impacto negativo o positivo que la integración u adaptación de capacidades innovadoras generará en el entorno operativo, técnico y ambiental. La meta es cuantificar el estado actual y futuro de un entorno industrial y comprender los factores potencialmente afectados en términos

de desarrollo; el fin principal es la generación de estrategias que apoyen a contrarrestar los efectos perjudiciales en el proceso de asimilación.

- **Compatibilidad.** - Cualquier tecnología que se seleccione para su integración en el proceso de fabricación de un componente automatizado, debe ser capaz de interactuar en un entorno establecido y con diferentes tipos de sistemas en funcionamiento. Los conceptos compatibles se pueden definir en como aquellos con la capacidad de integrarse en un entorno técnico sin alterar drásticamente los procesos, que no requieran altos costes de inversión para su puesta en marcha y que no pongan en riesgo la estabilidad económica de la organización. Los proyectos tecnológicos que repercuten positivamente en las capacidades instaladas o que generan un impacto mínimo durante su integración, usualmente son las que tienen más probabilidades de triunfar si se sigue un proceso de asimilación oportuno.
- **Flexibilidad.** - Además de la compatibilidad en los procesos, el término flexibilidad es de suma importancia en la adopción de conceptos de la industria 4.0, el cual refiere a la capacidad de los diferentes equipos, dispositivos o herramientas de ser empleados en el proceso de fabricación de uno o varios productos automatizados. Además de considerar el nivel de adaptación y el tiempo que conlleva su implementación de sus diferentes componentes en el sistema. De igual manera, las nuevas tecnologías deben evaluarse en función a su reutilización para el máximo aprovechamiento de la inversión en sucesivos proyectos de la organización.
- **Obsolescencia.** - Mantenerse al tanto de los niveles generacionales de las nuevas tendencias es de vital importancia en el proceso de selección de tecnología. Debido a la constante evolución en términos de innovación y desarrollo tecnológico, las tendencias del momento suelen cambiar rápidamente en búsqueda de su perfeccionamiento. El hecho de adoptar conceptos de primera generación puede ser perjudicial para la organización debido a la falta de Know-how y el sustento funcional en el mercado competitivo. Así también, el adoptar tecnología obsoleta puede significar altos costes e impacto operativo negativo debido a la falta de soporte técnico en caso de contenciones o refacciones en el mercado tecnológico. Por lo cual, la selección de nueva tecnología debe ir orientada hacia el aporte en términos rentables de una organización, así como una mejora en términos de servicio y mantenimiento para lograr emplear de manera óptima los recursos técnicos con los que cuenta la organización.

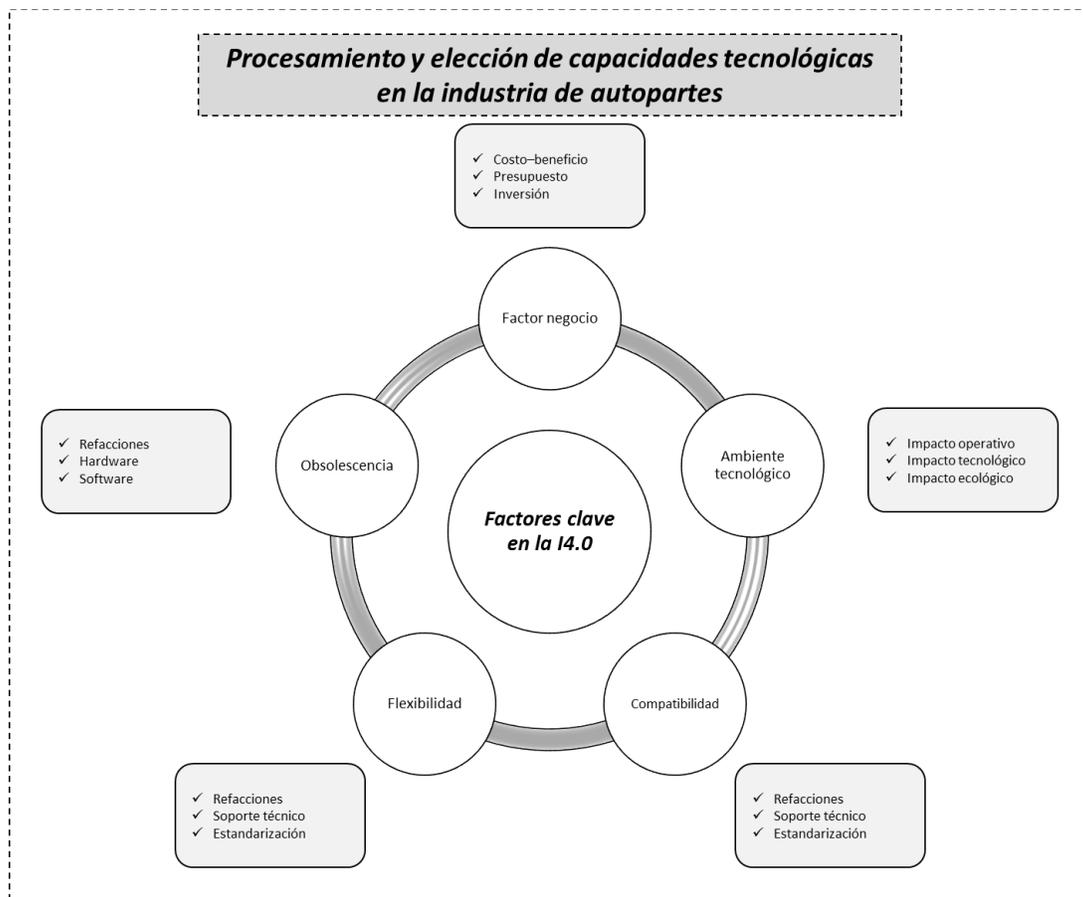


Figura 8.- Factores clave para la Elección Tecnológica en la I4.0  
Fuente: Elaboración del Autor

Basado en estos factores y posterior al proceso de detección de necesidades tecnológicas y su evaluación correspondiente para determinar los requerimientos y características de un sistema productivo en la era industrial 4.0, es necesario realizar un estudio de factibilidad que soporte la toma de decisiones y se desarrolle en base a la información recolectada durante la vigilancia tecnológica, con la cual es posible medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto y la determinación del seguimiento o término del mismo en un ambiente industrial. Como idea central, dicho estudio debe contener dentro de su análisis las recomendaciones enlistadas para la elección del concepto ideal en la organización, así como una comparación de todas las posibles tecnologías para hacer frente a los nuevos retos de la I4.0:

- Satisfacción de necesidades tecnológicas de la organización
- Factibilidad técnica y disponibilidad de recursos humanos, financieros materiales, administrativos para su asimilación
- Ventajas proporcionadas en los diferentes entornos industriales (operativo, técnico, ambiental)

## 2.5.- PROCESO DE MEDICIÓN Y MONITOREO TECNOLÓGICO

Hoy en día por la llegada de la I4.0 y sus diferentes vertientes tecnológicas, la situación que enfrentan los líderes de las plantas de fabricación de autoparte es la de aplicar cambios revolucionarios en sus organizaciones con referencia a la competencia industrial que se va transformando continuamente. La implementación de nuevos conceptos tecnológicos como ventaja competitiva no puede ser culminada sin el acompañamiento de un correcto sistema de gestión y control durante su fase de asimilación en los pisos productivos, ya que el éxito operacional es paralelo a la habilidad de la empresa de administrar de manera óptima sus recursos técnicos y humanos, lo que hace necesario el desarrollo de habilidades de análisis y evaluación de datos que arrojan los diferentes procesos inmiscuidos en los sistemas productivos.

Los datos emitidos de los diferentes sistemas de fabricación son necesarios para la generación de estrategias y el sustento de las decisiones que se toman en una organización; evalúan directamente los rendimientos operacionales y niveles de satisfacción de objetivos, por lo cual es común el desarrollo e implementación de diferentes indicadores adaptados a cada área funcional de la organización que miden el cumplimiento de factores críticos de un proceso o producto.

En el caso de los nuevos desarrollos industriales y adaptaciones de tecnología de punta en los centros de manufactura, si no se tiene un parámetro resultante de la medición de capacidades tecnológicas, no se puede mantener el control en los procesos de gestión de las diferentes fase de un proyecto, lo cual limita las posibilidades de mejorar los procesos y reduce la capacidad de reaccionar de manera inmediata ante la satisfacción de necesidades o replanteamiento de objetivos-estrategias relacionadas con la innovación tecnológica. En resumen y con un enfoque a los procesos industriales, las actividades tecnológicas donde no se aplica un procedimiento de medición de rendimiento (eficiencia, productividad, satisfacción del cliente), difícilmente serán susceptibles a mejorar por la falta de datos que sustenten el proceso de toma de decisiones dentro de la organización.

Con el objetivo de soportar el proceso de asimilación tecnológica de nuevas tecnologías de la industria 4.0, el presente modelo se enfoca en proporcionar una herramienta de alto impacto para la medición y monitoreo de las capacidades tecnológicas utilizadas en la manufactura de componentes automotrices. Partiendo de la metodología del OEE (Eficiencia Global de Equipos), desarrollada en los años 60's por Seiichi Nakajima como parte del mantenimiento productivo total, integra elementos que interaccionan

entre sí durante el proceso de asimilación y cuya efectividad individual afectan el desempeño global de una tecnología.

El objetivo es medir el rendimiento de una nueva capacidad tecnológica establecida en un concepto de manufactura, relacionando factores técnicos, operativos y de calidad. La figura 9 muestra cada uno de estos elementos y su relación en búsqueda conjunta del aprovechamiento óptimo de las capacidades instaladas y proporcionar enfoque durante el proceso de toma de decisiones monitoreando y midiendo el avance dentro del proceso de asimilación de las vertientes de la I4.0 utilizadas en procesos manufactureros automotrices. Su principal enfoque se centra en los siguientes principios:

- Reducción en la curva de aprendizaje operacional
- Satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de requerimientos de fabricación
- Aprovechamiento y absorción de capacidades técnicas de los nuevos conceptos tecnológicos

#### 2.5.1.- OEE TECNOLÓGICO Y SU APLICACIÓN EN EL PROCESO DE ASIMILACIÓN

Como se ha mencionado con anterioridad, la industria automotriz esta inmiscuida en un ecosistema sumamente competitivo e incierto, conteniendo en un mercado no solamente local, si no global. Gran parte de la manufactura de automóviles o sus respectivas autopartes no se destina a un mercado local si no foráneo por lo que las diferentes organizaciones están obligadas a cumplir con requisitos establecidos en diferentes sitios del mundo.

Las empresas que compiten a nivel mundial deben conectar sus sistemas organizacionales con las mejores prácticas en términos de tecnología e innovación para establecer un liderazgo que le permita posicionarse en los diferentes mercados internacionales, lo cual es una realidad para la región por la llegada de OEM automotrices y su consecuente desarrollo de proveedores de autopartes tanto regionales como transnacionales, obligando a las organizaciones a establecer una búsqueda continua del alza en los niveles de excelencia dentro los centros de fabricación correspondientes mediante la incorporación de nuevos conceptos operativos.

En esta nueva era, es posible medir el éxito de una organización mediante la absorción de conocimientos y su capacidad de transformar los conceptos tecnológicos adoptados en bienes físicos de una manera rápida y eficiente, mejorando los niveles de competitividad mediante la excelencia en manufactura e implementación de las mejores prácticas. En el ramo de la fabricación y medios industriales existe una metodología que, mediante el establecimiento de estándares de comparación en términos operacionales

a nivel global, reúne estas características a través del establecimiento de estándares comparativos e integrando conocimientos y experiencias de las mejores organizaciones a nivel fabricación.

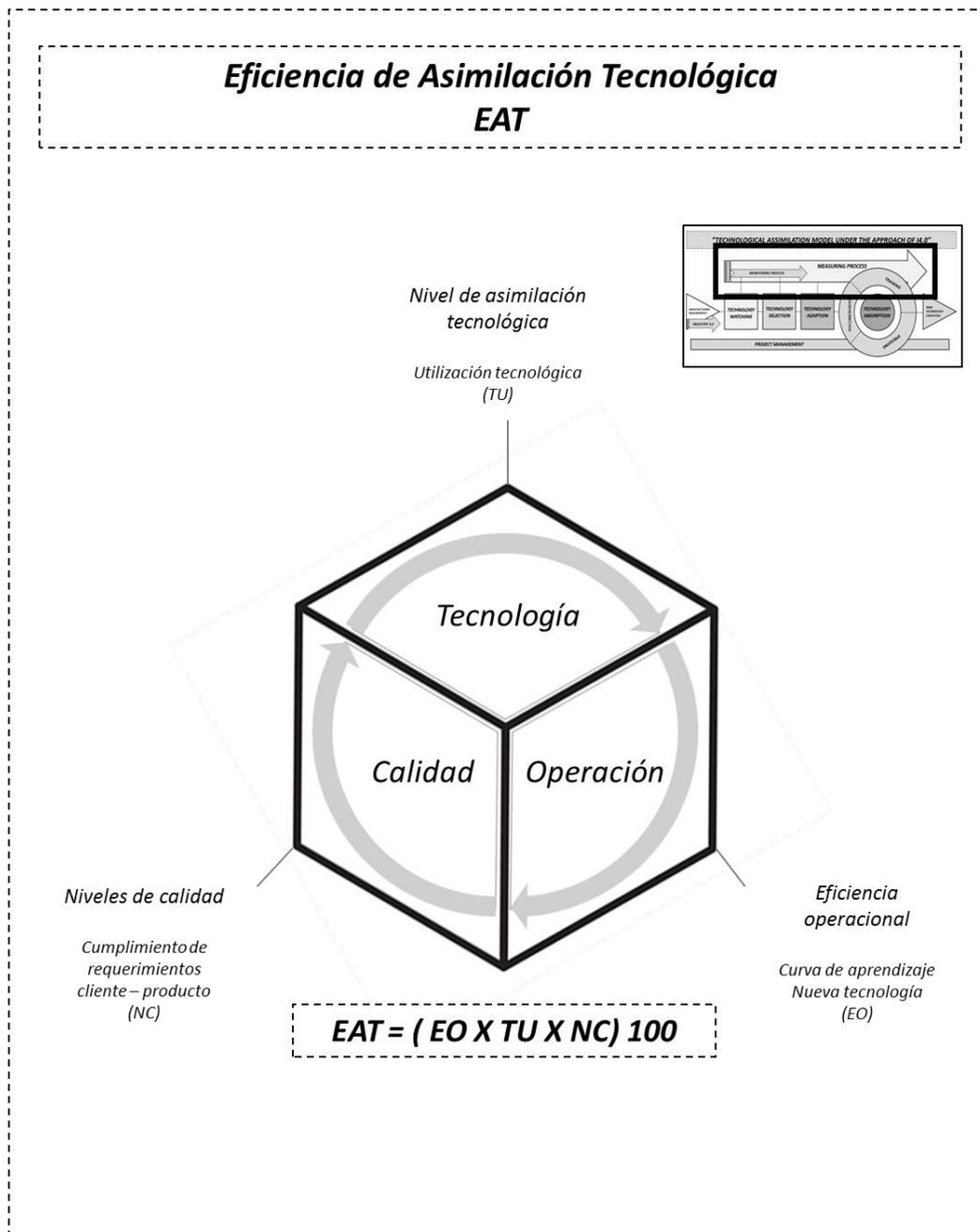


Figura 9.- Proceso de medición y monitoreo tecnológico  
Fuente: Elaboración del autor

La metodología de estándares de manufactura clase mundial, “*World Class Manufacturing (WCM)*” por sus siglas en inglés, hace referencia a la capacidad de un centro de manufactura para responder a los movimientos que se generan en un entorno industrial, además de un énfasis en términos de gestión

tecnológica y su aprovechamiento para la obtención de un producto, permitiendo a la organización desarrollar ventajas desde el interior de su núcleo (manufactura) y competir a los mejores niveles en los diferentes sectores.

El presente modelo, expone una herramienta de medición de capacidades operacionales (OEE) que se basa en el establecimiento de estándares de clase mundial. Esta metodología es adaptada al fin esencial del presente proyecto de investigación, asimilación de tecnología, para reflejar aspectos importantes y susceptibles a mejorar durante las fases que integran el proceso. El objetivo principal es proporcionar datos a la organización que sean funcionales durante las fases de toma de decisiones que involucra la adopción de nuevas capacidades tecnológicas en los centros de fabricación de autopartes mediante la medición de tres características propias de los procesos operativos: tecnología – mano de obra – calidad, estableciendo planes de acción para la eliminación de aspectos que no agregan valor al proceso y lograr alcanzar en escala menor de tiempo los estándares competitivos a nivel mundial en términos de manufactura.

Basado en la relación que muestra la figura 9, se describe el procedimiento establecido para la medición de las características que dan pauta a la obtención del nivel de eficiencia en el proceso de asimilación tecnológica, definido como "EAT" y el cual es expresado como indicador o porcentaje para su utilización en las organizaciones que opten por la adopción de nueva tecnología.

Eficiencia operacional. – Esta característica se enfoca en determinar el tiempo que es necesario durante la adopción de nuevas capacidades tecnológicas para que los colaboradores que están directamente inmiscuidos en el proceso de fabricación y en contacto directo con las mismas, superen la curva de aprendizaje en un tiempo menor al establecido. Como resultado refleja el rendimiento u aprovechamiento de los sistemas tecnológicos instalados en las líneas de fabricación de un productor de autopartes durante el lanzamiento de un proyecto, monitoreando de manera continua los avances en términos de eficiencia a través del tiempo y ofreciendo a los diferentes clientes niveles de respuesta optimizados ante contingencias o nuevos requerimientos por términos de flexibilidad o personalización en los nuevos mercados.

Para su cálculo, es necesario que la organización establezca los niveles de éxito esperados referentes a la adopción de una nueva tarea productiva, por ejemplo, autopartes por hora fabricadas, tiempo ciclo alcanzado, número de lotes fabricados, entre otros, así como el tiempo decretado para su obtención u

dominio total. Va de la mano con los objetivos de la empresa y el uso de nueva tecnología para su consumación. Su definición se puede observar gráficamente en la figura siguiente:

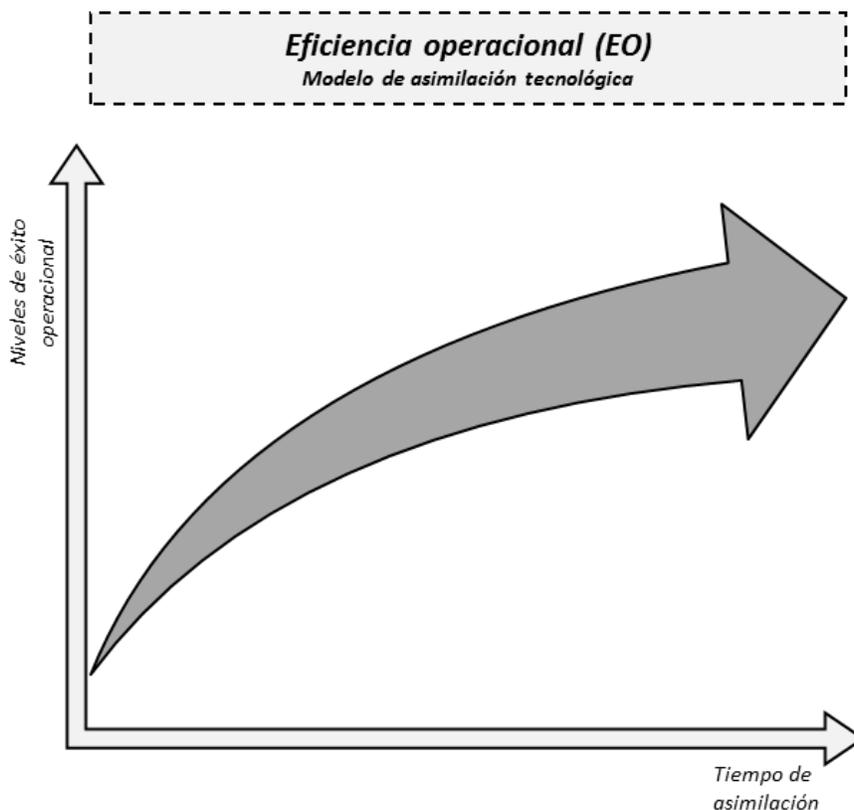


Figura 10.- Grafica de eficiencia operacional en el modelo de asimilación tecnológica  
Fuente: Elaboración del autor

Como se puede interpretar en la imagen, el nivel de éxito operacional de una organización en el uso de una nueva capacidad tecnológica va directamente relacionado con el tiempo establecido para su perfeccionamiento, durante el cual se desenlazan una serie de actividades ligadas al desarrollo de habilidades y conocimientos (capacitación, entrenamiento, experiencia, etc.), significando la utilización de recursos adicionales si no se logra una aceleración en el alcance de las metas establecidas.

Para transformar el nivel de eficiencia operacional en un indicador digerible y de fácil adopción para la toma de decisiones, se requiere procesarlo a un valor numérico o porcentual que pueda ser comparado y medido constantemente. Es posible calcularlo siguiendo la siguiente fórmula:

$$EO = \frac{NEO}{NEE}$$

$$\%EO = EO \times 100$$

Donde:

EO= Eficiencia operacional

NEO= Nivel de éxito obtenido

NEE= Nivel de éxito esperado

%EO= Porcentaje de eficiencia operacional

**Nivel de Asimilación Tecnológica.** – Define el nivel de utilización de una nueva tecnología y se basa en el pronóstico de la organización con referencia al tiempo necesario para su completa asimilación tanto técnica como operacional por parte de un equipo destinado a operarla o bien mantenerla. Para la organización de fabricación automotriz, refleja la obtención de los resultados esperados a través del correcto uso de recursos y su optimización mediante la medición del rendimiento de las capacidades tecnológicas. Se enfoca en el cálculo del tiempo inactivo de una capacidad tecnológica en un lapso de actividades planeado, causado por diferentes factores no proyectados considerados como interrupciones. El objetivo principal de la medición de estos niveles va enfocado a la determinación de planes de acción que reduzcan el número de eventos imprevistos que afectan el tiempo asignado por la organización para alcanzar los niveles de asimilación esperados. La figura 11 refleja la relación existente entre estos factores.

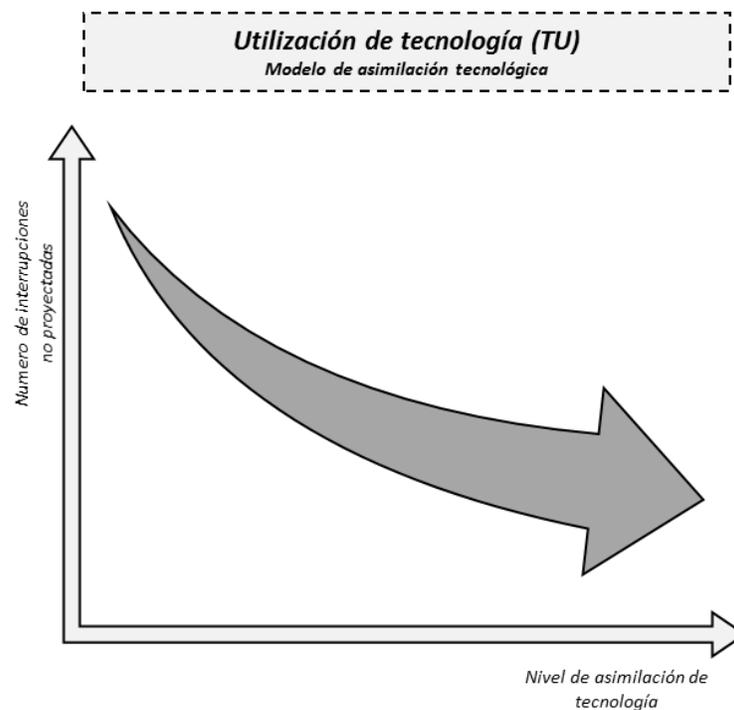


Figura 11.- Niveles de utilización tecnológica en el modelo de asimilación tecnológica  
Fuente: Elaboración del autor

El presente modelo, muestra el nivel de asimilación de tecnología como el factor de rendimiento de las nuevas capacidades implementadas en cierto punto del tiempo y hace referencia a los niveles establecidos por la dirección para su completa asimilación. De esta manera, se puede disponer de sus competencias anticipadamente y convirtiéndose en una ventaja competitiva en los diferentes segmentos de autopartes. Para su cálculo se consideran 3 tipos de situaciones que afectan el nivel de rendimiento de una nueva tecnología manufacturera:

- **Interrupciones operacionales.** - Va relacionado directamente con el factor humano y el tiempo que un equipo no puede ponerse en funcionamiento o actividad productiva por temas de capacitación, difusión o documentación de procedimientos o técnicas. En general refiere al nivel de preparación que los colaboradores han adquirido durante el proceso de asimilación tecnológica.

Su cálculo es posible a través de la siguiente expresión matemática:

$$IO = \frac{TIO}{TAP - ToP}$$

Donde:

IO= Interrupciones operacionales

TIO= Tiempo total de interrupciones operacionales

TAP= Tiempo de asimilación programado

ToP= Tiempo de interrupciones operativas planeadas

- **Interrupciones técnicas.** – Este tipo de interrupciones se liga directamente con los conjuntos tecnológicos, así como su funcionamiento y el tiempo de respuesta de un equipo con capacidades técnicas para ponerlo en funcionamiento. Suponen la suspensión temporal del proceso de asimilación y puesta en marcha de un equipo por tema como mantenimiento, capacitación, entrenamiento, entre otros, seguido de un restablecimiento que puede ser de tipo inmediato, sin necesidad de intervenciones considerables o bien, en algunas ocasiones una reparación o inversión mayor por temas de dominio y perfeccionamiento de los agentes tecnológicos. Su cálculo puede interpretarse como el tiempo total de interrupciones no planeadas por cuestiones técnicas, como mantenimientos, ajustes o restablecimientos, que modifican el rendimiento de las nuevas tecnologías, sobre el tiempo que fue estimado por la organización para completar el

proceso de asimilación de nuevos recursos dentro de la organización productiva de autopartes. La fórmula para la obtención de un porcentaje representativo de este indicador se expresa a continuación:

$$IT = \frac{TIT}{TAP - TtP}$$

Donde:

IT= Interrupciones técnicas

TIT= Tiempo total de interrupciones técnicas

TAP= Tiempo de asimilación programado

TtP= Tiempo de interrupciones técnicas planeadas

- **Interrupciones por cambios de modelo.** – Como parte de la integración de conceptos flexibles en las líneas de producción automotrices para satisfacer diferentes necesidades de los clientes en términos de manufactura, conceptos para acelerar las modificaciones de sistemas de manera rápida y eficaz son latentes en la era de la industria 4.0, donde pueden intervenir diversas actividades de índole mecánica, eléctrica o de reprogramación de sistemas dependiendo el nivel de tecnología instalado en un centro de manufactura.

Las interrupciones por cambio de modelo tienen que ver con el rango de tiempo que se excede en la realización de modificaciones en las recetas, herramientas o programas que requiere una actividad de fabricación para la obtención de un bien específico y su efecto sobre el tiempo programado para el proceso de asimilación de capacidades. En la era digital e industria Inteligente propia del concepto I4.0, se busca la eliminación supresión de este tipo de ineficiencias mediante la utilización de nuevas tecnologías y sus diferentes vertientes. Sin embargo, es necesario considerar este tipo de indicador para el cálculo del rendimiento y niveles de utilización de tecnología en equipos o procesos que requieran modificaciones en sus sistemas para poner en funcionamiento un equipo o proceso de fabricación. Además, por medio de su medición es posible detectar necesidades referentes al dominio y aprovechamiento de las capacidades tecnológicas. La siguiente expresión muestra el procedimiento para su obtención y cálculo:

$$ICM = \frac{TCM}{TAP - TcP}$$

Donde:

ICM= Interrupciones por cambio de modelo

TCM= Tiempo total de interrupciones por cambio de modelo

TAP= Tiempo de asimilación programado

TcP= Tiempo de interrupciones por cambio de modelo planeadas

Por medio de la obtención de estas tres características es posible calcular una tasa de interrupciones que afecta directamente el porcentaje de utilización de tecnología en el proceso de asimilación de nuevas capacidades instaladas.

$$Tasa\ de\ Interrupciones(TI) = IO + IT + ICM$$

Con el objetivo de establecer un indicador digerible para la toma de decisiones dentro de la organización, es necesario transformar la tasa de interrupciones obtenida en un valor porcentual que pueda ser evaluado y mejorado para ser llevado a los estándares de clase mundial establecidos. Para esta actividad, el modelo presenta una ecuación por medio de la cual es posible medir el nivel de rendimiento y utilización de una nueva capacidad instalada.

$$TU = 1 - TI$$

$$\%TU = TI \times 100$$

Donde:

TU= Utilización de tecnología

TI= Tasa de Interrupciones

%TU= Porcentaje de utilización de tecnología

**Niveles de calidad.** – El termino calidad hace referencia a diferentes aspectos que se desarrollan dentro de una organización en búsqueda del cumplimiento de expectativas y requerimientos de productos, servicios o proceso productivos. Como tal, calidad se centra en buscar la satisfacción de un cliente mediante el uso de los recursos disponibles de una organización.

Uno de los principios más significativos de la I4.0 es el de incrementar los estándares de calidad mediante tecnología de punta. A través de medios digitales – automatizados interconectados entre sí y compartiendo datos en tiempo real, es posible mejorar el nivel de reacción de una organización en sus tiempos de respuesta, lo que impacta significativamente la satisfacción del cliente, o bien, monitorear de manera directa las características críticas o de seguridad de un producto para detectar desviaciones significantes en el proceso productivo y aplicar planes preventivos o predictivos ante la corrección de estas en la actividad industrial.

Por tal razón, se incluye el principio de medición de niveles de calidad en el concepto de monitoreo tecnológico propio del proceso de asimilación de nuevas capacidades técnicas en el centro de manufactura. El presente modelo, muestra solo unos conceptos que impactan los niveles de calidad dentro de una organización de autopartes, así como el procedimiento para obtenerlos. Las diferentes organizaciones pueden optar por la adición o supresión de las características que afecten de manera directa la satisfacción del cliente con referencia a sus productos o procesos, los cuales pueden diferir dependiendo su Know-how y especialización. Su representación en forma de indicador apoya y sustenta el proceso de toma de decisiones dentro de la organización con respecto al nivel de confianza que se tiene de un proceso al incluir nuevos conceptos tecnológicos y su óptimo aprovechamiento. La figura 12 muestra dichos factores y su relación correspondiente.

- **Piezas buenas a la primera.** – Indicador básico de calidad que indica el porcentaje de piezas buenas fabricadas desde el primer propósito sin necesidad de ajustes o actividades adicionales. La fórmula para su cálculo se expresa en la siguiente ecuación:

$$PBP = \frac{TPF - TSC - TRT}{TPF}$$

$$\%PBP = PBP \times 100$$

Donde:

PBP= Piezas buenas a la primera

TPF= Total de piezas fabricadas

TSC= Piezas totales scrap

TRT= Piezas totales retrabajadas

%PBP= Porcentaje de piezas buenas a la primera

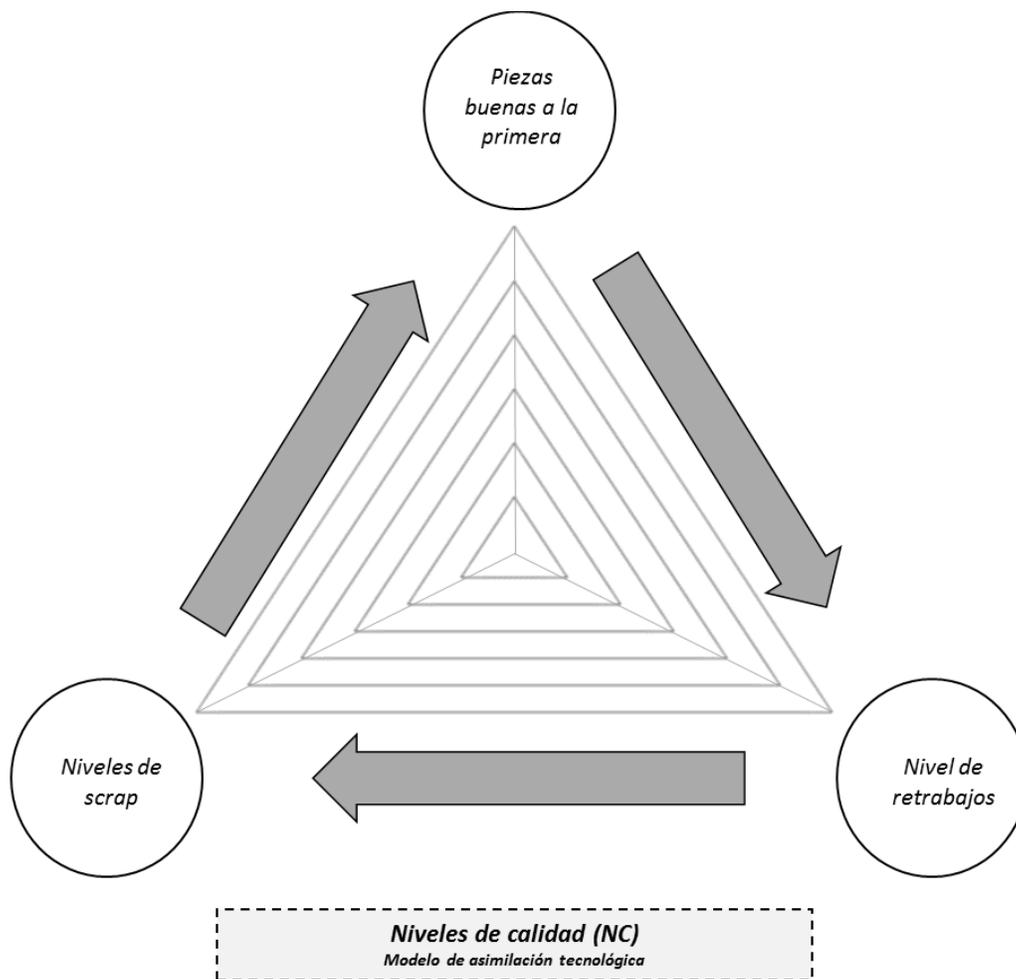


Figura 12.- Niveles de calidad por factores en el modelo de asimilación tecnológica  
Fuente: Elaboración del autor

- **Niveles de retrabajo.** - En términos de manufactura y calidad, se coincidiera retrabajo a la actividad adicional que se realiza por no haber realizado una tarea correctamente, además de no haber obtenido resultados satisfactorios con base en los requerimientos de los diferentes clientes o productos automotrices que se ven reflejados en forma de incumplimientos o defectos. Su cálculo se expresa en la siguiente ecuación:

$$RT = \frac{TRT}{TPF - RTP}$$

$$\%RT = RT \times 100$$

Donde:

RT= Nivel de piezas retrabajadas

TRT= Total de piezas retrabajadas

TPF= Total de piezas fabricadas

RTP= Piezas retrabajadas permitidas

%RT= Porcentaje de piezas retrabajadas

- **Niveles de Scrap o desperdicio.** - Este indicador refiere a todos los desechos o residuos derivados de un proceso industrial por el mal uso o aprovechamiento de la materia a través del flujo de valor, por lo cual no cumple con las expectativas de los diferentes clientes en términos de calidad, por lo cual no es posible su uso y debe ser excluido de las operaciones, significando un alto costo a las organizaciones de autopartes en términos de optimización de recursos. Su cálculo es posible a través de la siguiente ecuación:

$$SC = \frac{TSC}{TPF - SCP}$$

$$\%SC = SC \times 100$$

Donde:

SC= Nivel de piezas scrap

TSC= Total de piezas scrap fabricadas

TPF= Total de piezas fabricadas

SCP= Piezas scrap permitidas

%SC= Porcentaje de piezas scrap

Al igual que el resto de los indicadores presentados en el capítulo, es necesario transformar dicho valor en un dato porcentual que pueda ser medible y comparable en el proceso de gestión tecnológica, por lo cual se presenta la siguiente expresión para dicho cometido:

$$\%NC = [PBP \times (1 - RT) \times (1 - SC)] \times 100$$

## 2.5.2.- CALCULO DEL NIVEL DE LA EFICIENCIA DE ASIMILACIÓN TECNOLÓGICA

La absorción de conocimientos y nuevas capacidades tecnológicas en los centros de manufactura son un aspecto clave para el proceso de innovación y desarrollo, que constituyen parte fundamental de las necesidades para cerrar la brecha existente entre los nuevos desarrollos y estándares a nivel mundial con las oportunidades técnicas dentro de un centro de manufactura.

Por tal razón es de suma importancia la búsqueda de la mejora continua de los métodos que se encuentran en proceso de asimilación para aprovechar de manera sistémica sus beneficios en los procesos de fabricación, que pueden verse reflejados directamente en aspectos operacionales que impactan directamente la aportación de valor en un proceso o producto.

La medición de factores como calidad, producción y mantenimiento en el proceso de asimilación de tecnología proporciona información muy valiosa de las nuevas tecnologías adquiridas y su aceptación en el entorno industrial para determinar los niveles de compatibilidad que existen con los diferentes procesos y el aprovechamiento de sus capacidades técnicas para satisfacer una necesidad específica de la organización. Sin embargo, es necesaria su fusión para tener un entendimiento global de los aspectos positivos o negativos que impactan a los nuevos conceptos tecnológicos, posteriormente establecer planes de acción para contrarrestarlos y lograr así la obtención de los objetivos esperados por la organización. Para realizarlo, una vez calculados las características mencionadas en el presente capítulo, se emplea la siguiente expresión matemática para su obtención:

$$EAT = (EO \times TU \times NC) 100$$

Donde:

EAT= Eficiencia de asimilación tecnológica

EO= Eficiencia operacional

TU= Utilización de tecnología

NC= Nivel de calidad

El fin principal de realizar una medición en el proceso de asimilación es mejorarlo para poder competir a estándares globales que permitan un posicionamiento importante en la industria de las autopartes. De

acuerdo con los estándares *world class*, la eficiencia de un equipo para poder estar considerado dentro de este segmento es el siguiente:

<b>Efectividad general de equipos "World Class"</b>	
<i>Disponibilidad (TU)</i>	<b>&gt; 90%</b>
<i>Productividad (EO)</i>	<b>&gt; 95%</b>
<i>Calidad (NC)</i>	<b>&gt; 99%</b>
<b>OEE (EAT)</b>	<b>&gt; 85%</b>

Tabla 2.- Estándares de eficiencia operativa nivel World class  
Fuente: Introducción a la efectividad general de equipos, 2002. Emerson Process Management.

Si bien el enfoque del sistema OEE refiere a medición de capacidades instaladas en etapa de perfeccionamiento y control de procesos dentro de un centro de fabricación, su uso puede ser implementado desde la fase de diseño y lanzamiento de capacidades tecnológicas debido a la información que arroja, buscando mantener un objetivo principal el cual puede ser medido y mejorado desde el arranque de un nuevo concepto de manufactura o integración de conceptos. De esta manera se puede asegurar una correcta transferencia de conocimientos y habilidades por parte de una gestión de tecnología a un departamento operacional, el cual se enfocará en explotar las cualidades técnicas y rendimientos de una tecnología instalada para generar beneficios a la compañía de autopartes en el proceso de flujo de valor.

## 2.6.- ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍA

La aparición de nuevas tecnologías en el ámbito industrial automotriz ha generado nuevas técnicas, tendencias y metodologías para realizar actividades de transformación de recursos en productos. La introducción de nuevas herramientas o equipos tecnológicos para el mejoramiento de los sistemas productivos impacta el concepto tradicional de adaptación de puestos de trabajo, tomando un papel esencial con respecto a accesibilidad y uso de las capacidades que se instalan en las líneas de fabricación en búsqueda de la mejora continua.

El proceso de adaptación de centros manufactureros a nuevos ambientes tecnológicos consiste en reunir todos los recursos necesarios para lograr la transformación de materia prima en artículos por medio de

tecnologías de punta (software – hardware) y gestionado a través de un proyecto de tipo industrial. Esto implica la coordinación de recursos financieros, humanos e intelectuales con los que es posible proyectar las actividades y sistemas necesarios para el alcance de los objetivos del proceso de asimilación tecnológica.

Los proyectos industriales se centran en el desarrollo, diseño y gestión de propuestas de valor con un enfoque a la satisfacción de necesidades, normalmente complejos y que requieren de una supervisión constante por parte de mandos altos o medios dentro de las jerarquías organizacionales de una empresa en un proceso de gestión. Por lo cual, su óptima administración es un paso fundamental en la búsqueda de la innovación y desarrollo de un centro manufacturero ya que se enfoca en la obtención de los requerimientos y objetivos esperados por la organización como resultado de una decisión enfocada al futuro de esta. Es recomendable el desarrollo de un método sistémico para la ejecución y seguimiento de proyectos que sustenten el proceso de obtención de información útil en la planificación y control de actividades.

El PMI “*Project Management Institute*” define que todo proyecto tiene que transitar por una serie de actividades de planeación y ejecución gobernadas por un equipo multidisciplinario dentro de una organización. Estas actividades son especificadas en el PMBOK del PMI como un estándar de la gestión de proyectos y definidas en forma cronológica en el siguiente listado:

1. Inicio
2. Planificación
3. Ejecución
4. Supervisión
5. Cierre

El presente modelo de investigación con base en las aportaciones del PMI al entorno industrial, adapta las fases genéricas de un proyecto tecnológico a las necesidades del proceso de asimilación de nuevas capacidades. Mediante diversos rubros que interactúan en el proceso de lanzamiento e instalación de nuevos conceptos, liga las diferentes etapas que en función del tiempo determinan el éxito de un proyecto de nuevas tendencias de la industria 4.0, además de mostrar la interacción que existe entre los agentes que forman parte de la gestión tecnológica y los propios usuarios receptores de nuevas capacidades en un ambiente operativo. La figura 14 muestra de manera esquemática el proceso de adaptación de nuevas



necesidades y expectativas de los diferentes clientes en términos manufactureros. Como se ha mencionado a lo largo del presente proyecto, la industria 4.0 y sus diferentes vertientes ofrecen aplicaciones que rompen los paradigmas establecidos para la gestión de plantas productivas y sus estándares de fabricación.

Siguiendo las diferentes etapas y herramientas que el presente modelo sugiere, previo al análisis y establecimiento de requerimientos tecnológicos que la organización requiera para cumplir con las expectativas de los clientes, se deben tener identificadas las tecnologías que más se adaptan a los planes productivos de las diferentes organizaciones, evaluadas y debidamente destacadas mediante los procesos de vigilancia y selección tecnológica.

Posteriormente y como parte del análisis de requerimientos del presente modelo, es necesario definir a nivel detalle los requisitos y necesidades de un determinado proyecto tecnológico, estableciendo entregables y expectativas de la instalación de nuevas capacidades tecnológicas en los procesos de fabricación.

En el ramo de la administración de proyectos y de acuerdo con el PMBOK del PMI, el proceso de enunciar y redactar las necesidades de una nueva actividad ideada a futuro se define como el establecimiento de la declaración de trabajo SOW "*Statement of work*" por sus siglas en inglés. Esta metodología es normalmente utilizada cuando se pueden describir de una manera detallada y específica las direcciones e instrucciones de la instalación de nuevas tecnologías en un ambiente de fabricación, además de proporcionar una visión de alto nivel sobre los pasos inmiscuidos en el proceso de implementación de un nuevo sistema.

De acuerdo con el presente modelo de asimilación, un documento de declaración de trabajo desarrollado para la fase de adaptación de nuevas capacidades tecnológicas debe incluir ciertos criterios que cumplan con el cometido de la industria automotriz y su aplicabilidad en el ramo de los auto componentes. La figura 15 esquematiza de manera resumida los aspectos clave de un SOW con enfoque al lanzamiento de nueva tecnología de la industria 4.0 en el desarrollo nuevos conceptos de manufactura o su adaptación en sistemas funcionales existentes.

La declaración del trabajo es de suma importancia en el proceso de desarrollo de nuevas capacidades tecnológicas. Su redacción integra las aportaciones técnicas de los diferentes departamentos involucrados en el proceso de asimilación, así como el análisis de los requerimientos técnicos y operacionales que se requiere cubrir con la implementación de nuevos conceptos de la industria 4.0. De igual manera, se le puede considerar como la incorporación de todas las necesidades y acciones que están previstas dentro de la ejecución de un proyecto y su consumación.

El SOW no es solo un documento inicial del proceso de adaptación de tecnología en los centros de trabajo, su uso y naturaleza permiten dar seguimiento puntual a los requerimientos que necesitan satisfacerse con el uso de tecnologías, y si su elaboración es correcta, da pauta a diferentes actividades de gestión como simulaciones, presupuestos o estimación de costes para los procesos productivos.

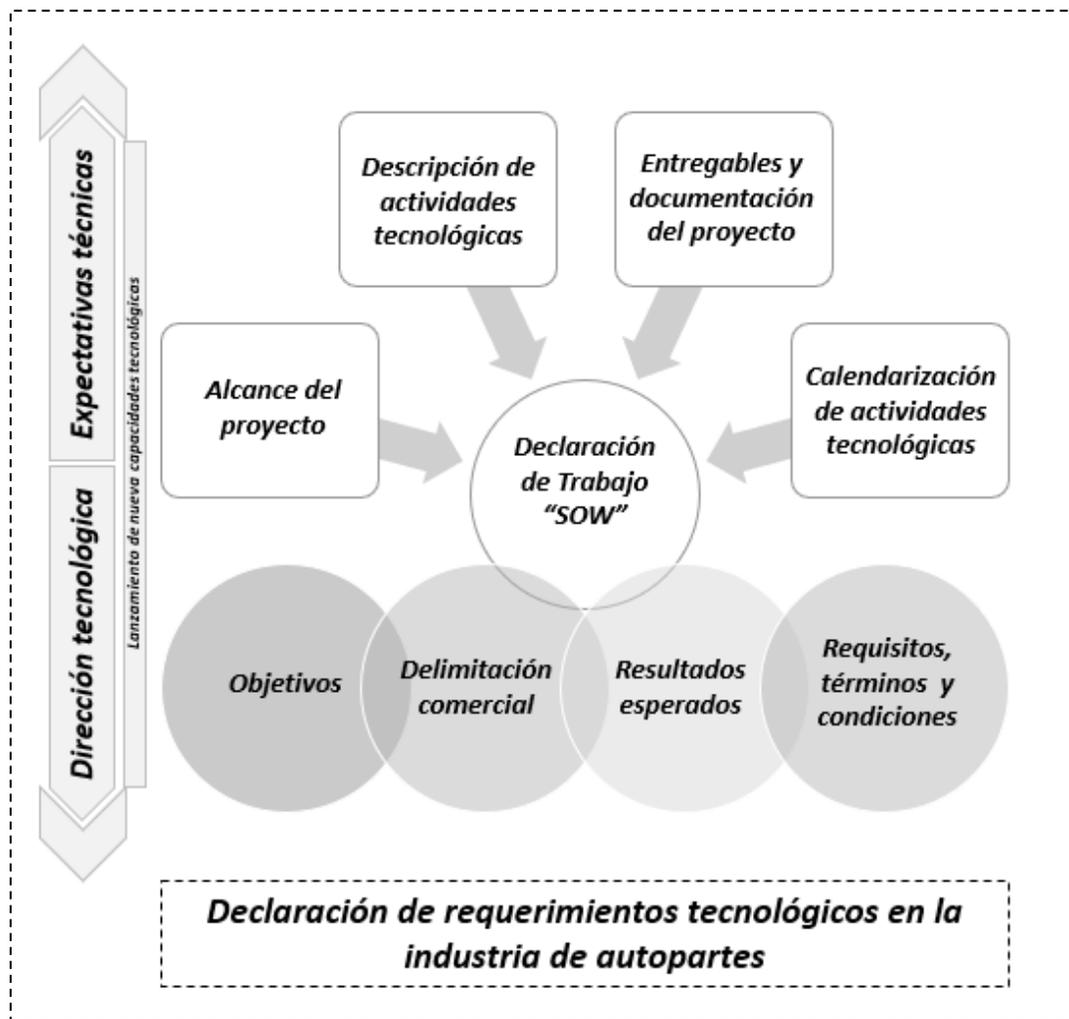


Figura 15.- Análisis de requerimientos tecnológicos en la industria de autopartes  
Fuente: Elaboración del autor

## 2.6.2.- DISEÑO DE CONCEPTOS DE MANUFACTURA

A lo largo de la historia, la aparición de nuevas tecnologías ha dado pauta al desarrollo de nuevos procesos y conceptos de fabricación para la manufactura de productos innovadores resultantes del curso evolutivo de las sociedades. Los cambios repentinos de la demanda en los diferentes mercados han

obligado a que los diseñadores de procesos industriales se centren en las necesidades de los diferentes clientes para ofrecer productos a la medida con tiempos de respuesta muy cortos aplicando métodos de fabricación flexibles.

En la nueva era de la digitalización e industria inteligente, todos los elementos que integran un concepto de fabricación deben estar conectados y ser capaces de comunicarse entre sí. En el caso de la industria automotriz el uso nuevas capacidades tecnológicas y la incorporación de procesos más sofisticados en los centros de fabricación, supone un salto exponencial en la capacidad competitiva de la industria, donde la utilización de tecnologías de punta se encuentra en la cima del éxito industrial y ha demostrado ser un factor crítico en términos de liderazgo.

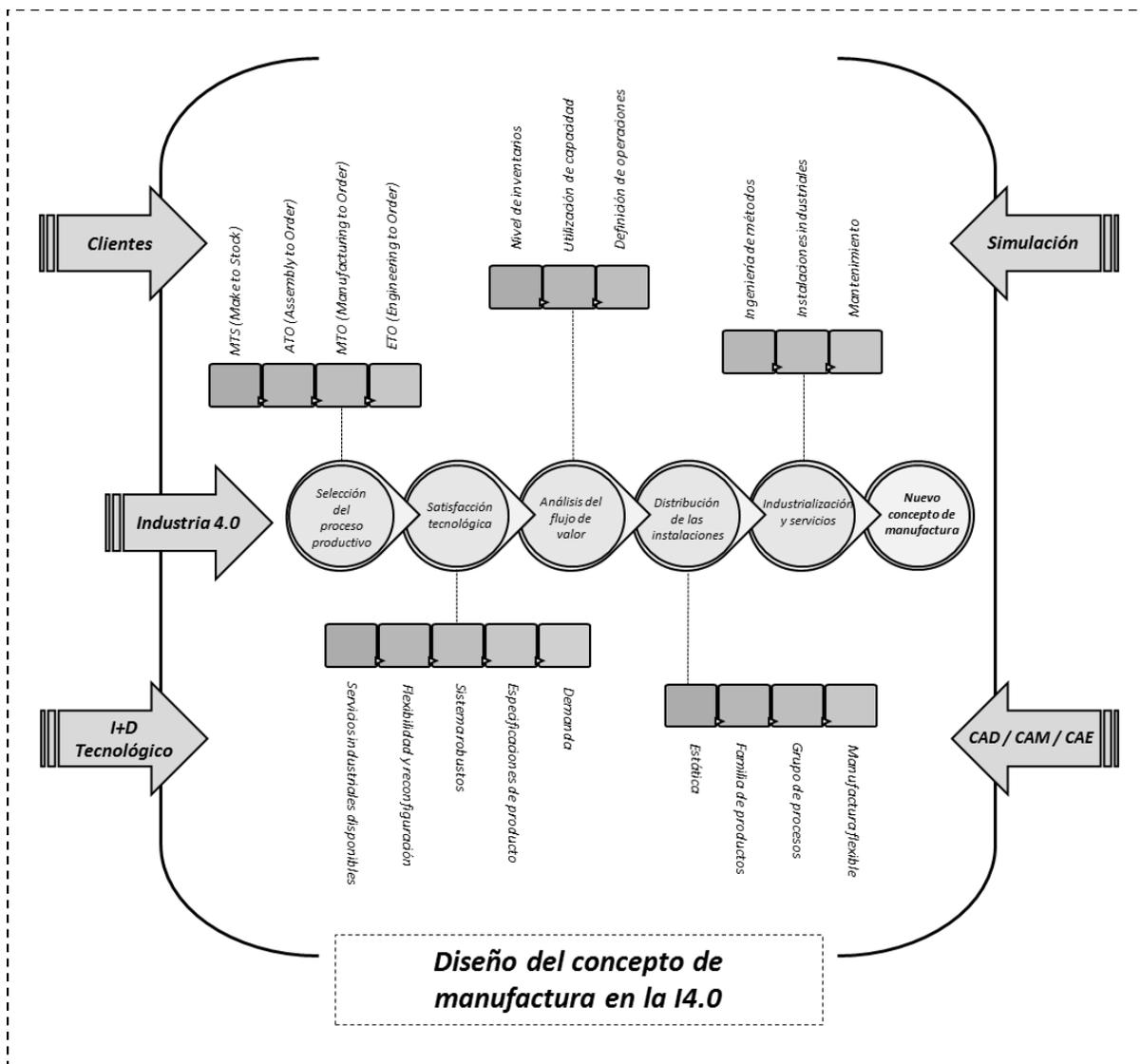


Figura 16.- Elementos del diseño de conceptos de manufactura en la industria 4.0  
Fuente: Elaboración del autor

La asociación del diseño de nuevos conceptos de manufactura con la industria 4.0 no solo va ligado a la manufactura de productos personalizados e innovadores si no también supone la adopción de procesos disruptivos que incrementan la eficiencia y rentabilidad de la empresa asimiladora.

Partiendo de este principio y en cara a la nueva revolución en fabricación, es necesario que las empresas de autopartes de la región centren sus esfuerzos en la búsqueda de la mejor combinación de conceptos tecnológicos que en conjunto generen un bien tangible que cumpla con los requerimientos de los diferentes clientes, especificaciones propias de los componentes automotrices y las diferentes restricciones administrativas de las organizaciones.

Mediante la fusión de diferentes aspectos reflejados en la figura 16, la combinación manufacturera seleccionada debe considerar los efectos tecnológicos de los diferentes conceptos a largo plazo en términos de eficiencia y producción, así como la flexibilidad y capacidad de reprogramación de la tecnología para la manufactura de diferentes procesos, impactando a las organizaciones en calidad y costos proporcionalmente.

### 2.6.3.- IMPLEMENTACIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

Como se ha mencionado con anterioridad, la viabilidad de las organizaciones manufactureras de autopartes va de la mano con el nivel de desarrollo y dinámica competitiva que ofertan a los diferentes clientes. Siendo este juicio parte del proceso evolutivo de las empresas mediante el avance tecnológico e innovación en los diferentes procesos productivos para la transformación de materia prima. Sin embargo, es importante mencionar que la tecnología no representa por si sola la solución de las organizaciones en búsqueda de la excelencia operacional; más bien funge como una herramienta de alto impacto por medio de la cual es posible ejecutar procesos de una manera eficaz y eficiente. En pocas palabras, la tecnología se puede interpretar como un instrumento que permiten eliminar los diferentes desperdicios o deficiencias que no agregan valor a los procesos de fabricación, impactando el factor flexibilidad que puede verse reflejado en aspectos tangibles o intangibles de la compañía, generando ventajas competitivas, ahorros financieros e incremento en el nivel de rentabilidad hacia el interior y/o exterior de la organización.

En el proceso de lanzamiento de nuevos conceptos de manufactura dentro de un mercado altamente competitivo y global como lo es el automotriz, las habilidades técnicas no son suficientes por si solas para alcanzar las metas estratégicas de una organización, es necesaria la fusión de capacidades de liderazgo e inteligencia competitiva con el Know-how para permanecer altamente activos en la contienda

por la obtención de nuevos proyectos productivos. Por lo cual, la importancia de implementar una herramienta que mejore la orientación del negocio pero que al mismo tiempo incluya las mejores prácticas técnicas en el proceso de gestión de procesos industriales es vital para la supervivencia de los proveedores de autopartes en los diferentes niveles de la cadena de valor.

La disciplina del “Gestión de proyectos” hoy en día ha sido adoptada por diferentes tipos de industria, mezclando las mejores prácticas, herramientas y métodos mediante el PMI y su PMBOK donde la participación del sector automotriz no se ha limitado y la adopción de su metodología es útil en el proceso de lanzamiento de nuevas capacidades tecnológicas.

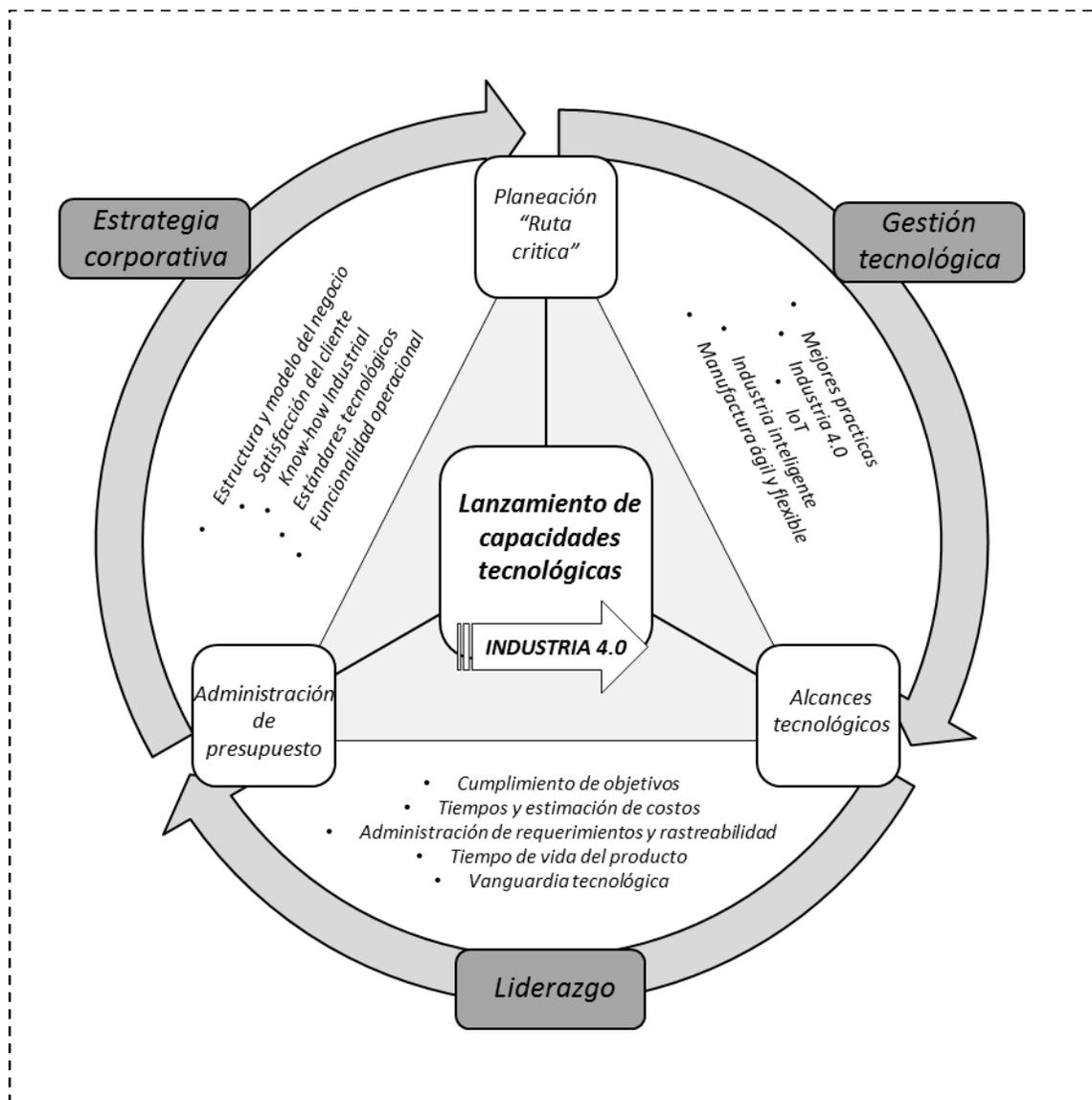


Figura 17.- Implementación de conceptos tecnológicos 4.0 en la industria de autopartes

Fuente: The PMI talent triangle. Program Management Institute, PMI

Diseño propio del autor

La gestión y lanzamiento de nuevas capacidades propias de la industria 4.0, requiere de una serie de competencias tecnológicas, empresariales y vanguardistas para su implementación, comprendiendo diferentes elementos, conceptos e intereses propios de cada organización para el alcance de los propósitos de las empresas en particular. Mediante la sinergia de estos conceptos y la vinculación con sistemas de gestión, planeación y evaluación es posible determinar los factores críticos a considerar en el proceso de lanzamiento de nuevos conceptos, los cuales deben ser procurados y acompañados por un líder en términos de tecnología durante el proceso de asimilación de nuevos sistemas en la industria, que como tal forman parte del presente modelo de alto impacto.

La figura 17 hace énfasis en el módulo central del presente subtema, lanzamiento de capacidades tecnológicas con un planteamiento especial a las ramas innovadoras de la I4.0, y la relación que tienen las habilidades de liderazgo e inteligencia competitiva con capacidades técnicas para la descripción de los diferentes aspectos de interés que deben ser vigilados meticulosamente en el proceso de gestión y absorción tecnológica.

#### 2.6.4.- PRUEBAS FUNCIONALES Y CONTROL DE PROCESOS

Como parte de las necesidades en el ramo de la manufactura de autopartes y la industria en general de controlar, administrar y organizar los diferentes procesos de fabricación con accesos en tiempo real y de formas ininterrumpidas desde cualquier punto dentro o fuera de la planta de producción, da pauta a la integración de nuevos sistemas tecnológicos que permiten la corrección de errores y prevención de fallas en lapsos de tiempo muy cortos debido a la disponibilidad de información que sustentan la toma de decisiones en niveles tanto operativos como directivos.

El concepto de industria 4.0, refiere a la migración de sistemas automatizados a conceptos integrados y digitalizados que permitan conocer el estatus de un sistema tecnológico en intervalos efectivos de tiempo, concediendo oportunidades a las empresas de actuar dentro de los principios de la industria inteligente, donde la emisión y recepción de información entre sistemas es el fundamento central del modelo para lograr la optimización de procesos y que como tal, hace referencia a que los datos que no son gestionados de manera correcta para la solución de problemas se ve reflejado como pérdidas e ineficiencias durante el proceso de flujo de valor.

El rompimiento de paradigmas dentro de las metodologías de trabajo y procesos automatizados que rigieron las formas de operar los centros de manufactura en el pasado, esta direccionado a las diferentes empresas de fabricación a generar estrategias donde los sistemas digitales y automatizados en su totalidad

son parte fundamental de los objetivos a corto, mediano o largo plazo, ya que la reducción del error humano en los procesos, la optimización en el uso de recursos y el mejoramiento en tiempos de respuesta ante la solución de problemas, entre otros benéficos, está dando pauta a las empresas que adoptan este tipo de capacidades a mejorar en términos de productividad, reducción de costos de operación e incremento en los niveles de calidad que exigen los diferentes clientes.

En pocas palabras, un sistema de producción inteligente basa su éxito en la disponibilidad inmediata de información mediante la circulación de datos en los diferentes sistemas que interrelacionan en la cadena de suministros, sin embargo y a pesar de la basta información de la cual disponga un sistema productivo para la resolución de problemas, si los datos presentados no son fiables y reales respecto al funcionamiento autentico de los sistemas de fabricación muy difícilmente se podrá optar por decisiones que agreguen valor a los diferentes procesos y el fin de implementar tecnología de punta como herramienta de optimización se verá impactado negativamente al no cumplir las expectativas esperadas en los diferentes niveles organizacionales.

Dadas estas restricciones, es necesario aplicar medidas de control y funcionamiento durante el proceso de asimilación de tecnología con el fin aprovechar al máximo las capacidades tecnológicas de nuevos sistemas y depurar las ineficiencias operativas desde el momento de su integración en los centros de manufactura, para corregir y prevenir los fallos potenciales que puedan afectar su desempeño durante su puesta en marcha y proceso de manutención una vez se encuentren en funcionamiento.

El presente modelo a través de la figura 18 y con enfoque a la industria de manufactura de componentes automotrices, muestra la relación de factores tecnológicos y operativos que son necesarios para alcanzar, y posteriormente aprovechar, las diferentes competencias de los conceptos 4.0 de reciente integración en los centros de fabricación.

Las pruebas funcionales y el proceso de control del presente modelo, consiste en asegurar el cumplimiento de las capacidades de un sistema tecnológico previo a su puesta en marcha de manera formal en los procesos operativos de una organización. El objetivo principal es realizar un análisis funcional a las resultantes de un proceso con el fin de determinar si las nuevas capacidades realizan y cumplen con las actividades que fueron establecidas como requerimientos por parte de la gestión tecnológica y de igual manera si lo realizan de manera correcta.

Mediante una segmentación de las diferentes vertientes de la I4.0 y su aplicación a los distintos niveles y usuarios dentro de la organización de autopartes (tecnología operativa, información y gestión) es posible determinar los requerimientos específicos, así como metodologías que son funcionales en el proceso de pruebas y su posterior control en la fase de asimilación tecnológica. La parte nuclear del

control de procesos que el presente modelo propone se basa en el establecimiento de los parámetros ideales a través de prototipos o pruebas piloto que puedan ser evaluadas mediante exámenes funcionales y que a su vez arrojen datos, ya sean atributos o variables, los cuales, dependiendo sus cualidades, deben ser analizados con los métodos que las mejores prácticas, estándares o requerimientos demandan para los diferentes productos o resultados. Además, propicia el establecimiento de acciones correctivas que permitan alcanzar el control máximo de sistemas durante el proceso de asimilación de tecnología previo a la fase de puesta en marcha de una nueva capacidad tecnológica en un proceso de fabricación de autopartes.

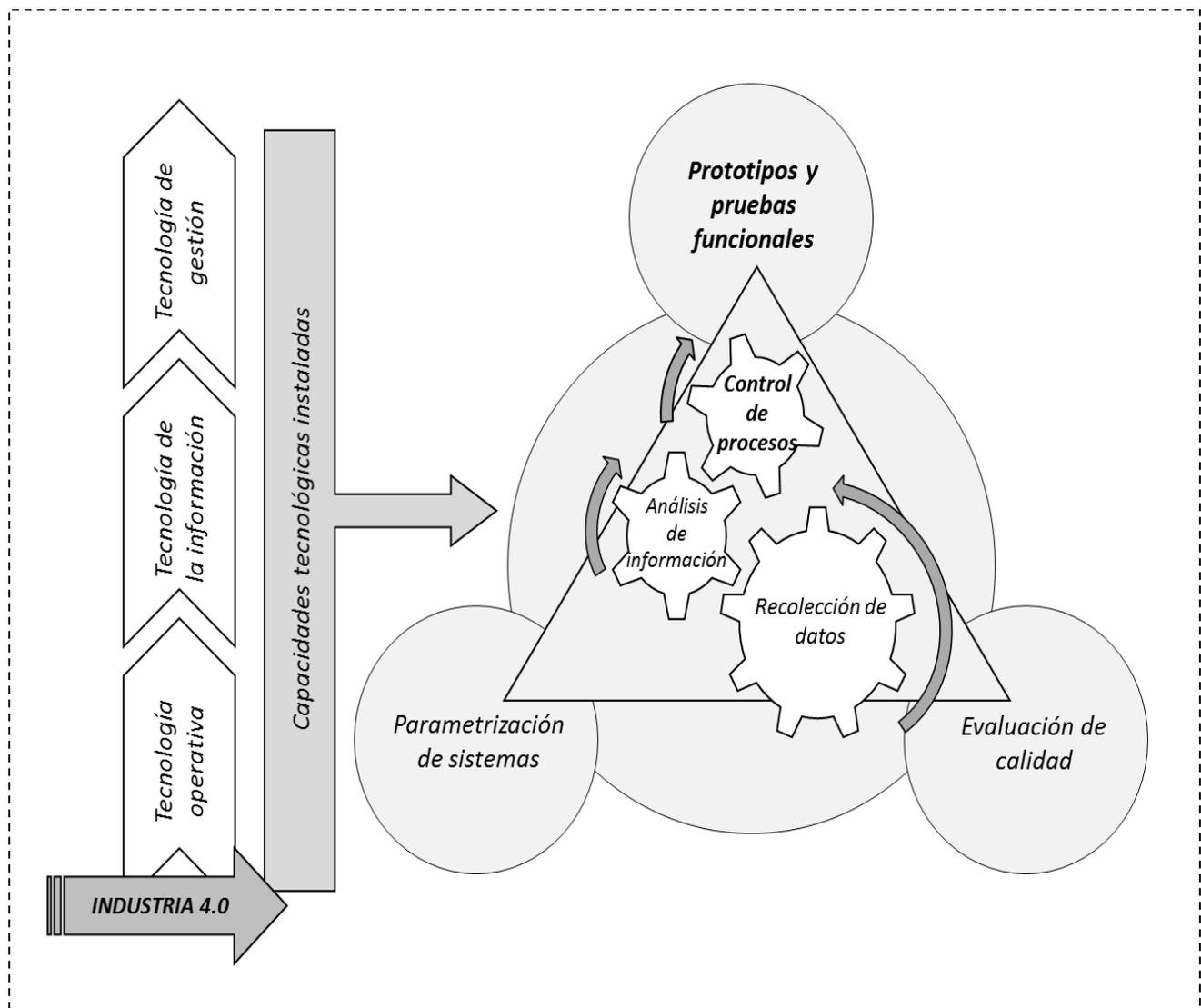


Figura 18.- Puesta en marcha y proceso de control de nuevas capacidades tecnológicas  
Fuente: Elaboración del autor

## 2.6.5.- MANUTENCIÓN DE SISTEMAS TECNOLÓGICOS

La situación que presenta el ambiente industrial en nuestros días está inmersa en una serie de cambios y revoluciones tecnológicas que impactan de manera directa las metodologías de gestión en las diferentes etapas de la cadena de suministros.

En términos de manufactura avanzada, el hablar de una fábrica Inteligente supone la adopción de procesos de fabricación flexibles y ágiles integrando tecnologías avanzadas que en conjunto forman sistemas disruptivos con los cuales es posible aprovechar al máximo las diferentes capacidades técnicas de los conceptos implementados, reflejando aspectos positivos en la administración general de un negocio de transformación.

Debido a la alta competitividad que se vive en el entorno automotriz, la generación de nuevos conceptos, ya sean productos o procesos basados en la innovación, implica el esfuerzo de todos los agentes administrativos, técnicos y de soporte que intervienen en los procesos de creación de valor en las empresas. Este factor se ve reflejado en el alto nivel de inversiones financieras o de capital humano que se requieren para integrar sistemas más complejos, flexibles y con alto aporte de beneficio agregado en los procesos. Con el afán de robustecer las operaciones y transacciones de la empresa de manufactura y a pesar de que los conceptos tecnológicos son cada vez más potentes e inteligentes mediante la integración de los criterios 4.0, es un hecho que la tecnología por sí sola no es suficiente para crear y sostener la diferencia con el resto de los competidores del sector. Es necesario tener en mente que la tendencia de la industria en todos sus ramos y niveles es la de optar por métodos innovadores para permanecer en los diferentes mercados, razón por la cual es solo cuestión de tiempo para que el estándar de tácticas de fabricación gire en torno a conceptos con sistemas integrados de la industria 4.0, donde el aporte en términos de competitividad dependerá de la sinergia entre la tecnología de punta y el Know-how propio de la empresa para marcar la diferencia. De aquí la importancia de la manutención de sistemas tecnológicos como parte del presente modelo de asimilación.

El termino de manutención no solo hacer referencia a la implementación de metodologías de mantenimiento de nuevas tecnologías, si no hace alusión a la integración de diferentes factores que impactan el funcionamiento de la planta productiva. La figura 14, refleja la integración y relación que mencionados factores tienen con respecto a la conservación y sostenimiento de nuevas capacidades tecnológicas en los centros de manufactura de autopartes como parte del proceso de asimilación nuevas capacidades.

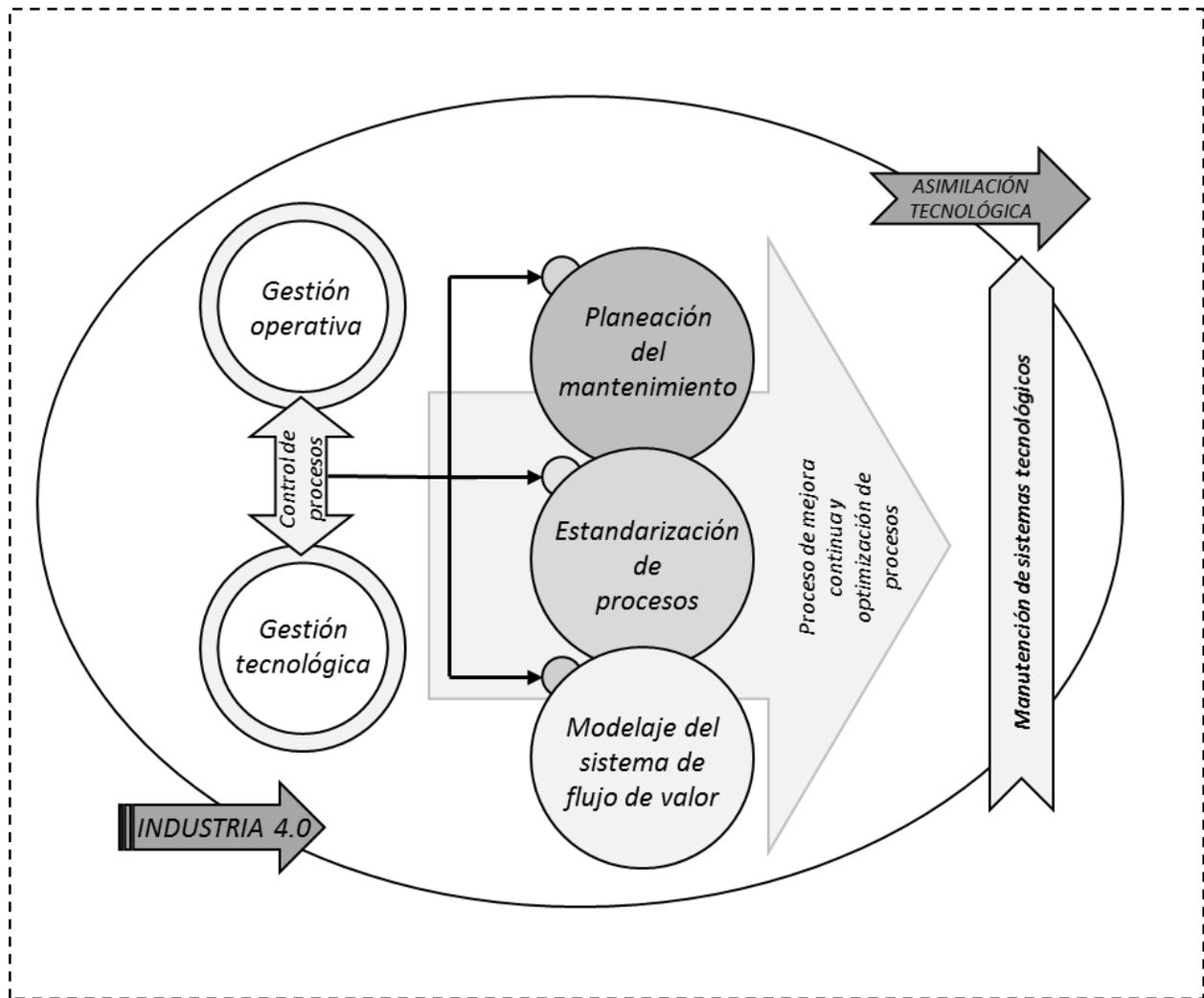


Figura 19.- Integración del concepto de mantenimiento 4.0 en el proceso de asimilación tecnológica  
Fuente: Elaboración del autor

Para lograr la absorción de nuevas capacidades tecnológicas en un centro de manufactura de autopartes, es necesaria la estrecha colaboración entre la gestión tecnológica y la operativa, ya que de ellos depende directamente el éxito o fracaso de la implementación de conceptos tecnológicos en los pisos productivos, siendo el primero responsable de la emisión, desarrollo y lanzamiento de los nuevos sistemas y el segundo líder directo en el uso y optimización de los mismos para alcanzar y superar las expectativas de los diferentes clientes o mercados. Sin dejar atrás la importancia que el resto de los departamentos que engloba una empresa manufacturera tienen dentro del proceso de asimilación tecnológica, es necesaria la integración de todas las áreas funcionales en forma de equipos multidisciplinarios para identificar y considerar las necesidades indispensables en la búsqueda de la satisfacción técnica de los productos, procesos, plantas productivas, organizaciones, entre otros. Sin embargo, es un hecho que por la naturaleza

de las actividades en las cuales se inmiscuyen el departamento tecnológico y de operaciones, fungen como líderes principales en la fase de manutención de nuevos sistemas tecnológicos, requiriendo información y de ser necesario soporte de las diferentes áreas funcionales de la organización para el cometido de las actividades.

Como parte de los requisitos del proceso de conservación y sostenibilidad de nuevas capacidades tecnológicas en un centro de manufactura, es necesario contar con un proceso estable y previamente controlado, del cual se derivan los diferentes requerimientos o factores que deben ser considerados en el establecimiento de procedimientos para la manutención de nuevos sistemas tecnológicos, donde agentes como mantenimiento, ingeniería de procesos y la cadena de flujo de valor, aportan las diferentes soluciones, planeaciones o diseños con los cuales es posible establecer un sistema de procuración de capacidades tecnológicas en las empresas de transformación que buscan la mejora continua de procesos mediante innovación y desarrollo.

## 2.7.- ABSORCIÓN TECNOLÓGICA

Aunque los avances tecnológicos en la industria automotriz en particular han mejorado los niveles de calidad y eficiencia operacional dentro de las organizaciones, no son suficientes para superar las expectativas de los diferentes sectores de autopartes, lo cual es un aspecto positivo que propicia el desarrollo de nuevas técnicas y competencias mediante la innovación y desarrollo tecnológico aplicado a la división. Gracias al proceso de dispersión de estos nuevos avances a nivel global, ha sido posible transformar las metodologías de fabricación mediante la adición de nuevos conceptos que permiten a las empresas realizar sus transacciones del día a día de forma eficiente, en tiempo real y con un grado limitado de error, además de seguir un patrón de mejora continua a través de la cadena de valor.

Como se ha venido mencionando a lo largo del presente modelo, la tendencia de la industria hoy en día se basa en la transformación de sistemas que rompen paradigmas y su migración a procesos automatizados casi en su totalidad. Sin embargo, es importante mencionar que el factor humano es un aspecto fundamental para la utilización de tecnologías avanzadas y poder así obtener el máximo beneficio de las capacidades instaladas.

Es evidente que los cambios que este nuevo tipo de industria 4.0 demandan cambios sustanciales en la forma de efectuar los procedimientos transaccionales de las empresas. La generación de impacto social, técnico e incluso ambiental pueden dejar secuelas significantes si no sigue un procedimiento de transferencia de una manera adecuada y flexible anteponiéndose a los principales problemas e impactos

en el ecosistema industrial (conocimientos, habilidades, Know-how, ente otros) que puedan presentarse durante el proceso de asimilación de nuevas capacidades tecnológicas.

Como parte medular del presente modelo, se incluye el concepto de “Absorción tecnológica”, donde el eje central del tema gira alrededor de la dispersión, preparación y recibimiento de conceptos desarrollados en ambientes industriales de manufactura de autopartes. Siendo este segmento la unión del contenido previamente descrito en este proyecto y donde recaen todos los desarrollos que se han venido obteniendo a lo largo del proceso de asimilar una nueva tecnología. Por lo cual, y como parte final del modelo propuesto, se enfoca en la planeación de las necesidades del factor humano para el desempeño óptimo de sus actividades y su fácil adaptación a conceptos tecnológicos disruptivos que como tal son la base vigente para realizar las operaciones de transformación de materia prima y la obtención de bienes materiales como resultado final. La figura 20, engloba de manera sintetizada las entradas, salida y los procesos de transformación de información propios de la fase de absorción tecnológica, donde de forma sistémica, se busca alcanzar el máximo nivel asimilativo de nuevas capacidades tecnológicas en un centro de manufactura automotriz.

El concepto de absorción tecnológica permite comprender las dinámicas necesarias para el proceso de aprendizaje del factor humano, tanto operativo, técnico o de gestión, y la generación de conocimientos necesarios para captar los elementos internos o externos que la innovación y desarrollo requieren dentro de los centros de manufactura.

Mediante este proceso es posible acercar a los colaboradores de la empresa a los máximos niveles de utilización tecnología en los diferentes sectores industriales, así como los posibles cambios a corto, mediano o largo plazo que se suscitaran en los pisos productivos debido a las estrategias de innovación y la migración a sistemas digitalizados que establezcan nuevos retos a los colaboradores de las distintas organizaciones automotrices. Su uso, a pesar de ser representado como el último eslabón de la cadena de asimilación, debe ser adoptado como un sistema dentro de los procedimientos operacionales de la empresa, ya que refleja la preparación y capacidad de adaptación del factor humano en términos de transformación vanguardista y su capacidad para generar ventajas competitivas para lograr la permanencia en los mercados objetivo. Como principal factor de cambio, la asimilación persigue la transformación de mentes ordinarias en disruptivas mediante emisión y recepción de información del entorno industrial para su uso inteligente dentro de la organización.



Figura 20.- Sistema de absorción tecnológica en la industria 4.0  
Fuente: Elaboración del autor

### 2.7.1.- DIFUSIÓN TECNOLÓGICA

En el ramo industrial, cada día se hace más evidente la necesidad del manejo eficiente de información en sus diferentes modalidades debido a su uso en la generación de estrategias y sustento en la toma de decisiones, además de otras aplicaciones y cometidos dentro de la organización. Sin embargo, es cierto que no todas las empresas gestionan adecuadamente el uso de sus datos a través de los múltiples eslabones del organigrama empresarial al no contar con una metodología que apoye su transformación

en resultados. Para esto es necesario que la gestión tecnológica y los prospectos al uso de nuevas tecnologías generen un lenguaje común para la correcta administración de información.

La industria 4.0 brinda oportunidad a las empresas del ramo industrial de adoptar nuevos métodos que mejoran los niveles de productividad de los sistemas productivos, pero que a su vez significa un rompimiento de paradigmas y resistencia al cambio debido a la existencia de procesos fuertemente arraigados y los años de experiencia y funcionamiento de algunas técnicas productivas. Por lo tanto, el proceso de adaptación de sistemas tecnológicos 4.0 en plantas existentes es una de las fases más complicadas del proceso de asimilación debido a la necesidad de introducir conceptos innovadores y en su mayoría disruptivos en ambientes usualmente hermetizados.

Como parte de la revolución que está sufriendo el entorno industrial, es necesario plantear el juicio de que la metodología tradicional que ha funcionado durante largos lapsos de tiempo se está volviendo obsoleta rápidamente, por lo cual, para resolver los retos que se presentan en las actividades del día a día dentro del sector, es necesaria la generación de cambios constantes que arrojan nuevos retos para las organizaciones.

El gran desafío que enfrentan las organizaciones automotrices a raíz de este periodo evolutivo, es el de permanecer activo en un mercado donde los conceptos de creatividad e innovación son obligatorios para la supervivencia, además de buscar activamente la vanguardia tecnológica en el sector, lo que significa desarrollo y crecimiento al fomentar actividades de optimización y la mejora en la utilización de recursos con los que dispone la empresa, posicionándola en los más altos niveles operativos del ramo industrial.

Este aglomerado de retos produce un gran impacto en la cultura organizacional del negocio, significando un número indeterminado de cambios que deben ser planificados de manera adecuada ya que, el facto de éxito esperado depende de las transformaciones resultantes y el nivel de oposición a las actividades que se desarrollaran en búsqueda del progreso organizacional y tecnológico. En resumen y bajo los fines del presente modelo de asimilación, la superación de este tipo de paradigmas en las organizaciones automotrices se puede definir con el término “disrupción”.

Cuando se pretende implementar tecnología disruptiva en un centro de trabajo, es indispensable considerar el factor humano y la impresión que dicha mutación tendrá sobre este; estrategias para sensibilizar al personal correspondiente son de vital importancia para que se sumen a la visión de innovación de las organizaciones. Los cambios mentales, al ser los más complicados de entender y difíciles de revolucionar, son los de mayor importancia, ya que son accionan el proceso de cambio en las

empresas, teniendo en cuenta que los colaboradores son los responsables directos del diseño, ejecución y mantenimiento del proceso de cambio planificado.

Como parte de la innovación y desarrollo tecnológico, el presente modelo aporta una metodología denominada “Difusión tecnológica” con un enfoque particular a la industria 4.0, esquematizado en la figura 21 y con base en los diez tipos de innovación de Doblin, se propone la generación de pensamientos disruptivos dentro de las organizaciones. Con estos, se pretende desarrollar herramientas o sistemas útiles en el proceso de toma de decisiones y resolución de problemas en un ambiente industrial manufacturero de autopartes.

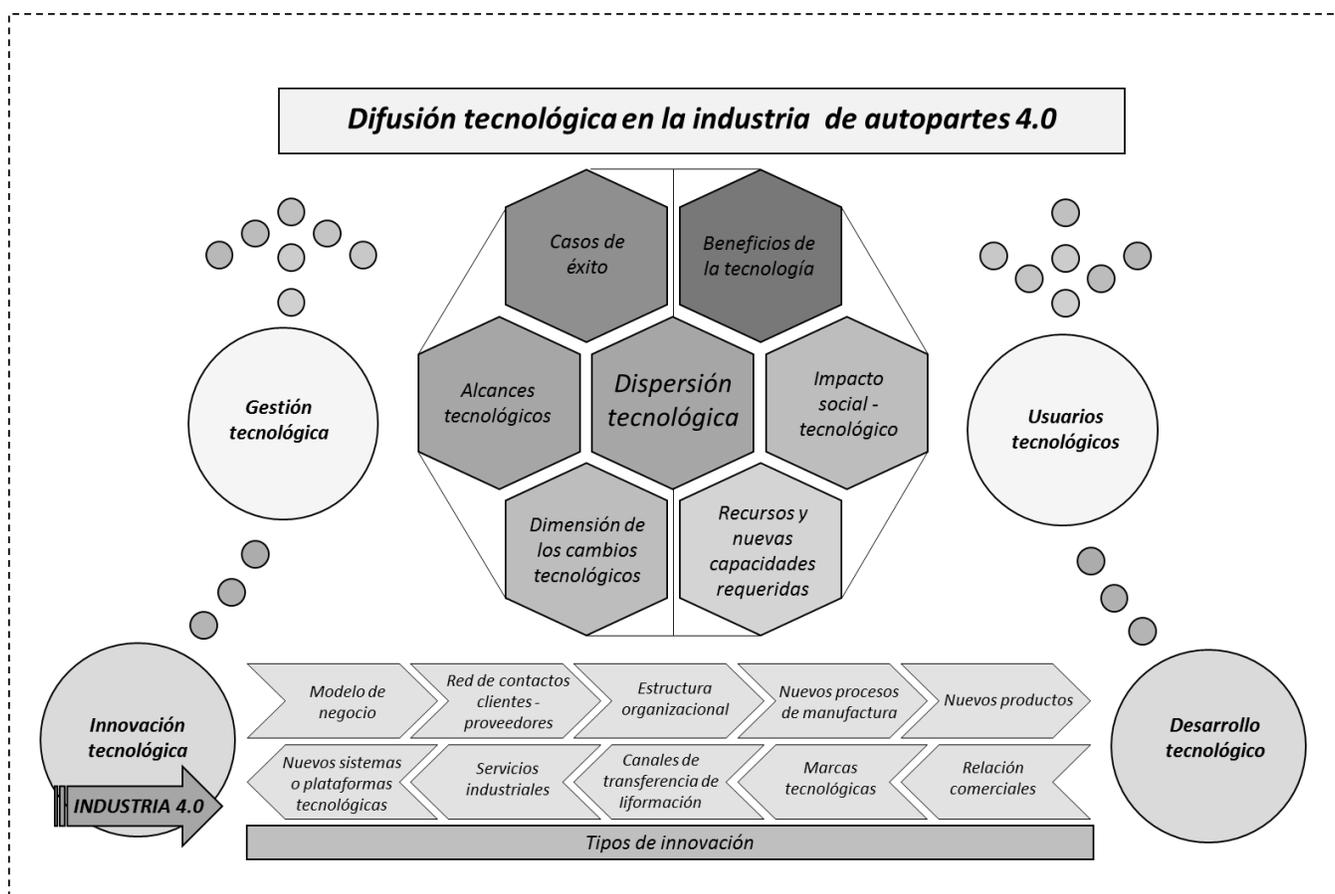


Figura 21.- Metodología de dispersión tecnológica en la industria de autopartes 4.0  
 Fuente: Ten types of innovation, the discipline of building breakthroughs. Jay Doblin  
 Diseño del autor

En el camino hacia la asimilación total de nuevos conceptos de manufactura automotriz, es necesario recalcar que los cambios no se imponen, se gestionan de una manera adecuada para asegurar su éxito, por lo cual la estrecha colaboración del líder implementador con los usuarios son parte de las

preparaciones necesarias ante la inminente llegada de nuevos conceptos que cambien completamente las metodologías adoptadas en los pisos de fabricación.

El hecho de realizar una actividad de manera correcta en un proceso de gestión u operativo no significa que represente la mejor forma de realizarlo, siempre existe una posibilidad de mejorarlo al proponer nuevas ideas de perfeccionamiento. Dada esta circunstancia, el esparcimiento de información dentro de una organización como parte de la difusión tecnológica tiene dos efectos positivos:

- Sensibilización y preparación mental de los colaboradores sobre los nuevos cambios que se presentaran en el ecosistema productivo en términos de innovación y desarrollo.
- Generación de propuestas y soluciones de mejora que sustenten y perfeccionen el proceso de planeación y diseño de nuevos conceptos de manufactura.

Considerando estos beneficios y dentro de la fase de dispersión de información tecnológica, el modelo de asimilación segmenta los factores de importancia en el proceso de asimilación de nuevos conceptos disruptivos; divididos en 6 segmentos, son la parte central de la difusión tecnológica en la industria de auto componentes.

### 2.7.2.- DOCUMENTACIÓN TECNOLÓGICA

La velocidad con la que se desarrollan los cambios tecnológicos dentro de la industria automotriz es de naturaleza acelerada, propiciando que, en su mayoría, las empresas fabricantes de cualquier autoparte gestionen diversos proyectos y manejen más de un cliente a la vez. Lo cual es un aspecto positivo para las organizaciones al aprovechar nuevas oportunidades y en ocasiones entrar en nuevos mercados, pero que a su vez demanda el enfoque total de los recursos financieros o humanos en las facetas de lanzamiento y puesta en marcha de conceptos productivos.

Este tipo de situaciones puede generar un crecimiento desordenado en las empresas si no se gestiona una buena estrategia frente a los cambios que el nuevo panorama revela, impactando aspectos de gestión de recursos o conocimientos que al final se verán reflejados en términos financieros u operacionales dentro de la organización. Dadas estas circunstancias, la necesidad de implementar métodos que de forma organizada nos permitan desarrollar, asimilar e instalar de manera eficiente las nuevas capacidades se hace latente e indispensable si en términos de absorción de nuevas capacidades referimos.

Contar con información controlada de las buenas prácticas, solución a los problemas, registro de fallas y toda la evidencia del proceso de integración de capacidades tecnológicas, representa un punto a favor en la persecución del éxito organizacional. Sin embargo, el no tener reportes o datos de las actividades que significan desperdicio, fallas u omisión de aportación de valor en el proceso de asimilación tecnológica, puede orillar a las empresas a fracasar en la búsqueda del alcance de sus objetivos. Por lo que, como parte de las necesidades requeridas para el óptimo funcionamiento de conceptos de fabricación, recae en la gestión tecnológica el proporcionar las herramientas, bases e información necesaria para generar aceptación y cambio en las metodologías de trabajo, con el objetivo de lograr un control de procesos ideal en conjunto con el aprovechamiento total de tecnologías de punta.

La documentación de un proceso representa el capital intelectual propio de una organización ya que va directamente ligado al desarrollo del Know-how que caracteriza el crecimiento y la experiencia, así como la ventaja competitiva que se puede ofertar al exterior. Si este recurso no se preserva debidamente, puede relacionarse con la fuga de conocimiento que difícilmente se recuperará, impactando la rentabilidad de un negocio al verse en la necesidad de arrancar la gestión de nuevos conceptos tecnológicos desde un punto inicial sin datos, relacionándolo con el concepto de prueba y error al no tener una base o sustento de las experiencias pasadas.

Las diferentes técnicas de fabricación y la inclusión de la manufactura avanzada en los conceptos industriales, así como la llegada de las tecnologías disruptivas han impulsado al sector automotriz a alcanzar nuevos niveles de eficiencia en los procesos productivos. La integración de estas metodologías en los pisos de fabricación no es una tarea fácil ya que la incorporación de nuevas capacidades tecnológicas trasciende por diferentes etapas de acuerdo con su nivel de madurez, validado por el grado de “*expertis*” y medido en base a su categoría de asimilación.

Como aporte del presente proyecto, se desarrolla una sinergia de las fases propias del modelo de asimilación de tecnología con los niveles de madurez del CMMI (*Capacity Maturity Model Integration*). Por medio de esta fusión, se integran los diferentes requerimientos específicos por eslabón, sus necesidades y sus resultados, los cuales tienen que ser documentados como parte de la gestión de tecnología en los centros de manufactura automotriz. La figura 22, refleja la vinculación existente entre ambos modelos y como resultante de su aplicación el alcance y cumplimiento del proceso de documentación de capacidades tecnológicas en un centro de manufactura de autopartes.

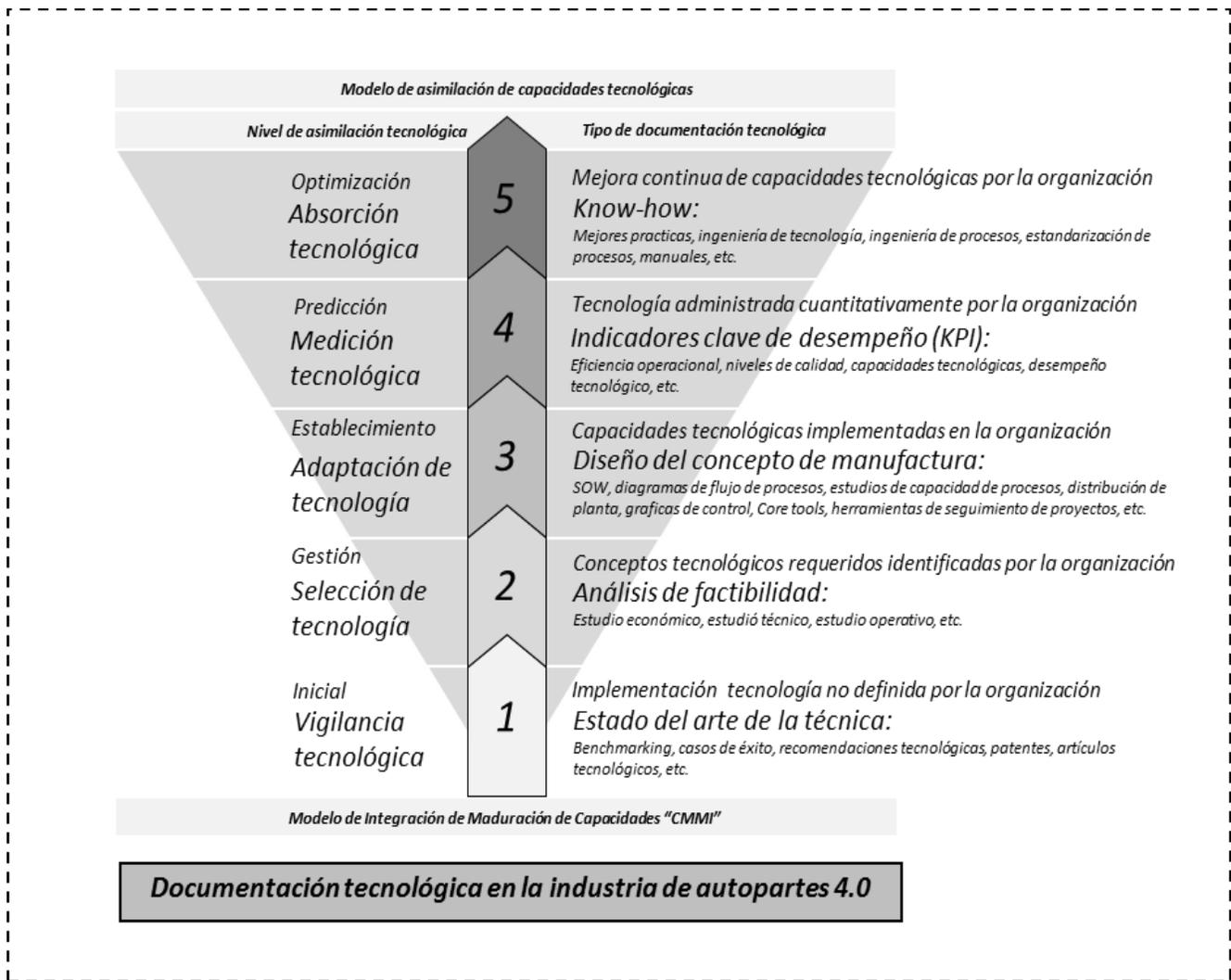


Figura 22.- Documentación de capacidades tecnológicas por fases en la industria 4.0  
Fuente: Capability Maturity Model Integration. CMMI Institute  
Diseño del autor

### 2.7.3.- CAPACITACIÓN TECNOLÓGICA

En la actualidad y dentro del ramo industrial, se viene dando una fuerte tendencia hacia la transformación de procesos manufactureros analógicos y semi-automatizados a medios digitales y autónomos a través de la llamada fábrica inteligente y todas sus vertientes. Durante esta travesía, las empresas dedicadas a las actividades secundarias o de transformación se ven en la necesidad de cubrir cierto tipo de exigencias tecnológicas que abarcan factores como el humano, técnico o informático dados los requerimientos emergentes de conceptos disruptivos e ingenieriles. Es necesario no perder de vista estos factores ya que constituyen la base de toda administración de plantas industriales: personas, tecnología y sistemas, que fusionados dan pauta a cualquier operación fabril.

A lo largo del desarrollo del presente modelo, no se ha perdido de vista el factor tecnológico e informático que la industria 4.0 incluye muy profundamente en todas sus vertientes y aplicaciones, mencionando que la parte medular de esta tendencia es la integración total de sistemas informáticos, tecnológicos o administrativos a lo largo de la cadena de valor y suministros para centralizar y controlar de forma automatizada las transacciones u operaciones del día a día de la empresa de manufactura. Sin embargo, el factor humano es el elemento de mayor importancia y del cual depende el presente modelo de asimilación, propiciando la necesidad de gestionar el conocimiento humano de forma efectiva y estratégica para afrontar la innovación y vanguardia tecnológica de nuestros días.

A pesar de que estamos en un punto donde los avances científicos han dado pauta al desarrollo de técnicas de inteligencia artificial o robótica colaborativa y su inclusión dentro de procesos industriales a desplazado o reducido la utilización de mano de obra en procesos de manufactura, no implica la sustitución del factor humano en su totalidad dentro las plantas de fabricación. No obstante, a pesar de no estar muy alejado el juicio de asemejar las destrezas propias de ser humano con sistemas tecnológicos, el intelecto y razonamiento humano es fundamental para la inclusión de nuevas capacidades dentro de la industria en general, pero muy particularmente, el sector automotriz como objeto central de la presente investigación.

Si bien el objetivo de la evolución tecnológica de esta cuarta revolución industrial no es la sustitución total de las capacidades humanas por tecnológicas, si lo es el de generar nuevos conceptos que sintetice n y apoyen el proceso de toma de decisiones, así como el de hacer eficientes los sistemas para ser más productivos “hacer más con menos”, generando una estrecha colaboración entre ambos elementos para el cumplimiento de los objetivos de la organización.

En este sentido, es importante recalcar que, para alcanzar una revolución de sistemas productivos mediante la disrupción de conceptos, no solo la evolución tecnológica es necesaria para lograrlo, se requiere un estrecho acompañamiento también de la evolución del conocimiento humano bajo el concepto de “ganar –ganar”.

Esto se ve directamente reflejado en la necesidad de la industria por crear y desarrollar nuevos perfiles laborales, con capacidades técnicas diferentes y características intrapersonales discrepantes para el diseño, selección, implementación y manutención de nuevos conceptos tecnológicos dentro de sus centros de trabajo.

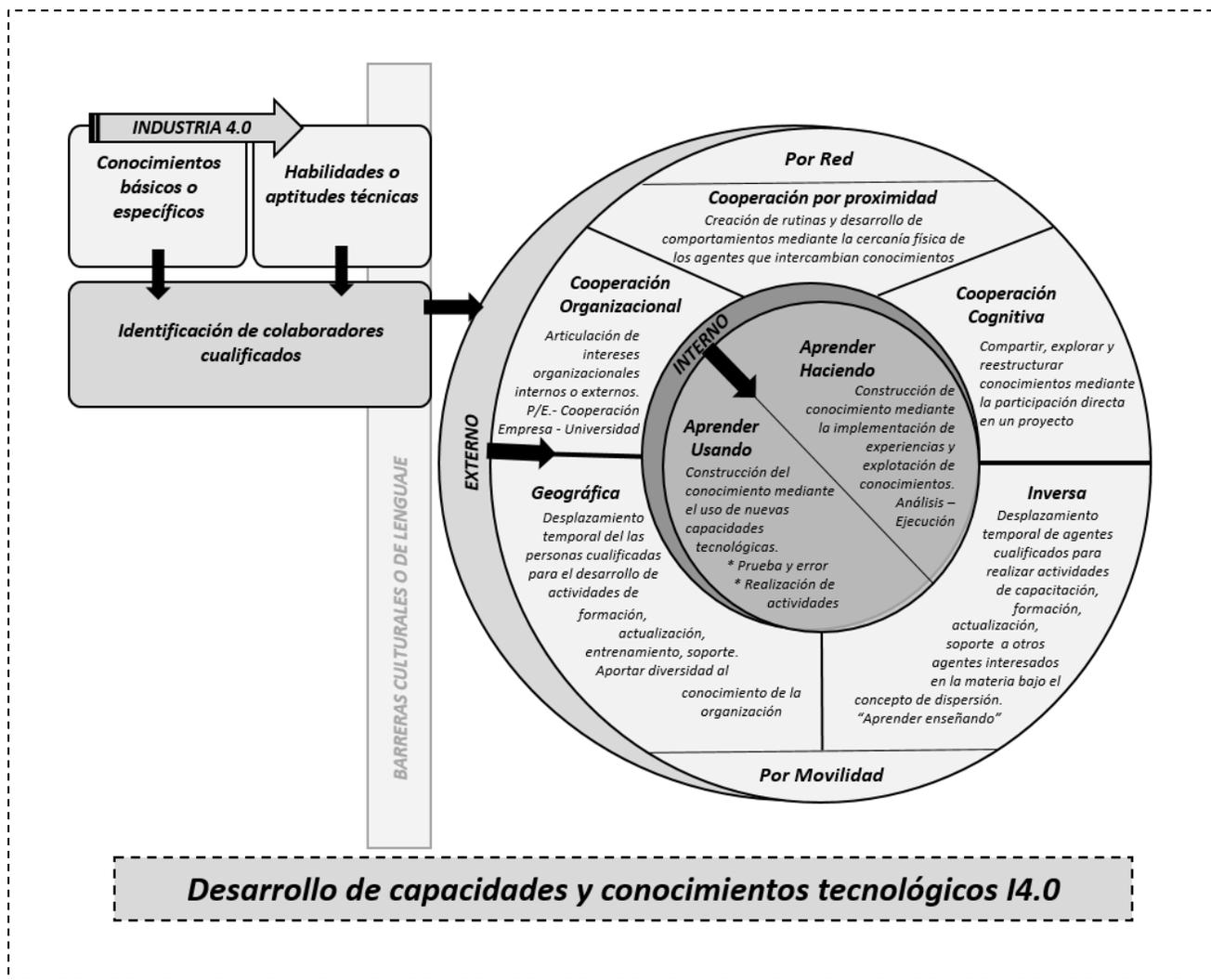


Figura 23.- Tipos de capacitación en la industria de autopartes 4.0

Fuente: Capacidad de absorción y formas de aprendizaje para la innovación: Un modelo conceptual. Javier castro, 2009  
Diseño del autor

Se ha detectado la necesidad de implementar un sistema de desarrollo de capacidades y conocimientos tecnológicos dentro de la industria automotriz con un enfoque específico a la industria 4.0, donde la detección de conocimientos básicos o específicos de las vertientes de esta revolución van ligados a las habilidades o aptitudes técnicas que la utilización de nuevas tecnologías requiere. Estas nuevas revelaciones, dan pauta a la identificación de candidatos potenciales o necesidades dentro de la organización para gestionar de manera adecuada el proceso de absorción de conocimientos tecnológicos. Sin embargo, es necesario tener presente que, al tratarse de competencias humanas, la presencia de barreras (lingüísticas, sociales, culturales, etc.) siempre estarán presentes, siendo parte de la gestión de tecnología en conjunto con la administración del capital humano, el establecimiento correcto de las

fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas de la organización en aspectos técnicos de la I4.0. De esta manera puede propiciarse un correcto proceso de selección con el cual es posible satisfacer al máximo el proceso de absorción tecnológica.

La figura 23, engloba los diferentes métodos de capacitación y captación de conocimiento tecnológico desde el interior o exterior de una organización productiva, con base en el desarrollo del capital humano en conocimientos científicos, técnicos o prácticos debido a la naturaleza de las metodologías de la industria 4.0 y sus necesidades. Posterior a su desarrollo en el proceso de asimilación, se busca preparar y entrenar a la población tecnológica ante la inminente llegada de un cambio estructural y organizativo por la migración de concepto de fabricación actuales a tecnologías revolucionarias.

## 2.8.- ESQUEMA DE ESTRATÉGICO ASIMILACIÓN TECNOLÓGICA “HOSHIN KANRY”

El proceso de asimilación de tecnología dentro de la industria automotriz es una actividad que no solo depende de un grupo de personas o departamentos dentro de la organización automotriz; es una actividad desarrollada en conjunto por todos los elementos que integran la empresa de fabricación, además de incorporar conocimientos, Know-how, herramientas, mejores prácticas, experiencias propias de la empresa y su trayectoria en un mercado competitivo y de supervivencia.

Durante este proceso, es necesario mantener al equipo orientado al alcance de los objetivos y persiguiendo una meta común determinada por la organización, donde se combinan elementos de rutina e innovación, estrategias y tácticas operacionales, así como objetivos y planes para cumplimiento objetivo de la visión de la empresa.

Con la introducción de conceptos de la industria 4.0, se está gestando un rompimiento de paradigmas en los modelos de gestión a diferentes niveles de la organización, ocasionando cambios radicales y generando crisis dentro de los organismos industriales. Por lo cual, para evitar contratiempos, desorden o confusión durante el proceso de asimilar nuevas capacidades se requiere focalizar esfuerzos, delimitar alcances y establecer actividades para la generación de resultados por medio de planeación estratégica.

El presente proyecto, propone el uso e implementación de una herramienta de planeación estratégica “Hoshin Kanri”, funcionando como brújula en la conducción al éxito operacional mediante el uso de nuevas tecnologías, y que además traduce de manera sintetizada y practica la visión, misión y los pilares competitivos de la organización que se tienen para afrontar los nuevos retos del sector.



- Desarrollo de planes de implementación de nueva tecnología
- Establecimiento de planes de acción y revisiones periódicas con un enfoque al control de proyectos
- Difusión del modelo de trabajo a seguir en las diversas áreas funcionales
- Delimitación de alcances

Además, una herramienta de gestión estrategia proporciona la integración de un equipo de trabajo, ya que su definición es una actividad que se desarrolla en equipo; implica un alto compromiso por parte de la dirección de la empresa y a su vez despliega planes y actividades a desarrollar por departamento a todos los niveles. Su correcto establecimiento propicia puntos a favor en el proceso de establecer nuevos conceptos tecnológicos e incrementa las ventajas competitivas de la empresa de manufactura hacia su exterior.

# CAPÍTULO III

---

## CASO DE ESTUDIO

### 3.1.- IMPLEMENTACIÓN DE ROBÓTICA COLABORATIVA EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS DE ASIENTOS.

A pesar de ser un tema en desarrollo y bajo proceso de adopción en el campo automotriz, cada vez son más las organizaciones que están optando por la introducción de tecnología 4.0 dentro de sus instalaciones y procesos manufactureros para convertir conceptos convencionales en inteligentes.

En esta sección y bajo una mayor claridad, se expone un caso de estudio dentro de las instalaciones de una empresa metalmecánica de la región central de México, la cual pretende integrar nueva tecnología en su manufactura. Sin profundizar en aspectos técnicos, se enfoca en los obstáculos, barreras y limitaciones que el equipo tecnológico de dicha compañía ha enfrentado para romper paradigmas dentro de una organización que mantiene conceptos de fabricación que datan de la década pasada.

Para la realización de este apartado, inicialmente se presenta un resumen del caso central de estudio con el objetivo de describir el problema que la empresa está enfrentando para incrementar rentabilidad y reducir desperdicios dentro de sus operaciones. Posteriormente, se explica como la tecnología de las tendencias 4.0 puede agregar valor al núcleo de manufactura de la compañía enfocado en el problema central, así como analizando como nuevos desarrollos tecnológicos pueden significar competitividad e innovación dentro y fuera de las operaciones de la organización. Por último, se redacta el proceso de introducir nueva tecnología como un proceso disruptivo dentro de las operaciones de la empresa.

Basado en el modelo de asimilación de tecnología con enfoque a la industria 4.0, a pesar de no alcanzar el proceso de adaptación tecnológica y completar las fases totales del mismo, el presente contenido integra los bloqueos resultantes a diferentes niveles organizacionales de la empresa con respecto a la integración de nuevas capacidades tecnológicas, así como una descripción de como dichas barreras fueron superadas para su aceptación a niveles ejecutivos, directivos y operacionales mediante las fases de vigilancia y selección tecnológica. Adicionalmente, ya que la compañía se encuentra en el proceso de integrar tecnología de punta en sus conceptos de manufactura, se presentan una serie de pasos basados

en el modelo para futuras investigaciones o continuidad del presente proyecto, integrando los resultados obtenidos hasta la redacción del presente documento como punto de partida de este.

### 3.2.- DECLARACIÓN DEL PROBLEMA DE LA EMPRESA

La compañía de estudio pertenece al sector automotriz, dedicada a la manufactura de estructuras metálicas de asientos para diferentes clientes a nivel mundial. Geográficamente se localiza en la región central de México, específicamente en la ciudad de Tlaxcala y pertenece al grupo de proveedores Tier 2 del ramo manufacturero metalmecánico. Con la llegada de OEM's (Fabricantes de equipos originales) transnacionales como Audi y Mercedes Benz a la región, la compañía fue nominada para producir y desarrollar productos que demandan un mejor control de procesos y reducción de variaciones para asegurar los estándares de calidad de los nuevos clientes.

Es importante mencionar que cinco años atrás, la compañía se dedicó principalmente a suministrar autopartes a armadoras automotrices de origen norteamericano, con una limitada participación en el mercado asiático. Sin embargo, la adquisición de nuevos proyectos en colaboración con armadoras premium alemanas significó la completa transformación de la manufactura de la compañía ya que los requerimientos, productos diseños y especificaciones de los nuevos clientes demandaban ciertas actualizaciones con referencia a las OEM's con las que la organización colaboraba.

Durante el lanzamiento de nuevas capacidades tecnológicas para un concepto de producto premium, la compañía estuvo inmiscuida en una serie de problemas y pérdidas debido a un mal proceso de asimilación tecnológica. Problema que implicó la participación directa del cliente al integrar especialistas en la solución de problemas para alcanzar las especificaciones requeridas por la planta armadora, costando recursos humanos, monetarios y tiempo a la proveedora de autopartes en los intentos de corrección del problema. Sin embargo, posterior a la dedicación y unión de esfuerzos en la búsqueda de soluciones, fue posible alcanzar las características críticas demandadas por la OEM.

En el mismo periodo de mejoras y correcciones de proceso, la empresa se vio involucrada en el lanzamiento de un nuevo proyecto productivo para un concepto SUV para la planta armadora alemana VW, pero bajo las circunstancias de no haber aterrizado correctamente el proyecto anterior en términos asimilativos, repercutió severamente a la organización por concepto de lecciones aprendidas y desarrollo de Know-how, incrementando drásticamente el tiempo necesario para superar la curva de aprendizaje y repitiendo parte de los problemas presentados en experiencias pasadas. Actualmente, las capacidades

tecnológicas y conceptos implementados están bajo control y en funcionamiento, pero la empresa se encuentra en proceso de implementar nuevas soluciones con el objetivo de desarrollar una cultura de mejora continua y escalamiento tecnológico para contrarrestar los problemas y fallas latentes debido a una mala asimilación de tecnología.

Con base en la situación descrita, se determinó que el modelo propuesto en el presente proyecto de investigación puede ser aplicado con el objetivo de desarrollar el Know-how propio de la organización, así como entrenar al equipo en términos de mejores prácticas. Por medio de procesos de documentación, difusión y capacitación tecnológica y siguiendo las fases propias del modelo, la empresa puede desarrollar una capacidad de competencia especial para mantener sus recursos y desarrollos adecuadamente. Así también, está proyectada la llegada de nuevos equipos y capacidades en los años subsecuentes debido a la colaboración con nuevos clientes automotrices recientemente instalados en la región.

De acuerdo con las necesidades industriales de la presente revolución tecnológica, la organización de estudio se encuentra en el proceso de adoptar nueva tecnología en su centro de manufactura de dichas tendencias autómatas y digitales del fenómeno llamado I4.0. Con el fin de no generar impactos dentro del ambiente organizacional por el uso de conceptos disruptivos, se propone comenzar con un proceso de transformación tecnológica dentro de la organización impactando aplicaciones actualmente en producción para familiarizar a los integrantes de la empresa con los cambios futuros previstos que significan rompimiento de paradigmas.

### 3.3.- TECNOLOGÍA PROPUESTA: I4.0

De acuerdo con las tendencias tecnológicas de la industria 4.0, uno de los conceptos más disruptivos de la nueva revolución industrial corresponde a la llamada robótica colaborativa, comúnmente conocida como “*Cobots*” en el sector industrial, ya que los robots han cambiado drásticamente con referencia a la forma en la que eran implementados para aplicaciones de manufactura y las actividades relacionadas con su mantenimiento y operación. Actualmente mantenerlos en un ambiente aislado con elementos costosos de seguridad para proteger la integridad humana o el rendimiento óptimo de los equipos ya no es necesario debido al actual estado del arte de este tipo de innovaciones que permite a los humanos compartir espacios con robots inteligentes para realizar trabajos específicos en una colaboración estrecha.

Esta nueva generación de robótica definida por su autonomía y flexibilidad es uno de los grandes pasos para migrar a la tendencia de fábricas inteligentes dentro de una organización. (Jacobo, 2015)

Los procesos ideales para la implementación de *cobots* en un ambiente de manufactura industrial corresponden a aquellas aplicaciones manuales y repetitivas inmiscuidas en las actividades de fabricación que no implican el uso de habilidades propias del humano, tales como el pensamiento crítico y toma de decisiones inmediatas. Así también aquellas actividades anti ergonómicas o donde los colaboradores interactúan en procesos peligrosos que ponen en riesgo su integridad, las cuales se busca suprimir del flujo de proceso. Este tipo de robótica puede realizar actividades simples al mismo ritmo que un colaborador humano, por lo que es necesario evaluar si la actividad de fabricación debe ser automatizada para agregar rentabilidad al negocio, teniendo en mente que este tipo de tecnología homogeniza procesos y brinda la oportunidad de reasignar a los colaboradores en actividades que agregan un mayor valor a la compañía. (Universal Robots, 2018)

Dentro de las operaciones de la empresa de estudio, se identificaron ciertos procesos donde potencialmente puede implementarse tecnología colaborativa, agregando valor y soportando la metodología de asimilación propuesta. Además, corresponden a las capacidades tecnológicas recientemente instaladas en el piso de fabricación de la compañía y que, en su momento, fueron parte de los problemas potenciales con respecto al cumplimiento de las especificaciones críticas de los diferentes clientes.

El primer proceso identificado como potencial se realiza en una línea de ensamble de componentes metalmecánicos donde uno de los procesos de manufactura significativos corresponde al atornillado y unión de diferentes componentes que integran la estructura del asiento. Además, se define como una de las características críticas del producto establecidas por el cliente y que requiere atención especial por parte de la organización y control de calidad por lo que es necesaria la implementación de métodos robustos para eliminar la variación. En específico, dentro del proceso de ensamble hay una estación de trabajo operada manualmente por un colaborador donde la actividad principal es colocar diez tornillos idénticos en diversas locaciones del producto y posteriormente, con apoyo de una herramienta de torque guiada y operada manualmente, apretar los tornillos bajo un rango de torque y ángulo específico.

El segundo proceso corresponde a una actividad logística y de surtimiento de materiales a líneas de fabricación. Para el cometido de esta actividad, la compañía emplea recurso humano que, con apoyo de herramientas diversas, mueven físicamente el material desde el almacén de componentes hasta el punto

de uso siguiendo patrones determinados y estandarizados, significando el uso excesivo de mano de obra en el desarrollo de esta actividad.

Mediante el desarrollo de un evento *Kaizen*, donde fue requerida la participación de un grupo multidisciplinario como parte de la integración de un equipo tecnológico en la organización, fue determinado a través de análisis ergonómicos, estudios de tiempos, análisis de actividades repetitivas, determinación de pesos y cargas, que conceptos de robótica colaborativa podrían implementarse en las actividades de surtimiento de materiales, significando mejoras en términos de excelencia operacional, eficiencia de capacidades tecnológicas e incremento en los niveles de calidad de los procesos productivos, así como también un impacto positivo con relación al factor seguridad dentro de la empresa de estudio.

### 3.4.- RETO DENTRO DE LA EMPRESA DE ESTUDIO: DIFUSIÓN TECNOLÓGICA.

Como se ha mencionado en el desarrollo del presente proyecto, el no romper paradigmas y la resistencia al cambio limitan el proceso de innovación y desarrollo tecnológico, ligado directamente con el vanguardismo de la organización en el sector por lo cual su consideración es de suma importancia en el modelo propuesto.

Posterior a la detección de los requisitos de manufactura dentro del objeto de estudio, se inició la primera fase del modelo, enfrentando ciertos obstáculos y limitantes los cuales se describirán en el desarrollo del presente capítulo.

Comenzando con la etapa de “Vigilancia”, el equipo integrado y denominado como tecnológico, se enroló en el proceso de búsqueda e identificación del último nivel del estado del arte con relación a robótica colaborativa en el sector automotriz. Mediante el uso y análisis de artículos científicos, revistas de manufactura e industria, redes sociales, entre otras herramientas, se posibilitó la detección de información relacionada con tecnología de punta dentro del sector aplicable al caso de estudio.

Una vez que toda la información recolectada fue segmentada, filtrada y analizada con enfoque a los fines descritos, la segunda tarea del equipo fue la identificación de aplicaciones desarrolladas y probadas en el mercado automotriz para realizar un primer acercamiento con los gestión y dirección de la empresa mediante presentaciones donde se expusieron las soluciones propuestas para los problemas detectados y con los cuales fue posible identificar capacidades potenciales para solucionar los problemas previamente

descritos. Con referencia al proceso de torque, se detectó una aplicación relativamente nueva en el campo industrial, desarrollada por una compañía danesa en la década pasada y que en la actualidad está posicionándose dentro de las actividades industriales debido a sus características colaborativas, flexibles y de adaptación mediante brazos robóticos inteligentes. (Universal Robots, 2018)

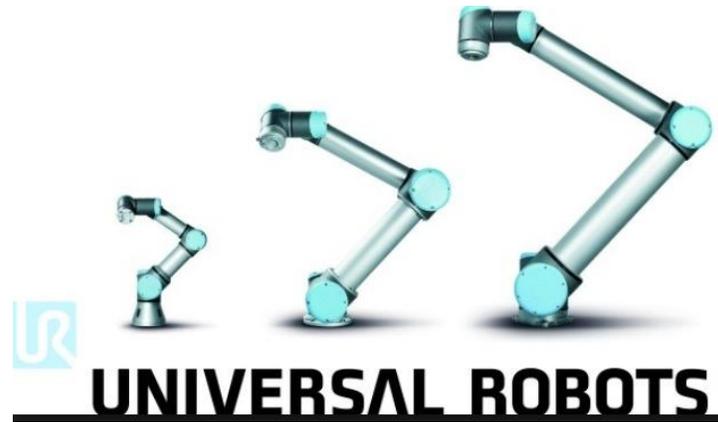


Imagen 1.- Cobots (Robots colaborativos)  
Fuente: <https://www.universal-robots.com/es/>

Con referencia al caso número dos, se identificó una solución de Cobot revolucionaria con respecto a la automatización de sistemas de transporte “*in-house*”, la cual ofrece autonomía y flexibilidad para temas de gestión logística mediante robots móviles. A pesar de que la compañía adquirió en tiempos recientes un concepto tecnológico similar mediante el uso de AGV (vehículos auto guiados), las nuevas tendencias industriales consideran la migración a sistemas autónomos e inteligentes a través de concepto AMR (robots móviles autónomos). Por tal razón y contemplando las actualizaciones de robots móviles, un concepto colaborativo de un fabricante de origen danés fue propuesto como solución ante el problema de surtimiento de materiales previamente descrito. (Mobile Industrial Robots, 2018)

Durante su desarrollo, el proceso de vigilancia tecnológica se vio inmiscuido en una serie de limitantes, obstáculos y barreras dentro de la organización debido a los puntos mencionados en el presente capítulo, así como también se relatan los métodos – tácticas implementadas por el equipo tecnológico para contrarrestar limitantes, romper paradigmas y lograr una aceptación de los agentes involucrados en el proceso de migración tecnológica dentro de la compañía de estudio:

- *Riesgos de utilizar nueva tecnología dentro del centro de manufactura.* Una de las preguntas más recurrentes por parte de la gerencia organizacional durante el proceso de difusión tecnológica fue el factor de riesgo implícito al introducir tecnología, aún desconocida y no experimentada, dentro

de las instalaciones de la empresa. Los nuevos desarrollos siempre incluyen factores de riesgo en su planeación y proceso de asimilación, las medidas de acción para contrarrestarlo dependen del acercamiento y compromiso de la compañía en el proceso de asimilación, por lo tanto para romper este paradigma, el equipo tecnológico líder en la integración de nuevas capacidades tecnológicas en el centro de manufactura, estuvo implícito en un proceso de **benchmarking** donde una compañía inmiscuida en el acto de asimilar robótica colaborativa, compartió su experiencia relacionadas con la instalación de este tipo de tecnología en un ambiente de fabricación automatizada. Por medio de esta acción, la empresa de estudio tuvo la oportunidad de captar y analizar futuras necesidades para anteponerse a los problemas que posiblemente se enfrentaran en el proceso, reduciendo los significativamente tiempos de reacción y de esta manera convertir los riesgos en oportunidades en el proceso migratorio a tecnologías de la industria 4.0.



Imagen 2.- Robots móviles colaborativos  
Fuente: <http://www.mobile-industrial-robots.com/es/>

- *Resistencia de la gerencia local para reemplazar métodos operacionales existentes.* Durante el proceso de presentar y proponer nuevos conceptos tecnológicos al grupo gerencial local de la organización, una pregunta singular fue emitida al equipo tecnológico: ¿Por qué tengo que cambiar los conceptos actuales que han operado correctamente desde hace años? Este tipo de preguntas reflejaron el nivel de resistencia al cambio por parte de los colaboradores en términos de innovación y evolución de sistemas ya que, el integrar nuevos conceptos tecnológicos implica el inicio de un proceso de aprender a desaprender y capacitarse nuevamente con referencia a nuevos desarrollos. Así como también inversión de tiempo, tolerancia a la frustración, control del estrés y un compromiso total por parte de todos los involucrados en los nuevos cambios dentro

de la empresa. Por tal razón, el equipo tecnológico en conjunto con distribuidores tecnológicos especializados, establecieron una serie de **conferencias y pláticas** para introducir al resto de colaboradores con los avances tecnológicos latentes del sector, **casos de éxito** en otras organizaciones, donde el principal competidor de la empresa figuraba como uno de los agentes en proceso de introducir tecnología 4.0, así como también el involucramiento de cada líder y responsable de los procesos al resolver dudas e inquietudes especializadas por medio de **preguntas técnicas** aclaradas por los especialistas invitados. Así también, las actividades desarrolladas funcionaron como un proceso de introducción a las tendencias de la industria 4.0 donde se pudo mostrar el posible escenario de la manufactura de autopartes para los próximos años y cuáles serán los estándares establecidos. Es importante remarcar que este tipo de actividades ayudó en el proceso de sensibilización y aproximación de todo el equipo en el uso de nuevos desarrollos, sin embargo, no fue posible la completa aprobación para la introducción de nuevas tecnologías ya que, como proceso posterior se solicitó información y requerimientos adicionales con referencia a costos, rentabilidad y retornos de inversión.

- *Temor del equipo operacional con respecto a la automatización.* Bien podría decirse que la automatización pretende reemplazar la fuerza de trabajo con conceptos autónomos, pero como se ha mencionado en el presente proyecto, el término “colaborativo” en términos industriales refiere la creación de un ambiente donde capacidades autónomas y humanas comparten áreas de trabajo para el cumplimiento de un fin, así como también el uso de robots en tareas simples o y el uso de trabajadores en tareas que agrega valor mediante el uso de capacidades humanas. A pesar de eso, en los pisos de producción aún existe el paradigma de la robótica convencional, donde grandes espacios completamente aislados y protegidos son necesarios para el óptimo funcionamiento de un sistema automatizado. Con el objetivo de romper estos paradigmas y comenzar con una propagación suave de información tecnológica en los diferentes niveles de la organización, se programaron una serie de **exhibiciones tecnológicas** dentro de las instalaciones de la compañía con el objetivo principal de mostrar el significado real de la robótica colaborativa en un ambiente real de producción. Una de las grandes ventajas de esta tendencia de la industria 4.0 es la flexibilidad que ofrece en términos de acoplamiento mecánico, programación y operación, por lo cual mediante soporte especializado **se desarrolló una aplicación** sencilla que cubría una necesidad de producción de la compañía y posteriormente se instaló en la línea de fabricación donde el equipo de operaciones tuvo la oportunidad de interactuar y validar directamente el

concepto colaborativo al mismo tiempo que se desempeñaban las actividades productivas. De esta forma fue posible cambiar la mentalidad de los colaboradores con respecto a los nuevos niveles de automatización y así preparar al equipo con la inminente llegada de cambios tecnológicos.

- *Costo-Beneficio de implementar nueva tecnología.* Durante el proceso de difusión tecnológica e introducción de nuevos conceptos en la organización de estudio, tanto la gerencia y dirección de la compañía cuestionaron los beneficios monetarios y operacionales que nueva tecnología brindaría a la compañía. Por lo que, como parte de un proceso de mejora continua, se introdujo el tema de nuevas tendencias de la industria 4.0 en las **reuniones agendadas mensualmente** como parte de propuestas de mejora y generación de ahorros en la empresa, donde nuevas soluciones tecnológicas son presentadas como contramedidas a los problemas latentes de la compañía con el objetivo de reflejar aquellas ventajas y desventajas en un amplio sentido operacional y financiero si se optará por la implementación en sus pisos de fabricación. Como resultante de las mencionadas reuniones se requirió una serie de entregables al equipo tecnológico como parte de un análisis de factibilidad y fase de selección tecnológica del presente modelo de asimilación.
- *Aproximación del concepto “colaborativo” con la oficina de seguridad y ergonomía.* Dentro de una compañía de manufactura el factor más importante, el cual debe ser procurado y priorizado es el factor humano y su integridad. Por tal razón es común que cuando se trata de salud ocupacional y prevención de accidentes los protocolos de aceptación son estrictos y burocráticos, más aún si se pretende revolucionar un concepto tecnológico e integrar robots inteligentes en un ambiente de manufactura manual. Con el objetivo de sobrepasar esta barrera y demostrar las ventajas de la robótica colaborativa, se integró al departamento de salud ocupacional y ergonomía en las actividades establecidas por el equipo tecnológico para proveer y evaluar aquellos factores o variantes que significaran riesgos para los empleados al desarrollar actividades en conjunto con sistemas autónomos inteligentes. Como resultado de esta actividad, se logró el total involucramiento del departamento de seguridad de la compañía de estudio en el uso de nueva tecnología o el mejoramiento de procesos mediante nuevos desarrollos propios de la industria 4.0. Todo esto debidamente **documentado y evaluado** por los expertos en la materia para su posterior aprobación con dentro de la organización.

- *Soporte técnico y disponibilidad de refacciones en la región.* Con referencia a los servicios técnicos dentro de la compañía de estudio, el mayor nerviosismo por parte de la gestión del mantenimiento correspondía al soporte proveído por personal especializado y la disponibilidad de refacciones críticas en caso de contenciones o problemas operacionales en el uso de nuevas tecnologías de la industria 4.0, así como localizaciones de estas, costos y tiempos de entrega. Por tal razón se decidió invitar a expertos en la materia pertenecientes a diversos distribuidores de capacidades 4.0 como parte de **visitas técnicas**, para establecer conversaciones a detalle con el personal de mantenimiento y aclarar las dudas existentes en el uso de robótica colaborativa a través de una serie de preguntas y respuestas, que a su vez sirvieron como un proceso de preparación del personal técnico de la compañía, próximos usuarios y responsables, en las nuevas tendencias y necesidades de la industria de autopartes.

### 3.5.- IMPULSO, DESARROLLO Y POTENCIACIÓN DEL MODELO DE ASIMILACIÓN DENTRO DE LA EMPRESA DE ESTUDIO.

Actualmente, la compañía donde se desarrolla el presente caso de análisis se encuentra en un proceso de transición de la fase de vigilancia a selección tecnológica, ya que el equipo involucrado ha identificado y estudiado las nuevas tendencias tecnológicas en el sector, así como definido aquellos procesos de manufactura y suministro de materiales donde es posible innovar e implementar nuevos conceptos para la solución de problemas e incremento de la rentabilidad mediante la adición de tecnología. Además, por medio de la fase de vigilancia previamente descrita, se han identificado claramente cuales son los casos de éxito en el sector y dentro del núcleo de manufactura de la competencia directa, así como aquellos proveedores tecnológicos potenciales en la región para proporcionar soluciones que cubran las necesidades y mejoras de la planta de manufactura.

Con la información resultante, fue posible detonar el proceso de absorción tecnológica en la organización al comenzar con una correcta administración de la información para su asimilación y difusión a todos los niveles de la compañía, y como se describe en el presente modelo, su documentación y resguardo para desarrollar debidamente el Know-how propio de la organización.

Como segunda etapa, mediante una serie de análisis financieros, estratégicos y operacionales, la organización se encuentra en el proceso de seleccionar adecuadamente que tipo de tecnología, conceptos y desarrolladores proveerán de un mayor nivel de rentabilidad a la empresa.

A pesar de no completar el modelo en todas sus fases, la compañía se encuentra en un proceso de adopción y ejecución de las fases subsecuentes del mismo en futuras implementaciones tecnológicas. Como continuidad del caso de estudio y actividad secundaria, un análisis de éxito o recomendaciones será presentado como complemento al concluir el modelo de asimilación tecnológica en su totalidad dentro de los procesos de fabricación de la compañía.



Imagen 3.- Implementación de Cobot en línea de fabricación  
Fuente: Empresa metalmecánica de fabricación de autopartes

Con el objetivo de impulsar los resultados del modelo propuesto dentro de la organización o del sector en términos de productividad y calidad en los procesos de gestión tecnológica, se proponen las siguientes recomendaciones para potenciar e incrementar los beneficios que se pueden obtener por medio de su aplicación y desarrollo:

1. **Actualización tecnológica.** Como organización es necesario analizar las opciones que se tienen para modernizar los sistemas tecnológicos disponibles y de esta manera contar con herramientas para adaptarse a los cambios y proyectarse a futuros mercados. En caso contrario, es probable que no puedan alcanzarse los objetivos establecidos por términos de rezago tecnológico y competitividad en el sector correspondiente.

2. **Innovación tecnológica.** Por medio de los procesos de innovación es posible desarrollar nuevos productos o procesos con los cuales la organización puede incrementar su competitividad y mejorar sus sistemas de gestión al analizar de una manera más profunda su modelo de negocios.
3. **Capacitar al personal.** El capital humano es el recurso mas importante de una empresa y como tal, el presente modelo de asimilación gira en torno al desarrollo de sus capacidades para lograr el alcance de los objetivos. Por medio de un proceso de capacitación constante, es posible desarrollar habilidades y competencias en las nuevas tendencias para el mejoramiento de la rentabilidad dentro de la organización.



Imagen 4.- Surtimiento de materiales por medio de AMR  
Fuente: Empresa metalmecánica de fabricación de autopartes

4. **Planeación estratégica.** Un elemento fundamental del presente modelo es la definición de objetivos, metas y estrategias en favor de la organización para mejorar los sistemas de gestión e incrementar los niveles rentables de una organización. Por medio de los procesos de planeación es posible contemplar todos los factores de riesgo, áreas de oportunidad, fortalezas o habilidades de la organización de frente al mercado.
  
5. **Absorción Tecnológica.** Es necesario contemplar el proceso de absorción como un ciclo continuo dentro de la organización ya que toda mejora, innovación, cambio, actualización, etc., tiene que documentarse, difundirse y capacitarse a todos los niveles de la organización para la correcta asimilación y desarrollo del Know-how.

Como parte medular del presente proyecto de investigación y sus objetivos, se establece el desarrollo de una guía que soporte el proceso de asimilación de nueva tecnología dentro de una organización de manufactura automotriz, dando como resultado la creación del modelo de asimilación tecnológica el cual se basa y recolecta mejores practicas de los procesos de gestión de la industria de auto componentes en la región central de México.

Es necesario comprender que los procesos de asimilación de nuevas tecnologías no siempre son iguales ya que dependen del nivel de complejidad y preparación técnica de las diferentes organizaciones y sus capacidades tecnológicas. Sin embargo, la metodología propuesta presenta una interfaz flexible al poder adaptar los sistemas de gestión propios de la empresa en las diferentes fases de asimilación previamente descritas.

Con el objetivo de alcanzar óptimos resultados en su aplicación, el desarrollo y consideración de los puntos descritos en el presente apartado soportan el proceso de mejora continua de la metodología propuesta, la cual se ira perfeccionando con la adición de mejores practicas y casos de éxito para su maduración.

# CONCLUSIÓN

---

Por sus características cambiantes, innovadoras y revolucionarias, la industria automotriz requiere del uso e implementación de nuevas técnicas y metodologías que apoyen a los líderes de las diversas organizaciones de este sector en los procesos de toma de decisiones para lograr la optimización de procesos tanto operacionales, como financieros. Por lo cual, el campo de la manufactura avanzada muestra nuevos conceptos de gestión tecnológica en el proceso de desarrollar y asimilar nuevas capacidades en entornos meramente de fabricación y transformación de materia prima.

Debido a que el desarrollo de nuevos conceptos de manufactura y su correspondiente lanzamiento y puesta en marcha requieren de conocimientos especializados en tecnología y procesos, es de suma importancia el ejecutar un modelo que de manera práctica, simple y eficiente que permita a las organizaciones, en este caso de autopartes, completar sus procesos de industrialización y transferencia de nuevos equipos tecnológicos satisfactoriamente. Debido al retraso tecnológico en la región con referencia al desarrollo y creación de nueva tecnología de manufactura para el sector de autopartes, y considerando que la mayoría de las empresas instaladas pertenecen a corporativos extranjeros, es latente la necesidad de importar conceptos tecnológicos de punta y contratar talento del exterior para alcanzar y cumplir los requerimientos específicos de los clientes automotrices.

El desarrollo de proyectos de manufactura en un ambiente automotriz dentro de una organización transnacional implica la transferencia y asimilación de máquinas y herramientas desarrollados en el exterior para su implementación y correcto funcionamiento en centros de trabajo locales. Este proceso en particular implica la correcta interacción y establecimiento de objetivos para los diferentes niveles jerárquicos de la organización, con una meta común que se enfoca en la optimización de recursos, reducción de la curva de aprendizaje y propiciar el desarrollo de Know-how para futuras implementaciones.

El desarrollo de un modelo de asimilación tecnológica bajo el enfoque de industria 4.0 y su puesta en marcha en una compañía de la región central de México, se establece como un método para proveer beneficios a la organización en aspectos operacionales y financieros. La correcta administración de recursos durante la integración de nuevas tendencias tecnológicas en conceptos de fabricación da pauta

a que la organización mejore sus niveles de competitividad y tiempos de respuesta a los clientes con respecto a la competencia directa de la organización.

A pesar de que el enfoque principal del modelo es la industria de autopartes, su esencia puede ser aplicada a diferentes tipos de fábricas con aproximación al concepto 4.0 y bajo la adopción de nuevas tecnologías. Así también, su correcta implementación brinda la oportunidad de preservar y difundir de manera óptima la información y capacidades técnicas por medio de capacitación y desarrollo de los integrantes del equipo, asegurando el correcto desarrollo del Know-how del negocio. Una vez que el modelo es adecuado con las necesidades de la empresa y correctamente establecido en proyectos previos, la organización puede alcanzar independencia tecnológica de agentes externos implícitos en el proceso de acompañamiento y soporte técnico en futuras necesidades.

Como parte de la gestión tecnológica, el presente proyecto se centra en cubrir aquellas necesidades de una organización de autopartes con la retención y desarrollo del conocimiento, así como optimizar el uso de recursos, tanto humanos como monetarios, en el proceso de asimilación de nueva tecnología mediante el establecimiento de un modelo sistémico que a través de sus fases, guía a la compañía a un nivel de mejora y revolución de sistemas que serán medidos a través de rentabilidad y eficiencia dentro de la organización.

# BIBLIOGRAFÍA

---

- Alfaro, M, (2013). “*El Know How y su aplicación práctica en el contrato de Franquicia*”. Revista Judicial, Cota Rica No 109.
- Álvarez, F., (2015). “*Implementación de nuevas tecnologías: Valuación, variables, riesgos y escenarios tecnológicos*”. Universidad Francisco Gavidia. First Edition.
- Andersen, B., (1999). “*Industrial Benchmarking for competitive advantage*”. ResearchGate – Human Systems Management [online]. <https://www.researchgate.net/publication/233862760>
- Arango, B., Tamayo, G., Fadul, A., (2012). “*Vigilancia Tecnológica: Metodologías y Aplicaciones*”. Revista Gestión de las Personas y Tecnología – ISSN 0718 – No 13. 2012
- Benítez, C., (2012). “*World Class Manufacturing cómo perspectiva para el liderazgo empresarial. Estado del Arte*”. Master de Organización Industrial y Gestión de Empresas. [Online] <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70385/>
- Bharati, P., & Chaudhury, A. (2012). “*Technology Assimilation Across the Value Chain: An Empirical Study of Small and Medium – Sized Enterprises*”. Management Science and Information System Faculty Publication Series. Paper 16. [http://scholarworks.umb.edu/msis\\_faculty\\_pubs/16](http://scholarworks.umb.edu/msis_faculty_pubs/16)
- Birchall, D. W., Tovstiga, G., & Chanaron, J-J. (2001). “*Capabilities in strategic knowledge sourcing and assimilation: a new look at innovation in the automotive industry*”. Int. J. Automotive Technology and Management, Vol.1, No1, pp. 78-91.
- Borda, J., (2017). “*Mantenimiento 4.0, la simbiosis de tecnología y personas*”. Revista Metal Industria. Vol. 13, No. 62.
- [http://www.sisteplant.com/wp-content/uploads/2017/06/2017.06\\_metalindustria\\_JMB\\_mantenimiento-4.0.pdf](http://www.sisteplant.com/wp-content/uploads/2017/06/2017.06_metalindustria_JMB_mantenimiento-4.0.pdf)
- Bouchard, S., (2008). “*Lean Robotics: A guide to making robots work in your Factory*”. Robotiq, Canada.
- Campos, M., (1974). “*La política mexicana sobre transferencia de tecnología: una evaluación preliminar*”. Comercio Exterior. Banco de comercio Exterior S.A. México, D.F. Vol. XXXIV, No 3.
- Carvajal, A., (2002). “*Teorías y modelos: Formas de representación de la realidad*”. Escuela de Ciencias Sociales del Instituto Tecnológico de Costa Rica, San José Costa Rica.

- Castro, J., Rocca, L., & Ibarra, A., (2009). “*Capacidad de Absorción y formas de Aprendizaje para la Innovación: Un modelo conceptual*”. Projectics / Proyética / Projectique. Vol. 1. Pp. 63-76. DOI 10.3917/proj.001.0063. <https://www.cairn.info/revue-projectique-2009-1-page-63.htm>
- Chong, N.L., González, E., Albornas, Y., & Galián, C., (2005). “*Modelo para la asimilación de Tecnología a partir de patentes de productos derivados de la caña de azúcar*”. Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas. Universidad Nacional de Misiones, Argentina.
- Chung, M., & Kim, J., (2016). “*The Internet Information and Technology Research Directions based on the fourth industrial Revolution*”. KSSI Transaction on Internet and Information Systems. Vol. 10, No 3.
- “*Descubra los Cobots. 10 pasos fáciles*”. (Universal Robots) Recovered on April 17th, 2018, from Universal robots website. <https://info.universal-robots.com/es/descubra-los-cobots-10-pasos-f%C3%A1ciles>
- Emerson Process Management. (2002), “*Introducción a la Efectividad General de Equipo OEE*”. Plant Web University.[Online] [http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Central%20Web%20Documents/BussSch-OEE\\_101es.pdf](http://www2.emersonprocess.com/siteadmincenter/PM%20Central%20Web%20Documents/BussSch-OEE_101es.pdf)
- Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) (2015). “*Diseño, puesta en marcha y validación de un Modelo de Adopción y Asimilación Tecnológica e Innovación ajustado a las necesidades de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) en México*”. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/sni/convocatorias-conacyt/convocatorias-fordecyt/convocatorias-cerradas-fordecyt/fordecyt-2015-06/10517-demandas-especificas-30/file>
- Gershwin, S., (2018). “*The future of manufacturing Systems Engineering*. International Journal of Production Research. Vol. 56, NOS. 1-2, 224 – 237 <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1395491>
- Guajardo, I., Ignorosa, M., González, F., et al. (2016). “*La Industria Automotriz Mexicana: Situación Actual, retos y Oportunidades*”. ProMexico (2016). First Edition. [www.promexico.mx/documentos/biblioteca/industria-automotriz-mexicana.pdf](http://www.promexico.mx/documentos/biblioteca/industria-automotriz-mexicana.pdf)
- Información de la Secretaría de Planeamiento y Políticas (INFOSEPP) (2015). “*Industria 4.0: Escenarios e Impactos para la formulación de políticas Tecnológicas en los umbrales de la*

- Cuarta Revolución Industrial*". Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Argentina. Año 5. No 21. <http://www.mincyt.gob.ar/tag/Infosepp>
- Jacobo, G., (2005) "*Modelo para la Asimilación de Tecnología de Información por medio de la Administración del conocimiento*". Instituto Tecnológico de Monterrey – ITESM – Campus Monterrey. Master's Thesis. Single Edition.
  - Jaimes, M., Ramírez, D., Vargas, A., et al. (2011). "*State of the Art Technology Watch: an Application for Innovation*". Gerenc. Technol. Inform (GTI). Vol. 10. No 27.
  - Kumaraswamy, A., Mudambi, R., Saranga, H., & Tripathy, A. (2012). "*Catch up strategies in the Indian auto components industry: Domestic firms' responses to market liberalization*". Journal of International Business Studies (2012) 43, 368-395.
  - Marín, J., & García, J., (2012) "*Calculo de indicadores productivos*". Escuela técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad de Valencia. [Online] <https://riunet.upv.es/handle/10251/16050>
  - Martínez, M., (2018) "*Modelo de Asimilación Tecnológica bajo enfoque de la Industria 4.0 para fabricantes de autopartes en la región central de México*". Escuela de Ciencias e Ingenierías. Universidad Iberoamericana de Puebla. [Unpublished thesis]
  - Medellín, E., (2006). "*Gestión de cartera de proyectos Tecnológicos*". Premio Nacional de Tecnología México – Cuadernos de Gestión Tecnológica. <http://www.pnt.org.mx/>
  - Medina, R., (2004) "*La dependencia Tecnológica en México*". Revista Economía Informa. Universidad Nacional Autónoma de México. Núm. 330, 2004. <http://www.economia.unam.mx/publicaciones/reseconinforma/pdfs/330/07SalvadorMedina.pdf>
  - Ministerio de industria, Energía y Turismo. (Gobierno de España) (2015). "*La Transformación digital de la industria española*". Industria Conectada 4.0. Preliminary report. <http://www.industriaconectada40.gob.es/Paginas/index.aspx#inicio>
  - Muñoz-Alonso, G., (1997). "*La evaluación de Tecnologías (ET): Origen y Desarrollo*". Revista General de Información y Documentación. Vol. 7. No 1. Servicio de Publicaciones Universidad Complutense de Madrid.
  - Odremán, J., (2014). "*Gestión Tecnológica: Estrategias de Innovación y Transferencia de Tecnología en la Industria*". Universidad, Ciencia y Tecnología. Vol.18, No 73, 2014.
  - Ortiz, S., Pedroza, A. (2006). "*¿Que es la Gestión de la innovación y la Tecnología (GInnT)?*". Journal of Technology Management & Innovation, 2006. Vol. 1, No 2.

- Ospina, C., Gomes, M., (2014). *“Modelo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en Grupos de Investigación de las Universidades de la Ciudad de Manizales”*. Universidad de Manizales. Facultad de Ingeniería. Maestría en Gestión y desarrollo de proyectos de Software.
- Piedrahita, E., (2005). *“La evaluación de tecnología, un proceso estratégico y estocástico”*. Revista EIA, ISSN 1794-1237. No. 3, Pp. 69-81. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín.
- PMBOK Guide Standards (2017). *“A Guide to the project Management Body of Knowledge. PMBOK”*. Project Management Institute (PMI). 6<sup>th</sup> Edition
- Rada, M. (2012). *“La gestión de proyectos Tecnológicos”*. Fides et Ratio [online]. . Vol5. Num. 5. P.p. 79 – 87. ISSN 2071-081X.
- *“Robots as it should be: Simple, Flexible and Affordable”*. (Universal Robots) Recovered on April 30th, 2018, from Universal robots website. [https://www.universal-robots.com/media/8683/ur\\_brochure\\_us.pdf](https://www.universal-robots.com/media/8683/ur_brochure_us.pdf)
- San Juan, Y., Romero, F., (2016). *“Models and Tools for Technological Surveillance”* Ciencias de la Información. Vol. 47. No 2, pp. 11 – 18. La Habana, Cuba. <http://redalyc.org/articulo.oa?Id=181452083002>
- Sánchez, F., y Cruz, M. (2012). *“Development of technological vigilance systems in Spanish aquaculture”*. Journal of technology management and innovation, 7(3), 214-226.
- Schumacher, A., Erol, S., & Sihm W., (2016). *“A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises”*. Procedia CIRP. Vol 52. Pp. 161-166. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
- Seseña, D., & López, I., (2017). *“Five errors in the implementation of Industry 4.0; How to be ready for digitalization roll-out”*. Minsait by indra. [Online]. [https://www.minsait.com/sites/default/files/newsroom\\_documents/five\\_errors\\_in\\_the\\_implementation\\_of\\_industry\\_4.pdf](https://www.minsait.com/sites/default/files/newsroom_documents/five_errors_in_the_implementation_of_industry_4.pdf)
- *“Seleccionar la tecnología adecuada”*. (W/o. r) Recovered on April 8th, 2018, from DHL Worldwide Express website. [http://wap.dhl.com/masterclass/es/tech\\_es.pdf](http://wap.dhl.com/masterclass/es/tech_es.pdf)
- Subsecretaria de Industria y Comercio. (2012). *“Programa Estratégico de la Industria Automotriz 2012 - 2020”*. Secretaria de Economía México (SE). [http://www.economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/peia\\_ok.pdf](http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/peia_ok.pdf)
- Tarifa, E. (2001). *“Teoría de modelos y simulación”*. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy. Jujuy, Argentina.

- The Addition Technology transfer Center (ATTC) (2004). *“The Change Book: A Blueprint for Technology Transfer”*. University of Missouri – Kansas City, 2<sup>nd</sup> Edition.
- *“The future in Motion: MIR”*. (Mobile Industrial Robots) Recovered on May 5th, 2018, from Mobile Industrial Robots website. [http://www.mobile-industrial-robots.com/media/3082/mir\\_brochure\\_eng.pdf](http://www.mobile-industrial-robots.com/media/3082/mir_brochure_eng.pdf)
- Vargas, M., Galeano, C., & Jaramillo, D. A. (2015). *“The state of Art: A research methodology”*. Revista colombiana de Ciencias Sociales. 6 (2), 423-442
- Vázquez, G., Medellín, E., (2005). *“Manual de Transferencia y Adquisición de Tecnologías Sostenibles”*. Centro de Gestión Tecnológica e Informática Industrial (CEGESTI), San José Costa Rica

# GLOSARIO

---

## A

**AbT (Absorción tecnológica).** Fase integral del modelo de asimilación tecnológica y permite comprender las dinámicas necesarias para el proceso de aprendizaje del factor humano, tanto operativo, técnico o de gestión, y la generación de conocimientos necesarios para captar los elementos internos o externos que la innovación y desarrollo requieren dentro de los centros de manufactura.

**AGV (Automatic guided vehicle).** Vehículos auto guiados diseñados para entornos colaborativos que automatizan el transporte de flujos repetitivos.

**AMR (Autonomous mobile robot).** Vehículo automatizado capaz de moverse dentro de su entorno bajo su propia autonomía y con diferentes fines.

**Asimilación tecnología.** Pretende captar información y conocimiento del entorno de manera óptima como parte de una estrategia de simulación para comparar el estatus actual de una organización frente a los nuevos desarrollos del exterior, todo esto con el objetivo de seleccionar lo que se considere relevante para el éxito operacional de un negocio basado en la implementación de tendencias tecnológicas del sector.

**AT (Adaptación tecnológica).** Fase integral del modelo de asimilación tecnológica que consiste en reunir todos los recursos necesarios para logra la transformación de materia prima en artículos por medio de tecnologías de punta (software – hardware), gestionado a través de un proyecto de tipo industrial y considerando la coordinación de recursos financieros, humanos e intelectuales con los que es posible proyectar las actividades y sistemas necesarios para el alcance de los objetivos.

## B

**Benchmark.** Hace referencia a una serie de procedimientos, tecnologías, procesos productivos, herramientas o instrumentales que han sido aplicadas en algún concepto de manufactura o actividad Industrial. Su uso ha sido documentado, difundido y perfeccionado hasta el punto de obtener resultados

sobresalientes dentro de un entorno por lo cual se les reconoce como aportaciones importantes y su contexto debe ser replicado en el resto de los procesos manufactureros.

## C

**Capacitación tecnológica.** Desarrollo de conocimientos y capacidades técnicas para solventar las necesidades industriales al desarrollar nuevos perfiles laborales y características intrapersonales discrepantes para la correcta selección, implementación y manutención de nuevos conceptos tecnológicos en un centro de manufactura.

**CMMI (Capacity Maturity Model Integration).** Modelo utilizado para el desarrollo de software que contiene las mejores prácticas y provee a las organizaciones o empresas de aquellos elementos que son esenciales para la efectividad en sus procesos.

**Cobot (Collaborative robot).** Robot creado para interactuar físicamente con humanos en entornos colaborativos de trabajo.

## D

**Difusión tecnológica.** Tiene como objetivo particular del modelo de asimilación, la sensibilización y preparación mental de los colaboradores sobre los nuevos cambios que se presentaran en el ecosistema productivo y la generación de propuestas de mejora que sustenten y perfeccionen el proceso de planeación y diseño de nuevos conceptos de manufactura.

**Documentación tecnológica.** Consiste en preservar debidamente el capital intelectual propio de una organización y que va directamente ligado con el desarrollo del Know-how, el cual caracteriza el crecimiento y la experiencia de una organización, así como la ventaja competitiva que se puede ofertar al exterior.

## E

**EAT (Eficiencia de asimilación tecnológica).** Indicador propio del modelo de asimilación tecnológica que proporcionar datos funcionales a las organizaciones para el proceso de toma de decisiones durante la adopción de nuevas capacidades tecnológicas en los centros de fabricación de autopartes a través de la medición de tres características propias de los procesos operativos: tecnología, mano de obra y calidad.

**EO (Eficiencia operativa).** Indicador que se enfoca en determinar el tiempo que es necesario durante la adopción de nuevas capacidades tecnológicas para que los colaboradores que están directamente involucrados en el proceso de fabricación y en contacto directo con las mismas, superen la curva de aprendizaje en un tiempo menor al establecido

**Estado del arte.** Término que hace referencia al nivel más alto de desarrollo conseguido en un momento determinado sobre una técnica o un dispositivo tecnológico que ha sido aprobado (patente) y a su vez justificado por varios fabricantes o competidores. Puede interpretarse también con la expresión “tecnología de punta”.

## H

**Hoshin Kanri.** Herramienta de control y planeación estratégica propuesta en el proceso de asimilación tecnológica con el objetivo de alinear los diferentes elementos que se desarrollan a lo largo del proceso de inclusión de nuevas capacidades tecnológicas dentro de una organización de manufactura.

## I

**I4.0 (Industria 4.0).** Término que implica la incorporación de una mayor flexibilidad e individualización de los procesos de fabricación, permitiendo una mejor adaptación de las empresas con las necesidades de los diferentes clientes. Así también es una estrategia que se basa en la tecnología de punta para transformar los sectores de energía y fabricación, ofreciendo una nueva visión integrada y transparente de la cadena de valor conectada con los productos a fabricar.

**I+D (Investigación y Desarrollo).** Término que hace referencia a la inversión de una organización o empresa en desarrollo de conocimientos científicos y técnicos con el objetivo de desarrollar tecnología para la obtención de nuevos productos, materiales o procesos.

**ICM (Interrupciones por cambio de modelo).** Indicador que hace referencia al rango de tiempo que se excede una persona, equipo u organización en la realización de modificaciones en las recetas, herramientas o programas que requiere una actividad de fabricación para la obtención de un bien específico.

**IO (Interrupciones operacionales).** Indicador directamente relacionado con el factor humano y el tiempo que un equipo o maquinaria no puede ponerse en funcionamiento por temas de capacitación, difusión o documentación de procedimientos o técnicas.

**IoT (Internet of Things).** Concepto tecnológico que hace referencia a la interconexión digital de objetos cotidianos con internet.

**IT (Interrupciones técnicas).** Indicador que mide el tiempo total de interrupciones no planeadas por cuestiones técnicas, como mantenimientos, ajustes o restablecimientos, sobre el tiempo que fue estimado por la organización para completar el proceso de asimilación de nuevos recursos dentro de la organización productiva.

## K

**Know-how.** Forma abreviada de la expresión norteamericana “*to know how to do it*” que en español significa “saber cómo hacerlo”. Se refiere a un conocimiento en sentido técnico, específico y especializado para realizar un proceso que tiene su base y que ha sido desarrollado a través de la experiencia de años de ejercicio cotidiano y profesional de la actividad.

## M

**Manufactura avanzada.** Consiste en transformación de materia prima en productos terminados mediante el uso de tecnologías avanzadas de fabricación y la sinergia con elementos como diseño, simulación y análisis.

## N

**NEE (Nivel de éxito esperado).** Indicador establecido por la organización durante el proceso de asimilación tecnología que refiere a los valores cuantificables a obtener (unidades de medición) por la integración de nuevas tecnologías en un centro de fabricación.

**NEO (Nivel de éxito obtenido).** Indicador que refleja el valor cuantificable real (unidades de medición) obtenido por la integración de nuevas tecnologías en un centro de fabricación.

## O

**OEE (Overall Equipment Efficiency).** Expresión en inglés que significa “Eficiencia global de equipos” y que a su vez es un indicador porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de un equipo industrial mediante los parámetros de disponibilidad, eficiencia y calidad.

**OEM (Original Equipment Manufacturer).** Expresión en inglés que significa “Fabricante de equipos originales”

## P

**PBP (Piezas buenas a la primera).** Indicador que muestra el número de piezas que la organización es capaz de reproducir con un estatus aceptable en el primer intento de fabricación.

**PMBOK (Project Management Body of Knowledge).** Estándar para administrar proyectos. Perteneciente al PMI, compila las mejores prácticas y conocimientos de cualquier situación que necesite formular, las cuales han sido concebidas luego de una serie de evaluaciones y consenso entre profesionales expertos en la materia.

**PMI (Project Management Institute).** Organización sin fines de lucro que avanza la profesión de la dirección de proyectos a través de estándares y certificaciones reconocidas mundialmente, a través de comunidades de colaboración, de un extenso programa de investigación y de oportunidades de desarrollo profesional.

## R

**RTP (Piezas retrabajadas permitidas).** Indicador establecido por la organización durante el proceso de asimilación tecnológica que refiere a los valores cuantificables permisibles (unidades de medición) para ser reparados o modificados por temas de pobre calidad durante la integración de nuevas tecnologías en un centro de fabricación.

## S

**SC (Nivel de piezas scrap).** Indicador que refiere a todos los desechos o residuos derivados de un proceso industrial por el mal uso o aprovechamiento de la materia a través del flujo de valor.

**SCP (Piezas scrap permitidas).** Indicador establecido por la organización durante el proceso de asimilación tecnológica que refiere a los valores cuantificables permisibles (unidades de medición) para ser desechados por temas de pobre calidad durante la integración de nuevas tecnologías en un centro de fabricación.

**Smart factory.** Expresión en inglés que significa “Fabrica inteligente” y hace referencia a la cuarta revolución industrial. Se caracteriza por una automatización completa de los procesos de producción gracias a la implementación de la tecnología del IoT.

**SMINT (Social Media Intelligence).** Empleo de las redes sociales para mantenerse al tanto de las empresas de cualquier sector, sus productos, comportamientos y nuevas tendencias tecnológicas. De igual manera, su uso puede ser enfocado hacia la búsqueda alianzas colaborativas y comparación del estado actual de una organización.

**SOW (Statement of work).** Expresión en inglés de “Declaración del trabajo”. Es una metodología normalmente utilizada para describir de una manera detallada y específica las direcciones e instrucciones de la instalación de nuevas tecnologías en un ambiente de fabricación, además de proporcionar una visión de alto nivel sobre los pasos involucrados en el proceso de implementación de un nuevo sistema.

**ST (Selección tecnológica).** Proceso de toma de decisiones involucrado en la distinción o utilización de ciertas capacidades tecnológicas en un sistema de manufactura.

## T

**TAP (Tiempo de asimilación programado).** Indicador establecido por la organización de fabricación que refiere al tiempo objetivo programado para completar el proceso de asimilación de las nuevas capacidades tecnológicas.

**TCM (Tiempo total de interrupciones por cambio de modelo).** Indicador que muestra el rango de tiempo medido real que una persona, grupo u organización se excede en la realización de modificaciones en las recetas, herramientas o programas que requiere una actividad de fabricación.

**TCP (Tiempo de interrupciones por cambio de modelo planeado).** Indicador establecido por la organización de fabricación que refiere al tiempo objetivo programado para completar las actividades de modificaciones en las recetas, herramientas o programas que requiere una actividad de fabricación.

**TI (Tasa de interrupciones).** Corresponde a la sumatoria de los valores obtenidos por las interrupciones operacionales (IO), interrupciones técnicas (IT) e interrupciones por cambio de modelo (ICM).

**TIC (Tecnologías de la información y comunicación).** Corresponde al conjunto de técnicas y equipos informáticos que permiten comunicarse a distancia por vía electrónica.

**Tier 1,2,3.** Corresponde a una cadena de suministro por niveles de tipo automotriz donde empresas Tier 2 suministran a empresas Tier 1, Tier 3 a Tier 2, y así sucesivamente.

**TIT (Tiempo total de interrupciones técnicas).** Indicador que muestra el rango de tiempo medido real que una persona, grupo u organización se excede en la solución de problemas técnicos tales como mantenimientos, ajustes o restablecimientos de equipos.

**TIO (Tiempo total de interrupciones operacionales).** Indicador que muestra el rango de tiempo medido real que el factor humano se tarda para poner en funcionamiento un equipo o maquinaria por temas de capacitación, difusión o documentación de procedimientos o técnicas.

**TO (Tecnologías operativas).** Conjunto de maquinaria, equipos, herramientas o dispositivos tecnológicos que son necesarios para el procesamiento de una materia prima y su transformación en productos finales.

**ToP (Tiempo de interrupciones operativas planeadas).** Indicador establecido por la organización de fabricación que refiere al tiempo objetivo programado para superar la curva de aprendizaje con referencia la puesta en marcha de un equipo o maquinaria y su acompañamiento directo con temas de capacitación, difusión o documentación de procedimientos o técnicas.

**TPF (Total de piezas fabricadas).** Indicador que refleja el valor medido real de piezas o unidades de medición correspondientes durante el proceso de asimilación tecnología en un lapso determinado.

**Transferencia tecnológica.** Proceso en el que se transfieren habilidades, conocimiento, tecnologías, métodos de fabricación, muestras de fabricación e instalaciones entre un emisor y receptor para asegurar que los avances científicos y tecnológicos sean accesibles a un mayor número de usuario.

**TRT (Total de piezas retrabajadas)** Indicador que refleja el valor medido real de piezas o unidades de medición correspondientes, que han sido reparadas o modificadas por temas de pobre calidad durante la integración de nuevas tecnologías en un centro de fabricación en un lapso determinado.

**TSC (Piezas totales de scrap).** Indicador que refleja el valor medido real de piezas o unidades de medición correspondientes, que han sido desechadas por temas de pobre calidad durante la integración de nuevas tecnologías en un centro de fabricación en un lapso determinado.

**TU (Utilización de tecnología).** Define el nivel de utilización de una nueva tecnología y se basa en el pronóstico de la organización con referencia al tiempo necesario para su completa asimilación tanto técnica como operacional por parte de un equipo destinado a operarla o bien mantenerla.

## V

**VT (Vigilancia tecnológica).** Metodología del modelo de asimilación tecnológica que facilita la detección en tiempo de las diferentes amenazas y oportunidades del entorno, señales de cambio, tendencias, tecnológicas emergentes al formar parte integral de una estructura de captación de conocimiento externo.

## W

**WCM (World class manufacturing).** Expresión en inglés del concepto “Manufactura de clase mundial”. Corresponde a una metodología de estándares de manufactura que hace referencia a la capacidad de un centro de manufactura para responder a los movimientos que se generan en un entorno industrial, además de un énfasis en términos de gestión tecnológica y su aprovechamiento para la obtención de un producto.

# ANEXOS

---

**MARIO ALBERTO MARTINEZ DE ITA**  
Universidad Iberoamericana Puebla

São Paulo, June 29th, 2018

Dear MARIO ALBERTO MARTINEZ DE ITA,

We hereby confirm that you participated in the 26th International Colloquium of Gerpisa, held in São Paulo, Brazil, June 11-14, 2018, at the University of São Paulo.

We certify that you have the following paper presented:

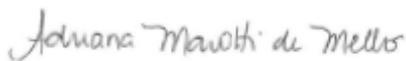
**Design of a model of technological assimilation under the approach of industry 4.0 for companies of the automotive industry in the central region of Mexico**

We also testify that we received your payment of R\$ 800.

If you have any questions, please refer to São Paulo Local Organization Committee: [gerpisa2018@gmail.com](mailto:gerpisa2018@gmail.com).

Please let us know if you have any other requests.

Best regards,

  
\_\_\_\_\_  
Professor Adriana Marotti de Mello  
Organization Committee  
26th International Colloquium of Gerpisa

  
\_\_\_\_\_  
Professor Roberto Marx  
Organization Committee  
26th International Colloquium of Gerpisa



University of São Paulo  
Production Engineering  
Department  
Prof. Luciano Gualberto Avenue,  
1380 - Butantã, São Paulo - SP,  
Brazil - 05508-010  
Tel.: 5525-5810

São Paulo Local Organization  
Committee  
E-mail: [gerpisa2018@gmail.com](mailto:gerpisa2018@gmail.com)

-----  
GIS Gerpisa  
École normale supérieure  
de Cachan  
Bâtiment Laplace 3ème étage  
61, avenue du Président  
Wilson  
94235 Cachan cedex  
Tél : 01 47 40 68 53

# Design of a Technological Assimilation model under the approach of Industry 4.0 for automotive components manufacturers at the central region of Mexico

Mario Alberto Martínez-De Ita  
[marioalberto.martinez@iberopuebla.mx](mailto:marioalberto.martinez@iberopuebla.mx)  
Student of Master's in Advanced Manufacturing Engineering  
Universidad Iberoamericana de Puebla

Raúl Ruán-Ortega  
[raul.uan.ortega@iberopuebla.mx](mailto:raul.uan.ortega@iberopuebla.mx)  
Research Professor  
Universidad Iberoamericana de Puebla

***Abstract.** - The following article proposes a set of multiple applicable tools during the process of technology assimilation inside the core manufacturing of auto parts makers located in the central region of Mexico. As part of the technological management methodology and through a model definition, the main purpose is to optimize the employment of resources during the conception of new mass production capacities and its evolution phases as technology development, selection, adaptation and absorption of the Industry 4.0 and its relevant trends. Additionally, it pretends to catch all the outcome knowledge and resulting information of the assimilation technology stage and with special focus on human capacities, tries to save and develop the Know How belonging to the selected business to be presented in the market sector as competitive advantage against competitors.*

**Keywords:** Industry 4.0; Technology assimilation; Technology capacities development; Manufacturing Innovation and Development; Know How development.

## 1. Introduction

Nowadays, one of the most important industrial activities globally is the automotive sector due to its huge volumes and contributions in terms of innovation and technology development, besides the economical inputs and progress. This fact and the arrival of the fourth Industrial revolution are pushing the entire division, including the auto components supply companies, to reinvent its business models and to develop new strategies to stay in a highly changing market, where the inclusion of new technology at the manufacturing plays an important role in terms of operational and profitability excellence.

Currently, Mexico as auto manufacturer region is considered part of the ten largest automobile producers worldwide, wherein most of its production is dedicated to exportations, however it was not the same scene in the past. [18] As emergent economy, it is on a technology transition process owing to in the past years the automotive industry at the region was limited to the production of standard cars with limited technological potency at the fabrication downlines. Due to its low production cost, quality excellence and international trades, in the recent years has attracted the attentions of premium automotive OEM (Original Equipment Manufacturer) to invest in the region and implant new manufacturing centers that demand high

levels of specialization and technology to achieve the requirements and specifications of prime cars.

Because of foreign investment and technological backwardness in the region, Mexico has been on the necessity to import foreign talent and technology from developed countries as USA, Germany, and China principally to satisfy the outgoing necessities, being so a high technology and applications receiver region, which has to be installed, assimilated and maintained, demanding superior knowledge and technical specializations levels for the teams in charge of the conception and launching of new technological capacities at the local centers. [26]

Starting from this point, it is necessary to keep track on the Mexican organizations dedicated to the raw material transformation processes and auto parts supply, as with the latest technology advances in terms of robotics and automation, the development and preserving of a proper Know How is crucial for business competitiveness and its survival in the auto components market of the region.

Now, based on the high speed with which new solutions for the automotive sector manufacturing have been developed due to the Industry 4.0 (I4.0), which provides a different vision of automation and IT usage, offers a several quantities of advantage to its implementers and the way of managing a production

