

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

Diseño de piezas plásticas para fascias auxiliado con CAD: Ford 2012-2013.

Modalidad de titulación:
“TRABAJO PROFESIONAL”

Edgar Ulises Jiménez López
Número de cuenta: 408086143
Año: 2015

Asesor: Dr. José Luis Fernández Zayas.

ÍNDICE.....	
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	1
CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	2
Historia de Ford Motor Company.....	2
<i>Ford</i> de México.....	3
Misión.....	5
Visión.....	5
One Ford.....	5
Estructura de la organización.....	6
CAPITULO II: INGENIERO CAD.....	9
Descripción.....	9
Competencias requeridas.....	9
Actividades.....	10
CAPITULO III: FORMACIÓN DE UN INGENIERO CAD.....	11
Entrenamiento.....	11
CATIA.....	11
Visual Basic.....	12
Teamcenter®.....	12
Webex®.....	13
Otros.....	13
Interacciones.....	14
Estudio.....	14
Ingeniero de Diseño y Liberación.....	16
Ingeniero CAE.....	16
Proveedor.....	17
Moldeo por inyección.....	17
Moldes.....	19
CAPÍTULO IV. PROCESO DE DISEÑO.....	22
Fase 0. Definición.....	23
Fase 1. Secciones.....	23
Fase 2. Desarrollo de geometría 3D.....	25
Fase 3. Evaluación.....	27

Fase 4. Factibilidad	28
Fase 5. Diseño Final	29
CASO DE ESTUDIO: CUBIERTA ESTÉTICA	30
CONCLUSIONES	35
Aprendizajes.....	39
Retrospectiva y replanteamientos.....	40
ANEXO	42
BIBLIOGRAFÍA	44
MESOGRAFÍA.....	44

FORD MOTOR COMPANY

Diseño de piezas plásticas para fascias auxiliado con CAD: Ford 2012-2013.

INTRODUCCIÓN.

A finales del año 2012 e inicios del 2013, se me presentó la oportunidad de laborar en ***Ford Motor Company*** ocupando el puesto de Ingeniero CAD. Durante ese periodo de tiempo logré asimilar las funciones que se desempeñan en el cargo dentro del grupo de Fascias. Es cierto que gran parte del conocimiento necesario para realizar las actividades del puesto de Ingeniero CAD era completamente nuevo, sin embargo, los conocimientos que adquirí en la carrera de Ingeniería Mecatrónica me ayudaron a que la asimilación se diera en poco tiempo.

OBJETIVOS.

- Reportar los conocimientos adquiridos diseñando componentes plásticos de fascias durante seis meses en el grupo de Fascias en ***Ford Motor Company***.
- Demostrar la aplicación de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Nacional Autónoma de México en el diseño de partes plásticas, a través de la descripción de los problemas enfrentados y la utilización de dichos conocimientos para encontrar su solución.

CAPÍTULO I: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.

Historia de Ford Motor Company

El año de 1896 marca el inicio de la creación de **Ford Motor Company**, ya que en este año los esfuerzos de Henry Ford dan como resultado la creación del *Quadricycle*, un vehículo auto propulsado de cuatro llantas similar a una bicicleta pesada y conducido con un timón parecido al de un barco; el *Quadricycle* contaba con dos velocidades en sentido frontal y sin reversa (ver ilustración 1 en Anexo). Este logro motivó a Ford a fundar una compañía con la ayuda de algunos inversionistas y fue así como en 1899 fundó la *Detroit Automobile Co.* y a los pocos años, en 1901 la *Henry Ford Co.* Aunque ambas tuvieron diversas fallas dieron pie a que el 16 de junio de 1903 se fundara la **Ford Motor Company**.

El primer coche de la nueva compañía sería el modelo *A*, seguido por una variedad de modelos mejorados. En 1907, el cuatro cilindros de Ford mejor conocido como modelo *N*, se convertiría en el coche más vendido en Estados Unidos. Para entonces Ford tenía una visión más grande; un auto para la afluencia, con la posibilidad de ser más barato pero cuidando que la calidad de éste no disminuyera.

La gran revolución se dio cuando Ford tomó un grupo de empleados y desarrollaron el modelo *T*, presentado el primero de octubre de 1908. Era fácil de operar, mantener y de manejar por caminos en mal estado y de inmediato se convirtió en un éxito. Sus ventas llegaron hasta las 15 millones de unidades en 1927.

El 7 de octubre de 1913 se presentó la mayor contribución de Ford a la industria automotriz; la cadena de ensamblaje móvil en la planta de *Highland Park*. Ésta redujo el tiempo de montaje de 12 horas a únicamente 90 minutos por vehículo.

A lo largo de estos 110 años *Ford Motor Company* ha desarrollado varios modelos de vehículos que entran en las categorías de subcompactos, compactos, *muscle cars*, vehículos sub-urbanos (SUV), *crossovers* y camiones de carga. Actualmente Ford se encuentra en crecimiento en términos de manufactura y producción global que se reflejan en los 130,000 empleados que tiene en todo el mundo.

Ford de México

En el año de 1925 debido a la expansión de *Ford Motor Company* y a la apertura de los mercados se estableció la primera planta de ensamblaje en México; era una bodega rentada en el barrio de San Lázaro con 295 empleados y trabajadores, en dónde se ensamblaba el modelo *T*. Posteriormente en 1932, se edifica la planta de La Villa y se compraron algunos terrenos en Tlalnepantla y Cuautitlán.

En Tlalnepantla, las instalaciones se remodelaron para fabricar herramental y así reducir el alto costo de adquirirlo en Estados Unidos. En Cuautitlán, por otro lado se desarrolló un complejo impulsado por decretos del gobierno mexicano para manufacturar en el país un alto porcentaje de automotores. Dicho complejo constaba de una planta de fundición, una de maquilado y de ensamble de motores.

En 1963 la empresa centralizó sus oficinas en un moderno y funcional edificio situado en Paseo de la Reforma. Más tarde, en 1970 inició operaciones la planta de ensambles de camiones dentro del complejo de Cuautitlán y en 1980 se inauguró la planta de ensamble de autos dentro de este mismo complejo.

En 1983 se inauguró en la ciudad de Chihuahua una planta de motores de 4 cilindros para exportación. Es también en este año que se transfirieron las operaciones de la planta de la Villa al área de Cuautitlán y en 1985 Cuautitlán también recibió las operaciones de la planta de Tlalnepantla. En 1986 se inauguró en Hermosillo, Sonora la planta de estampado y ensamble de vehículos de exportación más moderna en su género.

De 1925 a 2000 **Ford** de México ha producido 4.5 millones de vehículos y 5.5 millones de motores. En 2002, la planta de la Villa cierra definitivamente sus puertas y para el año 2003 se traslada el corporativo a Santa Fe además de que se inician las obras de ampliación en la planta de Hermosillo y la construcción de un parque industrial.

En 2008 se cierra la planta de ensamble de Cuautitlán para iniciar un proceso de remodelación y adaptación para reabrir en 2009 e iniciar operaciones de estampado y ensamble del nuevo vehículo *Fiesta*, auto que se sigue produciendo en dicha planta hasta la fecha (ver ilustración 2 en Anexo). También en 2009 se abre una nueva planta de motores Diesel en el estado de Chihuahua.

Misión

Ford Motor Company es un líder mundial en productos y servicios automotrices y financieros. Nuestra misión es mejorar continuamente nuestros productos y servicios a fin de satisfacer las necesidades de nuestros clientes, lo que nos permite prosperar como negocio y proporcionar utilidades razonables a nuestros accionistas quienes son propietarios de nuestra dependencia.

Visión

Convertirnos en la compañía líder mundial de productos y servicios automotrices enfocada al consumidor.

One Ford

Es la estrategia global que la empresa sigue para transformar su negocio y centrarse en el desarrollo y producción de productos con plataformas comunes que puedan satisfacer las necesidades de sus clientes alrededor del mundo (ver ilustración 3 en Anexo).

Estructura de la organización



Diagrama 1. Organigrama.

Es necesario definir la estructura de la empresa para conocer en qué nivel se encuentra un Ingeniero CAD. En el diagrama 1 se muestra el organigrama desde el más alto nivel de la empresa. A partir del cuarto nivel de este organigrama empieza la estructura de Ford de México con el Director de Ford de México. El nivel que sigue del Jefe de Ingeniería es la Gerencia de Innovación Digital, compuesta por dos gerentes encargados de los diferentes sistemas de un vehículo como son Asientos, Plástico Duro, Panel de Instrumentos, Puertas, Techo, Alfombras, Tapetes Fascias, Lámina, Luces, entre otros.

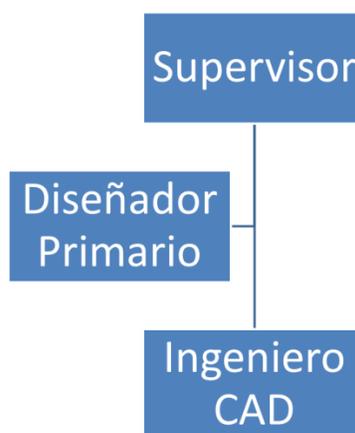


Diagrama 2. Estructura de cada grupo.

Cada uno de los grupos que lideran ambos gerentes, tiene una estructura común (ver diagrama 2) compuesta por un supervisor quien está encargado de coordinar al equipo así como desarrollar los planes para cumplir con las fechas de entrega de cada asignación del grupo. También es el punto de contacto con la gerencia, los demás grupos y con otras áreas de la empresa como Recursos Humanos, aunado a que debe ser el responsable de proporcionar a cada Ingeniero CAD las herramientas y entrenamientos necesarios para lograr su crecimiento técnico.

El siguiente en jerarquía es el Diseñador Primario, cuyas funciones abarcan el proveer el apoyo necesario para lograr las entregas de cada programa, responsabilizarse de la información que el grupo carga en Teamcenter® -así como su mantenimiento- y debe llevar a cabo las verificaciones de los modelos contra los demás sistemas del vehículo para evitar interferencias o condiciones no deseadas. Debe asistir al supervisor con las cargas de trabajo del equipo y a los Ingenieros de Diseño y Liberación y por último debe entrenar, enseñar y preparar a los Ingenieros CAD en las mejores prácticas de las herramientas de uso diario.

Siguiendo el organigrama se encuentra el Ingeniero CAD cuyas funciones se describirán en el siguiente apartado.

CAPITULO II: INGENIERO CAD

Descripción

La persona en el puesto de Ingeniero de Diseño Asistido por Computadora -CAD por sus siglas en inglés- debe ser capaz de desarrollar geometría 3D y 2D, utilizando CATIA V5 para apoyar con las fechas de entrega en el proceso de diseño de acuerdo con requerimientos locales y globales. Además debe ser capaz de compartir y dar mantenimiento a la base de datos de ingeniería en Teamcenter®, así como lograr evaluaciones de compatibilidad para Pre-ensambles digitales y colaborar con los ingenieros de desarrollo y liberación -D&R por sus siglas en inglés- para desarrollar nuevos componentes aplicando habilidades técnicas.

Competencias requeridas

Las competencias necesarias para aplicar para un puesto de Ingeniero CAD se enlistan a continuación:

- Graduado de Ingeniería.
- Idioma Inglés.
- Conocimiento de bases de datos CAD.
- Conocimiento de componentes y funciones de sistemas vehiculares.
- Conocimiento de procesos de manufactura.
- Negociación entre áreas funcionales.
- Entendimiento e interpretación de requerimientos.
- Conocimiento de estándares de tolerancias y dimensionamiento geométrico.

Actividades

- Desarrollar estudios para apoyar la compatibilidad para Ingeniería de Diseño Básico e Ingeniería de Bloque.
- Creación y manejo de información CAD utilizando Teamcenter®, así como asignar el estado apropiado alineado al entregable de cada etapa de proceso de diseño.
- Asegurar que la información nativa de CAD coincida con la información en el CAD del visualizador digital para alinearse a la lista de materiales -BOM por sus siglas en inglés-.
- Revisar, sugerir y aplicar condiciones variantes in Teamcenter®.
- Realizar las evaluaciones de compatibilidad para Pre-ensambles digitales.
- Cumplir con las fechas de entrega de 3D y 2D; asegurar la calidad de los componentes para su liberación.
- Asegurar el intercambio de información entre sitios de **Ford** y de los proveedores.
- Mejorar las habilidades técnicas.
- Asegurar la factibilidad de manufactura de los componentes.

CAPITULO III: FORMACIÓN DE UN INGENIERO CAD

Entrenamiento

Al entrar a la compañía se deben tomar cursos de capacitación en las herramientas del Ingeniero CAD, así asegura la compañía que el personal de nuevo ingreso tiene los conocimientos básicos necesarios en los programas que se utilizan con más frecuencias. Dichos programas se describen a continuación.

CATIA

La Aplicación Interactiva Tridimensional Asistida por Computadora, mejor conocida como CATIA por sus iniciales en inglés, es el programa de diseño que se ocupa en el área de CAD y cuenta con diversos módulos que contienen comandos particulares dependiendo de las necesidades del usuario. De entre todos los módulos existentes hay algunos que se ocupan con mayor frecuencia, por ejemplo:

- GSD® -Generative Shape Design-. Este módulo permite diseñar formas simples y complejas por medio del uso de líneas, bocetos y características de las superficies.
- Part Design®: Nos permite diseñar basado en operaciones con sólidos. La generación de estos sólidos se basa en algún boceto o alguna superficie generada en GSD.
- Healing Assistant®: Algunas veces se tiene que evaluar las superficies y repararlas en dado caso de que no cumplan con los requerimientos mínimos del área de CAD. Para ello nos sirve este módulo que cuenta con herramientas de evaluación y reparación.

- **Assembly®**: Como su nombre lo indica, nos permite manipular la posición, orientación, ordenamiento, creación y eliminación de elementos en un ensamble.

Visual Basic

Es un lenguaje de programación que fue diseñado para crear aplicaciones para Windows®. En la actualidad es muy utilizado para crear “macros” los cuales son un conjunto de instrucciones escritas en lenguaje Visual Basic que nos permiten automatizar ciertas tareas en determinadas aplicaciones.

Teamcenter®

Es una herramienta de Gestión del ciclo de Vida del producto, diseñado para manejo de información para grandes empresas. Teamcenter® se puede considerar como la base de datos donde empresas como Ford resguardan y comparten su información con la comunidad Ford así como sus proveedores alrededor del mundo.

De entre las características importantes de Teamcenter®, se puede mencionar que cuenta con un visualizador de los archivos que almacena pero en un formato de baja calidad, lo que permite al Ingeniero CAD observar varios sistemas del vehículo sin invertir mucho tiempo. Otra característica es que nos permite guardar revisiones de los modelos que se trabajan, lo que quiere decir es que si requiere regresar a una propuesta de diseño anterior podemos retroceder a esa revisión y actualizar nuestro modelo.

Webex®

Es una herramienta de conferencias en línea que permite la colaboración desde cualquier parte del mundo. Como Ford es una empresa global necesita una herramienta que permita la interacción y puede que no estén en el mismo país o continente. Webex® permite compartir la información que se tenga en pantalla, así como controlar nuestra computadora remotamente en caso de que se necesite. También tiene la opción de “Anotaciones”, que permite a cada participante de la junta realizar bocetos sobre lo que el presentador muestra en pantalla, en tiempo real y de requerirlo, permite guardar una imagen de dichas anotaciones.

Otros

Además de los programas y herramientas mencionados anteriormente, Ford ha desarrollado sus propios programas que le ayudan durante su proceso de diseño, pero por privacidad, son confidenciales y no está permitida su divulgación.

Interacciones

A lo largo del proceso de diseño de una parte plástica el Ingeniero CAD debe tener contacto con otras áreas que participan activamente en las decisiones que afectan el resultado final del trabajo. En esta sección se identificarán y describirán las funciones de esas áreas.

Estudio

La gente que trabaja en el área de Estudio es la encargada de generar el lenguaje de diseño del automóvil. Cuando se inicia el desarrollo de un nuevo automóvil o programa -como también se le conoce-, los diseñadores de Estudio comienzan con bocetos de las diferentes propuestas de los temas para dicho vehículo.

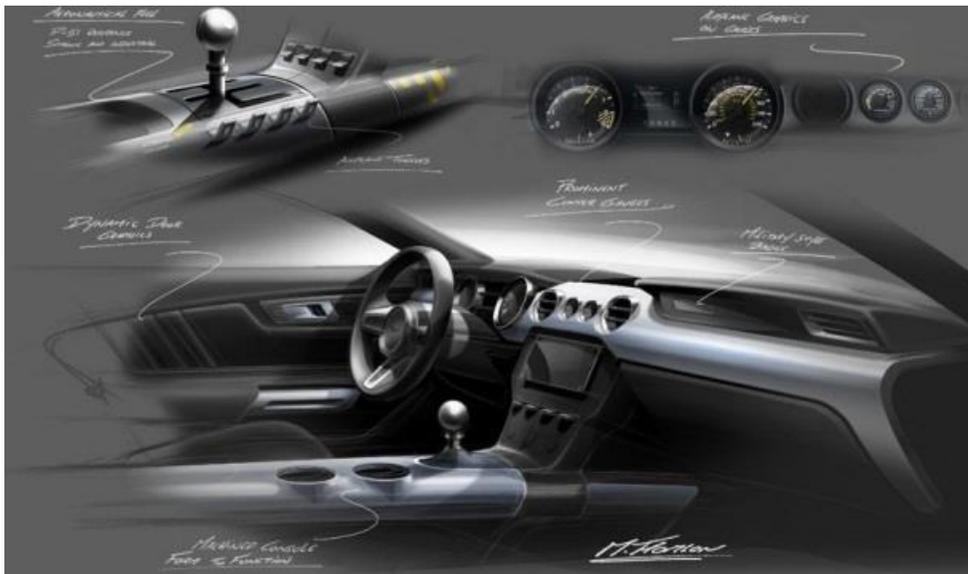


Figura 1. Bocetos de Estudio.

Una vez seleccionada una propuesta trabajan en modelos a escala hechos de arcilla que representarán la apariencia final del vehículo.



Figura 2. Modelos de arcilla.

Estos modelos son escaneados para obtener una representación digitalizada, generalmente son nubes de puntos que se utilizan para generar una superficie. Con ayuda de ciertos programas pueden corregir las imperfecciones de esta superficie.



Figura 3. Escaneo de un modelo de arcilla.

Ingeniero de Diseño y Liberación

Los Ingenieros de Diseño y Liberación -conocidos como D&R por sus siglas en inglés- son los encargados del diseño, desarrollo, validación y liberación de las partes que se le han asignado para determinado programa. El D&R es quien debe asegurar que el diseño vaya a tiempo y alineado a los requerimientos y especificaciones de cada parte. Para ello debe tener un contacto constante con el Ingeniero CAD y Estudio para que en conjunto, identifiquen las soluciones a los problemas de diseño detectados y de necesitarse, debe establecer la comunicación con las áreas que afecten dichos problemas.

Cuando se presenten diseños de manufactura, el D&R es el encargado de contactar al proveedor para encontrar la solución a cualquier problema de diseño.

Ingeniero CAE

El Ingeniero de Ingeniería Asistida por computadora -CAE por sus siglas en inglés- es el encargado de desarrollar los Análisis de Elemento Finito en los diseños de CATIA usando programas como NASTRAN, ABAQUS, HyperWorks, entre otros. Basados en los resultados de sus análisis deben ser capaces de generar propuestas de solución a los problemas encontrados.

Proveedor

El Proveedor es aquella empresa que se encarga de manufacturar la pieza que se diseña en CATIA. Para comprender mejor el trabajo desempeñado por el proveedor a continuación se explicará el proceso de manufactura de las piezas plásticas.

Moldeo por inyección

En la actualidad la mayoría de los productos que encontramos en el mercado están hechos de plásticos, desde un llavero hasta la fascia de un coche. Los plásticos han logrado esa trascendencia debido a sus propiedades y bajo costo.

De entre los procesos para manufacturar partes plásticas, uno de ellos es la inyección de plásticos. Este proceso abarca el 32% de todas las piezas plásticas que son fabricadas debido a que permite producir en grandes cantidades partes con geometría complicada.

El proceso de moldeo por inyección sucede cuando se introduce la fundición de un termoplástico o termofijo a una extrusora para inyectarlo en un molde donde se enfría y endurece antes de ser removido. El plástico elegido para este proceso depende de la aplicación específica de la pieza que se moldeará.

Materiales Termoplásticos para Moldeo por Inyección	
Nylons	Sulfuro de polifenileno PPS
Policarbonatos	Polieter Sulfona
Acetales	Polieter Eter Cetona PEEK
Acrílicos	Fluoropolímeros
Polipropilenos	Polieter Imida PEI
Polietilenos	Óxido de polifenileno PPO
Acrilonitrilo Butadien Estireno	Poliuretanos PUR
Elastómeros Termoplásticos	Poliftalamida PPA

Los parámetros que se deben controlar en el proceso de inyección por moldeo son los siguientes:

- **Velocidad.** Controlar la velocidad nos permite minimizar el tiempo de ciclo, que es la cantidad de tiempo necesaria para fundir el plástico, inyectarlo en el molde y extraer una parte terminada.
- **Consistencia.** Se refiere a la eliminación de tiempo improductivo en el proceso. Esto es resultado de un control de la temperatura del plástico, presión a la que llena el molde, velocidad a la que el plástico llena el molde y condiciones de enfriado. Estas cuatro variables deben modificarse según la aplicación y material a utilizar.
- **Índice de llenado.** En partes plásticas con paredes delgadas se requiere que la inyección del material sea lo más rápida posible para evitar que el material se solidifique antes de que la pieza haya sido completamente llenada. El llenado de piezas con esta característica permite minimizar la duración del ciclo mediante una mejor capacidad de llenado, el moldeador puede ahorrar resina a través del llenado de moldes más delgados u obtener una mayor producción.

Moldes

El molde es en dónde se crea la pieza plástica. Éste genera la forma final del producto antes de que sea expulsado. De entre los materiales que se utilizan para la fabricación de moldes se encuentran el aluminio, epoxy, acero, cobre y combinaciones de alguno de estos materiales.

Los componentes básicos de un molde son los siguientes:

- Base del molde. Es un arreglo de bloques de acero manufacturado a determinadas dimensiones. La base del molde consta de dos mitades: la mitad A (o cavidad), que es la mitad estacionaria o mitad de inyección que usualmente crea el exterior de una parte, y la mitad B (o núcleo), que se le conoce como la mitad móvil o de expulsión que crea el lado interno de la parte.
- Línea de partición. Es el plano que se encuentra entre las mitades del molde, en otras palabras, es el borde de la parte en dónde el molde se separa. Dependiendo de la complejidad de la parte puede haber varias líneas de partición.
- Bebedero. En la mayoría de los casos está contenido en la mitad A. Es el componente que permite la entrada del plástico fundido de la máquina de inyección al molde.

- Canal. El bebedero dirige el material fundido al sistema de canales del molde. Los canales son caminos maquinados en la cara de la base del molde a través de los cuales el material fluye para alcanzar la cavidad.
- Compuerta. La compuerta está localizada al final el sistema de canales y es considerada una apertura en el molde. Está diseñada y construida para permitir que el plástico fundido entre a la cavidad a una velocidad apropiada y con el volumen necesario para llenar la cavidad rápidamente, pero en condiciones controladas.
- Ventilación. Para quitar el aire atrapado durante el proceso de inyección, es necesario un sistema de ventilación para el molde.
- Sistema de enfriamiento. Una vez que el plástico fundido ha llenado el molde permanece bajo presión hasta que se enfría. Este enfriamiento generalmente se logra con agua circulando por canales maquinados en el molde. La eficiencia del sistema de enfriamiento afecta la velocidad del ciclo de inyección.
- Sistema de expulsión. Ya que la pieza se ha enfriado lo suficiente y se ha solidificado, el molde se abre y el sistema de expulsión entra en acción. Consiste en pasadores de expulsión montados en la cara de expulsión del molde (mitad B) y son activados por cilindros neumáticos o hidráulicos.
- Acciones. En algunas piezas se tiene alguna característica que es paralela a la línea de partición del molde, provocando un bloqueo (*die lock*) que evita que la pieza sea expulsada del molde. Un ejemplo de esto podría ser el requerimiento de un orificio. Las acciones son mecanismos que se mueven durante o después del proceso de moldeo que sirven para poder manufacturar este tipo de características en la pieza final.

A partir del diseño en CATIA generado por el Ingeniero CAD, el proveedor debe diseñar el molde que produzca la pieza. Algunas veces el proveedor de una parte de un modelo nuevo de coche es el mismo que manufacturó la misma parte del modelo anterior. Dependiendo de los cambios que se pidan para el nuevo modelo, el proveedor junto con el D&R deciden si es necesario crear un nuevo molde o si es posible reutilizar el existente.

CAPÍTULO IV. PROCESO DE DISEÑO

Antes de empezar a describir el proceso de diseño es importante esclarecer qué es el diseño. El Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, en su documento titulado “Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario”, define al diseño como “el conjunto de procesos que transforman los requisitos en características especificadas o especificaciones de un producto, proceso o sistema”. El diseño también se caracteriza por ser un proceso iterativo, lo que significa que en cada etapa se puede repetir varias veces hasta lograr las características deseadas de nuestro producto.

A continuación se describen las etapas del proceso de diseño así como las actividades que realiza el Ingeniero de Diseño en cada una de ellas. Es importante señalar que es una aproximación del proceso real ya que no se puede divulgar a detalle por privacidad.

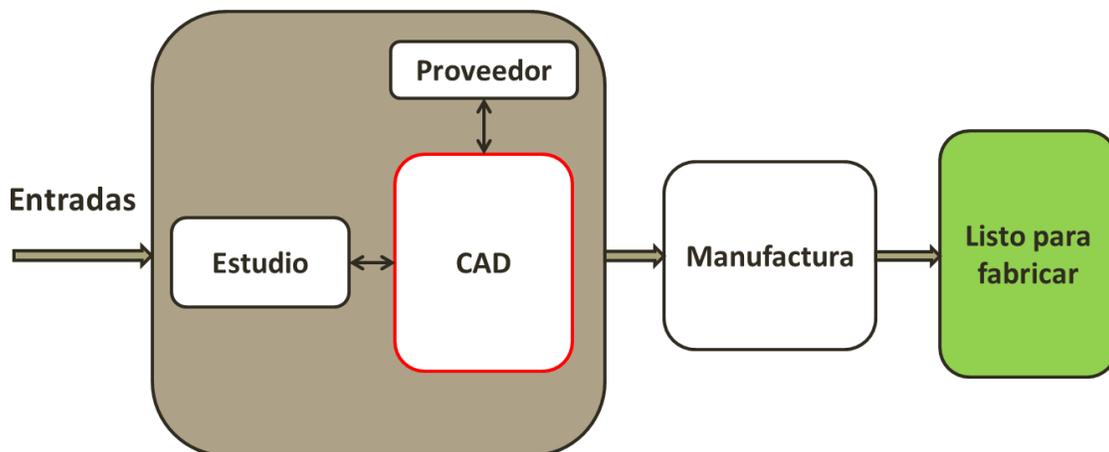


Diagrama 3. Aproximación del proceso de diseño.

Fase 0. Definición

Antes de que el Ingeniero de Diseño empiece a dibujar una línea en CATIA, otras áreas de la empresa en conjunto con la gerencia arrancan con la tarea de definir las características del nuevo automóvil. Auxiliados con estudios de mercado, aprobaciones de presupuesto, personal disponible para laborar, etc. se determina qué partes van a cambiar, si van a ser las mismas que en el modelo actual, si van a ser totalmente nuevas o si van a haber varias versiones de la misma pieza. Al final se genera un documento que contiene todas las características que tendrá cada una de las partes del nuevo vehículo, este documento se considera como el acta de nacimiento del vehículo.

Basados en el acta de nacimiento del coche, el departamento de estudio empieza su trabajo desarrollando sus modelos de arcilla para obtener una superficie que representa el área visible para el usuario, esta superficie se conoce como superficie clase A. Para entender mejor el concepto de superficie clase A imagine una tapa rosca; toda la superficie que puede apreciarse de ésta cuando la botella está cerrada es la superficie clase A.

Al inicio puede haber varios temas de la misma pieza, por lo que Estudio genera una superficie clase A para cada uno de ellos.

Fase 1. Secciones

La primera actividad que tiene que realizar el Ingeniero de Diseño es la búsqueda del contexto, que es el conjunto de elementos del coche con las que va a tener interacción la parte a diseñar. A partir de esta etapa y hasta el final, es su responsabilidad mantener el contexto actualizado ya que a lo largo del proceso de diseño este contexto puede tener varios cambios que pueden afectar el diseño final.

Una vez que se obtiene la superficie clase A de Estudio, se definen las posiciones en dónde se colocarán los planos que ayudarán a generar las secciones en la pieza. Estos planos se localizan generalmente en las zonas más críticas o que representan alguna característica que necesita ser evaluada en la pieza, como por ejemplo, alguna interfaz con algún elemento del contexto.

Cada sección se debe utilizar para cada tema de la pieza, aunque puede ser que alguno de esos temas requiera de una sección diferente según lo decida el D&R.

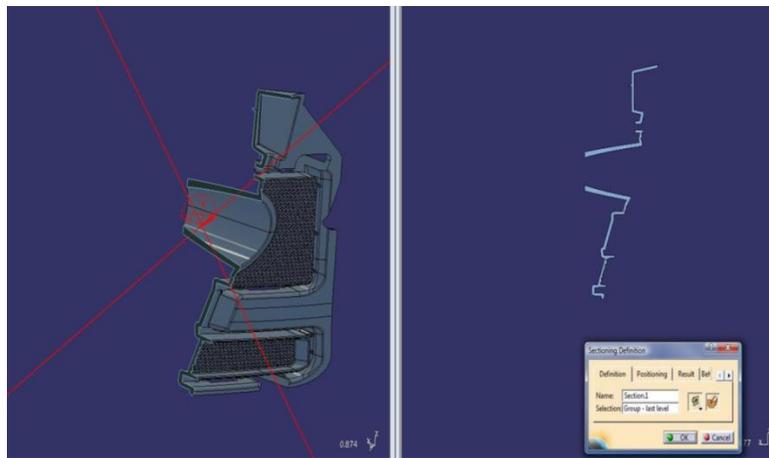


Figura 4. Ejemplo de una sección en CATIA.

Con base en las secciones el D&R se asegura de que contengan las reglas de diseño que apliquen a la pieza. En dado caso que la sección de la superficie de Estudio no cumpla con alguna de las especificaciones deseadas, el Ingeniero de Diseño se encarga de generar una propuesta en la sección. Estas propuestas son enviadas a Estudio que debe generar una nueva superficie basado en ellas.

Fase 2. Desarrollo de geometría 3D

Ya que se han definido las secciones se pasa a la etapa de desarrollo de 3D. Se empieza con la superficie clase A que es el elemento que va a guiar el desarrollo del 3D. Conforme se avanza en las iteraciones, Estudio manda una superficie con menos imperfecciones y más cercana al diseño final de la parte y en caso de que no cumpla con algún requerimiento por parte de Ingeniería se pedirá una nueva superficie a Estudio; el Ingeniero de Diseño tiene estrictamente prohibido el editar la superficie de estudio.

El objetivo de esta fase es desarrollar el volumen del modelo a partir de la superficie clase A. De ese volumen todo lo que no abarca la superficie clase A se conoce como clase B.

¿Diseñar con sólidos o con superficies?

Ford Motor Company cuenta con sus propios lineamientos y estándares que indican el formato, requerimientos y mejores prácticas de diseño, así como la estructura que deben llevar los archivos que contiene información 2D y 3D. Sin embargo el cómo se obtiene el diseño final es decisión del diseñador.

Hay dos formas para hacerlo: desarrollando operaciones basadas en sólidos o con superficies. Cada una de ellas tiene diferencias que definirán cuál elegir dependiendo de la complejidad del diseño. Es importante que en cualquiera de las dos opciones se trabaje con un diseño con historia lo que quiere decir que se mantenga una liga con las superficies y/u operaciones de donde se generó determinada operación para poder así tener un historial. Esta característica es de gran ayuda cuando se tiene un gran número de operaciones y se

necesita identificar cuál operación se debe editar para que el diseño responda a un cambio deseado.

Orden. En el diseño usando sólidos se tiene un desarrollo que respeta un orden, dependiendo del orden en que se generen las operaciones será el resultado.

Actualización. Algunas de las operaciones del módulo de sólidos, requieren que se seleccione algún elemento del sólido como una cara, un borde, etc. Esto genera una representación de frontera -también conocido como B-REP por sus siglas en inglés-. Estos B-REPs son elementos que cuando se tenga algún cambio en alguna operación previa, se deben seleccionar nuevamente para poder actualizar el sólido final.

En el modo de trabajo con superficies, todas las operaciones se trabajan en un conjunto geométrico en el orden en que se generan. A diferencia del sólido, las operaciones con superficies son independientes y pueden reutilizar superficies y geometría ya generada para nuevos comandos, lo que provoca que se pierda la secuencia. Para evitarlo el diseñador debe ordenar las operaciones para que identifique dicha secuencia.

Mientras se trabaja con superficies, también se pueden llegar a utilizar B-REPs. No obstante, hay ciertas operaciones y métodos de evitar este tipo de práctica. Pero ¿de qué sirve evitar los B-REPs? La respuesta es simple, para asegurar una actualización automática del archivo, de esta manera en caso de tener una nueva iteración en el proceso de diseño, únicamente habrá que reemplazar superficies y editar la menor cantidad de operaciones.

Otra diferencia importante es que el desarrollo de superficies nos permite generar nuevas superficies modificando sus características como tangencia y curvatura dependiendo de las superficies circundantes lo que permite que se puedan desarrollar geometrías más complejas. También se pueden generar alambres para generar superficies que cumplan los

requerimientos de tangencia necesarios, en caso de que los comandos de superficie puedan fallar.

Estrategia de sujeción. En esta etapa también se define el cómo va a ser ensamblada la parte al sistema vehicular. Existen piezas que nos ayudan a fijar otras piezas como pueden ser clips, tornillos y pines entre otros. Aparte de éstos, hay algunos elementos de fijación que se moldean en la parte como por ejemplo los llamados “*Heat Stakes*” y los *snaps*. La elección del método de sujeción depende del D&R.

En algunos casos se requiere el diseño de geometría para que la sujeción sea óptima, como pueden ser torres para los clips o “*Dog Houses*” que nos ayudan a asegurar que el elemento que hace la sujeción esté a la altura correcta. Este tipo de geometría es utilizada varias veces para lo cual entra el uso de Visual Basic y otras herramientas de CATIA, como son el Powercopy y UDF. Estas herramientas nos ayudan a reducir tiempo de diseño y se pueden considerar una caja negra que desarrolla una secuencia de diseño previamente establecida. Lo que el diseñador debe hacer es identificar las entradas de esa secuencia para poder obtener la misma salida.

Fase 3. Evaluación

En esta etapa entran los Ingenieros de CAE, quienes toman la pieza diseñada para correr análisis en ella. Los análisis más comunes son las simulaciones de llenado del molde para identificar problemas que puedan repercutir en la pieza final, y los análisis de elemento finito aplicando esfuerzos en determinadas zonas de la parte para visualizar desplazamientos; en caso de que se requiera, proponer cambios en la geometría para darle mayor rigidez.

Fase 4. Factibilidad

Una vez que se tiene una pieza que ha pasado los análisis de CAE, el diseño es enviado al proveedor quien analiza la pieza y determina si lo puede manufacturar. Algunas veces corren sus propios análisis de CAE. El proveedor puede proponer cambios en la parte basado en sus análisis, propuestas que sólo el D&R puede negociar.

A continuación se enlistan algunas características que debe cumplir la parte plástica para asegurar su factibilidad:

Espesor constante. El mantener un espesor constante en toda la parte permite que la cavidad del molde se llene con mayor facilidad, de lo contrario se causarán problemas de diseño como pandeos. En caso de no poder mantener un espesor constante es necesario hacer transiciones de espesor para mitigar estas imperfecciones. También se deben respetar los espesores mínimos y sobre espesores indicados por el proveedor.

Ángulo de desmolde. El ángulo de desmolde facilita la expulsión de la parte del molde y depende de la profundidad de la parte y del uso final de la misma.

Esquinas. Las esquinas que forman ángulos de 90° son altos concentradores de esfuerzos, que cuando son lo suficientemente altos, pueden provocar una falla en la manufactura de una parte plástica. Para evitarlo se pueden agregar radios en los filos tanto de la cara A como de la cara B de la parte y sus valores deberán estar controlados de tal forma que mantengan el espesor nominal.

Uno de los resultados importantes de esta etapa es el desarrollo de los dibujos de la parte plástica que se está diseñando. Estos dibujos determinan los controles por medio del uso del Dimensiones y Tolerancias Geométricas -GD&T por sus siglas en inglés- que está

basado en la norma ASME Y14.5. Es de suma importancia que el GD&T sea claro y congruente ya que cualquier cambio provocaría una interpretación diferente del dibujo ocasionando un cambio en la cotización de producción por parte del proveedor.

Fase 5. Diseño Final

Como último paso, tanto el 3D y como el 2D son publicados en el sistema de documentos de **Ford** como una parte liberada.

CASO DE ESTUDIO: CUBIERTA ESTÉTICA

Durante el lapso de tiempo que abarca este trabajo se auxilió en el diseño de varias partes del grupo de Fascias, empero hubo una de la cual se tomó total responsabilidad: la cubierta estética. Esta parte tiene una función meramente estética que consiste en ocultar los elementos mecánicos del motor al momento en que el usuario abre el cofre del automóvil.



Figura 5. Contexto de la cubierta estética.

Fase 0: Definición

Al inicio del programa se definió que el diseño base de la cubierta estética sería tomado del modelo anterior aunque se modificaría debido a que este nuevo vehículo tendría piezas nuevas que afectarían el diseño final de la parte.

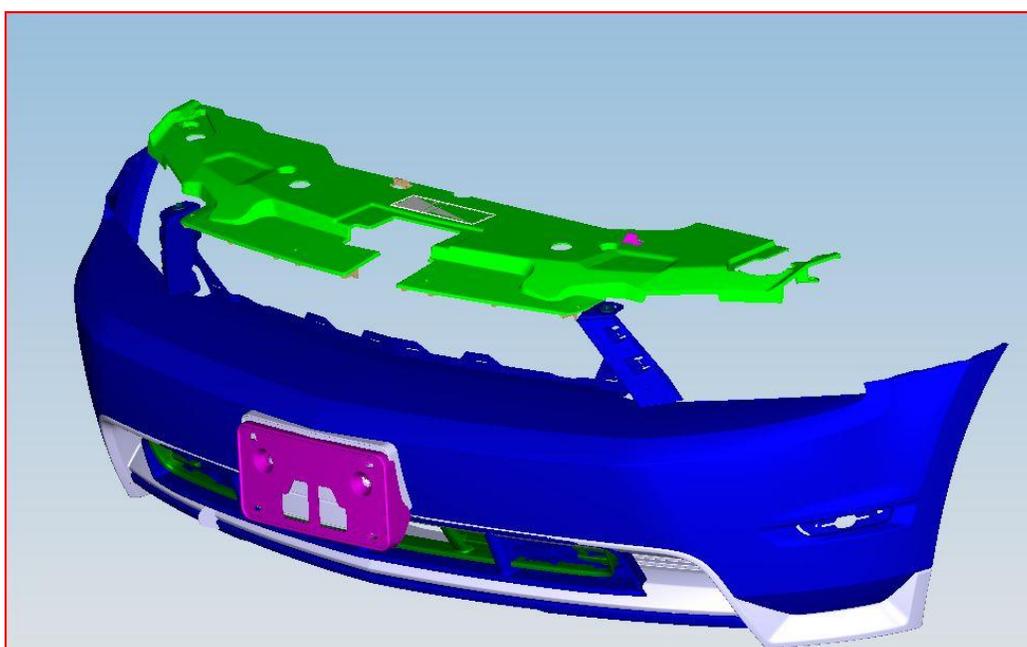


Figura 6. Cubierta estética en el visualizador de Teamcenter.

Fase 1: Secciones

El desarrollo de esta parte fue diferente, no tenía una clase A de Estudio. Todo partía de la propuesta desarrollada con base en la cubierta estética del modelo anterior.

El primer paso fue identificar el contexto de la Cubierta Estética usando Teamcenter® y su visualizador para la búsqueda. Las partes que resultaron de esta

búsqueda fueron las siguientes: fascia delantera, el refuerzo de la apertura de la parrilla - GOR por sus siglas en inglés- faros, radiador, espumas aislantes, sellos, varilla para sostener el cofre, cerrojo del cofre, candado del cofre, cable del sistema de apertura del cofre y el cofre.

Los requerimientos que se tenían que cumplir con una distancia mínima contra las partes estáticas del contexto generalmente de 6 milímetros. Contra el GOR se debía de estar cara a cara porque es la parte sobre la cual va a posar la cubierta. Contra las espumas se permite que exista una interferencia dado que son partes de aislamiento de ruido así como contra el sello. La interferencia puede ser de hasta medio milímetro.

Contra las partes dinámicas se debe mantener un claro mayor. Una de ellas es el conjunto formado por el cerrojo y el candado del cofre con quienes se debe mantener un distancia de por lo menos 10 mm tanto en su posición de bloqueo y desbloqueo. Además de los claros contra las partes, se debe cumplir un claro contra un estudio importante: el sobre desplazamiento.

Cuando cerramos el cofre de nuestro coche éste viaja más allá de su posición de cierre debido a la inercia que lleva, a esto se le llama sobre desplazamiento. El grupo que trabaja el diseño del cofre tiene la obligación de generar este estudio cuyo resultado es una superficie con el barrido de todo el movimiento del cofre hasta la condición de desplazamiento máximo; contra esta superficie se debe mantener un claro de 6 mm como requisito para el diseño de la cubierta estética.

Fase 2. Desarrollo de geometría 3D

Con estos requerimientos se reanudó el diseño de la cubierta estética. Con los conocimientos que se tenían al inicio se empezó a trabajar con operaciones básicas y en un modo sin historia de la geometría que se generaba. El equipo recomendó que el desarrollo fuera usando superficies -módulo de GSD-, para poder desarrollar una propuesta limpia y también para lograr un mayor conocimiento de ese tipo de desarrollo. El uso de dicho módulo fue de gran ayuda para poder generar superficies que cumplieran con el claro necesario contra el estudio de sobre desplazamiento del cofre, requerimiento en el que se invirtió la mayor parte del tiempo de diseño.

La primera aproximación de la cubierta no era simétrica, lo que no era de total satisfacción para el D&R quien sugirió que se cambiara el diseño para que fuera una parte simétrica y así fuera más agradable a la vista. Para ello, con ayuda del módulo de *Part Design*, se logró identificar en la estructura del sólido la operación a partir de la cual se podría editar para que se llegara al objetivo.

Para la estrategia de sujeción se definió que se usarían tornillos para que la cubierta se fijara al GOR. Para colocar los tornillos se ocupó un *powercopy* que ayuda a posicionar los tornillos en la ubicación deseada por el diseñador.

Fase 3. Evaluación

El diseño final de la parte fue enviada a CAE, quienes pidieron agregar algunas costillas a la parte para poder reforzar.

Fase 4. Factibilidad

De parte del proveedor pidieron cambios menores, como incrementar ángulos de desmolde así como incrementar alguno radios en la pieza. Por el tamaño de la pieza, la generación del dibujo no tomó mucho tiempo y las tolerancias y dimensiones geométricas fueron aceptadas por el proveedor.

Fase 5. Diseño Final

El diseño final de la cubierta estética estuvo listo a tiempo y entregado en forma. Fue enviado a los sistemas de *Ford* y aprobado como parte oficial.

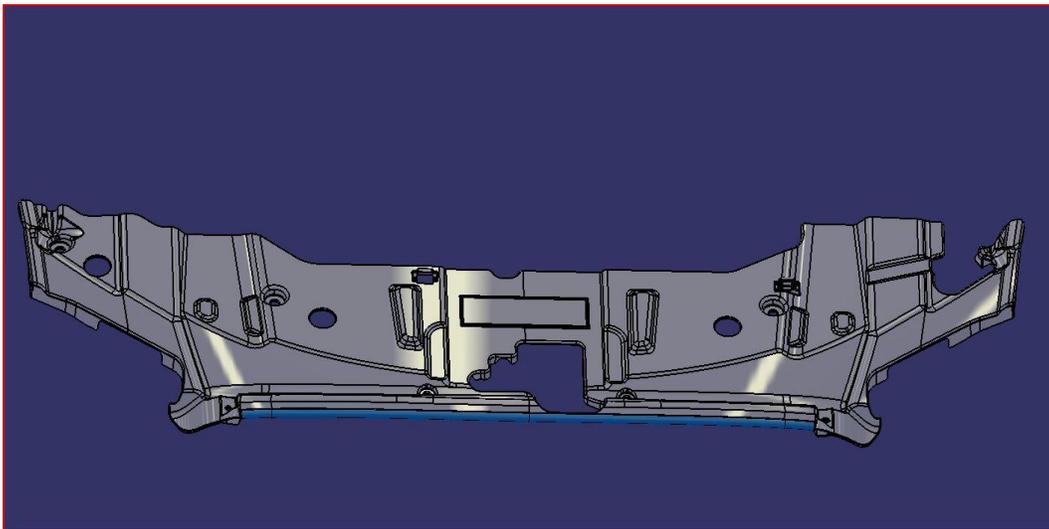


Figura 7. Diseño final de la cubierta estética en CATIA.

CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se describen las actividades que realiza un Ingeniero CAD en un proyecto de la industria automotriz **Ford**. Gracias al conocimiento adquirido en las materias cursadas durante la carrera se llegó a un entendimiento de algunas de estas actividades, a continuación se enlistan dichas materias:

Ingeniería de Manufactura. Para desarrollar las actividades de un Ingeniero CAD no se necesita más que una computadora y un teléfono; sin embargo, en algunas ocasiones durante las juntas de factibilidad con el proveedor se hablan con tecnicismos y nomenclaturas desconocidas para quien no ha tenido la oportunidad de ver un molde y de observar el proceso de moldeo por inyección. A pesar de que **Ford** agenda visitas al proveedor, no todos los ingenieros CAD pueden realizar el viaje al mismo tiempo. Por ello, las prácticas de inyección de plástico en la materia de Ingeniería de Manufactura permiten al ingeniero acercarse a la maquinaria y entender las nomenclaturas que se usan para este proceso de manufactura.

Dibujo Mecánico e Industrial. En esta materia se trabajó con un programa de CAD llamado Solid Edge con el que se empezó a construir elementos basados en bocetos y el manejo de sólidos dentro de un ensamble. Este tipo de desarrollo no es muy diferente al que ocupa CATIA lo que permitió la adaptación a esta herramienta en poco tiempo. Por ejemplo, cuando se requiere hacer un cilindro primero se dibuja un círculo en un boceto con un valor determinado de radio y posteriormente se genera un sólido a partir de este boceto.

Otro de los conocimientos adquiridos en esta materia fue la creación de dibujos a partir del 3D, que es como se desarrollan los dibujos en CATIA, alineados al sistema americano de dibujos.

En Dibujo Mecánico e Industrial también se impartió el conocimiento para la generación de dimensionamiento y tolerancias geométricas dentro de un dibujo. Con esto también se pudo conocer la simbología que se usa para dicho propósito.

Diseño y Manufactura Asistido por Computadora. En esta materia se reforzaron los conocimientos de CAD adquiridos en la materia de Dibujo Mecánico e Industrial ya que se trabajó con otro programa de CAD: NX.

Además del conocimiento de CAD en esta materia se tuvo el primer acercamiento a una forma de trabajo en equipo, interdisciplinaria, enfocada a objetivos y fechas de entrega que es básicamente como se trabaja en *Ford*. También se proporcionaron prácticas para entender los conceptos de requerimiento y especificación.

Temas Selectos de Diseño I. El temario de esta materia estuvo enfocado en la industria automotriz por lo que los temas que se impartieron ayudaron a que se entendiera la clasificación de los segmentos de automóviles en la industria automotriz, así como a identificar las variantes de un automóvil, conocer los sistemas del mismo y las abreviaturas usadas dentro la empresa. Un ejemplo de aplicación de este conocimiento es la identificación de variantes y cómo afectan la estructura de Teamcenter®. En la actualidad los vehículos que se encuentran en el mercado tienen diferentes versiones: austera, con bolsas de aire laterales, con vidrios eléctricos, etc. El número total de versiones o variantes, indica el número de ensambles que se deben tener en Teamcenter®.

Computación para Ingenieros y Análisis Numérico. En ambas materias se puso en práctica el desarrollo de código, principalmente en lenguaje C. Estas materias establecieron una metodología y una estructura para la generación de programas utilizando buenas prácticas de programación como comentar líneas de código y utilizar sub rutinas entre otras. También sirvieron para mejorar el uso de sentencias de control de flujo como la sentencia If, For, Do While, Case.

Aunque para programar en CATIA se usa el lenguaje de programación llamado *Visual Basic*, es suficiente con estudiar la sintaxis de este lenguaje para poder aplicar los conocimientos adquiridos programando en C.

De los usos que tiene el conocimiento de programación es para el desarrollo de macros y automatizar operaciones repetitivas durante el proceso de diseño. Por ejemplo, si se necesita renombrar una vista en un dibujo se puede generar el código necesario para que nos coloque un cuadro de texto con el nombre de la vista. Esto es una actividad que a lo mejor al Ingeniero CAD le tomaría medio minuto, pero si se tiene un dibujo con “n” cantidad de vistas se invertiría más tiempo en esta tarea y habría más riesgo de un error por parte del Ingeniero CAD. Con estas macros podemos evitar errores así como ahorrar tiempo y fatiga.

Las materias que se mencionaron proporcionaron los conocimientos técnicos para enfrentar ciertos problemas, pero hubo otras materias que aportaron herramientas y competencias para enfrentar aquellas situaciones que no tenían que ver con algún problema técnico. Una de esas competencias la realización de presentaciones.

El desarrollo de una metodología para realizar presentaciones orales ante un público es importante, ya no se sabe en qué momento se tendrá la necesidad de realizar una ni

cuánto tiempo se tendrá para prepararla. Se puede decir que en todas las materias de la carrera se pide desarrollar presentaciones, que es una ventaja ya que promueven el desarrollo de esta habilidad. Sin embargo, hay materias como **Cultura y Comunicación** que enseñan a ser claro y concretos con nuestras exposiciones así como buenas prácticas al crear diapositivas y el manejo del cuerpo y el espacio al exponer.

Una de las áreas de oportunidad de los egresados de la Facultad de Ingeniería es la falta de conocimiento del idioma inglés y trabajar dentro de una empresa global exige al ingeniero el tener un conocimiento sólido de este idioma. Uno puede entrar a una teleconferencia en la mañana con el departamento de Estudio ubicado en Cologne, Alemania, al medio día una conferencia con ingenieros de Estados Unidos y en la tarde una conferencia con los diseñadores de la India.

La Facultad de Ingeniería cuenta con la estrategia de tener una semana impartida en idioma inglés, sin embargo no es suficiente para competir con otras instituciones cuyos egresados han tenido semestres enteros en inglés y manejan términos de Ingeniería en este idioma. **La Facultad de Ingeniería debería tener materias que sean completamente en inglés para poder contrarrestar esta desventaja.**

Los empleados en una empresa global aparte de ser de diferentes nacionalidades también tienen profesiones distintas, esto permite el trabajo en equipos multidisciplinarios. En los últimos semestres de la carrera las materias se toman con compañeros de diferentes ingenierías, lo que permite diferentes formas de pensar y de realizar los trabajos. Estas diferencias posibilitan desarrollar una apertura hacia nuevas opiniones y a generar ideas más grandes, competencias requeridas en el campo laboral.

Aprendizajes

Durante el tiempo que se desarrolló este trabajo se obtuvieron los siguientes aprendizajes.

Ford Motor Company está invirtiendo gran parte de su capital humano en el desarrollo de proyectos de innovación y automatización de procesos, los cuales se basan en pequeñas macros que funcionan dentro de CATIA o que lo relacionan con otros programas, como Excel. Todo empieza con que se identifique una tarea que sea repetitiva durante el proceso de diseño y tratar de generar un paso que permita desarrollarlo de forma automática. Es tal la importancia que le da *Ford* a este tipo de mejoras que cada año desarrolla los *Tech Awards* en donde cada región de *Ford* (Norteamérica, México, Asia Pacífico, Europa y Sudamérica) presenta los proyectos desarrollados durante ese año para que los altos mandos de la compañía elijan al mejor. La participación en este tipo de eventos permite tener exposición ante la gerencia, razón para ser un buen candidato para una promoción.

Una de las actividades del día a día para el Ingeniero CAD son las juntas ya sea presenciales o a distancia por medio de videoconferencias. De este tipo de comunicación se aprendió que son foros en donde la opinión de cada persona cuenta sin importar el puesto o función, logrando así facilitar el encontrar la solución a determinados problemas.

Hay una herramienta que durante este tiempo mostró su alta importancia para empresas globales: el correo electrónico. El correo electrónico durante la universidad sirve para la comunicación y entrega de trabajos, y en este tiempo de experiencia profesional demostró ser una herramienta de documentación e historial. La mayoría de los acuerdos que se tienen en el área de CAD se hacen por escritos que son transmitidos por correo electrónico. Si al final nuestro producto resulta con una imperfección o alguna falla debida

a una equivocación, los correos electrónicos nos sirven para protegernos de alguna llamada de atención, por ello es recomendable el tener un respaldo de todo acuerdo que se haga.

Otro punto a resaltar son las actividades que desarrolla un diseñador en **Ford** de México a un diseñador en Estados Unidos. Aquí los diseñadores tienen la posibilidad de manejar en mayor medida las herramientas como Teamcenter® y su contenido a diferencia de nuestra contraparte del norte cuyos diseñadores primarios son muy celosos en compartir este tipo de actividades. Esto permite un mayor conocimiento de las funciones y herramientas que utiliza un diseñador primario, fomentando así el aprendizaje para poder subir de puesto.

Retrospectiva y replanteamientos

Mi ingreso a la industria automotriz y mi desarrollo como un ingeniero de diseño me han permitido darme cuenta que la UNAM proporciona las herramientas para llegar hasta dónde estoy y amplía mi horizonte profesional. En este momento estoy capacitado para desarrollar partes plásticas de fascias, aunque bien podría desempeñarme en cualquier otra parte plástica de un coche con la experiencia que tengo y los requerimientos de manufactura aprendidos. Y no sólo dentro de **Ford**, ya que existen otras empresas que también tiene su parte de diseño, ya sean ensambladoras o proveedores, y que se encuentran dentro y fuera de nuestro país, lo que incrementa mis probabilidades de trabajar en el extranjero.

Otro escenario sería estudiar una maestría en el área de materiales que incrementaría mis conocimientos técnicos; **Ford** tiene sus propios convenios con escuelas como la UNAM, el Tecnológico de Monterrey, el MIT (Massachusetts Institute of Technology)

entre otras, donde sus empleados pueden tener acceso a sus maestrías tras un proceso de selección y en algunos casos, se dan permisos temporales para asistir a maestrías en otros países conservando el puesto.

El último escenario sería continuar desarrollándome dentro de **Ford** y poder llegar a ser un Diseñador Primario dentro del área de CAD para lo cual debo reforzar más mis conocimientos de manufactura, diseño y agregar conocimientos de administración y manejo de personal.

Con base en todo lo mencionado, me siento agradecido con la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme capacitado y preparado para divisar todas estas opciones que se me presentan y que permiten mi crecimiento profesional y personal.

ANEXO



Ilustración 1. Ford y su Quadricycle.



Ilustración 2. Entrada de la planta de Cuautitlán.



ONE FORD

UN EQUIPO • UN PLAN • UNA META

	Conductas esperadas
ONE TEAM UN EQUIPO <p>Un grupo de personas trabajando juntas como parte de una empresa global esbelta que busca continuar liderando el mercado automotriz a través de:</p> <p><i>Satisfacción de los clientes, los empleados, los distribuidores, los inversionistas, los proveedores, los sindicatos/comités y la comunidad</i></p>	Foster Functional and Technical Excellence Promover la excelencia funcional y técnica <ul style="list-style-type: none">• Conocer el negocio y apasionarse por él y por nuestros clientes• Demostrar y construir excelencia funcional y técnica• Asegurar la disciplina en los procesos• Tener una filosofía y práctica de mejora continua
ONE PLAN UN PLAN <ul style="list-style-type: none">• Realizar una reestructuración profunda para operar de manera rentable en función de la demanda actual y de las cambiantes mezclas de modelos• Acelerar el desarrollo de nuevos productos que nuestros clientes desean y valoran• Financiar nuestro plan y mejorar nuestro estado financiero• Trabajar en conjunto de manera eficaz como un equipo	Own Working Together Trabajar en equipo <ul style="list-style-type: none">• Crear un equipo de personas capaces y motivadas que trabajan en conjunto• Incluir a todos; respetar, escuchar, ayudar y valorar a los demás• Construir relaciones sólidas, trabajar en equipo, trabajar para el desarrollo propio y de los demás• Comunicarse de manera clara, concisa y honesta
ONE GOAL UNA META <p>Lograr que Ford sea una empresa viable y excitante que genere crecimiento rentable para todos</p>	Role Model Ford Values Modelar los valores de Ford <ul style="list-style-type: none">• Mostrar iniciativa, valor, integridad y ser un buen ciudadano• Mejorar la calidad, la seguridad y la sustentabilidad• Tener una actitud de confianza y de buscar soluciones, y fortaleza emocional• Disfrutar del momento y pasarla bien con los demás- nunca divertirse a expensas del otro
	Deliver Results Entregar resultados <ul style="list-style-type: none">• Enfrentar positivamente nuestra realidad comercial; desarrollar planes amplios y convincentes y mantener al mismo tiempo una visión de empresa• Tener expectativas elevadas e inspirar a otros• Tomar decisiones atinadas basándose en hechos y datos reales• Hacemos responsables nosotros mismos y a quien corresponda de la entrega de los resultados y de la satisfacción del cliente

Ilustración 3. Ideología One Ford.

BIBLIOGRAFÍA

- Ziethen, Dieter, *CATIVA V5: Macro Programming with Visual Basic Script*, Ed. McGraw Hill.
- *Administrative Assistant*, Ford Motor Company, Sede Cuatitlán. 2000.
- *Manual Informativo para el Personal Sueldo por Hora*, Ford Motor Company, Santa Fé, 2011.

MESOGRAFÍA

- Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C. Sistemas de gestión de la calidad – Fundamentos y Vocabulario. (Consulta: 10/01/2015)
- Ross, Emmett, *VB Scripting for CATIA V5*, eBook. (Consulta: 11/11/2014)
- “One Ford para un mundo desafiante”. @Ford, página 08, noviembre del 2008. (Consulta: 13/11/2014)
http://www.at.ford.com/news/Publications/Publications/@Ford_0811_es.pdf
- “Vba. Conceptos Básicos”. Aplica.Excel. (Consulta: 10/10/2014)
<http://aplicaexcel.galeon.com/macros.htm>
- “Examples of Past projects”. The Learning Factory, The Pennsylvania State University, College of Engineering. (Consulta: 10/10/2014)
<http://www.lf.psu.edu/Projects/?pid=297>