

Capítulo VI

Conclusiones

Hemos llegado a las conclusiones de este proyecto de tesis, ahora es fundamental revisar nuevamente cada punto tocado en este documento, para poder sacar las conclusiones de la investigación y poder hacer una conclusión final.

Nos enfocaremos al cumplimiento de los objetivos planteados en un principio en la propuesta de tesis para hacer nuestras conclusiones, ello es importante ya que es el objetivo principal de este proyecto.

Como primer objetivo, el proyecto realizó una investigación extensa sobre los diferentes sistemas de manufactura mencionados en la propuesta, los cuales se enlistan nuevamente:

- ❖ Sistemas CAD/CAM
- ❖ Rapid Prototyping
- ❖ Ingeniería Global
- ❖ Manufactura Virtual
- ❖ Simulación Virtual
- ❖ Manufactura Distribuida

Esta investigación se realizó con ayuda de todos los medios de información, como son libros, revistas, documentos, artículos, reportes de instituciones, y la búsqueda en internet de las noticias más relevantes y actuales sobre estos temas. Esto es importante, ya que dichos temas son de mucha actualidad y en algunos casos no existen libros sobre sus

características, algunos apenas se están implantando en algunas compañías alrededor del mundo y también están siendo investigados, como en nuestro caso, por universidades de todo el planeta, ya que son temas de importancia para la economía y el progreso de la ciencia y manufactura mundiales.

La industria automotriz es uno de los motores que impulsan la economía mexicana, y aunque tuvo una baja en producción y generación de utilidades a principios de este siglo, se espera que para los años venideros se vea beneficiada y tenga un incremento en la producción y venta de vehículos, tanto para exportación como para el mercado doméstico.

Actualmente, México depende de la economía de Estados Unidos, esto limita el crecimiento que pudiera tener este sector a nivel mundial, ya que el mercado potencia a nivel mundial puede darse el lujo de rechazar productos en cualquier momento, debido a la tendencia de la moda y sus necesidades, así como a la calidad y precio de los productos. Por ello, México debe extenderse a otros mercados, como Asia, Latinoamérica y Europa, para no depender del país vecino solamente.

Este concepto creará más necesidades globales, lo que requerirá que el país impulse a la educación de la población en este sentido. Esto es capacitación de trabajadores y futuros técnicos o profesionistas para máquinas, tecnologías, herramientas y software globales, no importando del país que provengan, y resaltando la importancia de los idiomas para poder entender y aprender a manejar nuevas tecnologías. Con ello no nada más se podrán ubicar en puestos importantes en empresas extranjeras establecidas en nuestro país, sino podrán tener una visión más amplia en lo que a generación y diseño de nuevas tecnologías se refiere, lo que ayudará a generar y diseñar las propias, para una competencia global, que actualmente no se da porque no se tiene la información necesaria para potenciar el ingenio mexicano.

A esto se puede sumar la capacitación técnica de máquinas y herramientas hacia operadores y técnicos especialistas. La experiencia que tiene la mano de obra mexicana es de gran interés para las empresas extranjeras, ya que son años en los que se ha perfeccionado la manera de trabajar y esto es una garantía de mano de obra eficaz y eficiente, que sin duda atrae a la inversión extranjera.

Regresando a las técnicas de manufactura estudiadas en este proyecto, estudiaremos una por una para concluir la importancia que tienen estas técnicas en la industria automotriz.

Hablando de los Sistemas CAD/CAM, podemos decir que es la herramienta básica para la industria automotriz. En ella se basan todos los diseños, toda la información de cada pieza que compone un vehículo. Lo que antes se hacía por medio de planos, ahora se hace por medio electrónico cuidando hasta el más mínimo detalle y dejando que la computadora haga los cálculos para eliminar errores y dedicarse más a la tarea de creatividad. Con ayuda de este tipo de información, se pueden analizar, simular, visualizar modelos nuevos, cambios en diseños, prever errores de ensamble y todo tipo de pruebas para elevar la calidad del producto final y reducir significativamente, el tiempo de desarrollo del producto final: automóvil. Esto es necesario en un mercado tan exigente como el que hay en la actualidad, para el que es casi igual de importante la rapidez con la que sale al mercado, que la calidad del mismo.

En esta tarea de reducir el tiempo y también costos en el desarrollo, la técnica de Rapid Prototyping ha sido muy importante. Esta tecnología es muy solicitada por toda la cadena de abastecimiento de un vehículo, interna como externa. Para los diseñadores y especialistas de todo tipo que toman decisiones para lanzar al mercado un nuevo modelo, o un cambio de diseño, es funcional poder visualizar la pieza físicamente, y quizá hacer

pruebas de ensamble y algunas veces funcionales de piezas. Con esta ayuda, se pueden prevenir errores y corregir fallas en piezas diseñadas, y no gastar en la fabricación de prototipos reales que tendrán que desechar porque tienen fallas en su geometría. También, por supuesto, sirve para tener la pieza física (hecha por técnicas de Rapid Prototyping) en varias horas, con el fin de agilizar el proceso de desarrollo de un producto y lanzarlo antes que la competencia. Además de ayudar a los diseñadores, también los proveedores pueden pensar en el proceso de fabricación si se tiene un modelo físico, y la línea de ensamble puede estar diseñando al mismo tiempo el proceso de ensamble. Con ello, se lleva a cabo una Ingeniería Simultánea beneficiosa para toda la cadena de abastecimiento del producto.

En la actualidad, la simulación y análisis virtuales son herramientas que están siendo perfeccionadas, y se pueden crear cualquier tipo de condiciones de trabajo para una pieza hecha en CAD, y obtener resultados muy cercanos a los reales. Es por ello, que la tecnología Rapid Prototyping, tiene que mejorar los procesos de fabricación y materiales de sus piezas prototipos, ya que de eso dependerá que no se vea desplazada totalmente por las tecnologías virtuales. Y más que un desplazamiento, pueda haber una fusión de estas dos tecnologías para obtener resultados más cercanos a la realidad.

La rápida evolución tecnológica que hemos vivido en los últimos años, es una muestra de la Ingeniería Global. Debido a los sistemas tan avanzados de comunicación, como son el internet, intranet y redes en compañías a nivel mundial; se puede tener un intercambio casi instantáneo de la información y compartición de datos, lo que lleva a un mejor aprovechamiento y desempeño del recurso humano. Los equipos de trabajo pueden estar formados de personas de distintos países, culturas y educación, y puede haber una comunicación eficiente entre ellos para fabricar productos de mejor calidad y que satisfagan a cualquier sector de la población.

Como ya se ha comentado antes, para un mejor aprovechamiento de estas herramientas, es necesario estar capacitado y preparado. Una muestra de ello, son las escuelas que existen en algunas de las plantas extranjeras de nuestro país, donde se preparan futuros técnicos para manejar máquinas o software especializados. También se realizan intercambios a las plantas en sus países de origen, para recibir capacitación y adquirir conocimientos e ideologías extranjeras, que ayudarán sin duda a una mejor adaptabilidad y por lo tanto un mejor desempeño.

Otra técnica global que se empieza a utilizar cada vez más en esta industria, es la Manufactura Virtual. Con ayuda de esta herramienta, se pueden evaluar procesos de producción, ciencia de materiales, ingeniería, tiempos de proceso, de ciclos y costos del producto que se quiera fabricar antes de producirlo. Con este tipo de software, se puede modelar el diseño de producción evaluando la manufacturabilidad de la pieza, lo que ayuda a eliminar cuellos de botella en la línea de producción que se pudieron evitar desde el diseño del proceso. Además, por medio de esta técnica, se puede archivar información valiosa para reutilizarla en otros procesos o en otras plantas del mundo. Esto hace que las compañías trasnacionales homogenicen sus procesos y su manera de trabajar y así, sus productos tengan la misma calidad no importando donde se fabrique; y la eficiencia y eficacia de su producción dependan solamente del recurso humano.

Una manera de aprovechar la manufactura virtual es por medio de la simulación. Con software de Simulación Virtual, se puede predecir el impacto que tendrán cambios hechos en el piso del taller o en cualquier área de la compañía. Con esta tecnología se obtiene un mejor resultado en manufactura, distribución y logística del producto y por lo tanto de la compañía.

Otra forma de trabajar eficientemente es con ayuda de una Manufactura Distribuida. Esta técnica de manufactura global distribuye las responsabilidades, adquiridas en la fabricación y lanzamiento de nuevos productos, entre varias entidades, sean otras empresas o en la misma compañía. Con ello, cada una de las entidades mantiene su capacidad para fabricar un solo producto o componente y la calidad del producto final se elevará.

Este tipo de manufactura adquiere propiedades como:

- Autonomía: Cada entidad es independiente de las otras
- Flexibilidad: Se pueden hacer diferentes operaciones en una sola máquina o celda
- Adaptabilidad: Responde rápido y fácilmente a los requisitos de disturbios o cambios
- Agilidad: Es la propiedad que cierra los espacios entre visible e imposible por medio de pensamiento y trabajo cooperativos.

Cualquiera de las tecnologías aquí estudiadas son parte de una manufactura global. Y la manufactura global es un proceso que día a día se va desarrollando más. Este proceso trae consigo diferentes problemáticas de tipo económico, sociocultural y técnico.

En el aspecto económico podemos decir que la mayoría de las industrias automotrices que operan de una forma global, son extranjeras. Para las empresas mexicanas, que en su mayoría son maquiladoras solamente, es difícil competir en el mercado global tan competitivo que existe actualmente. Esto, también debido a que las empresas extranjeras instaladas en nuestro país, son manejadas en sus niveles más altos por gente del país de origen de la compañía, esto para tomar decisiones que beneficien a la compañía y muchas veces esto crea un problema sociocultural al contraponer a mexicanos y extranjeros en la toma de estas decisiones. Asimismo, me parece que este poder de altos puestos, genera una especie de discriminación en la misma compañía. Los obreros son discriminados, mal

pagados y algunas veces explotados, ya que son gente necesitada que aguanta cualquier imposición por parte del “patrón” para mantener su trabajo.

Además, es un choque cultural para ambas partes trabajar con diferentes ideologías, conocimientos, costumbres y creencias, etc. También para la gente extranjera, es difícil adaptarse a un país en desarrollo y trabajar con mexicanos, y puede crear diferencias nada benéficas para la compañía. Aunado a esto, las tecnologías que utilizan también son extranjeras, en México casi no generamos tecnología, así que también hay que lidiar con este otro obstáculo. Es por ello, que la capacitación es tan importante, no solamente para dominar las herramientas de trabajo y nuevas tecnologías, sino también para conocer la cultura del país de origen de la compañía, su forma de pensar, trabajar y actuar.

Actualmente, se realizan intercambios de 6, 12 o 18 meses entre ambos países para conocer el país, cultura e idioma, y poder trabajar de una manera más eficiente si se utilizan recursos de las dos culturas.

Como segundo objetivo de este proyecto de tesis, se realizaron dos casos de estudio en diferentes compañías, de los que se hablará más adelante. Una parte fundamental fue la tarea de selección de las compañías, ya que deberían reflejar un estado de arte de tecnología utilizada en la industria automotriz, y utilizar algunas de las que hemos estudiado aquí. Para esta tarea, se realizó una búsqueda en el capítulo III. Primero, se hizo un directorio de empresas con características básicas como pertenecer al sector automotriz y trabajar de una manera global.

Después, se diseñó un cuestionario, para aquellas de las que se recibió una respuesta positiva. El diseño de este cuestionario está basado en los siguientes aspectos:

1. Sistemas de manufactura global, de los que aquí se estudian, que utilice.

2. Información sobre el/los sistemas de manufactura global
3. Interés en apoyar el proyecto

Después de haber recibido varios cuestionarios, se estudiaron 5 compañías en donde se podrían hacer los casos de estudio, y al final, de acuerdo a: el nivel de tecnología que utilizaran, información valiosa para enriquecer el proyecto, y por supuesto apoyo por parte de la compañía, se seleccionaron las 2 compañías más adecuadas para la investigación de campo.

El tercer objetivo del proyecto fue el de reportar los casos de estudio. Ambos casos fueron presentados en el capítulo IV, cada uno con diferentes tecnologías utilizadas en un contexto global.

En la primera empresa, se estudiaron las siguientes técnicas:

- Prototipos Rápidos
- Sistemas CAD/CAM
- Realidad Virtual

Estas técnicas se utilizan en el Departamento de desarrollo Técnico, el cual es el encargado de llevar a cabo el proceso de desarrollo de nuevos modelos y/o cambios en alguno ya existente. Este Departamento también se encarga de adecuar los planes de fabricación en la planta de México, ya que esta tarea es desarrollada por el mismo Departamento en Alemania, pero al llegar a México se tienen que modificar algunas veces para poder llevar a cabo el proceso requerido.

Es en este Departamento donde se pueden hacer cambios de diseño en algunas piezas de nuevos modelos, ya sea por conveniencia del proceso, o por mejorar el mismo

modelo, esto se realiza por supuesto con autorización de la planta matriz. Con esto, se puede empezar a desarrollar el potencial del diseñador e ingeniero mexicanos.

La investigación se enfocó a dos principales áreas: Prototipos y Vehículo Virtual.

La primera, tiene ya muchos años en la industria automotriz, con métodos convencionales, se fabrican piezas prototipo para realizar pruebas físicas de ensamble y algunas veces para pruebas de funcionamiento. Actualmente se utilizan dos máquinas de alta tecnología para fabricar prototipos rápidos por dos diferentes métodos: Impresión en 3D y Sinterización por Láser. Estos procesos tienen la ventaja de poder fabricar piezas con diferentes materiales, principalmente resinas plásticas, en cuestión de horas. Con ello, se pueden visualizar piezas físicas rápidamente y detectar errores de geometría o funcionales. Esto beneficia en tiempo y costos el proceso de desarrollo de un nuevo modelo y cambios en uno ya existente.

Las piezas prototipo, ya sean rápidas o convencionales, son fabricadas para detectar fallas en el diseño de la misma pieza o de piezas a su alrededor. Normalmente, cuando se detecta una falla, se corrige desde el modelo sólido hecho en algún sistema de CAD. Después de la corrección, se fabrica otro prototipo para volver a revisar, y si se encuentra otra falla, se tendrá que fabricar otro más. Este proceso lleva tiempo y costos de fabricación por supuesto, es por ello, que la planta en México ha implantado una tecnología más avanzada en donde puede hacer pruebas virtuales de ensamble, estático y dinámico, y de visualización de nuevos diseños para su liberación, llamada: Vehículo Virtual.

Con ayuda de software y hardware especializado, se realizan pruebas de ensamble en el motor, por ejemplo, para revisar cada pieza en el ensamble. Se hacen análisis de colisión y de distancias normalizadas entre piezas, ya que son parte de la calidad de la marca. También pueden simular el movimiento de piezas en el motor y hacer los mismos

análisis pero de tipo dinámico. Con esta herramienta, se pueden ahorrar la fabricación (tiempo y costo) de piezas prototipos para pruebas geométricas y de ensamble.

Otra tecnología empleada es el estudio de Realidad Virtual. Como se detalló en el capítulo IV, este estudio tiene la finalidad de auxiliar a cualquier área de desarrollo técnico y a el área de producción, en rutas óptimas de ensamble. Por medio del estudio, se pueden visualizar nuevos modelos casi iguales a la realidad, y combinaciones, texturas en diferentes modelos para liberar esos cambios.

Para la gente de producción, es de mucha ayuda este servicio, ya que se pueden simular montajes de piezas complicadas o con espacio reducido y comprobar que se podrán montar en la línea de ensamble sin problemas, además de que se pueden calcular rutas óptimas para el obrero, con la que trabajará más cómoda y eficientemente.

Estas dos tecnologías, se pueden combinar con el área de prototipos para reducir en tiempo y costos el proceso de desarrollo. Una vez que se tiene analizado todo el vehículo y liberado con ayuda del área de Vehículo Virtual, se pueden desarrollar piezas prototipos que deban ser fabricadas para poder obtener información más cerca de la realidad de dicha/s piezas. Este es un reto para la técnica de Prototipos Rápidos, tendrán que fabricar modelos con materiales cada vez más cercanos a los reales para obtener la información requerida. Pero a su vez, también la tecnología virtual se está desarrollando cada vez más en simular cualidades de los materiales y condiciones bajo las que están las piezas analizadas, con ello, se obtienen resultados muy cercanos a la realidad.

El futuro de los Prototipos dependerá de cuánto se desarrolle la Simulación y Realidad virtuales, aunque al final, siempre será necesario una pieza física para probar su comportamiento en condiciones reales; así que la combinación de estas dos tecnologías deberá estar sincronizada para dar los mejores resultados.

En nuestro segundo caso de estudio, pudimos observar dos tecnologías globales para una compañía que trabaja con el sistema JIS (Just in Sequence): SAP^{MR} y Tycon^{MR}.

El SAP es una solución de negocios que actualmente es utilizada por muchas compañías que trabajan de manera global. Con este sistema se pueden unir y sincronizar todos los módulos de la compañía y a su vez del grupo en todo el mundo. Esto crea una Ingeniería Simultánea benéfica para la compañía. Con ello, se incrementa la eficiencia de producción, ya que no hay trabajo de logística, no hay stock y el producto es específico para cada vehículo.

Con el software Tycon, se aprovecha la Manufactura Virtual como tecnología global en el grupo de la compañía. Con ayuda de este programa, se pueden calcular los tiempos de producción y la capacidad de producción para una máquina o para toda la línea antes de montarla. Se pueden hacer análisis calculando los movimientos y tiempos para cada operador y para cada máquina. Esta técnica ahorra tiempo y esfuerzo en cálculos laboriosos, ya que contiene códigos establecidos y estudiados detalladamente por especialistas de la planta matriz. Además, promueve homogeneidad de los procesos de producción y los tiempos en todo el grupo, ya que todas las plantas utilizan los mismos códigos con el mismo software.

Por medio de este programa, también se pueden almacenar los análisis para que otras plantas puedan tener acceso a ellos y así, compartir información valiosa para la gente de producción de todo el grupo de la compañía.

Los casos de estudio en ambas compañías trajeron mucha información para nuestro proyecto. Esta investigación de campo pudo dar una visión real de la situación de tecnologías empleadas actualmente en la industria automotriz.

El último objetivo de este proyecto fue detectar las causas por las que se aplican o no sistemas más avanzados de manufactura global. Para cubrir este objetivo, se desarrolló el capítulo V, en el cual se presenta el estado de la industria automotriz en México con respecto a la innovación tecnológica. No se presentan concretamente las causas por las que se aplican o no tecnologías globales, pero se dan algunos aspectos importantes de la industria automotriz como los cambios en los últimos años y las estrategias que han tomado en general las empresas. Con ello se puede dar una idea de la tendencia de la industria automotriz en el campo tecnológico. Las causas concretas de la adquisición de tecnología dependen, al final, de las necesidades globales de las compañías y de su presupuesto.

Asimismo, como tercer alcance propuesto tenemos analizar el nivel que tiene México en lo que a manufactura global automotriz se refiere e identificar los obstáculos o fallas que nuestra industria posee para implantar este tipo de sistemas. Desgraciadamente, este alcance no se pudo cubrir de manera objetiva. Para analizar el nivel de México globalmente, se debe realizar una investigación más amplia, con una muestra equivalente a todas las empresas automotrices que están en México. Para nuestro caso, solamente investigamos las que mayor tecnología utilizan, para poder visualizar el estado de arte que tiene nuestro país. Para poder darle un nivel a México en tecnologías globales, también se debería realizar una investigación de las tecnologías aquí estudiadas, en otros países. Con ello, se podría hacer una comparativa con quizá los principales países productores de vehículos, y así México tendría un nivel mundial en este tema.

En este capítulo se concluye que en el proceso de globalización de las tecnologías, el factor humano es vital, ya que será lo que en el futuro le agregue valor a la producción. Asimismo se marcan los cambios importantes en la industria automotriz desde los años 80's hasta la fecha:

- Comportamiento de demanda de vehículos hacia nuevos mercados, lo que hace necesario nuevas estrategias de producción y mercadeo.
- Regulación gubernamental en los países desarrollados como el TLC en el caso de México
- Cambios Tecnológicos

Las estrategias por parte de las empresas son:

- Manufactura Global
- Alianzas, fusiones y adquisiciones
- Buena asistencia en venta, postventa y mantenimiento
- Producción modular (cada proveedor es responsable de su módulo)

De las empresas locales se puede decir que necesitan un gran impulso en certificaciones de calidad como ISO, QS, TS, VDA, etc. para poder competir con proveedores extranjeros.

Actualmente, casi el total de las máquinas, herramientas y componentes mecánicos para la manufactura de cualquier producto se importan. Esto quiere decir que en México generamos muy poco o nada de tecnología para manufactura, por lo tanto, se utiliza tecnología extranjera. Es por ello que la industria mexicana requiere excelente preparación técnica para manejar los instrumentos de trabajo de la mejor manera y con ello, entrar en la competencia laboral. Esto también dará como resultado una evolución tecnológica en México, y en el futuro, se podrán generar tecnologías hechas en el país, que puedan competir en el mercado mundial.