



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Ingeniero de Diseño para
Ford Motor Company**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Mecánico

P R E S E N T A

Julio Francisco Santiago Morales

ASESOR(A) DE INFORME

Adrián Espinosa Bautista



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2018

AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Como testimonio de gratitud y eterno reconocimiento por el apoyo que siempre me han brindado y que me ha permitido terminar mis estudios profesionales, lo que representa para mí, la mejor herencia.

A la UNAM y en particular a la Facultad de Ingeniería por haber sido mi casa durante cinco años y formarme como ingeniero.

Al Dr. Adrián Espinosa Bautista por la revisión de este informe y sus consejos.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1 MARCO DE REFERENCIA.....	6
1.1 FORD MOTOR COMPANY.	
1.2 MISIÓN Y VISIÓN DE LA EMPRESA.	
1.2.1 <i>Misión.</i>	
1.2.2 <i>Visión.</i>	
1.3 HISTORIA DE LA EMPRESA.	
1.4 PRESENCIA DE FORD EN MÉXICO.....	
1.4.1 <i>Organigrama de Ford México.</i>	
2 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO.....	11
2.1 CARGO DENTRO DE LA EMPRESA.	
2.2 PERFIL DEL INGENIERO DE DISEÑO.....	
2.3 RESPONSABILIDADES DE UN INGENIERO DE DISEÑO.....	
2.3.1 <i>Actividades generales.</i>	
3 ACTIVIDADES REALIZADAS Y RESULTADOS.....	14
3.1 DISEÑO DE COMPONENTES.....	
3.2 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	
3.2.1 <i>Material y proceso de manufactura.</i>	
3.2.2 <i>Sujeción de la pieza.</i>	
3.2.3 <i>Diseño en contexto.</i>	
3.2.4 <i>Factibilidad de la pieza.</i>	
3.2.5 <i>Estética de los componentes.</i>	
3.3 DISEÑO ROBUSTO.	
3.3.1 <i>Herramienta de eficiencia.</i>	
4 CONCLUSIONES.....	25
REFERENCIAS.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1.	<i>Logo de la marca Ford</i>	6
Fig. 2.	<i>Ford modelo T.....</i>	8
Fig. 3.	<i>Organigrama Ford de México.....</i>	9
Fig. 1.	<i>Interior de la puerta de un Ford Focus 2015.....</i>	15
Fig. 2.	<i>Ensamble botones de control de la ventana y agarradera de copa Ford Focus 2015.....</i>	15
Fig. 3.	<i>Proceso cíclico de desarrollo del producto.....</i>	17
Fig. 7.	<i>Cubierta de interruptor 5G Audi A3 2016 lado B.....</i>	19
Fig. 4.	<i>Molde de inyección pieza de plástico.....</i>	21
Fig. 5.	<i>Pieza de plástico con rechupe -----</i>	22

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz en México ha representado, en la etapa reciente, un factor de alta importancia para la economía mexicana. En un principio, las condiciones geográficas privilegiadas de nuestro país, la mano de obra barata, los bajos costos de operación y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte fueron los factores que permitieron una fuerte inversión extranjera en el país en este sector. Sin embargo, el buen desempeño del trabajador mexicano y el reconocimiento a la calidad en la educación de las escuelas de ingeniería del país han permitido que México crezca también en el desarrollo de ingeniería, contando cada vez más con grandes centros de ingeniería en el país donde se desarrollan tecnologías y productos de competencia mundial, mostrando que México es un país que ofrece ingeniería de excelente calidad y con los más altos estándares.

Desde febrero del 2018 he laborado para la empresa Ford Motor Company del sector automotriz en el departamento de desarrollo del producto, donde he desempeñado actividades varias como el diseño de piezas de plástico para producción en masa utilizando software CAD, revisión de diseño con proveedores, resolución de problemas de factibilidad de piezas y sistemas, mejora continua de procesos, mantenimiento e intercambio de información de herramientas de CAD, desarrollo de propuestas de innovación que puedan generar patentes a la empresa e incluirse y adaptarse en nuevos modelos y verificación del diseño asistido por computadora mediante software de gestión de ciclo de vida del producto. El presente trabajo tiene como objetivo presentar de manera concreta la experiencia profesional que he adquirido al laborar para esta empresa, los retos que he enfrentado en mi labor como ingeniero de diseño y los métodos de solución que he implementado haciendo uso de los conocimientos que adquirí durante mi formación como ingeniero mecánico en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, de manera que pueda hacerse una evaluación sobre el ejercicio ético, responsable y de calidad de mi profesión como ingeniero. En la sección 1, se expone una breve introducción a la empresa, su historia, las actividades que desarrolla y la presencia y participación de esta en México. En la sección 2 se describe el puesto de trabajo Ingeniero de Diseño para Ford Motor Company. En la sección 3 hago un resumen de mis actividades como ingeniero de diseño y los retos que he enfrentado en mi tiempo en la empresa y como los he solventado. Finalmente, en la sección 4 hago una conclusión sobre mi experiencia profesional y mi tiempo en la empresa.

Capítulo 1

1 MARCO DE REFERENCIA

1.1 Ford Motor Company

Ford Motor Company es una empresa del sector automotriz dedicada al diseño, producción y venta de automóviles. La empresa ofrece una gran variedad de productos y modelos de vehículos, que varían de acuerdo a la región, bajo las marcas emblema de la compañía Ford y Lincoln, teniendo participación principalmente en Norte América, Europa, Asia del pacífico, Sudamérica y África. Además, Ford Motor Company es poseedor de un 8% de las acciones de la marca Aston Martin y de un 49% de las acciones de la empresa china Jiangling. También, Ford provee servicios de crédito a través de Ford Credit y servicios de movilidad a través de Ford Movility.



Figura 1. Logo de la marca Ford [1]

1.2 Misión y visión

Ford tiene como objetivo y compromiso el ser una compañía confiable en términos de movilidad y diseño de vehículos inteligentes que favorezcan la vida diaria de las personas, ayudándolas a transportarse de manera libre y segura.

1.2.1 Misión

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 nuestro negocio.

1.2.2 Visión

Nuestro compromiso es ser la compañía más confiable en términos de movilidad y diseño de vehículos inteligentes que ayuden a las personas a transportarse de manera libre y segura.

1.3 Historia de la empresa

Ford Motor Company fue fundada en junio de 1903 bajo el mando de Henry Ford en Dearborn, Michigan. Henry nació el 30 de julio de 1863 como primogénito de los seis hijos que tuvieron sus padres, William y Mary Ford. Desde pequeño, Henry, mostró aptitudes para la mecánica, construyendo su primer motor a vapor a la edad de 12 años con refacciones que obtuvo en la tienda de repuestos para maquinaria donde trabajaba. En 1896 alcanzó la cima de sus experimentos con la creación de un vehículo autopropulsado al cual llamó cuadríciclo, el cual consistía en un motor montado sobre un marco sujetado por cuatro ruedas de bicicleta, el cual sería el primer vehículo de Ford.

La historia de la automoción vivió una verdadera revolución cuando, en 1903, se fundó la Ford Motor Company, con Henry Ford participando con el 25,5% de las acciones y actuando como vicepresidente e Ingeniero jefe. Henry Ford hizo posible su sueño de producir un automóvil que fuese asequible, fiable y eficiente con la introducción del modelo T en 1908. Este vehículo marcó el inicio de una nueva era en el transporte personal, ya que era de fácil manejo, lo que le dio el éxito inmediato, consolidando así a la Ford Motor Company como una de las principales industrias en la era moderna.



Figura 2. Ford Modelo T [2]

1.4 Presencia de Ford en México

En Ford se encuentran actualmente contratados 8,700 empleados en las diferentes dependencias de la empresa en el país. Tras 94 años de presencia en México, puede resumirse la actividad de la empresa en el país como sigue:

- Planta Cuautitlán (desde 1964)
 - Planta de Estampado y Ensamble
 - Fabrica actualmente el Ford Fiesta
- Planta Hermosillo (desde 1986)
 - Planta de Estampado y Ensamble
 - Fabrica actualmente el Ford Fusion, Lincoln MKZ, ambos en sus versiones híbridas y enchufables
- Planta Chihuahua (1983, 2009 y 2018)
 - Planta de Motores I
 - Planta de Motores II
 - Planta de Motores III
 - Fabrica motores Duratec I-4, Power Stroke Diésel de 6.7 litros V8, Diésel de 4.4 litros y 3 cilindros 1.5 litros.

- Planta Irapuato (2017)
 - Planta de Transmisiones 6F y 8F
- Oficinas Corporativas en Ciudad de México.
- Centro de Ingeniería en Ciudad de México.
 - Donde se encuentran laborando actualmente 1500 ingenieros.

1.4.1 Organigrama de Ford México

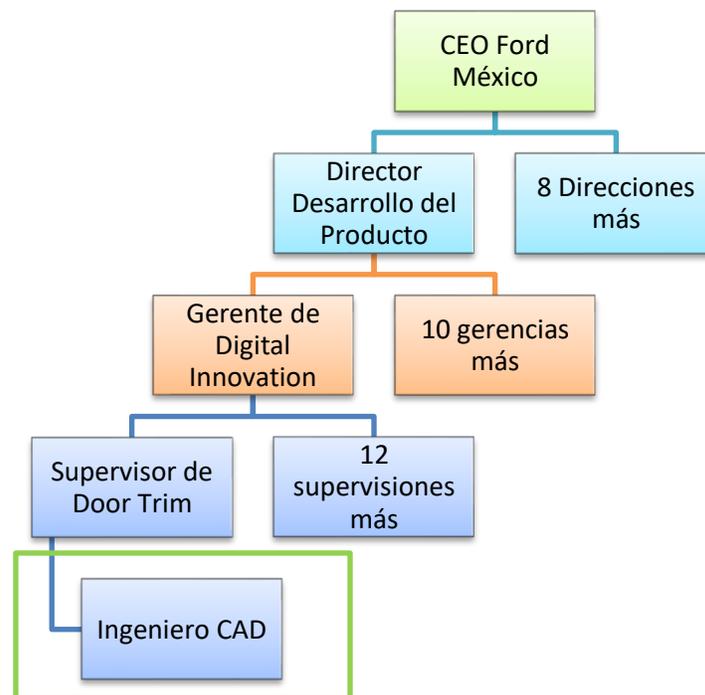


Figura 3. Organigrama Ford de México

Capítulo 2

2 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

Dentro de la empresa, me he desempeñado con el cargo de Ingeniero de Diseño dentro del área de *Digital Innovation*. En el presente capítulo se hace una descripción del perfil necesario para ser un ingeniero de diseño y las funciones y responsabilidades que tiene un ingeniero de diseño en el área de desarrollo del producto en Ford Motor Company.

2.1 *Cargo dentro de la empresa*

En el departamento de Diseño del Producto se encuentra el área de *Digital Innovation* la cual se encarga de la ingeniería detallada de modelos en 2 y 3 dimensiones de componentes físicos del auto. Se trabaja desde el diseño conceptual del vehículo y forma del producto hasta el diseño de los procesos de manufactura de estos. En el área *Digital Innovation* nos encontramos divididos en equipos multidisciplinarios que dedican sus esfuerzos a trabajar determinada área del automóvil, en general, podemos dividir estos equipos en dos grandes áreas, el exterior del vehículo y el interior del vehículo. En el interior del vehículo tienen participación el equipo de consolas, el de panel de instrumentos, el de puertas, el de techos, el de componentes al interior del vehículo de materiales suaves y el de componentes al interior del vehículo de alta resistencia, entre otros. Mi participación ha sido desde el día 6 de febrero y hasta la fecha en el equipo de puertas como ingeniero de CAD.

2.2 *Perfil del ingeniero de diseño*

Para el cumplimiento de sus labores, es necesario que el ingeniero de CAD cuente con conocimiento y bases sólidas en las siguientes áreas:

- Metodologías de diseño.
- Procesos de manufactura para materiales metálicos y no metálicos.
- Conocimiento técnico de software de diseño mecánico.
- Conocimiento en software de gestión de ciclo de vida de un producto.
- Interpretación de normas y requerimientos con lenguaje técnico.

Además, la constante comunicación entre áreas funcionales de la empresa demanda que el ingeniero tenga habilidades de comunicación en negociaciones ganar-ganar tanto en inglés como en español, de manera que pueda expresar de manera efectiva sus ideas y propuestas en todo momento sin comprometer el resultado final del trabajo realizado.

Dentro de la Facultad de Ingeniería, pude desarrollar dichas habilidades y conocimientos, al ser enfrentado en cada asignatura a diferentes proyectos escolares que demandaban la aplicación de conocimiento y habilidades de comunicación tanto entre los compañeros de equipo como para exponer el resultado final en clase. Resalto las asignaturas cursadas en el módulo de diseño de los últimos dos semestres, dado que en asignaturas como *Diseño y Manufactura Asistidos por Computadora* pude adquirir las bases de cada una de las etapas que forman el desarrollo de un producto, desde su conceptualización hasta la manufactura del mismo, dimensionar el impacto de cada una de las decisiones que tomo día a día en mi labor como ingeniero de diseño y el poder identificar áreas de oportunidad dentro de los procesos de la empresa que me permitan generar soluciones y mejoras a estos.

2.3 Responsabilidades de un ingeniero de diseño

Como ingeniero de CAD en el equipo de puertas en *Digital Innovation*, tengo a mi responsabilidad el diseño de diferentes componentes de la puerta, para los cuales debo trabajar la generación de conceptos en 3D a lo largo de las diferentes etapas del proceso de desarrollo del producto logrando que dichos componentes cumplan todos los requerimientos de seguridad, calidad, funcionalidad, estética, etc. que demanda la marca para que el producto final sea el deseado de acuerdo con los estándares que maneja la empresa y la marca.

2.3.1 Actividades generales

Las funciones de un ingeniero de CAD son variadas a lo largo de todo el proceso de diseño. En las diferentes etapas del proceso de diseño tenemos diferentes entregables que presentamos para las áreas con las que trabajamos en conjunto y poder recibir realimentación de los conceptos de diseño que hemos generado. A continuación, se enlistan las actividades generales de un ingeniero de CAD:

- Desarrollo de modelos geométricos en 3-dimensiones, así como planos de manufactura.
- Evaluación del ensamble final de los componentes.
- Revisión de diseño con proveedores.
- Resolución de problemas de factibilidad de piezas.
- Mejora continua de procesos.
- Mantenimiento e intercambio de información de herramientas de CAD.

Capítulo 3

3 ACTIVIDADES REALIZADAS

En este capítulo se detallan las actividades realizadas durante este tiempo de trabajo dentro de la empresa.

3.1 *Diseño de componentes*

Desde el mes de febrero he estado involucrado en el diseño de una camioneta SUV por sus siglas en inglés que significa *Sport Utility Vehicle*. Para la cual he tenido a mi cargo el diseño de tres diferentes componentes para las cuatro puertas y en todas sus diferentes versiones que serán producidas y vendidas alrededor del mundo y he trabajado dichas piezas a lo largo de la vida del programa, pasando por la mayoría de las etapas del proceso de desarrollo del producto que involucran a un ingeniero de CAD en Ford.

Los componentes del ensamble final de la puerta se dividen en dos categorías: aquellos que contienen superficie clase A y los que no. En Ford, llamamos clase A a toda superficie de un componente que quedará visualmente expuesta al usuario final del vehículo, algunos componentes con clase A son:

- Descansabrazos
- Guarda mapas
- Cubierta del switch
- Palanca para abrir la puerta

En la figura [4] se muestra el lado A del ensamble final de la puerta de un Ford Focus 2015.



Figura 4. Interior de la puerta de un Ford Focus 2015

Dentro de los componentes del ensamble final de la puerta que no contienen clase A, se encuentran los mecanismos de apertura y cierre de la puerta, cableado, los refuerzos interiores, aisladores de calor y ruido, entre otros.



Figura5. Ensamble botones de control de la ventana y agarradera de copa Ford Focus 2015

3.2 *Consideraciones de diseño*

Para los componentes que contienen clase A se trabaja directamente con otra área, la cual se encarga de definir la forma final de las superficies clase A que quedan a la vista del cliente. Por mi parte, como ingeniero de diseño debo trabajar con dichas superficies en el software CATIA para generar conceptos de diseño final de la pieza que serán evaluados por áreas como: CAE, manufactura, seguridad, etc. Quienes basados en sus estudios y pruebas me darán realimentación para que yo genere cambios en el concepto planteado inicialmente. De manera que trabajamos en un proceso cíclico a través de las diferentes etapas de diseño.

En la figura [6] se muestra a grandes rasgos el proceso cíclico con el que trabajamos en el departamento de diseño del producto en Ford. Del área de *Studio* es de quien recibimos la forma definitiva que deben tener aquellas superficies que serán visibles para el usuario del vehículo. En *Digital Innovation* realizamos generación de conceptos para el diseño, la manufactura y el ensamble final de los componentes. En las áreas de CAE, *Safety* y *Craftmanship* se realizan simulaciones asistidas por computadora y pruebas físicas con prototipos para confirmar que la propuesta de diseño cumple con los requerimientos y normas que marca la ley y los estándares de calidad y seguridad de la empresa. El área de manufactura, normalmente un proveedor externo a Ford, confirma que la propuesta de diseño que hacemos sea factible de acuerdo con sus capacidades de manufactura y producción. Finalmente, en *Fit & Finish* se aseguran de que la propuesta se encuentre dentro de presupuesto y cubra el plan de negocio que la compañía tiene presupuestado.

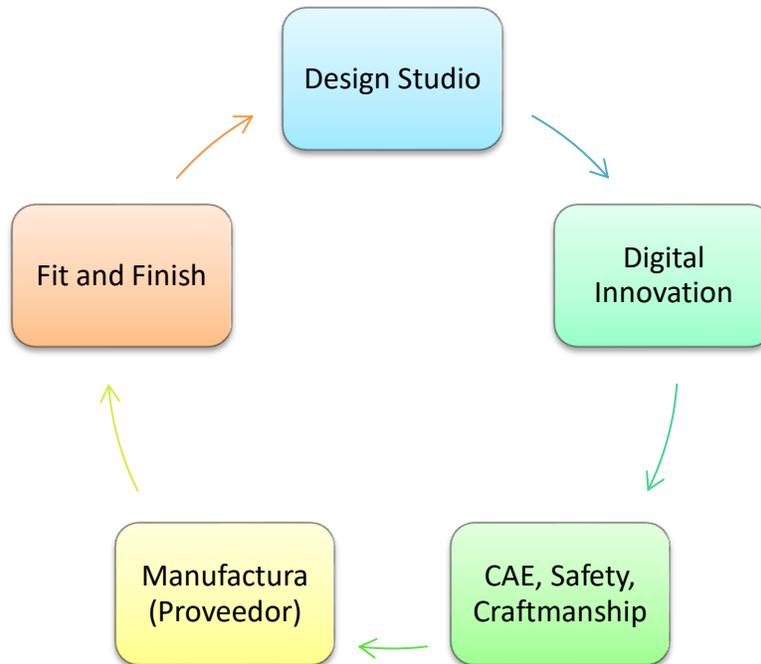


Figura 6. Proceso cíclico de desarrollo del producto

Particularmente, considero que la asignatura de *Diseño y Manufactura Asistidos por Computadora*, del plan de estudios de ingeniería mecánica 2006, me ayudó a conocer las bases de un proceso de diseño y a conocer las herramientas técnicas que requiero en mi trabajo para poder generar eficazmente modelos y conceptos tridimensionales en software CAD.

3.2.1 Material y proceso de manufactura

Para poder iniciar la generación de un concepto, debí considerar el material del cual serán fabricados mis componentes. Este es decidido previamente por los ingenieros del área de *Design Studio*, quienes, basados en modelos previos, presupuesto final del vehículo, apariencia deseada del componente y otros factores, determinan el material en que será fabricada la pieza, cabe mencionar que este puede cambiar en el proceso de diseño al pasar por el proceso cíclico antes mencionado.

Una vez conocido el material, debo considerar un método de manufactura adecuado, con base en las características de la pieza y los requerimientos que esta tenga. Para el caso de puertas, las piezas con superficie A son normalmente fabricadas de algún polímero y pueden tener diferentes acabados o incluso ir forradas de algún material suave, como es el caso del

Descansabrazos, el cual normalmente consiste en tres capas de diferentes materiales, un material plástico que da estructura a la pieza, un material suave que da confort al usuario al apoyar el brazo y un forro que puede ser de piel o tela que recubre el material suave y brinda la apariencia final a la pieza.

Entre los métodos de manufactura más comunes para los materiales plásticos se encuentran:

- Soplado
- Extrusión
- Termoformado
- Inyección
- Moldeo rotacional

Para la correcta selección del proceso de manufactura debí considerar las características finales deseadas en mis componentes como el acabado, si se requiere o no un espesor constante, la forma final de la pieza, además del costo de producción del proceso.

Para poder enfrentar dicho reto, resultaron de mucha utilidad los conocimientos que adquirí en asignaturas como *Materiales no metálicos* y *Modelado de procesos de manufactura*.

3.2.2 Sujeción de la pieza

Posteriormente tuve que generar propuestas de sujeción para mis componentes. En un inicio, al recibir solamente superficies por parte de *Design Studio*, se tienen seis grados de libertad de movimiento en los componentes. Por esto, con base en los grados de libertad requeridos en el ensamble final se propuso una estrategia de fijación que solo permita el movimiento de estos.

Para generar una estrategia de fijación funcional consideré diferentes aspectos como el tipo de herramienta que se requiere para el ensamble, interacción con componentes vecinos, estándares de calidad y seguridad de la empresa, etc. En el caso de que se necesite una herramienta, debe diseñarse el espacio suficiente para el acceso a esta y cuidar que el técnico ensamblador o la máquina ensambladora puedan realizar el ajuste sin contratiempos, lo que acelera la producción y disminuye los costos de operación.

En la figura [7] se muestra un ejemplo de los elementos de fijación para una cubierta de botón de accionamiento de la ventana.

Como parte de los elementos de fijación, también debí agregar a mis componentes elementos llamados *localizadores*, los cuales permiten que el ensamblador al no estar familiarizado con el diseño de la puerta pueda identificar como es que esta va a ensamblarse. Los *localizadores*,

se señalan en uno de los entregables finales que son los planos de instalación y el técnico operador los ubica en la pieza con ayuda del plano de ensamblado y puede fácilmente realizar la instalación del componente.



Figura 7. Cubierta de interruptor 5G Ford Fiesta 2017 lado B [4]

3.2.3 *Diseño en contexto*

Algo esencial para el diseño de componentes en la industria automotriz es el conocer y estar pendiente del contexto que rodea tu pieza. Debe tenerse como objetivo primordial el diseñar la pieza de manera que esta interactúe, de manera adecuada y de acuerdo con los requerimientos, correctamente en el ensamble final del vehículo. El área de puertas normalmente tiene interacción con áreas como la de asientos, el área de sellado, el área de componentes rígidos, como lo son los pilares del carro, con el panel de instrumentos, con el mecanismo de abertura y cierre de la puerta y con el área de dispositivos electrónicos. De la misma manera, existe interacción entre los mismos componentes del interior de la puerta. La estrategia de ensamble varía de acuerdo con el vehículo.

Al iniciar el modelado de mis componentes para la generación del concepto o la propuesta de diseño, trabajé siempre teniendo en cuenta todas las interacciones de mis componentes, como con que otros componentes iban a ensamblar, como iba a desarrollarse el ensamble y con que otros componentes se tiene vecindad.

Para cubrir dichos requerimientos se cuenta con una serie de normas de diseño que basadas en experiencia de la empresa con modelos previos garantizan con su seguimiento el correcto funcionamiento del producto final. Apegado a estas normas de diseño propuse las interacciones necesarias para mis componentes.

3.2.4 *Factibilidad de la pieza*

La siguiente consideración que debí tomar en el diseño de mis componentes fue la factibilidad de manufactura de estos, es decir, que mis componentes pudieran ser manufacturados con el método de manufactura propuesto inicialmente.

Los componentes en los que trabajé, como la mayoría de las componentes del interior de la puerta, son manufacturados por inyección de plásticos. Es decir que debe crearse un molde en el cual los componentes serán inyectados. Por esta razón, se tiene una constante comunicación con el proveedor encargado de la manufactura de los moldes, ya que, dependiendo las características de la pieza, esta requerirá diferentes características en el molde y esto tendrá impactos sustanciosos en el costo de producción. Por lo que sostuve constantemente argumentaciones ganar-ganar con proveedores e ingenieros de manufactura de manera que pudiéramos generar el producto deseado.

Entre los factores a considerar para que una pieza de plástico manufacturada por inyección sea factible se encuentran: el espesor mínimo, punto de inyección, si el molde requiere acciones o no, radios mínimos, ángulos de desmoldeo de la pieza, entre otros. En la figura [8] se muestra el molde para la cubierta de una palanca de apertura.



Figura 8. Molde de inyección pieza de plástico [5]

Para poder garantizar que mis modelos cuentan con los requerimientos necesarios para ser factibles, utilicé diferentes herramientas de CATIA del módulo de *Part Design* como el *Draft Analysis* que te permite analizar los grados de desmoldeo de la pieza en sus diferentes zonas en una dirección determinada, el *Curvature Analysis* que permite estudiar los radios de curvatura de los componentes y el *Thicknes Analysis* que nos da una aproximación del espesor final de nuestra pieza en sus diferentes secciones.

3.2.5 *Estética de los componentes*

Al estar trabajando con componentes que contenían clase A, el aspecto visual de los componentes es de máxima importancia, ya que puede ser el factor definitivo de la opinión del cliente hacia nuestro producto.

Entre los aspectos que consideré para cuidar la estética final de mis componentes fue la ubicación de la línea de partición. En la inyección de plásticos se forma un defecto del producto conocido como línea de partición, que se forma por el material que escapa en la división entre el corazón y la cavidad del molde. Este defecto no puede ser evitado, por lo cual controlé la

ubicación de la línea de partición por medio de los ángulos de dirección de mis componentes, procurando que esta permaneciera oculta en el ensamble final.

Por otro lado, otro aspecto que cuidé en el diseño de mis componentes fue el evitar defectos de manufactura. En la inyección de plástico pueden presentarse diferentes defectos si se cuenta con un mal diseño. Por ejemplo, los rechupes, que se presentan cuando tenemos excesos en el espesor del material ya que cuando la pieza es enfriada para su solidificación, no se enfría uniformemente y los gradientes de temperatura provocan que se presente este defecto. En la figura [9] se muestra un ejemplo de una marca por rechupe en una pieza de plástico.



Figura 9. Pieza de plástico con rechupe [6]

3.3 *Diseño robusto*

Como se ha mencionado antes, la capacidad de reacción para realizar cambios en el concepto inicial planteado es de suma importancia hoy en día. Por este motivo es importante trabajar de manera robusta las propuestas en el software CAD. El trabajar de manera robusta se refiere a modelar los componentes de manera tal que podamos realizar cambios rápidamente, para esto hacemos uso de ciertas técnicas que permite CATIA como el *diseño paramétrico*, el cual nos permite seleccionar ciertas dimensiones clave de nuestro componente y referirlas a un parámetro que puede ser modificado fácilmente. Por ejemplo, el diámetro de un perno puede ser parametrizado, de manera que si por requerimientos de CAE debemos usar un perno de

diámetro mayor solo deberemos modificar el parámetro creado y el modelo creado en el software se actualizará automáticamente.

Las técnicas de diseño robusto deben obedecer una estructura estandarizada de manera global para todos los empleados Ford alrededor del mundo, de manera que, si el componente que has estado trabajando debe ser modificado por algún ingeniero de diseño ubicado en otra región del mundo, este pueda comprender y leer fácilmente la estructura y metodología utilizada en el modelado de la pieza y realizar la modificación necesaria sin complicaciones.

3.3.1 Herramienta de eficiencia

El diseño robusto nos permite generar geometrías que se actualicen de forma automática al cambiar los parámetros que hemos elegido. Dicha herramienta ha resultado de gran utilidad en la compañía dado que permite al diseñador reducir los tiempos de modelado en el software CAD.

Uno de los componentes que me fueron asignados, fue la pieza que aloja el botón del pasajero con el cual se controla la ventana de la puerta. El botón se obtiene de un proveedor por lo que su diseño es genérico y utilizado en diferentes modelos de la marca. De esta forma la pieza que alojará el botón debe tener siempre la misma cubierta que permite localizar y ensamblar el botón, dado que la geometría de este permanece constante en las diferentes versiones.

Por lo anterior, resultaba una inversión considerable de tiempo para cada diseñador, el tener que modelar de manera repetida una geometría que normalmente permanece constante. De esta forma, tomé la iniciativa de trasladar mi diseño de esta característica a lo que se conoce por su nombre en inglés como *Power Copy*. Un *Power Copy*, utiliza la herramienta de CATIA que permite trasladar una geometría creada en un archivo definido a cualquier otro archivo de trabajo. De esta forma podría crearse la geometría que aloja el botón en cualquier pieza tan fácil como un “copiar y pegar”.

Sin embargo, las geometrías a las que tiene que adaptarse dicho alojamiento del botón son variadas. Por esto, tuve que crear un diseño de manera robusta que permitiera, con la modificación de los parámetros que yo definí, adaptar la geometría a cualquier pieza.

Actualmente esta herramienta se encuentra siendo probada de manera local en el equipo de puertas de *Digital Innovation* en México y me encuentro recibiendo retroalimentación por parte de los usuarios, quienes me señalan mejoras que puedan aplicarse a la herramienta. Aplicando dichas mejoras se pretende presentar la herramienta a evaluación en el departamento de innovación de Ford para que pueda ser probada en otras regiones y posteriormente instalada en el catálogo de herramientas global de la compañía, al que todo diseñador de la empresa tiene

acceso y en donde se encuentran todo este tipo de herramientas que facilitan y hacen más eficiente nuestro trabajo como diseñadores día a día.

Capítulo 4

4 CONCLUSIONES

Los componentes en los que he trabajado a lo largo del programa se encuentran actualmente en etapa de liberación, es decir que han pasado ya las diferentes etapas de retroalimentación y se encuentran en evaluación para ser entregados al proveedor y que este pueda manufacturar los primeros prototipos para hacer pruebas de funcionamiento y calidad. Durante estas etapas de realimentación, los problemas han surgido y ha sido mi responsabilidad como ingeniero buscar solución a estos para lograr los resultados deseados. Mi capacidad de reacción ha sido lo suficientemente buena y me ha permitido adaptarme a las diferentes circunstancias y poder presentar mis entregables en tiempo y forma. Como he mencionado anteriormente, la Universidad Nacional Autónoma de México me ha otorgado las herramientas suficientes para comenzar mi vida profesional de manera exitosa, cada enseñanza de mis profesores me ha marcado para siempre buscar sobreponerme a los nuevos retos y poner en alto el nombre de mi institución. Considero que mi facultad no solo me ha brindado conocimientos sólidos en diversas áreas del conocimiento, también me ha formado un pensamiento enfocado a la correcta solución de problemas.

Como mencioné en la sección 3. Mi trabajo se encuentra altamente relacionado con procesos de manufactura y metodologías de diseño. Asignaturas como *Materiales No Metálicos*, *Modelado de Procesos de Manufactura y Diseño* y *Manufactura Asistidos por Computadora* han fungido como una base muy importante en mi formación que actualmente me permite continuar aprendiendo y desarrollándome en mi área de trabajo. Sin embargo, extendiendo la recomendación a futuros egresados interesados en el área de diseño en complementar su formación con otras asignaturas ofertadas en el módulo de diseño como *Diseño del Producto*, asignatura que en mi opinión resulta esencial para todo ingeniero que pretenda dedicarse al desarrollo de productos, no solo en el área automotriz. De igual manera, sugiero a los desarrolladores del plan de estudios profundizar en la realización de prácticas de laboratorio en asignaturas como *Materiales no metálicos* y *Metalurgia Física*, ya que la importancia de presenciar físicamente los fenómenos estudiados teóricamente en las asignaturas, facilita enormemente la comprensión del alumno de estos fenómenos en aplicaciones de la vida diaria.

Por otro lado, me gustaría resaltar la importancia de dominar el idioma inglés, ya que, al formar parte de una empresa transnacional, el inglés se vuelve una herramienta indispensable. En la UNAM tuve la oportunidad de cursar algunos niveles en el CELE, particularmente el curso de especialización en *speaking*, el cual me resultó de gran utilidad en el trabajo día a día, ya que

comúnmente, las áreas con las que trabajo se encuentran en diferentes regiones del mundo y el medio de comunicación es el idioma inglés. En el Facultad de Ingeniería, tenemos también la oportunidad de cursar un periodo de ciertas asignaturas impartido en inglés. Sin embargo, esta propuesta no se extiende en su totalidad a toda la plantilla de asignaturas, lo que considero como un área de oportunidad en mi casa de estudios, sobre todo en asignaturas de ingeniería aplicada del plan de estudios.

Finalmente, me gustaría concluir que el ser parte de una empresa como Ford, me ha hecho darme cuenta del nivel de la ingeniería mexicana, el cual se encuentra entre los más altos del mundo, pudiendo competir en calidad con países potencia como Estados Unidos, Alemania y Japón. Es un orgullo para mi poder formar parte de los proyectos en esta empresa y representar a mi querida Universidad que me ha brindado la mejor preparación para poder desempeñarme en un ámbito laboral de alta exigencia y competencia.

REFERENCIAS

- [1] Ford Motor Company. (2016-2017). Acerca de la compañía, México, CDMX. Recuperado de:
[https:// corporate.ford.com/acerca/compañía](https://corporate.ford.com/acerca/compania). [Último acceso 01 septiembre 2018].
- [2] Ford Motor Company. (2014-2016). Historia de la compañía, México, CDMX. Recuperado de:
[https:// corporate.ford.com/company/history.html](https://corporate.ford.com/company/history.html) [Último acceso 01 septiembre 2018].
- [4] ECS Component Store (2012-2013). Venta de Componentes de Autos. Michigan, EU. Recuperado de:
<https://www.ecstuning.com/b-genuine-volkswagen-audi-parts/window-switch-bezel/716867157e75r/> [Tomada el 06 septiembre 2018]
- [5] MECALUX Market (2013-2014). Moldes para inyección de plásticos. México, Edo. Mex. Recuperado de:
<https://www.logismarket.com.mx/pagsa/moldes-para-inyeccion/3764460643-3825975135-p.html> [Tomada el 10 septiembre 2018]
- [6] HAWK RIDGE SYSTEMS (2008-2010). Modelado en Solid Works. EU. Recuperado de:
<https://hawkridgesys.com/blog/solidworks-plastics-sink-marks> [Tomada el 11 septiembre 2018]
- [7] M.P. Groover. *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas*, 3^a edición, México. Pearson Education, 1997.