

# Asimilación Tecnológica en una Empresa Metalmeccánica. Estudio de un Caso

Torres Torres, Víctor Jesús; Pérez Aguilera, María de Jesús  
Ingeniería Industrial. Universidad del SABES,  
Centro Universitario Celaya  
victor.torrest@alumnos.sabes.edu.mx, maria.pereza@sabes.edu.mx

**Recibido:** 27 de mayo de 2020

**Aceptado:** 02 de junio de 2020

## RESUMEN

El presente artículo reporta el estudio de un caso, en donde una empresa que abastece a compañías automotrices del mercado global participó en un proceso de asimilación tecnológica en una de las líneas de negocio de los productos que fabrica. La investigación tomó como base la estrategia de método del caso, apoyado en entrevistas con informantes clave que participaron en el proceso, y mediante la consulta de los registros en la empresa. En el estudio se pudieron detectar factores intrínsecos más allá de los beneficios en productividad que este tipo de procesos suelen proveer a las empresas. Entre los hallazgos de mayor relevancia que tuvieron presencia tras la adopción de la tecnología, fueron los aspectos motivacionales en los trabajadores, el aprendizaje colectivo de la organización, y la rapidez de la adaptación al cambio en la empresa.

**Palabras Clave:** competitividad, productividad, asimilación tecnológica.

## SUMMARY

This paper reports a case study, where a enterprise that supplies automotive companies in the global market participated in a process of technological assimilation in one of its business lines of the products it manufactures. The research was based on the case method strategy, supported by interviews with key informants who participated in the process, and by consulting the records in the company, it was possible to detect intrinsic factors beyond the productivity benefits of this type. of processes usually produce. Among the most relevant findings that were present after the adoption of the technology, were the motivational aspects in the workers, the collective learning of the organization, and the speed of adaptation to change in the company.

**Keywords:** competitiveness, productivity, technological assimilation.

## 1. INTRODUCCIÓN

La competitividad y la internacionalización son dos conceptos que a menudo son interrelacionados, especialmente cuando se plantea el interrogante de si las empresas se internacionalizan para ser competitivas o si buscan ser competitivas para poderse internacionalizar. También es frecuente la reflexión respecto al papel que le cabe a los estados y a las empresas como actores principales de ambos procesos. Además de que la calidad ha constituido durante largo tiempo el paradigma de la competitividad y, al igual que ella, el foco de atención para obtener la competitividad se ha desplazado desde la gestión de la producción (Botero & Luz, 2014).

Por su parte, Suñol, S. (2006), resalta la importancia del entorno de la empresa, que a la vez determina la capacidad competitiva de ésta, también considera que en ella inciden: la infraestructura, los mercados financieros, la sofisticación de los consumidores, la estructura productiva nacional, la tasa y estructura de las inversiones, la infraestructura científica y tecnológica y otros elementos no menos importantes, como la educación, las instituciones y la cultura. Sin embargo, no es este entorno el que se puede tornar competitivo, sino las empresas ubicadas en él. Con ello indica que las mejoras a través de la tecnología y la infraestructura son una parte que debe mantenerse actualizada e implementada en lo posible para lograr su finalidad de competencia en el mercado.

Hacia el interior de la empresa se han adoptado un sin número de estrategias para mejorar la competitividad a través del aumento de la productividad o mejorando los sistemas productivos mediante la aplicación de diferentes alternativas que van desde la adopción de buenas prácticas de manufactura, mejora de procesos mediante técnicas estadísticas, o la integración de tecnología.

Monge (2015). en su artículo “Nivel de desempeño en manufactura esbelta, manufactura sustentable y mejora continua” menciona 40 plantas de manufactura medianas (12) y grandes (28) de Apodaca, México, fueron encuestadas para investigar el nivel de implantación de la manufactura esbelta, la manufactura sustentable, la mejora continua y su impacto en la eficiencia operacional y responsabilidad ambiental en ellas. En las dos categorías de plantas se encontró que el desempeño es bajo. En ambos casos es preocupante que, en el municipio altamente industrializado de Apodaca, México, no se estén adoptando de manera decisiva las filosofías mencionadas. Finalmente se muestran los resultados estadísticos obtenidos en las respuestas de los gerentes de planta a los ítems del cuestionario. Esta información puede ser útil a la administración de las plantas para identificar y definir acciones específicas de mejora. Como una base de mejora y aunado a la inclusión del avance tecnológico de la industria 4.0.

En cuanto a la adopción de mejoras productivas empleando estrategias relacionadas con la organización industrial, existe un estudio realizado por Pérez, Gutiérrez y Vieyra (2016) en donde, a través Análisis y rediseño de la distribución física en una empresa fabricante de plásticos por inyección” se observó un mayor productividad, disminución de costos de transporte y ciclo de producción total, y por consecuencia incremento en su capacidad de producción con las mejoras internas que ha hecho sobre la marcha de su proceso. Este tipo de investigaciones sirve como base para muchas otras empresas en crecimiento y sin base metodológica, de tal manera que la distribución de planta y los flujos de materiales no sean un obstáculo para productividad e incluso seguridad. Esta

relación es mejor aún si se complementan con el avance de la tecnología como lo es la automatización, los sistemas flexibles, entre otros.

Otros trabajos relacionados con la mejora en la productividad mediante la integración de buenas prácticas de manufactura son reportados por Fonseca y Alves (2010); De la Cruz, M. Estrada, J. Diaz, M. y Estrada, J. (2015) quienes a través de la propuesta de técnicas y métodos de la manufactura esbelta, o la combinación de esta filosofía con otras técnicas como el seis sigma, logran incrementar la productividad de la empresa, y se observa una adopción favorable por parte de los involucrados en los procesos de la asimilación al interior de la empresa.

En cuanto a potenciar la productividad mediante la adopción de tecnología es que Martínez, Miranda y Pérez (2018) mencionan la importancia de emplear tecnología informática sobre el control del consumo de sus productos, haciendo posible ir replanteándose de manera continua si los artículos definidos por las distintas estrategias de administración de inventarios aportan utilidad al negocio y generan la contribución necesaria para mantener finanzas saludables y solidez económica.

La tendencia de adopción de tecnologías para incrementar la competitividad en la industria se está viendo influida por integración de inteligencia artificial (IA) y dispositivos controlados de manera remota por el internet (IOT). En esta línea es que, Cardoso, Azzolini, Bertosse, Bassi y Soares (2017) consideran que la llamada cuarta revolución industrial implica la integración tecnologías físicas y digitales, desde la creación de productos, a través de prototipado, fabricación e integración con otras empresas de forma totalmente digital.

Sin embargo, la adopción de tecnología implica niveles de inversión considerables, sobre todo cuando las empresas fabricantes requieren gran cantidad de diversas máquinas y herramienta, e inversiones relacionadas con la capacitación del personal, entre otras.

Por lo que Wilms, Bergs, Arntz, Johannsen y Strassburg (2019), plantean que un sistema robótico flexible ofrece la ventaja de combinar varios procesos de fabricación en una configuración. Pero los requisitos diversos y contrarios de los procesos de fabricación son un desafío para la selección de un sistema de robot específico.

De esta forma, Trstenjak y Cosic, (2017) consideran que un ambiente como el de la cuarta revolución industrial, exige que el entorno del trabajo cambia rápidamente, en donde los procesos de fabricación habituales se están automatizando y conectando con otras actividades dentro de la misma empresa.

Sin embargo, en el caso de adopción de tecnología dura poco, se profundiza en conocer cómo es el proceso de integración hacia el interior de la empresa. Según Cardoso, et al (2017) consideran que los beneficios que se obtenidos al integrar tecnologías avanzada son tan contundentes que se da un efecto de motivación hacia los empleados.

Por lo que, para entender como son los procesos de asimilación desde sus actores, el presente caso de estudio es una inmersión al ambiente interno de una empresa que ha experimentado un proceso de adquisición de tecnología. El propósito es conocer el antes, durante y después de dicho proceso, y a partir de la percepción de los sujetos involucrados identificar si los procesos de asimilación de tecnología son los planteados por Cardoso et al., (2017), y con ello determinar qué tan rápido se dan los procesos adopción del cambio, tal como lo plantea Trstenjak et al., (2017).

De los trabajos revisado, es clara la tendencia en la cual, para elevar la competitividad en las empresas, un comportamiento común ha sido el abordaje del incremento de la productividad, la cual puede ser alcanzada por dos estrategias: 1) integración de tecnología dura, la cual cada vez incorpora tecnología avanzada, como pudieran ser robótica, equipo automatizado, IA, o bien el acoplamiento de las tres. 2) Adopción de tecnología blanda, entre ellas sistemas de calidad, manufactura esbelta, entre otras prácticas de gestión de la productividad.

Ya sea por adopción de tecnología dura o tecnología blanda, ambas alternativas promueven impactos en la productividad, y por consecuencia en la competitividad de las empresas. Sin embargo, no se tienen tantos reportes sobre el efecto que provocan en la motivación de los trabajadores, y se conoce muy poco en casos de empresas Mexicanas sí los beneficios observados más allá de la productividad son los que reporta Trstenjak et al., (2017) quienes consideran que la adopción de tecnología representan un factor motivacional que hace que los trabajadores se sientan integrados y que las profesiones humanas están obligadas a adaptarse y cambiar, por lo que se sugieren que los roles conocidos obtengan una estructura diferente en el futuro. Los trabajadores tienen que aprender a lidiar con una nueva situación y aceptar el término del proceso de aprendizaje de la vida, mejorando constantemente su desempeño.

## **2. METODOLOGÍA**

La investigación desarrollada, tomó como base la estrategia del estudio de caso, en donde la unidad de análisis, “el caso” objeto de estudio es comprendido como un sistema integrado que interactúa en un contexto específico con características propias.

Para desarrollar el presente estudio, se tomó el procedimiento metodológico de investigación propuesto por Bernal, (2010). Quién propone que *“el caso o unidad de observación sea analizado mediante un proceso cíclico y progresivo, el cual parte de la definición de un(os) tema(s) relevante(s) que se quiere(n) investigar. Se estudian en profundidad estos temas en la unidad de análisis, se recolectan los datos, se analizan, interpretan y validan; luego, se redacta el caso”*.

Por lo que las fases de investigación que se siguieron fueron las siguientes:

1. Selección de la unidad de análisis, o caso.
2. Recolección de datos,
3. Análisis, interpretación y validación de los datos,
4. Redacción del caso.

### **2.1 SELECCIÓN DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS.**

La selección de la unidad de análisis se realizó por conveniencia, simplemente el caso de estudio en esta ocasión se caracteriza por una empresa cuya situación era idónea para observar el fenómeno de estudio.

La empresa caso de estudio con la que se disponía se caracteriza por pertenecer al sector de la metalmecánica, forma parte de la cadena de abastecimiento global de empresas automotrices y está instalada en la ciudad de Celaya, Guanajuato.

La empresa es matriz del sector automotriz. Como proveedor global de primer nivel para la industria automotriz, gracias a sus vastas capacidades, ocupa las primeras posiciones en los segmentos de productos y componentes, suministro de aire, control de emisiones y bombas, así como en el desarrollo, fabricación y suministro de pistones y motores para el mercado secundario, bloques y cojinetes lisos. Es uno de los 100 proveedores automotrices más grandes del mundo. También considerados diseñadores del futuro móvil. Emplea unas 11,000 personas en todo el mundo.

## 2.2 RECOLECCIÓN DE DATOS.

En cuanto a la recolección de los datos fue principalmente en fuentes primarias, dada la propia naturaleza de una investigación de estudio de caso. Se emplearon dos técnicas de investigación para la recolección: Guía de observación y entrevista

La siguiente tabla muestra Técnica de investigación por fuente de información realizada en el caso.

**Tabla 1. Técnica de investigación por fuente de información**

Técnica de investigación	Informante o Fuente de información
Guía de observación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitácoras de producción,</li> <li>• Registros de los sistemas de gestión internos, por ejemplo, seguridad industrial, Calidad, entre otros.</li> <li>• Manuales de organización,</li> </ul>
Entrevista.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Directivos de la empresa.</li> <li>• Mandos medios de la empresa</li> </ul>

El diseño de la guía de observación se elaboró guardando los momentos clave de la adopción de la tecnología, la cual quedo denominada por etapas definidas por la empresa bajo las denominaciones que se muestran en la figura 1: Etapas del proyecto.



**Fig. 1 Etapas del proyecto. Fuente: Elaboración propia a partir de la información compartida por la empresa.**

Las entrevistas fueron realizadas una vez que el proyecto finalizó, de esta forma, se indagó entre el personal participante, desde su perspectiva cómo fue el proceso de adopción de la tecnología, y como se perciben: integrados o desplazados.

Se procuró que la observación del objeto de estudio fuera bajo tres perspectivas, y con ello guardar la objetividad de la información a reportar y evitar la saturación de los investigadores. Para ello, la entrevista se realizó en dos grupos distintos de persona (directivos y mandos medios) quienes participaron de forma activa en la implementación del proyecto.

Las entrevistas fueron planteadas para tener una visión general de la implementación, así como para contar con un panorama holístico, para ello, se diseñaron cuestionarios semiestructurados al nivel de satisfacción de la mejora, así como, comentarios relevantes para seguir con proyectos futuros. Las preguntas realizadas se muestran en el Anexo II.

### **2.3 ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS DATOS.**

En este punto, se realizó un análisis de los contenidos de las entrevistas y se contrastó con la evidencia levantada en la guía de observación, asimismo, contar con tres diferentes perspectivas de observación posibilitó garantizar la triangulación de los datos para validar la información a reportar.

El marco interpretativo fueron los momentos del proyecto implementado por la empresa, los cuales sirvieron como referencia principal para entender la conducta de los sujetos y su interrelación con el fenómeno de estudio.

### **2.4 REDACCIÓN DEL CASO.**

Se realizó la redacción del informe final del caso de modo reflexivo e integrando los datos, y testimonios extraídos en cada uno de los instrumentos de investigación empleados, los cuales fueron discutidos entre los investigadores para dar forma al presente artículo, tomado como base de tiempo los momentos definidos en la guía de observación.

## **3. RESULTADOS**

### **3.1 INFORMACIÓN LEVANTADA MEDIANTE LA GUÍA DE OBSERVACIÓN.**

#### **3.1.1 INFORMACIÓN DEL CONTEXTO DE LA EMPRESA.**

La empresa con la finalidad de mantener su nivel competitivo respecto a otras regiones del mundo constantemente requiere proyectos de mejora que le permitan superar los problemas que se suscitan en las operaciones de fabricación. Durante los últimos años en la empresa se han implementado procesos de vanguardia en conjunto con empleados altamente comprometidos, lo que le permitió establecerse como un centro de fabricación muy competitivo en la producción de pistones de acero y aluminio para compresoras y motores de combustión interna con aplicaciones principales en autos de pasajeros.

Con la finalidad de continuar mejorando los procesos de manufactura, se implementó una célula automatizada para el proceso de carga y descarga (pick and place) ya que representó pérdidas mensuales en miles de dólares, a causa de error humano que puso en riesgo el proceso, por lo que con esta transición también se aseguró la manufactura de precisión de la cual se carecía.

### **3.1.2 INFORMACIÓN RELACIONADA CON EL PROYECTO.**

#### **3.1.2.1 DETERMINACIÓN DE DATOS DE PRODUCCIÓN**

Primeramente, se hizo la técnica de observación con la finalidad de identificar en la línea de producción las operaciones del proceso, el método de los operarios, los riesgos que implicaba hacer el trabajo como hasta ese momento se hacían y los tiempos de cada operación.

Con esto se buscó identificar la causa de las pérdidas que se presentaban en ese momento y señalar las operaciones críticas que son clave para la calidad de las piezas. Se analizaron datos importantes de producción, como costos de pérdida, cantidad de producción por turno, riesgos de seguridad y tiempos de ciclo del producto, con la finalidad de tener indicadores de mejora en cada paso de la implementación.

#### **3.1.2.2 DETERMINACIÓN DE MEJORA, COSTOS Y CONSIDERACIONES DE INFRAESTRUCTURA**

Una vez recopilados los datos se determinan costos de diferentes alternativas:

- Nuevos operarios
- Automatización de operación

Bajo las bases de métodos de trabajo se consideró la contratación de más operarios, lo cual implicaba tener un espacio mayor en la línea de producción, costos de contratación, sueldo, seguros y toda prestación que ello representaba.

Mientras que la automatización representaba una reestructura del espacio de trabajo respecto del centro de maquinado para reducir y optimizar trayectorias, distribución de bandas alimentadoras y mesas de colocación, nuevas adaptaciones de suministros de energía, la compra de un brazo robótico y la capacitación del personal involucrado.

Ambas propuestas implicaban costos necesarios para salvaguardar la integridad de los operarios del riesgo por manejo de material o colisiones durante el movimiento del brazo, delimitación del área de trabajo mediante guardas, etc.

#### **3.1.2.3 IMPLEMENTACIÓN**

Se tomó la decisión de implementar mejoras en las cuales intervengan tecnologías flexibles y adentradas a la velocidad del medio competitivo, ya que esta nueva vertiente es la que utilizan los competidores como garantía de crecimiento y productividad.

Lo importante en esta parte fue respetar los tiempos proyectados para la implementación ya que en esta etapa se propuso un aproximado de un mes de implementación, con la finalidad de evitar costos extras. Durante este tiempo se establecieron los tiempos de producción para adaptar la nueva maquinaria, la programación de la operación, la capacitación de las personas encargadas del manejo, programación y mantenimiento necesario para mantener la actividad sin contratiempos. Así como, especial cuidado en el uso del software que mantendrían comunicado a todo el personal involucrado de las trayectorias del robot y su coordinación con el centro de maquinado CNC.

### 3.1.2.4 FASE DE OBSERVACIÓN Y VALIDACIÓN

En esta parte se aseguró que todo funcione de acuerdo con lo planeado, se tuvieron que realizar ajustes sencillos en la célula automatizada en cuanto a alimentación, alarmas sonoras, presiones monitoreadas en general, velocidad en avances del robot y avances de máquina. Durante este periodo de prueba se observó un proceso más seguro, preciso y económico. La validación y pruebas se realizaron durante un periodo dos meses.

De los datos que fueron más observados en esta fase están: La cantidad de producción, el tiempo ciclo del producto, las cantidades de desperdicio y el número de accidentes.

Tras dos meses de validación y comparando parámetros que se tenían, la siguiente tabla muestra algunos de los datos importantes de la implementación del proyecto de automatización.

**Tabla 1. Datos de producción recuperados de los registros de la empresa**

<b>Característica</b>	<b>Antes de la automatización</b>	<b>Después de la automatización</b>
Número de piezas por turno	360	400
Costo de pérdida por pieza (“scrap”)	140 dólares	0
Número de accidentes	Mínimo 2 cortés por rebaba al año	0 accidentes en esta operación en el periodo de observación
Tiempo ciclo de la pieza (en segundos)	75	70

Los beneficios que se observaron son:

- Incremento de la producción en un 11% por turno, lo cual hace más productiva la línea y a su vez más competitiva frente al mercado.
- Las ventas por manufactura automatizada ascendieron los 50, 000 dólares mensuales, derivado de la disminución de los errores que se presentaban en línea y esto minimizó los desperdicios, y aumento la productividad.
- Se redujo al 100% el desecho por maquinados invertidos en la operación, ya que con el posicionador que cuenta el robot, no queda la posibilidad que este tome la pieza de una manera incorrecta, por lo que el error humano bajo a cero.
- No se presentaron accidentes de trabajo durante el periodo de evaluación, esto es por reemplazo de trabajadores y por el bajo riesgo que representa la interacción de la maquinaria con el hombre.

- Se redujeron paros por falta de material en las siguientes operaciones en un 100%, ya que anteriormente la actividad estaba operada por personal que por descuido o trabajo en exceso olvidaban alimentar la materia prima, lo que ocasionaba paros de producción.
- Los tres operadores que manipulaban esa máquina son movidos a otras áreas y con esto se evita la contratación de tres personas más a la nómina.

Otros beneficios observados fueron:

- Datos de control de producción en tiempo real por el manejo del Big Data y la interacción con las nuevas tecnologías y los aparatos portátiles de almacenamiento.
- Auditorías a las operaciones de manera más eficientes ya que los tiempos son más cortos en su realización y menores ambigüedades de la operación y control de la maquinaria.
- Control sobre la eficiencia de las operaciones, gracias a la sistematización y automatización que toma una fluidez más estándar tanto para la alimentación de materia prima, procesamiento y datos de salida.
- Mantenimiento preventivo muy establecido y definido en tiempo y accesorios reemplazables y / o consumibles.

### 3.2 RESUMEN DE LA INFORMACIÓN LEVANTADA MEDIANTE EN LAS ENTREVISTAS.

La siguiente tabla muestra los resultados de entrevistas a mandos medios/directivos

**Tabla 2. Resultados de la entrevista aplicada a personal**

Pregunta	Percepciones /comentarios	
	Directivos:	Mandos medios:
¿Cuál es la percepción tiene de la implementación del proyecto?	Los entrevistados mencionaron que, con el aumento de producción en esta célula, queda demostrado que hay áreas en las cuales se puede implementar este tipo de tecnología ya que hasta el momento ha generado excelente productividad y disminución de tiempos muertos.	Los entrevistados mencionaron sentirse más seguros de obtener la producción sin defectos ni retrasos.
¿Cuáles fueron los principales obstáculos que se presentaron en este proyecto?	El principal obstáculo fue la movilización física del espacio para instalar el nuevo equipo.	Una de las respuestas que coincidió en los entrevistados fue la programación y coordinación del robot con el torno, tiempo de fabricación de gripers y complementos para la sugestión de las piezas por parte de proveedores externos

---

¿Qué cambiarías para mejorar en el futuro?	Se habló de evaluar las ventajas y desventajas de la automatización completa de la línea.	En las entrevistas se habló de pruebas con diferentes proveedores en cuanto a herramientas, insertos y brocas, ya sea para obtener herramientas de corte con mayor durabilidad y o menor costo.
¿Qué beneficios o desventajas tuvo la implementación?	Mencionaron como ventaja la disminución de pérdidas monetarias por defectos de producción.	Desventajas, ninguna, beneficios una mayor productividad con menores riesgos en cuanto a seguridad.

---

#### 4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

En función de la evidencia levantada, los hallazgos de mayor relevancia que tuvieron presencia tras la adopción de la tecnología fueron: 1) los aspectos motivacionales en los trabajadores; 2) el aprendizaje colectivo de la organización; y 3) la rapidez de la adaptación al cambio en la empresa.

De forma específica, la motivación entre los trabajadores se vio favorecida, dado que el incremento de producción de las piezas obtenidos fue muy evidente tras la implementación de los sistemas automatizados. Lo cual pudo ser constatado por los investigadores en los registros de producción consultados y en las entrevistas de validación con el personal participante en el proyecto. Tales efectos en la motivación también han sido reportados por Trstenjak et al. (2017).

En cuanto a el aprendizaje colectivo de la organización, según la percepción manifiesta por parte de los directivos de la empresa, la cual redundó en que la experiencia obtenida por el personal en la implementación de este tipo de tecnología automatizada, hacen posible replicarla en otra área del proceso productivo de los componentes de fabricación en otras las líneas del negocio de la empresa.

Los registros consultados por los investigadores dan testimonio que se presentó un dominio de la tecnología adquirida, ya que en los índices de producción en la célula de trabajo, se observan incrementos en los índices de producción y se redujeron los tiempos muertos dentro de las operaciones del proceso. Con ello se comprueba lo reportado en estudios realizados por Thomas Bergs, et al (2019) y por Trstenjak et al., (2017).

La rapidez de la adaptación al cambio por parte de la empresa fue un factor que pudo ser detectado en los registros de productividad, reducción en los defectos en las piezas fabricadas, y en una menor cantidad de “scrap” dentro del proceso.

Para lograr la adaptación al cambio se pudo encontrar que, tras el análisis de las entrevistas con los mandos medios, existen variables inmersas como los métodos para mejorar la productividad que llevó a cabo la empresa, entre las que destacan los estudios de diseño de planta, y estudios de productividad, asimismo los relacionados con las estrategias de mejoramiento continuo.

En cuanto a los estudios relacionados con la distribución de la planta se pudo observar, por parte de los investigadores, que el rediseño cumple principios técnicos que garantizan resultados que pueden reflejarse en flujos de producción más estables y con reducción de costos tal como lo propuesto por Pérez-Aguilera, M. et al., (2017).

Las estrategias de mejoramiento continuo y estudios de productividad que reportaron haber utilizado en las entrevistas con mandos medios y directivos. Ello pudo ser un factor que facilitara la adaptación al cambio, con el cual queda explicado los resultados de disminución de defectos en las piezas y eliminación de “scrap” en producción en los registros que los investigadores tuvieron acceso.

La disminución de defectos en las piezas fabricadas y la eliminación de “scrap” pueden considerarse variables que contribuyeron a la rápida adaptación al cambio, ya que como lo define Martínez et al., (2016), quien plantea que cuando las mejoras se visualizan desde un inicio se facilita la colaboración del personal en las decisiones de la empresa.

## **5. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO**

La madurez organizacional de la empresa permitió que la metodología de investigación empleada permitiera hacer la verificación de los hallazgos detectados. Asimismo, la colaboración del personal en las entrevistas, quienes siempre se mostraron abiertos a compartir información y compartir experiencias en el proceso de implementación en conjunto con el acceso permitido a la consulta de registro por parte de la empresa, permitieron, sin duda, hacer una reconstrucción de hechos que permitieran entender los factores inmersos en la experiencia de adaptación tecnológica que la empresa realizó.

Se pudo entender un proceso de adopción de tecnológica, más allá del enfoque tradicional de los beneficios tácitos por lo cuales una empresa adquiere la tecnología, pudiendo observar factores intrínsecos y poco analizados en la literatura consultada, entre ellos los efectos en el personal que participa en dichos procesos, y como pueden realizarse los procesos de rápida adaptación al cambio.

Con lo anterior, se puede considerar que la empresa cuenta con la madurez organizacional, y con una cultura de cambio en el personal, en la cual, es idóneo la adopción de tecnologías más avanzadas como las propuestas por Lara (2014) y Alcacer et al.(2019).

Por otro lado, en la presente investigación no se estudiaron factores psicosociales entre el personal o bien, grado de educación en el personal, ya que son factores recomendados en procesos de adaptación de tecnologías más avanzadas, por lo que, tales estudios quedarían planteados como estudios posteriores, ya sea en la misma empresa o en algunas otras relacionadas con el mismo fenómeno estudiado.

## **6. REFERENCIAS**

Alcácer, Cruz-Machado (2019). Scanning the Industry 4.0: A Literature Review on Technologies for Manufacturing Systems. Volume 22, Issue 3, Pages 899-919.

Bernal Torres, Cesar Augusto (2010) Metodología de la Investigación. 3ra Edición. Editorial Pearson.

Botero Pinzón, Luz Dary (2014). Internacionalización y competitividad. Revista Ciencias Estratégicas, vol. 22, núm. 32, pp. 187-196 Universidad Pontificia Bolivariana Medellín, Colombia. ISSN: 1794-8347

- Cardoso, Wagner Cardoso; Azzolini Júnior, Walther; Bertosse, Jéssica Fernanda; Bassi, Edson; Soares Ponciano, Emanuel (2017). Digital manufacturing, industry 4.0, cloud computing and thing internet: brazilian contextualization and reality. *Independent Journal of Management & Production*, vol. 8, núm. 2, pp. 459-473 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo Avaré, Brasil, recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449551140012>
- De la Cruz, M. Estrada, J. Diaz, M. y Estrada, J. (2015) “Metodología para el mejoramiento continuo de procesos de manufactura, basado en lean sigma y aplicada al proceso de elaboración de arneses automotrices”. *CULCyT / Mayo-Agosto*. Año 12, No 56, Especial No. 1
- Dezhina, I., Ponomarev, A., Frolov, A., (2015). *Advanced Manufacturing Technologies in Russia: Outlines of a New Policy*. *Foresight-Russia* 9 (1), 20–31.
- Esperbent, Cecilie, (2016) *ROBOTS: la próxima revolución del campo*. RIA. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86445998004>> ISSN 0325-8718
- Fonseca de Araujo, Luciano; Alves de Queiroz, Abelardo (2010). “Production leveling (Heijunka) Implementation in a Batch Production System: A Case Study” *International Federation for Information Processing 2010*. IFIP. Pp 105-112. Recuperado de [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-16358-6\\_14](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-16358-6_14)
- Ibarra Balderas, Ballesteros Medina (2017), *Manufactura esbelta, Con Ciencia Tecnológica*, ISSN-e 1405-5597, N°. 53, págs. 54-58
- Lara Rivero Arturo Angel (2014), *De sistema mecánico a sistema tecnológico complejo, El caso de los automóviles*. [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(14\)71253-7](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(14)71253-7)
- López Aguirre, Pérez Aguilera (2013), *Diseño Experimental para el desarrollo de metodología en productos farmacéuticos preservados*. Congreso Internacional de Investigación de Academia Journals Celaya Noviembre, 2013. ISSN 1946-5351
- Marcel Wilms, Thomas Bergs, Kristian Arntz, Lars Johannsen y Simon Strassburg (2019). *Desarrollo de una lógica de decisión para la selección de un sistema robótico flexible para la fabricación automatizada de herramientas*. Volumen 81, 2019, páginas 435-440. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.075>
- Martínez Colín, Miranda Medrano, Pérez Aguilera (2018). *Estudio de caso: Aplicación de Metodología ABC para control de inventarios en una empresa del sector farmacéutico*. Vol. 15. ISSN: 2007-3542

Monge Badilla Carlos, 2015. Nivel de desempeño en manufactura esbelta, manufactura sustentable y mejora continua. Mercados y Negocios: Revista de Investigación y y Análisis. ISSN 1665-7039, N°. 31, 2015.

Pérez Aguilera, Gutiérrez Vera, Vieyra Cortés (2016). Caso de estudio: Análisis y rediseño de la distribución física en una PYME fabricante de plásticos por inyección, Vol. 11. ISSN: 2007-3542

Pimienta Prieto Julio Herminio, De la Orden Oz Arturo. (2012), Metodología de la investigación. Primera edición, Editorial Pearson.

Suñol, Sandra (2006). Aspectos teóricos de la competitividad Ciencia y Sociedad, vol. XXXI, núm. 2, pp. 179-198 Instituto Tecnológico de Santo Domingo Santo Domingo, República Dominicana. ISSN: 0378-7680.

Trstenjak Maja, Cosic Predrag (2017). Process planning in Industry 4.0 environment. Volumen 11, páginas 1744-1750. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.303>

## **6.1 REFERENCIAS NO BIBLIOGRAFICAS.**

Tabla 1. Elaboración propia a partir de los registros consultados en el periodo 2018, del área de producción recuperados de los registros de una empresa metalmeccánica, caso de estudio en Celaya gto.

Tabla 2. Elaboración propia a partir de las entrevistas a gerente y personal de producción en el periodo 2019. de una empresa metalmeccánica, caso de estudio en Celaya Gto.

## ANEXO I. GUIA DE ENTREVISTA

### PARTE 1: DATOS GENERALES

Fecha:	
Proyecto:	
Nombre del entrevistado:	
Puesto:	
Hora de inicio de la entrevista:	

Objetivo de la entrevista:	Identificar la percepción de mandos medios y personal operativo después de la implementación de la automatización en la línea de producción como mejora.
----------------------------	--

Recursos:	Cita previa y la guía de entrevista,
-----------	--------------------------------------

### PARTE 2: PREGUNTAS

#### INVENTARIO DE PREGUNTAS A MANDOS MEDIOS

1. ¿Cuál es la percepción que tiene de la implementación del proyecto?
2. ¿Cuáles fueron los principales obstáculos que se presentaron en este proyecto?
3. ¿Qué cambiarías para mejoras en el futuro?
4. ¿Qué beneficios o desventajas tuvo la implementación?
5. Observaciones o aportaciones extras

#### INVENTARIO DE PREGUNTAS A PERSONAL OPERATIVO

1. ¿Cómo cambió tu trabajo con esta nueva automatización?
2. ¿Qué problemas se presentaron en este cambio?
3. ¿Qué cambiarías para seguir mejorando tu trabajo en el futuro?
4. Observaciones y aportaciones extras