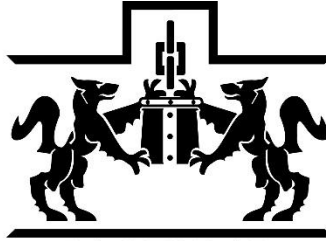


UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto Presidencial
del 3 de abril de 1981



LA VERDAD
NOS HARÁ LIBRES

UNIVERSIDAD
IBEROAMERICANA
CIUDAD DE MÉXICO ®

“DISEÑAR CON RECURSOS INTERNOS O SUBCONTRATADOS: UN
ACERCAMIENTO A MODELOS DE SERVICIO DE DISEÑO EN LA INDUSTRIA
AUTOMOTRIZ Y LA IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN”

TESIS

Que para obtener el grado de:

MAESTRO EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Presentan:

**LUIS FRANCISCO ARRECHEA ALCÁNTAR
SAULO DAVID CORTÉS CERVANTES**

Directora:

DRA. ALEJANDRA HERRERA MENDOZA

Lector:

Mtro. Edgar Ortiz Loyola Rivera Melo

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
3. JUSTIFICACIÓN.....	7
4. OBJETIVOS	8
4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
5. HIPÓTESIS.....	9
6. MARCO TEÓRICO.....	10
6.1. Cadena de Suministro en la Industria Automotriz.....	10
6.1.1. Historia de la Cadena de Suministro en la Industria Automotriz	12
6.1.2. Proveedores del primer nivel de la cadena de suministro o TIER 1	13
6.1.3. Proveedores de niveles subsecuentes de la cadena de suministro	14
6.2. Diseño y Producción.....	14
6.2.1. Estrategias de las Armadoras	15
6.2.2. Producción por Plataformas Automotrices y Sistemas Modulares.....	15
6.2.3. Diseño del Producto en la Industria Automotriz	16
6.2.4. Servicio de Diseño	19
6.2.5. Modelos de Servicio de Diseño.....	21
6.2.6. Costos del Modelo de Servicio de Diseño Subcontratado a Proveedores	23
6.3. Innovación Como Ventaja Competitiva.....	25
6.3.1. Tipos de Innovación.....	27
6.3.2. Gestión de la Innovación	30
6.4. Innovación En La Industria Automotriz Y Los Factores De Cambio	31
6.4.1. Nuevos mercados.....	32
6.4.2. Regulaciones Gubernamentales y Ambientales	33
6.4.3. Ventajas Competitivas y Tendencias	35
6.4.4. Digitalización del Automóvil.....	35
6.4.5. Modelos de Propiedad de vehículos	36
6.4.6. Vehículos Autónomos	37
6.4.7. Tipos de innovación en la industria automotriz.....	38

6.5.	Las 5 Fuerzas que Moldean la Estrategia Según Michael Porter, Aplicadas al Servicio de Diseño de Autopartes	40
6.5.1.	Competencia existente y rivalidad que hay entre competidores	41
6.5.2.	El poder de negociación que tienen los compradores o clientes	42
6.5.3.	El poder de negociación que tienen los proveedores	42
6.5.4.	La amenaza generada por la entrada de sustitutos	43
6.5.5.	La amenaza generada por nuevos competidores.	44
7.	METODOLOGÍA.....	45
7.1.	Protocolo y Definición del Problema	46
7.2.	Definición del Marco Contextual.....	46
7.3.	Construcción del marco teórico	47
7.4.	Diseño de la Estrategia Metodológica: diseño de la herramienta de investigación.....	48
7.5.	Investigación de Campo.....	49
7.6.	Análisis de la Información Recopilada.....	50
7.7.	Evaluación de Modelos Alternativos	50
7.8.	Informe de resultados	51
7.9.	Conclusiones	51
8.	INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	52
9.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA	57
10.	EVALUACIÓN DE MODELOS DE SERVICIO DE DISEÑO.....	62
10.1.	Modelo de servicio de diseño subcontratado a proveedor	64
10.2.	Modelo de servicio de diseño interno en regiones de bajo costo	68
9.1	Modelo de servicio de diseño interno en regiones de bajo costo subcontratando la validación física	71
9.2	Modelo de servicio de diseño interno en regiones de bajo costo subcontratando la validación física y la factibilidad de manufactura	73
9.3	Comparativa de modelos de servicio de diseño	75
11.	LIMITANTES DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y LA EVALUACIÓN DE MODELOS DE SERVICIO DE DISEÑO	76
12.	INFORME DE RESULTADOS	77
13.	CONCLUSIONES	80

14. FUENTES	82
ANEXO 1 – CUESTIONARIO BASE PARA LA ENTREVISTA REALIZADA AL ÁREA DE COMPRAS	86
ANEXO 2 – CUESTIONARIO BASE PARA LA ENTREVISTA REALIZADA AL ÁREA ENCARGADA DE LA GESTIÓN DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO	87
ANEXO 3 – CUESTIONARIO BASE PARA LA ENTREVISTA REALIZADA AL ÁREA DE SERVICIO DE DISEÑO INTERNO	88
ANEXO 4 – NOTAS TOMADAS EN LAS ENTREVISTAS	89

1. INTRODUCCIÓN

La industria automotriz es una de las más relevantes que existen hoy en día, conlleva una gran cantidad de actividades e involucra diversos actores. Una de las actividades que permiten el desarrollo de vehículos automotores es el desarrollo del producto, que a la vez se conforma de varias actividades complementarias. Este trabajo se enfoca en analizar una de las fases del desarrollo del producto, el servicio de diseño, el cual se ha tendido a subcontratar en las últimas décadas. Si bien las armadoras automotrices han tenido sus razones para dejar de realizar esta actividad, es relevante determinar y justificar si esta decisión es la más adecuada para todo tipo de componentes automotrices, desde un punto de vista económico y de generación de innovación.

Debido a los avances tecnológicos en cuanto a modelación digital de componentes automotrices y las herramientas de comunicación con las que se cuentan, en los últimos años se han desarrollado centros de ingeniería en regiones en vías de desarrollo que han permitido reducir el costo en actividades de desarrollo del producto sin comprometer la calidad de las mismas. Por otro lado, hoy se cuenta con herramientas de análisis virtual que permiten optimizar los diseños y hacer propuestas innovadoras para mejorar el desempeño de las partes, así como reducir su costo. Estas ventajas, que son relativamente recientes, abren la posibilidad de cuestionar si la subcontratación sigue siendo la única y mejor opción para el servicio de diseño o si existen modelos alternativos que merecen ser tomados en cuenta.

El contenido de este trabajo comprende el desarrollo del marco teórico, el cual provee de elementos para entender a grandes rasgos cómo funciona actualmente la industria automotriz y cuáles son los procesos ya establecidos por las armadoras. Este sirve como

guía para comprender los diferentes modelos existentes de subcontratación que provean de una alternativa a lo que actualmente se hace en las empresas automotrices.

En este trabajo, la investigación de campo se realizó a través de entrevistas a personas que laboran dentro de armadoras automotrices relacionadas con el servicio de diseño con el fin de comprender los procesos internos, así como la percepción de los usuarios finales respecto a los costos actuales asociados a este servicio y el estado de la innovación en sus respectivas áreas, esto con el fin de identificar si existen modelos distintos a la subcontratación con beneficios económicos considerables y con mayores oportunidades para innovar. Además, dentro de la misma industria automotriz se han hecho análisis similares, los cuales se buscaron y analizaron para complementar de manera cuantitativa lo antes señalado.

La innovación se ha convertido en una estrategia diferenciadora para la mayoría de las empresas y es por ello que un modelo que propicie esta actividad podría resultar en una ventaja competitiva. Sin embargo, la innovación conlleva riesgos que hay que conocer, y así determinar si vale la pena tomarlos y a cambio de qué beneficios siendo que toda empresa tiene como objetivo garantizar la generación de utilidades. Este trabajo trata de plantear un término medio, que conlleve cierto riesgo pero que tenga un beneficio suficiente para que valga la pena tomar dicho riesgo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Una de las principales armadoras a nivel mundial encontró que al subcontratar con proveedores el servicio de diseño de partes plásticas para la división de enfriamiento de motores se está pagando aproximadamente un 50% más respecto al costo que tiene realizar

de manera interna las actividades que dicho servicio representa (información consultada en agosto de 2016). Además, los proveedores no optimizan los diseños al mismo nivel que la armadora, lo que se ha encontrado que representa un costo de oportunidad del 10% en el precio final de producción de cada parte.

3. JUSTIFICACIÓN

La división dedicada al enfriamiento de motores de vehículos automotores de una de las principales armadoras a nivel mundial, lleva más de 20 años desarrollando componentes para sus sistemas utilizando el servicio de diseño subcontratado a proveedores. En los últimos dos años, debido a que se tuvieron que realizar cambios urgentes en el diseño de ciertas partes, se desarrollaron algunos componentes plásticos utilizando el servicio de diseño interno, el cual fue brindado por un centro de ingeniería de bajo costo. Dichos componentes se desarrollaron de manera exitosa y hubo un ahorro en costo del servicio de diseño superior al 50%, mostrando que los centros de ingeniería de bajo costo representan una gran oportunidad al contar con mano de obra calificada y costos competitivos.

Por otro lado, es una práctica recurrente que los proveedores que brindan el servicio de diseño utilicen más material del necesario u opten por materiales más resistentes de lo que el componente solicitado necesita para desempeñar su función incrementando su costo y peso. Esto lo hacen con el fin de disminuir el riesgo de que el componente falle o no cumplan con los requerimientos que la armadora le solicitó. En las partes plásticas que la armadora optó por el servicio de diseño interno, utilizó recursos propios para optimizar las partes con la ventaja de que conocen a detalle la función que desempeñan y su interacción

con el vehículo, resultando en el uso del material adecuado y reducciones de peso que impactan bajando el costo por unidad hasta un 10%. Dichas optimizaciones se dieron ya que se propiciaron oportunidades para innovar e incluso hubo propiedad intelectual que pudo proteger.

El modelo de servicio de diseño interno puede representar una buena oportunidad de negocios para una armadora si utiliza centros de ingeniería de bajo costo, es decir filiales de la misma en países en vías de desarrollo con mano de obra calificada. Se puede aprovechar el conocimiento de la función que desempeña cada parte en el vehículo, el cual no tiene un proveedor externo del servicio de diseño, para optimizar su función y por lo tanto su costo. Si la armadora elige proyectos donde el riesgo sea relativamente bajo, tiene la oportunidad de ahorrar en el costo del servicio de diseño e incluso en el de producción de la parte, además de que durante el desarrollo hay mayores oportunidades para generar innovación.

4. OBJETIVOS

A continuación se presenta el objetivo general de esta investigación así como los objetivos específicos.

OBJETIVO GENERAL

Identificar y analizar modelos de servicio de diseño para componentes plásticos de la división de enfriamiento de motores para determinar cuál es el que representa un menor costo para la compañía e identificar si este modelo genera mayores oportunidades para innovar.

4.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Detallar qué es el servicio de diseño y cómo se desarrollan componentes automotrices a través de un modelo de servicio de diseño subcontratado con proveedores.
2. Revisar cuáles son las condiciones de negociación más comunes que utilizan las armadoras y el marco que actualmente manejan con sus proveedores, las políticas de contratación y los acuerdos a los que llegan en cuanto a propiedad intelectual.
3. Identificar y proponer alternativas al modelo de servicio de diseño subcontratado con proveedores.
4. Analizar los modelos de servicio de diseño identificados e identificar las oportunidades que presentan para generar innovación.
5. Comparar los modelos de servicio de diseño identificados contra el modelo de servicio de diseño subcontratado con proveedores.
6. Proponer la opción que representa un mayor beneficio económico a las armadoras e identificar si este modelo es el que representa mayores oportunidades para generar innovación.

5. HIPÓTESIS

El modelo de servicio de diseño interno en centros de ingeniería de bajo costo aplicado a partes plásticas del sistema de enfriamiento del motor, representa un menor costo para la compañía que el modelo de servicio de diseño subcontratado a proveedores además de que genera mayores oportunidades para innovar.

6. MARCO TEÓRICO

La industria automotriz propicia el desarrollo económico en varios países. En el caso de México es relevante ya que se ubica como la segunda actividad más importante dentro de las manufactureras, después de la industria alimentaria. Además, en 2014 la industria automotriz mexicana obtuvo el cuarto lugar a nivel mundial en cuanto a exportaciones. Debido a su gran tamaño demanda insumos de 157 actividades económicas de un total de 259 identificadas por el INEGI en su Matriz de Insumo-Producto (INEGI, 2003).

Para efectos de este trabajo se referirá como industria automotriz, de acuerdo al clasificador 336 del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (INEGI, 2013), al conjunto de compañías dedicadas principalmente a la fabricación de equipo de transporte como automóviles, camionetas y camiones, carrocerías y remolques, partes para vehículos automotores y equipo de transporte. Además, dentro de todas las empresas que caen dentro de esta clasificación se distinguirá entre los dos principales modelos articulados que componen la cadena de suministro de esta industria: las armadoras y las compañías proveedoras de autopartes.

6.1. Cadena de Suministro en la Industria Automotriz

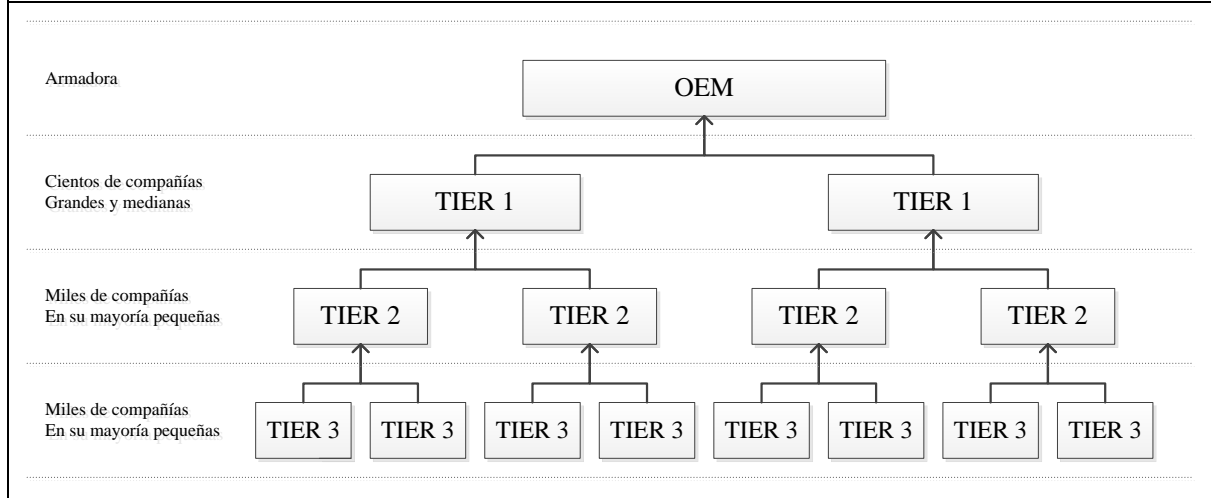
La cadena de suministro de la industria automotriz es compleja ya que intervienen miles de empresas en ella. El primer modelo al que se referirá este trabajo es el de las armadoras, comúnmente llamadas por las siglas en inglés OEM (*Original Equipment Manufacturer*), y engloban la parte de la industria automotriz que se encarga tanto de la

manufactura como de la comercialización de vehículos automotores. Recibe los componentes para ensamblar sus vehículos de proveedores principalmente externos, aunque también los hay internos. La armadora es el último eslabón en la cadena de suministro de la industria debido a que finaliza el producto que será vendido al usuario.

La armadora es la cara que respalda el producto, es la compañía que pone su marca o marcas para comercializar y se encarga de responder al usuario. Toma las decisiones de qué productos va a vender, en qué mercados, las características de los mismos y la estrategia de ventas a seguir. En cuanto al desarrollo del producto participa en la gestión del diseño, la ingeniería y la validación de cada uno de los componentes que integran a sus vehículos ya sea de manera directa o a través de proveedores.

El segundo modelo es el de las compañías proveedoras de autopartes, que son aquellas que suministran sistemas y/o componentes para los vehículos ya sea directamente a la armadora o a proveedores de la misma. La cadena de suministro en la industria automotriz se maneja por niveles, en la cual el primer nivel (conocido como TIER 1) es el que suministra directamente a la armadora y a la vez se suministra del segundo nivel (conocido como TIER 2). Dicha cadena se forma de la cantidad de niveles necesarios, es decir que el TIER 1 se suministra del TIER 2, el cual se suministra del TIER 3 y así sucesivamente dependiendo de la complejidad del componente con el que se trabaje. La figura 1 muestra la relación que hay entre la armadora y los niveles que hay en la cadena de suministro de la industria automotriz.

FIGURA 1. Esquema para ejemplificar los niveles de proveedores en la cadena de suministro típica de la industria automotriz



FUENTE: Elaboración propia con base en Brunnermeier y Martin (1999)

6.1.1. Historia de la Cadena de Suministro en la Industria Automotriz

En la década de 1970 las armadoras, además del ensamble, se encargaban de manufacturar la mayor parte de los sistemas y componentes necesarios para producir un vehículo nuevo. Sin embargo, la complejidad de la industria fue incrementando debido a las nuevas tecnologías y a la globalización al punto que se volvió insostenible que la misma armadora siguiera encargándose de todo lo que involucra la manufactura de cada una de las partes de sus vehículos. Esta situación dio pie a que en la década de 1990 se replanteara la cadena de suministro con la que se trabajaba, por lo que las armadoras comenzaron a delegar más actividades a sus proveedores con la intención de hacer más esbelta su estructura e incrementar sus utilidades (Volpato, 2004).

Los proveedores comenzaron a invertir en infraestructura ya que encontraron que con este nuevo modelo podían suministrar a más de una armadora y al igual que éstas incrementar sus utilidades. Cada tipo de compañía se enfocó más en una función incrementando la eficiencia de la cadena de suministro (Brunnermeier, et. al., 1999). A

partir de este giro en la forma de trabajar en la industria automotriz se comienza la distinción entre proveedores dependiendo del nivel en el que se encuentran dentro de la cadena de suministro.

6.1.2. Proveedores del primer nivel de la cadena de suministro o TIER 1

Como ya se mencionó, actualmente el proveedor TIER 1 es el que suministra de manera directa a la armadora. Estos son capaces de producir desde componentes muy sencillos hasta sistemas completos del vehículo, aunque generalmente se ocupan de la integración de sistemas para entregar módulos ya ensamblados a las armadoras (Sachon y Albiñana, 2004). Existen cientos de TIER 1 en la industria, desde pequeñas empresas hasta grandes empresas que pueden equipararse en tamaño con las armadoras. Usualmente trabajan para varias OEM a quienes suministran componentes del grado de complejidad que se les pida e incluso hay algunos que también fungen como proveedores de otros TIER 1 por lo que en este caso son parte tanto del primer nivel como del segundo nivel de la cadena de suministro.

Muchos proveedores del primer nivel son empresas globales de gran tamaño, con la capacidad de producir desde sistemas muy simples hasta los más complejos del vehículo e incluso integrarlos para brindarle a la armadora una solución completa (Velooso y Kumar, 2002). Además, con la finalidad de obtener una mayor participación en la cadena de suministro proveen de recursos, financiamiento y capacitación tanto a proveedores como a armadoras.

6.1.3. Proveedores de niveles subsecuentes de la cadena de suministro

La mayor parte de las compañías proveedoras de la industria automotriz se encuentran dentro de este rubro y son los que trabajan con las armadoras de manera indirecta, es decir suministran a través de otros proveedores. En su mayoría son pequeñas y medianas empresas que proveen de partes a los proveedores de primer nivel para que éstos a su vez puedan manufacturar los componentes que suministrarán a las armadoras.

Son fabricantes especializados, es decir proveen de partes muy específicas, y garantizan sus productos pero no tienen la responsabilidad de que la función para la cual se requiere el componente se cumpla ya integrado en un sistema. Esta tarea es responsabilidad de su cliente, es decir los proveedores de primer nivel.

6.2. Diseño y Producción

El diseño y la producción de un vehículo requieren la interacción y coordinación de diversas funciones dentro de la cadena de suministro debido a que éste consiste en una gran cantidad de sistemas, componentes y partes que deben funcionar juntos como una unidad integrada. En consecuencia, tanto el diseño como la producción se vuelven procesos complejos que además requieren de varias iteraciones para poder desarrollarse. Además de la complejidad de los procesos como tal, diversas compañías se ven involucradas en todo este proceso por lo que deben tener comunicación entre las mismas para que todos los elementos funcionen en conjunto (Brunnermeier and Martin, 1999).

6.2.1. Estrategias de las Armadoras

Con el fin de ser competitivas y responder a las tendencias y demandas del mercado, según Álvarez (2002), las armadoras han seguido diferentes estrategias. Estas son la adopción de una perspectiva global en las actividades de manufactura, crecimiento interno o mediante alianzas, fusiones y adquisiciones, participación en actividades de niveles superiores de la cadena productiva como los servicios financieros, adopción de plataformas y sistemas modulares de producción y la subcontratación de procesos productivos necesarios para la manufactura de automóviles que cambian las relaciones entre ensambladoras y proveedores. Dichas estrategias son aplicadas por diversas áreas de la armadora y en diferentes procesos siendo relevantes para este trabajo las que tienen que ver con la cadena de suministro, es decir la adopción de plataformas y sistemas modulares de producción así como la subcontratación de procesos productivos.

6.2.2. Producción por Plataformas Automotrices y Sistemas Modulares

Una plataforma automotriz se puede definir, según José Elías Jiménez (2006), como una base común para la fabricación de diferentes tipos de vehículos, cuyo perímetro común más habitual se compone del tren motriz, la plataforma y estructura de chapa, las armaduras de asiento, la dirección (columna, armadura de volante, mecanismo de dirección), el grupo climatizador, la refrigeración del motor, los sistemas de enlace al suelo y transmisión, el sistema de escape, el depósito carburante y la arquitectura eléctrica y electrónica. Hoy en día el ciclo de vida del producto de la industria automotriz es significativamente más corto que en sus inicios, por lo que las plataformas se implementaron con el fin de alcanzar economías de escala (Álvarez, 2002). Estas proveen de alternativas para disminuir costos

desarrollando vehículos con una base de contenido común pero al mismo tiempo ofrecer productos diferenciados.

Un modelo de sistemas modulares de producción va muy de la mano con la subcontratación de procesos de producción. Dicho modelo se refiere a que el vehículo se divide en varios módulos, es decir sistemas con una función determinada, los cuales se asignan a un equipo de trabajo en específico el cual se responsabiliza del desarrollo, desde la concepción hasta la producción. El equipo de trabajo se integra de miembros de la armadora y gente que trabaja para un proveedor de primer nivel. La cantidad de actividades del proceso de producción que se subcontraten será lo que determinará cuántos miembros de la armadora y cuántos miembros del proveedor participarán, ya que mientras más actividades se subcontraten menos gente de la armadora se involucra.

La responsabilidad que las armadoras asignan a los proveedores se ha incrementado ya que se subcontratan funciones de diseño y desarrollo del producto, manufactura y ensamblado de módulos. Esto se ha hecho con el fin de simplificar los procesos de la armadora y delegar inversión y responsabilidades a sus proveedores. Si bien la mayor parte de las actividades que conllevan dichos procesos pueden ser subcontratadas, este trabajo se enfocará a los procesos que hoy en día se siguen trabajando también dentro de la compañía, es decir las funciones de diseño y desarrollo del producto.

6.2.3. Diseño del Producto en la Industria Automotriz

El diseño es un proceso en el cual se formula una descripción de un sistema de objetos que pretenden transformar una situación existente en una situación futura para satisfacer necesidades. Involucra anticiparse a una situación futura, su complejidad, contexto y consecuencias. (Happian-Smith, 2001). En ingeniería involucra solucionar

problemas técnicos de la manera más óptima para una actividad dada dentro de ciertas restricciones, por lo que se utilizan diversas ramas del conocimiento para conseguirlo. En el diseño automotriz se utiliza conocimiento técnico y creatividad para llegar a soluciones, involucrando elementos como la estética, ergonomía, manufactura, seguridad y costo.

Los diseños cambian conforme pasa el tiempo en función de las necesidades de clientes, por ejemplo, la búsqueda de autos más compactos y ligeros o los avances computacionales cada vez más rápidos. Por su naturaleza, diseñar es una operación integrada por muchas operaciones que deben ser suficientemente flexibles para permitir modificaciones, ya que es común enfrentarse a problemas específicos que se van presentando durante éste proceso.

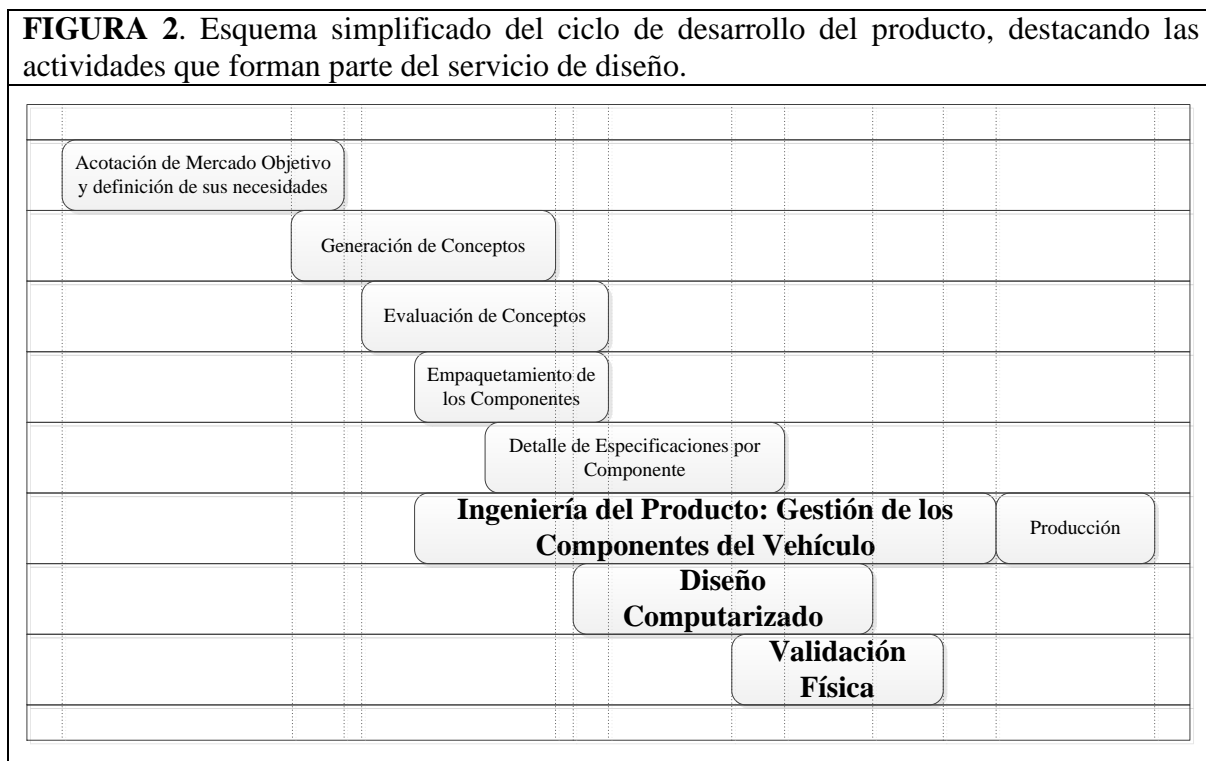
El diseño de vehículos automotores es el proceso por el cual se formula la descripción detallada de un nuevo producto dentro de la industria automotriz. Comienza con la acotación del mercado objetivo y la definición de las necesidades del mismo para plantear los problemas que el vehículo va a resolver. La armadora es la encargada de analizar el mercado y genera conceptos que satisfagan las necesidades encontradas. Estos conceptos se desarrollan a través de un proceso de estilizado, en el cual un equipo de artistas determina el aspecto, la imagen y la aerodinámica del vehículo (Brunnermeier and Martin, 1999). Un equipo de ingeniería analiza dichos conceptos para comenzar el proceso de empaquetamiento, que consiste en asegurarse que tanto los sistemas del vehículo como los ocupantes tengan un espacio suficiente asignado. Ya que se tiene un concepto definido y aprobado por la armadora, comienza el proceso de detallar todas las especificaciones y características de los sistemas y subsistemas que integrarán al vehículo. Este detalle se plasma en dibujos computarizados tanto en tres dimensiones como en planos para poder organizar toda la información. Las compañías automotrices deben asegurarse que cada una

de estas partes sea validada en cuanto a funcionamiento, desempeño, seguridad, manufactura, durabilidad, ensamble, entre otras. Estas validaciones se hacen tanto de manera virtual, utilizando simulaciones y métodos de elemento finito, como con pruebas físicas en prototipos.

Para fines de análisis en este trabajo, dentro del diseño de vehículos automotores se acotará desde el proceso de detallar todas las especificaciones y características de los sistemas, subsistemas y componentes que integran al vehículo, el plasmar este detalle en dibujos computarizados y la validación de los mismos, llamándole servicio de diseño.

La Figura 2 muestra a grandes rasgos parte del ciclo de desarrollo del producto en la industria automotriz con el fin de ubicar en qué parte se lleva a cabo el servicio de diseño.

FIGURA 2. Esquema simplificado del ciclo de desarrollo del producto, destacando las actividades que forman parte del servicio de diseño.



FUENTE: Elaboración propia

Puede observarse dónde se insertan las actividades de ingeniería del producto, el diseño computarizado y la validación física en las que se profundiza más adelante en este documento y que son elementos relevantes en el desarrollo de esta investigación. .

6.2.4. Servicio de Diseño

El servicio de diseño consiste en diversas actividades las cuales empiezan ya que está definido y aprobado el concepto del vehículo y que se corroboró el empaquetamiento. Dichas actividades se pueden categorizar en tres: ingeniería del producto, diseño computarizado y validación física.

La ingeniería del producto se integra por todas aquellas actividades relacionadas con la gestión del desarrollo del componente y las pruebas virtuales de elemento finito asistidas por computadora o CAE (*Computer Aided Engineering*) por sus siglas en inglés. La gestión del desarrollo consiste en actividades que incluyen la resolución de problemas emergentes, procuración de entregables, coordinación de los equipos de ingeniería, diseño y pruebas, coordinación con plantas de manufactura y planeación de herramientas. Las pruebas de CAE son aquellas validaciones estructurales, de manufactura o desempeño que se realizan por medio de software especializado de simulación. Conforme se van detallando las características que tendrá cada componente, se predice por medio de CAE cual será el comportamiento del mismo. En base al resultado suele mostrarse si la parte cumple con los requerimientos previamente establecidos o requiere de alguna modificación para conseguirlo. Los análisis generalmente tratan de simular las condiciones descritas por la especificación de ingeniería y con el fin de llegar al comportamiento esperado sin tener que iterar con pruebas físicas y que estas funcionen sólo como validación.

El diseño computarizado se integra por todas aquellas actividades relacionadas con la creación de dibujos digitales y diseño asistido por computadora o CAD (*Computer Aided Design*) por sus siglas en inglés. Hoy en día todos los vehículos y componentes son representados de manera tridimensional en software especializado con la finalidad de mejorar la integración de los sistemas previo a la construcción física. En la etapa inicial de diseño la representación en 3D es crítica debido a que esto definirá la geometría y las interfaces entre componentes. El tener recursos suficientes asignados a esta tarea es clave para cumplir las demás actividades ya que dependen en gran medida de esta como entrada.

La validación física es la realización de pruebas físicas requeridas por las especificaciones de ingeniería. Las especificaciones de ingeniería definen los requerimientos funcionales y procedimientos de prueba y están diseñadas para evaluar el desempeño y los mecanismos de falla de cada componente. Los proveedores de primer nivel deben cumplir con todos los requerimientos de las especificaciones de ingeniería y realizar las pruebas según dictan sus procedimientos y criterios de aceptación. En algunas ocasiones estas pruebas pueden durar días, semanas o meses y es por ello que estas actividades suelen tener un costo elevado ya que incluyen el costo por hora del equipo y los técnicos que lo operan y supervisan.

Si bien se comienza con la ingeniería del producto, las actividades mencionadas se van desarrollando en paralelo ya que una depende de la otra para poder avanzar. El dibujo computarizado necesita de la ingeniería del producto como guía para llegar a una primera aproximación de la geometría de la parte o componente a desarrollar. Después, en base a la geometría desarrollada se van gestionando las interacciones con otros componentes y si es necesario se realizan cambios en la misma. En paralelo se le van haciendo diversas

validaciones, tanto virtuales como físicas, con las cuales también se determina si es necesario realizar cambios de geometría.

6.2.5. Modelos de Servicio de Diseño

Uno de los grandes cambios que se dieron en la industria automotriz con la evolución de la cadena de suministro fue que además de que se delegó la manufactura de sistemas y componentes a los proveedores se comenzó a delegar también el servicio de diseño. Volpato (2004) distingue a grandes rasgos cuatro modelos de servicio de diseño en la industria automotriz:

- Modelo de servicio de diseño interno, en el cual la armadora tiene recursos internos, tanto humanos como instalaciones, con los cuales realiza las actividades que conlleva el servicio de diseño.
- Modelo de partes previamente diseñadas y validados por los proveedores, las cuales son parte de un catálogo estándar que ellos mismos generan.
- Modelo de servicio de diseño subcontratado a proveedores, que se refiere a que la armadora define una serie de características funcionales que debe tener un sistema o componente, además de delimitar un espacio en el cuál debe desempeñarse, y el proveedor se encarga en su totalidad del servicio de diseño.
- Modelo de servicio de diseño colaborativo, en el cual las actividades del servicio de diseño se comparten entre la armadora y el proveedor.

El modelo de partes previamente diseñadas y validadas por los proveedores se utiliza generalmente con componentes de poca complejidad y poca aportación de valor al vehículo, por lo que para fines de este trabajo sólo se menciona su existencia. En cuanto al

modelo de servicio de diseño colaborativo, es una combinación del modelo subcontratado y el modelo interno, por lo que un análisis de los últimos dos basta para su comprensión. A continuación, en la Figura 3 y la Figura 4 se presenta un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) de los dos modelos de diseño más representativos para los objetivos que se buscan en este trabajo, el modelo de servicio de diseño interno y el modelo de servicio de diseño subcontratado.

FIGURA 3: Análisis FODA del Modelo de Servicio de Diseño Interno	
<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> – La armadora conoce a detalle la función que cada componente desempeñará en el vehículo. – Se pueden utilizar centros de ingeniería de bajo costo de la misma compañía. – Los encargados del servicio de diseño están alineados a la misión y visión de la armadora. – Debido a que los recursos son internos, si se requieren cambios se pueden hacer de manera casi inmediata. – La armadora puede aprovechar de la manera que más le convenga la propiedad intelectual que se genere. 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> – La competencia entre centros de ingeniería de bajo costo dentro de la misma compañía fomenta el desarrollo técnico, brindando mejores servicios. – El desarrollo en las tecnologías de la información cada vez permite interactuar mejor a las sucursales de las armadoras que se encuentran distribuidas a nivel global, permitiendo un mejor manejo de recursos. – Si se genera propiedad intelectual, la armadora la aprovecha para su propio beneficio. – Se puede hacer uso favorable de las divisas.
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> – La armadora debe absorber los costos de la infraestructura propia que se necesita para poder brindar este servicio. – Si los componentes desarrollados no cumplen algún requisito de ingeniería, la armadora es la única responsable. – La armadora debe tener expertos en el desarrollo de las partes a diseñar. – Cualquier tipo de investigación corre por parte de los recursos de la armadora. 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> – Si aparecen nuevas tecnologías útiles para la industria automotriz, la armadora puede no ser capaz de integrar a sus procesos de manera oportuna. – Existe la posibilidad de que un proveedor no acepte manufacturar una parte que no diseñó con sus propios recursos. – Las armadoras han tendido a reducir los componentes desarrollados a través del servicio de diseño interno por lo que si esto continúa pueden quedarse sin la infraestructura necesaria para seguir.

FUENTE: Elaboración propia

FIGURA 4: Análisis FODA del Modelo de Servicio de Diseño Subcontratado a Proveedores	
<p>Fortalezas</p> <ul style="list-style-type: none"> – El proveedor tiene infraestructura suficiente ya que ofrece el mismo servicio a varios clientes. – La armadora no necesita invertir en infraestructura para realizar el servicio de diseño ya que todo recae en los proveedores. – Si los componentes desarrollados no cumplen algún requisito de ingeniería, el proveedor respalda su trabajo y absorbe muchos de los costos que esto pueda representar. – Los proveedores invierten en investigación y desarrollo de nuevas tecnologías. 	<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> – La competencia entre proveedores puede significar una mejor oferta de precios para la armadora. – Los proveedores lanzan tecnología de punta constantemente que la armadora puede aprovecharla comprar. – Constante aparición de proveedores con nuevas soluciones para la industria automotriz. – La armadora tiene un gran poder de negociación por el alto volumen que le compra a los proveedores. – Los proveedores pueden brindar financiamiento a costo propio.
<p>Debilidades</p> <ul style="list-style-type: none"> – La armadora debe pagar costos elevados ya que el proveedor debe generar utilidades. – Los productos se desarrollan guiados por los intereses del proveedor más que de la armadora. – Es más tardado hacer cambios en algún componente ya que la información se triangula entre la armadora y sus proveedores. – Es difícil generar innovación ya que el proveedor evita proponer soluciones nuevas ya que son más riesgosas que las comunes. 	<p>Amenazas</p> <ul style="list-style-type: none"> – El proveedor ofrece el mismo servicio a distintos clientes lo cual puede propiciar una baja diferenciación entre los productos finales de las armadoras. – Hay información confidencial y secreta que por este modelo se trabaja fuera de la compañía por lo que se corre más riesgo de ser divulgada. – Como los proveedores financian el servicio de diseño, si las tasas de interés incrementan también el costo del servicio. – Dificultades en cuanto a compatibilidad de software que utilice el proveedor con el de la armadora.

FUENTE: Elaboración propia

6.2.6. Costos del Modelo de Servicio de Diseño Subcontratado a Proveedores

Como se mencionó anteriormente la ingeniería del producto, el diseño computarizado y la validación física son las actividades que engloban el servicio de diseño.

Las armadoras cuentan con recursos para realizar el servicio de diseño de ciertos

componentes y lo subcontratan con proveedores de tipo TIER 1 para muchos otros componentes. En el caso de que se subcontrate el servicio de diseño, la armadora debe cubrir los costos del servicio de diseño conforme a los acuerdos comerciales a los que llegue con el TIER 1. Se suele utilizar un modelo de amortización de costo en el cual el proveedor cotizará el costo del servicio de diseño asegurando el soporte de estas tres actividades durante el ciclo de vida del proyecto. Este monto no será cubierto por la OEM de manera inmediata, en su lugar se utiliza un modelo donde el costo total del servicio de diseño es amortizado en el precio de la parte y se divide entre el volumen total del proyecto y su ciclo de vida. Debido a que al TIER 1 se le pagará por cada componente que le venda a la OEM, el proveedor deberá financiar todas las actividades del servicio de diseño hasta que el producto salga al mercado. Para que el proveedor sea capaz de costear dicha situación, fija una tasa de financiamiento que debe cubrir desde el inicio del proyecto hasta el lanzamiento del vehículo. Por último, el monto amortizado se sumará al costo final de la parte. En la Figura 5 se observa un caso ficticio para ejemplificar la manera en que funciona el modelo de costo de servicio de diseño amortizado.

FIGURA 5: Ejemplo de modelo de costo de servicio de diseño amortizado con cifras ficticias	
Proyecto Vehículo	
Componente	“B”
Ciclo de vida del proyecto	3 años
Costo de Manufactura	\$ 5.24
Volumen anual	100,000 unidades
Costo del Servicio de Diseño	\$ 250,000
Tasa de financiamiento	9%
Costo de servicio de diseño amortizado = $(\$250,000) * 1.09 / (3 \text{ años} * 100,000) = \$.90$	
Costo final de la parte = $\$5.25 + \$.90 = \6.15	

FUENTE: Elaboración propia con base en Brunnermeier y Martin (1999)

Esta tabla ejemplifica cómo es que los proveedores cobran el servicio de diseño. Es importante destacar que el servicio de diseño es el medio por el cual los proveedores ganan el negocio de la producción de autopartes con la armadora más que ser una fuente de ingresos. Los ingresos más importantes que recibe el proveedor se dan por el volumen de partes que la armadora le compra y la utilidad que la fabricación de las mismas le genere.

6.3. Innovación Como Ventaja Competitiva

Los clientes escogerán un producto sobre otras alternativas si perciben que ofrece un valor superior con alguna combinación de beneficios como mejores características, menores costos de mantenimiento, mejor calidad o beneficios intangibles como una mayor aceptación social. Las empresas deben de evaluar todas las fuentes de valor percibido en un producto e identificar las ventajas competitivas en sus propios productos.

Michael Porter propone que la creación de ventajas competitivas no es algo intrínseco de las empresas, sino que es resultado de la mejora continua. Menciona que “la competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. Las empresas consiguen ventajas competitivas si consiguen innovar” (Porter, 1990). Su teoría propone que la ventaja competitiva proviene de la innovación, por lo tanto esta se puede lograr a través de la búsqueda sistémica de la innovación.

La organización *American Productivity and Quality Center* (APQC) define innovación como “la realización y /o síntesis de los conocimientos en nuevas y únicas combinaciones. Los ejemplos incluyen procesos nuevos o modificados o productos, técnicas, herramientas de gestión, métodos de organización, patentes, licencias y nuevos modelos de negocio. Estos nuevos productos, procesos o servicios basados en el conocimiento incrementan el desempeño o la competitividad de una organización” (Thota,

2011, p 139). Los ingredientes fundamentales que menciona la APQC son el conocimiento y la búsqueda de nuevas y únicas combinaciones, por lo que la innovación se convierte en una actividad que requiere de recursos tecnológicos para la generación de conocimiento y de la creatividad para generar nuevas ideas.

La ciencia y la tecnología son necesarias para la generación de conocimiento. Nathan Rosenberg (1972) define a la tecnología como la aplicación de conocimiento científico e ingenieril para la obtención de resultados prácticos. La tecnología sirve como herramienta para el desarrollo de modelos, simulación y análisis de datos entre otros. Por ejemplo, el uso de tecnología como el dibujo asistido por computadora permite el modelado de un producto, la manufactura asistida por computadora ayuda a definir el proceso y finalmente con el uso de prototipos rápidos se pueden probar distintas iteraciones. Cada una de estas etapas genera conocimiento que servirá de fundamento para la innovación. Sin embargo la obtención de conocimiento no genera innovación por sí sola, necesita de la creatividad para poder conectar ese conocimiento con algo útil, nuevo y único.

La creatividad es el ingrediente clave de la innovación, es un proceso mental que involucra la creación de nuevas ideas, conceptos o acciones y también puede involucrar la recombinación o modificación de lo que ya existe en el presente (Thota, 2011). La creatividad es un proceso que necesita una motivación intrínseca del individuo ya que no existe un proceso probado para que a través de la misma junto al conocimiento se llegue a la innovación. El trabajo de recolección de datos y creación de conocimiento combinado con procesos creativos son el preámbulo para el surgimiento de nuevas ideas que eventualmente pueden convertirse en distintos tipos de innovación. Dependiendo de su naturaleza, puede ser innovación tecnológica o no tecnológica. La innovación tecnológica involucra la resolución de problemas (Dosi, 1988), por ejemplo, convertir calor en

movimiento en el caso de la máquina de vapor o el movimiento en electricidad en el caso de los generadores. Las innovaciones no tecnológicas son, por ejemplo, la creación de nuevos modelos de negocios, nuevos métodos de comercialización o modelos organizacionales para empresas. Retomando la definición de la APQC, la innovación es fundamental para conservar una ventaja competitiva pero sólo será efectiva mientras la empresa conserve la exclusividad sobre esa ventaja y mantenga alejados a los imitadores. Se debe evaluar la relevancia de las patentes existentes en un producto en desarrollo y decidir si alguna patente adicional será necesaria para proteger la propiedad intelectual, para finalmente con esto garantizar la explotación exclusiva del producto.

Los derechos de la propiedad intelectual protegen los intereses de sus creadores y promueven la innovación otorgando derechos exclusivos a los inventores sobre sus creaciones. Tanto en Estados Unidos como en México la oficina encargada de propiedad intelectual otorga patentes por un lapso de 20 años según la página de internet del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Los derechos de patente excluyen a otros de usar la invención con propósitos comerciales, generando un mecanismo de defensa temporal ante los imitadores. Debido a que la ventaja y las patentes son en el mejor de los casos temporales, las empresas deben continuar desarrollando ideas para conservar el liderazgo frente a la competencia.

6.3.1. Tipos de Innovación

En la búsqueda de innovación, las empresas se pueden encontrar con diferentes tipos que son: la innovación sostenida, la innovación disruptiva (descritas por Clayton Christensen) y la innovación radical (descrita por Richard Leifer).

La innovación sostenida se refiere al resultado del perfeccionamiento de productos a través de cambios paulatinos, escuchando la voz del cliente y realizando ligeras modificaciones al producto para mejorar su desempeño y generar beneficios financieros al corto plazo y con una baja inversión económica. Este es el tipo de innovación más común pues permite actualizar los productos constantemente, mejorando la experiencia del usuario. Con frecuencia suele convertirse en una estrategia de mercadotecnia ya que la constante actualización promueve el consumo de productos.

Christensen (2004) define a la innovación disruptiva como un proceso por el cual nuevos productos entran al mercado ofreciendo un menor desempeño a cambio de otras características deseadas y paulatinamente ganan mercado hasta dominarlo, desplazando a los competidores ya existentes. La innovación disruptiva no puede ser utilizada por clientes convencionales porque el desempeño de los productos disruptivos es inferior al de los productos existentes, por lo general su cliente objetivo son usuarios que adoptan tecnologías nuevas en busca de alternativas que aceptan las desventajas de un producto inferior a cambio de alguna característica valiosa para ellos. Muchas veces, la innovación disruptiva sirve a segmentos del mercado desatendidos y crea nuevas oportunidades de crecimiento ya que cambia las bases de la competencia cambiando la cadena de valor a otras características, un ejemplo sería la industria de los discos duros que migró de discos de alta capacidad y gran tamaño a discos de menor tamaño y capacidad limitada porque el mercado prefirió la portabilidad sobre la capacidad Christensen (2004). Algunas innovaciones disruptivas requieren de compromisos, ofreciendo un desempeño menor en cierta característica a cambio de beneficios adicionales relacionados con la simplicidad, conveniencia y/o precios bajos (Anthony et al, 2008).

Otro ejemplo de innovación disruptiva es el teléfono móvil. Inicialmente tenían capacidades limitadas en cuanto a señal y portabilidad. En cambio, los teléfonos fijos brindaban un servicio sustancialmente mejor en cuanto a conectividad, sonido y confiabilidad. Eventualmente los avances tecnológicos aportaron importantes ventajas competitivas a los teléfonos móviles, por lo cual comenzaron a desplazar a los teléfonos fijos al grado que hoy en día algunos hogares cuentan únicamente con telefonía móvil.

La innovación radical involucra comercializar productos que implementan tecnologías nuevas y no pueden ser producidas eficientemente con los procesos de producción actuales debido a su novedad. Academy, N. (1982)

La innovación radical tiene potencial de ofrecer características completamente nuevas, una mejora significativa en el desempeño o precios más bajos que los procesos actuales (Leifer et al, 2000). Por ejemplo, el paradigma de la ley de Moore que indica que el número de transistores en un chip se duplicaría aproximadamente cada 2 años. Pero esta ley nunca tuvo la intención de ser cierta de manera indefinida pues hoy en día los microprocesadores están llegando al límite de su miniaturización con los métodos actuales. Las compañías están mirando a nuevas tecnologías basadas en estados cuánticos donde a nivel molecular los átomos harán la función de los transistores requiriendo nuevos desarrollos matemáticos, ingenieriles y conceptuales creando un cambio exponencial en las capacidades de empaquetamiento y procesamiento en la industria computacional. Thibodeau (2014).

De los dos últimos tipos de innovación identificados es importante resaltar que a diferencia de la innovación radical, la innovación disruptiva no necesita de una tecnología completamente nueva o substancial para darse. En ocasiones se genera con el uso de tecnologías existentes a las cuales se les da una funcionalidad nueva o se les enfoca a un

mercado nuevo. La innovación radical sí necesita de cambios y avances tecnológicos significativos. Resulta de la adquisición de nuevos conocimientos y desarrollo del estado del arte, lo cual frecuentemente se realiza en centros de investigación, con inversiones altas y en largos periodos de desarrollo. La innovación radical puede convertirse en disruptiva, sin embargo, una innovación disruptiva no necesariamente es radical.

La innovación tecnológica, según sea clasificada, puede resultar en alguna de las innovaciones antes mencionadas, pero para capturar el valor de la innovación se deben gestionar su uso, desarrollo y comercialización. La gestión de la innovación involucra gestionar también personas, cultura, comunicación y organización de los procesos de negocio y tecnología (Igartua et al, 2010). Los gestores de la innovación deben entender los resultados del mercado y cómo y cuándo se comercializa una nueva tecnología. Cuando se busca crear ganancias a partir de la innovación es importante considerar la importancia de proteger la propiedad intelectual de cierta tecnología y/o controlar los recursos altamente valiosos en la cadena de suministro para así convertirse en un jugador clave en su comercialización. Las compañías actualmente invierten grandes cantidades de dinero en investigación y desarrollo y establecen culturas de innovación donde se promueve la creatividad y la toma de riesgos, pero es la gestión de la innovación la que dirigirá estas actividades a un éxito comercial.

6.3.2. Gestión de la Innovación

La gestión de la innovación es la disciplina que une los conocimientos técnicos de la tecnología con las necesidades del mercado y la factibilidad de los negocios. Debe analizar el grado de innovación del producto y la escala de entrada al mercado. Debe evaluar qué lanzar, dónde lanzarlo, cuándo y por qué, tomando en cuenta variables como la estrategia

del producto (contenido de innovación, tiempo de ciclo y novedad relativa del producto), la estrategia de mercado (mercado objetivo, etapas del ciclo de vida del producto y mercados en crecimiento) y la estrategia de la compañía (estrategia de innovación y motores de crecimiento) (Thota, 2011). Según Campbell (1999) que un producto sea nuevo, altamente innovador y superior a la competencia no asegura el éxito ya que se necesita también de una gestión adecuada. La gestión de la innovación ayuda a maximizar sus oportunidades de éxito través del conocimiento de la madurez del mercado objetivo y la identificación de las necesidades no atendidas.

6.4. Innovación En La Industria Automotriz Y Los Factores De Cambio

La industria automotriz ha sido una de las fuerzas de cambio en el mundo, ha moldeado las naciones y la infraestructura que creció para poder satisfacer su enorme demanda de espacio y energía. Desde su creación los automóviles han sido máquinas que proveen de libertad y al mismo tiempo un medio de transporte capaz de brindar una expresión personal. Pero su gran éxito ha generado contaminación, congestión y un alto consumo de los recursos naturales. Los gobiernos de todas partes del mundo están tratando de regular esta industria para poder aminorar sus efectos negativos, los avances tecnológicos, sistemas de seguridad interactivos, conectividad vehicular y finalmente los autos autónomos cambiarán la industria como la conocemos (Paul, 2014). La industria automotriz es una de las industrias con mayor impacto ambiental, social y económico en el planeta, por lo que su reglamentación ha sido fundamental para poder impulsar su desarrollo tecnológico e innovación en favor de sus usuarios. Durante la época anterior a la crisis de petróleo de 1974 y la globalización, el mercado de automóviles más grande del mundo eran los Estados Unidos, los fabricantes de autos gozaban de una libertad absoluta

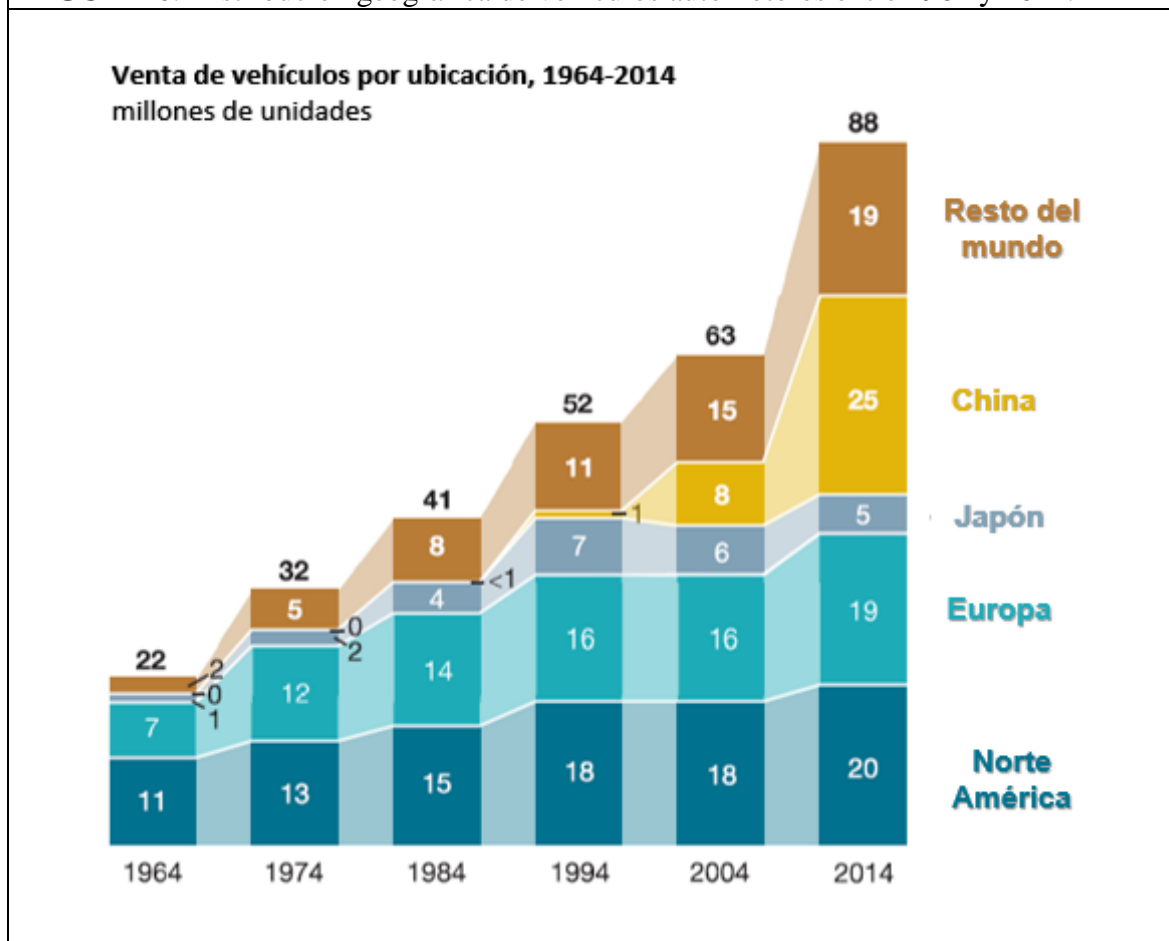
para el diseño de sus productos porque vivían en una época atípica donde la demanda era mayor que la oferta, lo que provocó que los fabricantes norteamericanos tuvieran poca competencia entre ellos, una baja eficiencia mecánica debido a los combustibles baratos y un mercado poco globalizado dejando fuera la competencia internacional. La llegada de la competencia de fabricantes japoneses y los altos costos en los combustibles, provocó un cambio en las bases competitivas del mercado y comenzó a inclinarse por la confiabilidad, calidad y eficiencia de los vehículos, características que los grandes fabricantes norteamericanos habían descuidado durante esa época atípica de la post guerra. A partir de estos cambios en el mercado la industria comenzó a buscar ventajas competitivas y diseñar autos más eficientes (Smil, 2013). La industria automotriz hoy en día vive una gran competencia, surgimiento de nuevos mercados y una constante intervención por parte de los gobiernos, factores que han obligado a los fabricantes a desarrollar ventajas competitivas y nuevas tecnologías para cumplir con los requerimientos gubernamentales en cada región.

6.4.1. Nuevos mercados.

Existieron 50 años de innovación relacionados con caballos de fuerza, seguridad y amenidades del conductor lo que ayudo a incrementar en 3% las ventas de vehículos desde 1964. Durante los últimos 20 años las ventas de Norte América, Europa y Japón han permanecido relativamente sin crecimiento. El crecimiento hoy en día viene de los mercados emergentes tal como se muestra en la Figura 6, las ventas de autos en china se han triplicado en la última década, de 8.5 millones de vehículos a 25 millones en 2014. China ha surgido como un jugador dominante en el mercado y por su producción de vehículos, lo que ha tenido grandes implicaciones en como los autos son diseñados. China

es un mercado fuerte particular mente en los vehículos de lujo, provocando que los fabricantes de autos tengan que subir sus estándares e innovar en amenidades para los usuarios como es el caso (Paul, 2014).

FIGURA 6. Distribución geográfica de vehículos automotores entre 1964 y 2014.



FUENTE: Paul (2014), publicada en: *A road map to the future for the auto industry* por Mckinsey&Company.
Traducida del idioma inglés

6.4.2. Regulaciones Gubernamentales y Ambientales

Los gobiernos han promovido el desarrollo automotriz por décadas. Inicialmente se enfocaron en seguridad, particularmente en seguridad pasiva, inició con cinturones de seguridad, pasando por bolsas de aire y rigurosos requerimientos estructurales para situaciones de choque.

Recientemente el automóvil ha afectado seriamente la infraestructura y el ambiente principalmente en las zonas altamente urbanizadas, gobiernos como el de México han implementado programas de circulación restringida en ciertos días para aminorar la carga ambiental en el ambiente y Europa ha establecido políticas de zonas de bajas emisiones restringiendo el acceso a vehículos de automotores. Hoy en día los gobiernos están buscando políticas que obliguen a los fabricantes a desarrollar motores más eficientes, buscar fuentes alternas de energía y reducir las emisiones.

Debido a que los gobiernos regulan ciertos aspectos de los vehículos, las armadoras están obligadas a cumplir con requisitos mínimos para permitir la venta de sus productos. Por lo general los gobiernos tienden a regular los requerimientos relacionados con seguridad y emisiones contaminantes que son rubros que impactan directamente en la salud y bienestar de los ciudadanos. Y son justamente estas políticas de regulación las que han propiciado la mayoría de las inversiones e innovaciones en la industria automotriz.

La Figura 7 muestra la cantidad de patentes por subsectores mostrando el área de energías alterna y seguridad como uno de los sectores con mayor innovación debido a que está directamente relacionado con las políticas gubernamentales. Las armadoras están obligadas a innovar si desean conservar sus permisos de venta convirtiendo a estas políticas públicas en altas prioridades para la investigación y desarrollo. (Paul, 2014).

FIGURA 7. Patentes por subsectores en la industria automotriz

2013 Actividad de patentes en la industria automotriz



FUENTE: Derwent (2014) publicada en: Índice mundial de patentes 2014 estado de la innovación (p. 8).
Traducida del idioma inglés.

6.4.3. Ventajas Competitivas y Tendencias

Durante las últimas décadas los fabricantes de autos enfocaron sus esfuerzos en mejorar el desempeño de los motores, de las amenidades mecánicas y maniobrabilidad de vehículos. Pero la dinámica de la industria está cambiando los requerimientos y tendencias de la industria las cuales están más enfocadas en el área digital, modelos de propiedad y vehículos autónomos.

6.4.4. Digitalización del Automóvil

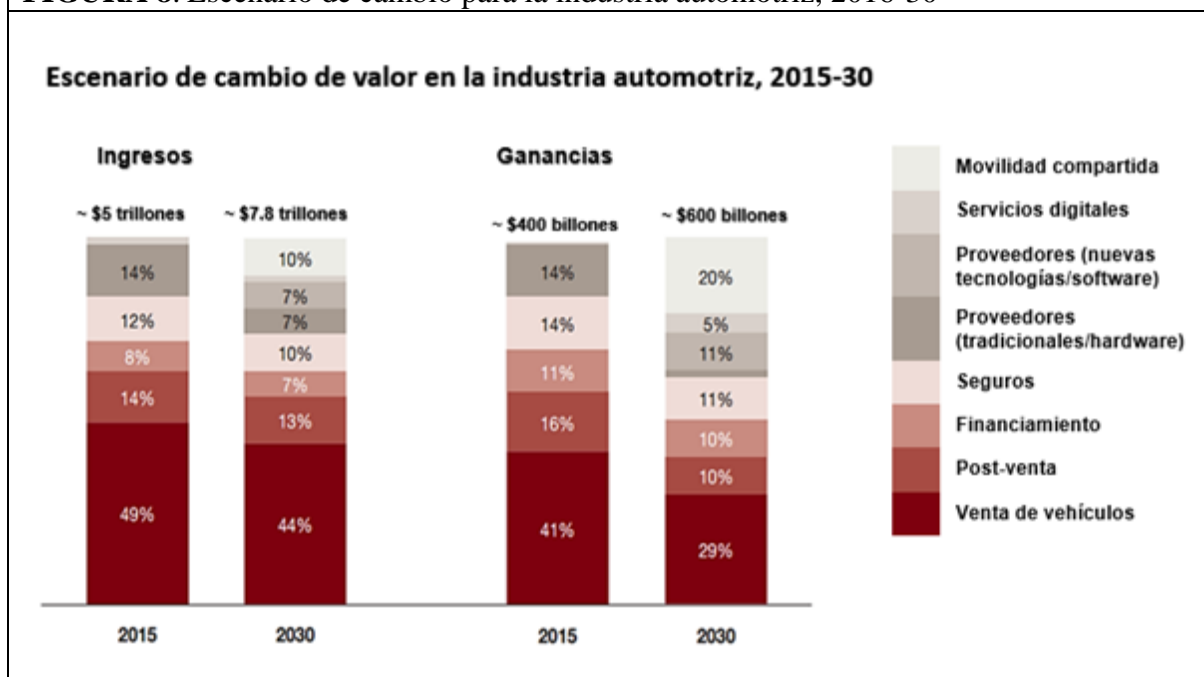
En el futuro los autos estarán conectados y podrán comunicarse unos con otros en tiempo real, cambiando las condiciones de seguridad entre vehículos. Las autopistas e

infraestructura deberán adaptarse para alojar estos nuevos vehículos interconectados. Estas nuevas tecnologías tendrán la capacidad de recopilar una gran cantidad de información sobre el cliente y sus hábitos de manejo, información que se convertirá en nuevas herramientas para mejorar la eficiencia de ventas y mercadotecnia. El gran procesamiento de datos ha originado el establecimiento de oficinas de procesamiento de datos y software como es el caso de Ford Silicon Valley Lab (Paul, 2014).

6.4.5. Modelos de Propiedad de vehículos

Los avances en tecnología y conectividad están retando el modelo de poseer un auto, actualmente se está popularizando el modelo de compartir autos, donde el usuario solo paga por el tiempo que utiliza el vehículo y es compartido en una base de subscriptores. Este tipo de modelo puede beneficiar a la industria pues según estudios puede elevar sus ganancias. Se espera que los kilómetros recorridos por el usuario aumenten debido a que un cliente podría utilizar distintos tipos de vehículos de diferentes segmentos comerciales según la ocasión dando paso a nuevos mercados e incrementando el uso actual del automóvil. (Paul, 2014). La figura 8 muestra una tendencia a la baja de las ventas de vehículos y muestra el surgimiento y crecimiento de un nuevo rubro llamado movilidad compartida con la proyección de alcanzar hasta el 20% de las ganancias generadas por el mercado. Debido a estas futuras tendencias las empresas armadoras están comenzando a variar su portafolio y proponer nuevos servicios de transporte compartidos para no disminuir sus ganancias sino diversificarlas.

FIGURA 8. Escenario de cambio para la industria automotriz, 2016-30



FUENTE: Eduard Baker (2016) publicada en: Connected Car report 2016 oportunidades, risk and turmoil on the road to autonomous vehicles. PWC (p. 13). Traducida del idioma inglés.

6.4.6. Vehículos Autónomos

El desarrollo de vehículos autónomos se ha convertido en la nueva carrera tecnológica entre armadoras. Actualmente el poseer un auto es más barato que la renta de servicios de transporte privado como el taxi o el uso de redes de transporte privado a través de aplicaciones móviles principalmente por el costo del conductor. Con la tecnología de autos autónomos el costo del chofer podría ser cercano a \$0 convirtiendo a la contratación de servicio en una opción más barata cambiando la manera en que la gente consume los medios y servicios de transporte (Cardinal, 2016). Adicional a los cambios en costos, otro gran impulsor de los autos autónomos es la mejora en seguridad que esto representa, reduciendo la posibilidad de errores humanos e interconectando los autos para mejorar la toma de decisiones. Cuando los autos comiencen a conducirse por sí mismos requiriendo solo el ingreso del destino final, el usuario podrá emplear su tiempo en otro tipo de

actividades recreativas o de entretenimiento lo que abre la puerta al desarrollo y consumo de nuevos productos que estarán destinados a satisfacer a los usuarios mientras son transportados (Viereckl, 2006)

6.4.7. Tipos de innovación en la industria automotriz

La industria automotriz presenta importantes oportunidades para generar innovaciones como las antes mencionadas. Las innovaciones en tendencias de nuevos mercados, seguridad, eficiencia y emisiones caen por lo general en la innovación sostenida. Iniciando por la tendencia en nuevos mercados, estas innovaciones surgen de escuchar al cliente e implementar pequeñas mejoras dentro de los vehículos para brindar amenidades a los pasajeros. Por lo general, son desarrolladas en las divisiones de ingeniería del producto con proyectos de contenido tecnológico bajo o medio. La innovación en seguridad ha tenido una larga historia principalmente para preservar la vida de los pasajeros y hoy en día la vida de todos aquellos externos al automóvil, este tipo de tecnología ha evolucionado poco a poco a lo largo del tiempo, iniciando con los cinturones de seguridad, asistencia de frenado y hoy en día con asistencia y prevención de accidentes. Este tipo de tecnologías requieren de una extensiva validación por lo que su ingreso al mercado es paulatino y de manera incremental. Por último las innovaciones que surgen a partir de las emisiones y eficiencias en gran medida son impulsadas por regulaciones gubernamentales que exigen una reducción paulatina de emisiones, estas tecnologías hoy en día están basadas en incrementar las velocidades disponibles en la caja de transmisión, apagar el vehículo en momentos que se encuentra detenido o el uso de combustibles alternos, son tecnologías existentes pero que se han ido incorporando en los vehículos de grado tecnológico medio. Este tipo de innovación es muy importante y en ocasiones subestimada. La innovación

sostenida es muchas veces el preámbulo para innovaciones de carácter más radical, pues la innovación sostenida prepara y maximiza las oportunidades de adopción de otro tipo de innovaciones. En ocasiones las compañías han lanzado al mercado innovaciones radicales y han fracasado muchas veces porque el mercado no está listo para adoptar estas tecnologías, es la innovación sostenida que da lugar a la adopción de tecnologías más avanzadas (Kishore, 2012). Debido al alcance de esta tesis, la innovación sostenida será el principal objeto de estudio pues este tipo de innovación es de bajo o medio contenido tecnológico que por lo general surge en los procesos de desarrollo del producto al momento de diseñar nuevos componentes aprendiendo del pasado y de la voz del cliente.

Las innovaciones radicales como antes se mencionó son tecnologías de alto contenido tecnológico y no pueden ser producidas de manera eficiente con las tecnologías actuales, en este rubro caen las innovaciones en energía alternas, autos eléctricos, comunicación entre vehículos y uso de nuevos materiales. Estas tecnologías por lo general son desarrolladas en centros de investigación especializada; son tecnologías que tienen un tiempo de ciclo extenso ya que impulsan los límites tecnológicos para lograr mejoras significativas y requieren altas inversiones de dinero. Estas tecnologías suelen tener un impacto mayor en el mercado y más duradero que las innovaciones sostenidas, y regularmente son parte de la estrategia competitiva de las empresas a largo plazo (Shenhar, 2001). Este tipo de innovación no es objeto de estudio de esta tesis.

La innovación disruptiva no ha tenido una gran presencia en la industria automotriz, uno de los momentos disruptivos en la industria fue el surgimiento de autos económicos, menos seguros y confiables en la parte de bajo desempeño del mercado, creando un modelo de negocio a partir de crear autos con estructuras muy eficientes basadas en la manufactura esbelta que ofrecía productos a menor costo y mayor confiabilidad, este nuevo sistema de

fabricación y diseño fue disruptivo para el mercado norteamericano (Christensen et al, 2004). Esta industria es relativamente estable respecto al surgimiento de innovaciones disruptivas. Son las nuevas tecnologías de vehículos autónomos y los nuevos modelos de propiedad que podrían generar una disrupción en la industria nuevamente. El cambio de modelo de propiedad podría cambiar la industria por completo porque si en un futuro los autos son plataformas compartidas y /o son contratados únicamente por servicios bajo demanda, la infraestructura, las fuentes de ingresos y la visión de diseño actuales quedarían obsoletos (Paul, 2016). Aún se desconoce cómo estas tecnologías serán adoptadas por el mercado y el verdadero impacto que tendrán, pero son una posible fuente de disrupción que están identificando las empresas armadoras y en consecuencia están realizando fuertes inversiones en su desarrollo. Este tipo de innovación no es objeto de estudio de esta tesis ya que su gestión y desarrollo está en los centros de investigación especializado y es difícil predecir su adopción y surgimiento.

6.5. Las 5 Fuerzas que Moldean la Estrategia Según Michael Porter, Aplicadas al Servicio de Diseño de Autopartes

Es muy común que las organizaciones definan parte de sus estrategias tomando en cuenta la competencia directa que tienen, es decir que el análisis de sus competidores es clave para la toma de decisiones estratégicas. Michael Porter (2008) expone que un análisis de los competidores no es suficiente, por lo que desarrolló un modelo para analizar los principales factores externos que se deben considerar para modelar la estrategia de una organización basado en cinco fuerzas: 1) la competencia existente y rivalidad que hay entre competidores, 2) el poder de negociación que tienen los compradores o clientes, 3) el poder

de negociación que tienen los proveedores, 4) la amenaza generada por la entrada de sustitutos y 5) la amenaza generada por nuevos competidores.

Porter menciona que la comprensión de dichas fuerzas, además de sus causas, revela la rentabilidad de una industria en específico al mismo tiempo que proporciona un marco para anticiparse a los cambios que se avecinan. Para efectos de este trabajo se utiliza el modelo de Porter para revelar la situación del servicio de diseño de autopartes y más adelante poder proponer el modelo de servicio más adecuado desde un punto de vista estratégico.

6.5.1. Competencia existente y rivalidad que hay entre competidores

La fuerte competencia que hay entre las diferentes armadoras las ha llevado a la necesidad de reducir el tiempo que les lleva el desarrollo del producto y por lo tanto a buscar proveedores que les ayuden a conseguirlo (Flynn, 1996). Por esta razón, las armadoras buscan proveedores que puedan brindar el servicio de diseño en un tiempo que se acople a su propio ciclo de desarrollo del producto. Esto ha llevado a que la mayor parte de los proveedores de dicho servicio tengan la capacidad de cumplir con los requerimientos de tiempo, ya que de no tenerla las armadoras no los contratarían.

La competencia es fuerte en cuanto a que existen numerosos proveedores que cumplen los requisitos que establecen las armadoras en cuanto a sus necesidades de tiempo de desarrollo. Sin embargo, su capacidad en cuanto al servicio de diseño es muy similar, por lo que la elección de a quién se va a contratar tiene que ver más con costos y beneficios que se ofrezcan en los procesos de manufactura y distribución.

Como ya se ha mencionado, en muchas ocasiones los proveedores de primer nivel son organizaciones muy grandes que incluso se pueden comparar con las armadoras. En

estas dimensiones de tamaño buscan tener aliados, sobre todo proveedores de segundo nivel, con el fin de adquirir la capacidad de proveer más tipos de componentes. La consecuencia es que los proveedores más grandes se vuelven también los más competitivos por lo que la mayor parte de los componentes se les pide a ellos. La consecuencia es que independientemente de la calidad del servicio de diseño que se ofrezca, la mayor parte de las veces los proveedores más fuertes terminan haciéndolo por beneficios que ofrecen a las armadoras los cuales son ajenos al mismo.

6.5.2. El poder de negociación que tienen los compradores o clientes

En el caso del servicio de diseño, los clientes y quienes pagan por él son las armadoras. Estas tienen un muy alto poder de negociación ya que se les tiene que prestar exactamente el servicio que requieren para que los proveedores del servicio sean contratados. En realidad, la prestación del servicio de diseño no representa ingresos significativos para el proveedor, incluso muchas veces sólo se cubren los costos. Este servicio se solicita a cualquier proveedor certificado por la armadora, ya sea interno o subcontratado. En general, si una armadora contrata a un proveedor externo su decisión no se basa en el servicio de diseño ya que como están previamente certificados se asume que tendrán la capacidad de brindarlo de manera adecuada. La decisión está en función del servicio de manufactura que el proveedor ofrezca, donde el volumen de producción es lo que realmente genera utilidades a los proveedores de autopartes de primer nivel.

6.5.3. El poder de negociación que tienen los proveedores

Al aplicar el análisis al servicio de diseño, es importante destacar que los proveedores del mismo no son quienes se dedican a la fabricación de componentes

automotrices. Un proveedor de quien se dedica al servicio de diseño es quien le brinda recursos para realizar las actividades que éste conlleva. Algunos ejemplos son compañías o áreas dedicadas al dibujo computarizado de autopartes, a la gestión de sistemas y componentes automotrices y a la validación de partes a través de pruebas tanto físicas como virtuales. Este tipo de proveedores tienen muy poco poder de negociación ya que simplemente se fija un costo por su servicio y la organización que los contrata realmente es quien podría negociar.

El factor humano es un recurso clave que necesitan brindar los proveedores de las empresas que ofrecen el servicio de diseño. Se necesitan de especialistas tanto en dibujo computarizado como en validación de partes que, si bien no puede ser cualquiera, por ser una industria muy grande este recurso no es escaso. Como es fácil sustituir un proveedor para el servicio de diseño, no tienen mucho poder de negociación. Además del factor humano, los proveedores muchas veces también deben contar con el software que necesita tanto quien se dedica al servicio de diseño como la armadora. Este es un factor que les da un poco más de fuerza de negociación, ya que si el programa no lo tiene cualquier proveedor la organización que brinde el servicio de diseño deberá elegir entre los que sí lo tengan.

6.5.4. La amenaza generada por la entrada de sustitutos

Los vehículos automotores tienen diversos sustitutos potenciales, sin embargo, también es importante destacar que para efectos de este trabajo se está aplicando el análisis al servicio de diseño de autopartes por lo que los sustitutos potenciales serían modelos diferentes para brindar dichos servicios, tales como organizaciones ajenas tanto al proveedor como a la armadora que se dedicaran a brindar el servicio. Como se mencionó

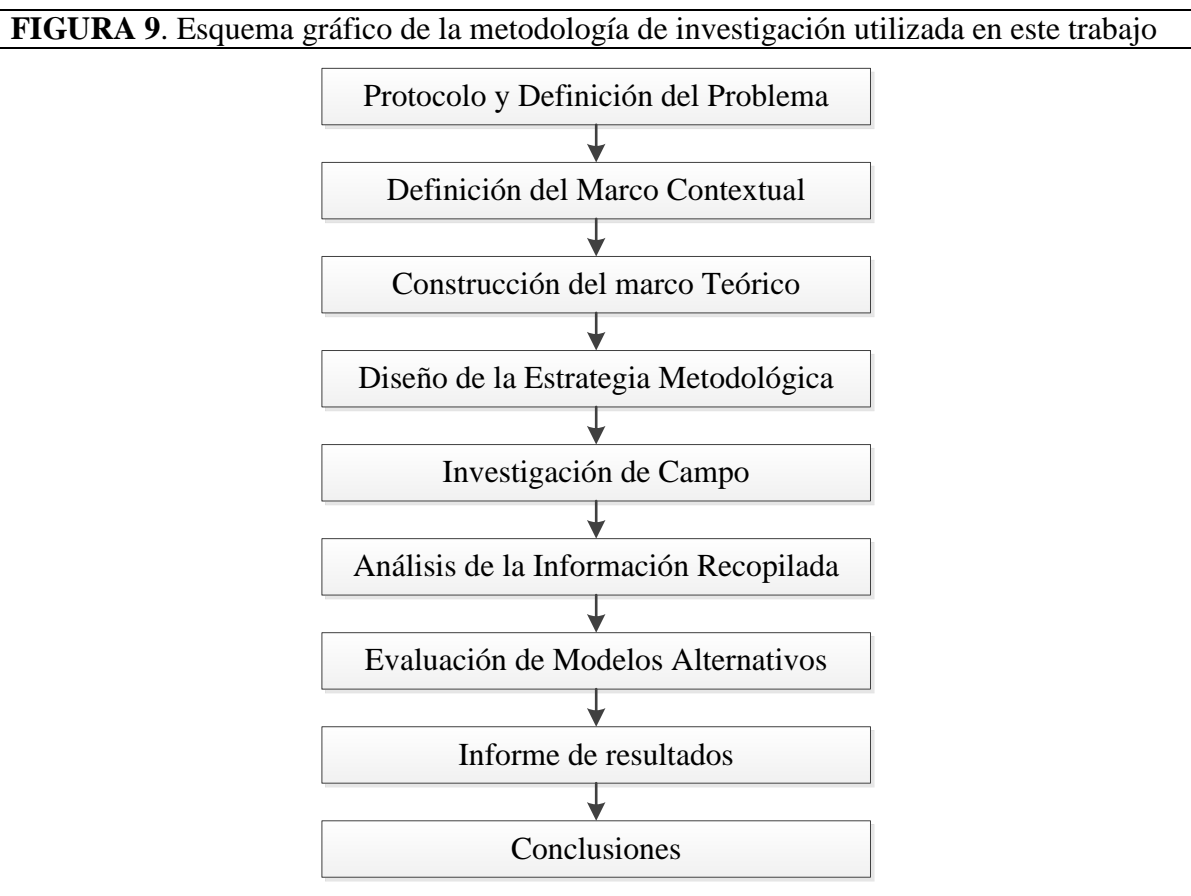
antes, actualmente se tienen identificados cuatro modelos principales que son: el modelo de servicio de diseño interno, el modelo de servicio de diseño subcontratado a proveedores, el modelo de partes previamente diseñadas y validados por los proveedores y el modelo de servicio de diseño colaborativo. Estos modelos llevan décadas funcionando con cambios únicamente en las tecnologías para realizar las actividades que representan, por lo que no se aprecia una amenaza potencial en cuanto a la aparición de un nuevo modelo que pueda sustituir a los ya existentes.

6.5.5. La amenaza generada por nuevos competidores.

Es muy común que proveedores de primer nivel busquen nuevas oportunidades de negocio con las armadoras, es decir, proveerles más o diferentes componentes que los que venían trabajando. En consecuencia hay una constante rotación de actividades que conlleva a formar y desintegrar continuamente los equipos que dentro de los proveedores brindan el servicio de diseño, por lo tanto hay aparición y desaparición de competencia en cuanto al servicio de diseño concierne. Sin embargo, si el servicio de diseño lo brinda un proveedor para la armadora es irrelevante quién lo haga siempre y cuando los beneficios que se le ofrezcan en cuanto a manufactura y producción le sean convenientes.

7. METODOLOGÍA

Como ya se mencionó, esta investigación tiene como principales objetivos el identificar y analizar modelos de servicio de diseño para componentes plásticos de la división de enfriamiento de motores para determinar cuál es el que representa un menor costo para la compañía e identificar si este modelo genera mayores oportunidades para innovar. Para cumplir dichos objetivos se decidió utilizar la metodología de investigación propuesta por Hernández, Fernández y Baptista (2010). La Figura 9 muestra de manera gráfica los pasos que se siguieron para realizar esta investigación.



FUENTE: Elaboración propia con base en Hernández, Fernández y Baptista (2010)

7.1. Protocolo y Definición del Problema

Se analizaron situaciones que actualmente se presentan en la división dedicada al enfriamiento de motores de vehículos de una de las principales armadoras a nivel mundial, para identificar una problemática real que preocupa a integrantes de la misma. Durante muchos años, dicha división lleva utilizando el modelo de servicio de diseño subcontratado a proveedores. Sin embargo, por circunstancias distintas a la estrategia del área se optó por utilizar el modelo de servicio de diseño interno para algunos componentes obteniendo resultados aparentemente muy convenientes. Esta situación llevó a los investigadores a preguntarse si era conveniente migrar al modelo de diseño interno y buscar un fundamento para sostener un análisis a profundidad de esta situación, tanto en sentido de costos como en la generación de innovación en el servicio de diseño.

7.2. Definición del Marco Contextual

Las armadoras coinciden en no involucrarse en el servicio de diseño de sistemas complejos en cuanto a tecnología, por lo que se acotó el alcance del proyecto a componentes automotrices de baja complejidad tecnológica donde se puede tener un beneficio al hacer una migración de modelo de servicio de diseño. En este aparatado se buscaron fuentes para entender de manera más amplia y completa el funcionamiento de la cadena de suministro y cómo se maneja la toma de decisiones.

7.3. Construcción del marco teórico

El marco teórico tiene como propósito definir los aspectos relacionados al tema que se está investigando, acotar los conceptos para tener claridad de los mismos, abordar el tema desde la perspectiva de diversos autores y presentar información relevante para el análisis del trabajo de investigación.

Primero se aborda el tema de la cadena de suministro de la industria automotriz. Aquí se busca acotar el área de interés para el análisis y definirlo. También se describe su funcionamiento, quiénes son los actores involucrados y qué papel juegan tanto en la industria como en el servicio de diseño. Se brindan algunos antecedentes, cómo es que ha evolucionado y actualmente cómo funciona. Finalmente se aborda el tema del servicio de diseño, qué modelos son relevantes y se hace un análisis de los mismos abordándolos desde el punto de vista de diversos autores enriquecido por la experiencia de los investigadores.

Además de identificar cuál es el modelo de servicio de diseño más conveniente para la armadora en un sentido económico, se tiene como objetivo determinar en cuál se brinda mayores oportunidades de innovar. La segunda parte del marco teórico se enfoca a definir la innovación y aspectos importantes de la misma como quién la genera, cómo se genera, cómo se gestiona y su papel y estado actual respecto a la industria automotriz. Para determinar el modelo que brinde las mayores oportunidades de innovar es crítico tener un entendimiento de los conceptos.

El marco teórico se finaliza con un análisis de los factores externos que modelan la competencia para el servicio de diseño con la finalidad de determinar si son relevantes. Su importancia definirá si se utilizarán al analizar los modelos o si estos factores son despreciables para los objetivos de esta investigación.

7.4. Diseño de la Estrategia Metodológica: diseño de la herramienta de investigación

La problemática a resolver no es observable como tal, por lo que para responder la pregunta de investigación se necesita información a profundidad. Debido a esto se eligió utilizar un método cualitativo para la recopilación de información. El método cualitativo que se eligió fue la entrevista, que se define como una reunión para conversar e intercambiar información entre dos o más personas con el fin de lograr una comunicación y una construcción conjunta de significados respecto a un tema (Hernández, et al., 2010).

Ya que el tema a abordar es específico pero no se sabe exactamente qué información posea cada entrevistador, se eligió utilizar entrevistas semiestructuradas. En este tipo de entrevistas, el entrevistador realiza las preguntas con base en una guía pero tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos y obtener mayor información sobre los temas deseados (Hernández, et al., 2010). Se diseñaron tres cuestionarios guía para realizar entrevistas a tres tipos de actores relevantes para el tema de estudio. Estos cuestionarios, como ya se mencionó, son una guía y se adjuntan a este trabajo en los anexos 1, 2 y 3.

Por otro lado, con el fin de tener un sustento económico en el análisis, se buscaron proyectos relacionados al servicio de diseño. El debate entre elegir un modelo de servicio de diseño subcontratado a proveedores o uno interno no es un tema poco común, por lo que se encontraron análisis financieros relacionados al tema. Por cuestiones de confidencialidad en el reporte de resultados sólo se muestran los hallazgos y los porcentajes encontrados, sin embargo es suficiente para analizar los diversos modelos.

7.5. Investigación de Campo

Las entrevistas se realizaron a miembros de diversas regiones de una de las principales armadoras a nivel mundial. Se eligieron personas con funciones variadas como la gestión de la cadena de suministro, relación con proveedores y gestión de la ingeniería del producto. A continuación se presenta una lista con las funciones de cada entrevistado:

Entrevistado 1	Ingeniero en el área de compras de partes plásticas del sistema de enfriamiento del tren motriz. Trabaja en la armadora con trato directo con los proveedores de la misma.
Entrevistado 2	Ingeniero en el área de compras de partes de soporte. Trabaja en la armadora con trato directo con los proveedores de la misma.
Entrevistado 3	Supervisor de un equipo dedicado a gestionar el desarrollo del producto de componentes automotrices.
Entrevistado 4	Ingeniero dedicado a gestionar el desarrollo del producto de componentes automotrices, principalmente mediante el modelo de servicio de diseño subcontratado a proveedores.
Entrevistado 5	Gerente de una de las áreas que proveen el servicio de diseño dentro de la armadora.
Entrevistado 6	Gerente de una de las áreas que se dedican al dibujo computarizado para brindar de manera interna el servicio de diseño a la armadora.
Entrevistado 7	Supervisor de un equipo de trabajo de una de las áreas que se dedican al dibujo computarizado para brindar de manera interna el servicio de diseño a la armadora.
Entrevistado 8	Supervisor de un equipo de trabajo de una de las áreas que se dedican al dibujo computarizado para brindar de manera interna el servicio de diseño a la armadora. También tiene a su cargo un equipo enfocado en generar innovación.

Como también se mencionó, otra parte de la investigación de campo consistió en recopilar información de casos de negocios dentro de la armadora en los cuales se haya buscado justificar cambiar de un servicio de modelo subcontratado a un modelo interno. Se encontraron dos casos, uno para componentes plásticos externos del vehículo con la característica de ser de apariencia y otro para componentes plásticos que brindan soporte a partes no visibles al usuario final. Estos casos son justificaciones meramente financieras

que buscan mostrar el comparativo en términos económicos entre el modelo subcontratado y el modelo interno.

7.6. Análisis de la Información Recopilada

La información recopilada se trató mediante una investigación cualitativa. En ésta la recolección y el análisis de la información ocurren prácticamente en paralelo. Al recopilar los datos la información no se recibe estructurada, por lo que el entrevistador debe darle cierta estructura. El objetivo es recolectar suficiente información hasta el punto en que los resultados dejen de ser novedosos, siendo esto una señal de que se tiene información suficiente (Hernández, et al., 2010). La información recabada se reportó en el siguiente capítulo considerando las ventajas y desventajas de los modelos con los que los diversos entrevistados han trabajado, llegando a un consenso de las opiniones encontradas.

En cuanto a los casos de negocios encontrados, se compararon entre sí y con los hallazgos de las entrevistas para darles una interpretación y un sentido relacionado a este trabajo de investigación. Los resultados se muestran con valores escalados por la naturaleza confidencial de la información recopilada en la armadora.

7.7. Evaluación de Modelos Alternativos

Con los resultados de la investigación cualitativa se determinaron las conveniencias e inconveniencias del modelo que actualmente utiliza la armadora en la cual se realiza la investigación. De manera alineada a los objetivos del trabajo, se plantearon escenarios simulando la utilización de modelos de servicios actuales y alternativos a lo ya utilizado

con el fin de analizar las ventajas y desventajas que cada uno representa. Se compararon entre sí y se llegó a encontrar tanto la conveniencia económica de cada modelo y la posibilidad que brindan de generar innovación.

En base a la investigación, se determinó que el ahorro en cuanto a costo es el factor más importante a tomar en cuenta. Sin embargo también se encontró que la armadora le da mucha importancia a mitigar riesgos por lo que en diferencias poco significativas de costo siempre optará compartir el riesgo con otras entidades y simplificar su estructura.

7.8. Informe de resultados

Todos los resultados se comparten a detalle con sus respectivos hallazgos, es decir, la información que se confirmó y la que puede contradecir las creencias iniciales. En este reporte se ofrece una respuesta al planteamiento del problema de manera fundamentada. Se realizó un resumen con los hallazgos de las entrevistas y otro con los de las evaluaciones que se hicieron a diversos modelos.

7.9. Conclusiones

Finalmente se derivan conclusiones de la investigación, se realizan recomendaciones a seguir para los posibles interesados y se evalúan las implicaciones de la investigación. También se determina si los objetivos de la investigación se cumplieron y cuáles fueron las limitaciones. Es importante destacar el significado del trabajo y discutir los resultados obtenidos, tanto los esperados como los inesperados (Hernández, et al., 2010).

8. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Como ya se mencionó, la primera parte de la investigación de campo consistió en entrevistar diversos actores de la cadena de suministro en la industria automotriz. Se diseñaron cuestionarios guía como base de una entrevista semiestructurada, por lo que se entrevistó a cada persona con las preguntas de los mismos pero profundizando y complementando a discreción del entrevistador. Siempre que se detectó una oportunidad de detallar un tema relevante para esta investigación se le preguntó más a profundidad al entrevistado. El resumen de dichas entrevistas se muestra en el Anexo 4.

Con el fin de tomar en cuenta el punto de vista de los tipos de actores más importantes para el servicio de diseño, se entrevistaron personas en tres grupos por su relación con la operación en el tema de estudio: área de compras de la armadora, miembros de la armadora que se dedican a gestionar el servicio de diseño subcontratado a proveedores y miembros de la armadora que brindan el servicio de diseño interno.

El primer grupo que se tomó para realizar las entrevistas fueron empleados de la armadora dentro del área de compras. Ésta área es la de desarrollar una base de proveedores capaces de entregar prototipos y componentes de producción que cumplan los requerimientos de la armadora en cuanto a calidad, costo y tiempo de entrega. También negocian los precios que se van a manejar con los proveedores tanto de prototipos, partes, y herramientas de producción así como del servicio de diseño, si es que se va a incluir. Debido a sus funciones, conocen las características de los acuerdos que se manejan y las condiciones de los mismos y pueden emitir un juicio confiable de cómo funciona el modelo

de servicio de diseño subcontratado a proveedores. En el Anexo 1 se muestran las preguntas que se utilizaron como guía para los entrevistados del área de compras.

De manera más específica, se eligieron dos compradores ubicados en Norteamérica. Ambos son bastante experimentados y llevan más de 10 años realizando esta actividad para la industria automotriz. Las entrevistas fueron en inglés, lengua materna de los entrevistados, por lo que los hallazgos (notas de las entrevistas en el Anexo 4) se muestran en la Figura 10 traducidos al español.

FIGURA 10. Hallazgos de las entrevistas realizadas a miembros del área de compras dentro de la armadora

Entrevistado 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los proveedores necesitan certificaciones ISO y demostrar experiencia en cierta tecnologías 2. Existen costos asociados al soporte de los ingenieros de calidad de proveedores 3. Costos de entrenamiento de nuestros sistemas corporativos 4. Tiempo de juntas y de interacción con el proveedor 5. Dar de alta a un proveedor nuevo puede tomar hasta 1 año dependiendo de la negociación de los términos y condiciones
Entrevistado 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. El modelo subcontratado reduce los riesgos haciendo al proveedor responsable del desempeño de la parte 2. En partes de inyección de plástico el proveedor aporta experiencia de manufactura y economías de escala 3. Los proveedores ayudan a buscar características en las partes que manufacturan que se puedan comunicar con el fin de bajar costos 4. Se realizan licitaciones para buscar eficiencia y competitividad entre proveedores y brinda mayor referencia para poder revisar precios 5. Las licitaciones se basan en los rubros de precio de la parte, costo de ingeniería y pruebas e inversión en herramientas 6. Sin competencia nos volveríamos ineficientes, el mercado convergerá en el precio más competitivo. 7. Dependiendo de la facturación es el número de proveedores por producto, esta se calcula multiplicando el precio de la parte por el volumen anual. 8. Las tolvas de ventilador tiene una facturación entre 3 y 6 millones de dólares 9. Las tolvas de ventilador son un producto único porque son solo utilizadas en camiones y camionetas y su fabricación y venta están limitados primordialmente a Norteamérica, por lo que los proveedores no necesitan un a presencia global. 10. Los ingenieros de calidad de proveedores deben certificar la capacidad y calidad del proveedor para futuros negocios. 11. Para agregar un proveedor a la base de datos debe ser aprobado por el director global de compras. 12. El proceso de alta de proveedores dura entre 6-8

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas en la investigación de campo

El segundo grupo fue de personas que trabajan dentro de la armadora y se encargan de gestionar el desarrollo del producto con proveedores de primer nivel, por tanto también gestionan el servicio de diseño cuando el modelo es subcontratado. Este rubro es fundamental ya que conoce perfectamente la forma de trabajar y proveer a través del servicio de diseño que tienen los proveedores, que conlleva dicho modelo y son capaces de identificar diversas ventajas y desventajas que existen.

De manera más específica, se entrevistó a dos integrantes de la armadora. El primero se encarga de coordinar las acciones que conllevan el desarrollo del producto en componentes del sistema de enfriamiento del motor. Parte de sus funciones es gestionar de manera directa con el proveedor el servicio de diseño que brindan, y en su caso tiene ingenieros a su cargo que trabajan de la mano con el supervisor para lograrlo. El segundo es un ingeniero de Norteamérica dedicado a coordinar proyectos de la misma índole pero desde un punto de vista más técnico. Este ingeniero se encarga de brindarles toda la información necesaria a los proveedores para que puedan brindar de manera adecuada el servicio de diseño, además de que los supervisa para que entreguen lo esperado. Esta entrevista fue en inglés, por lo que se tradujo al español para este informe (las notas de las entrevistas se encuentran en el Anexo 4). La Figura 11 muestra los principales hallazgos de estas entrevistas.

FIGURA 11. Hallazgos de las entrevistas realizadas a miembros de la armadora dedicados a gestionar el desarrollo del producto con proveedores

Entrevistado 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. Existe una estructura dentro de la compañía para madurar las tecnologías y que estén listas para su implementación aunque existen ciertos riesgos al hacerlo. En algunos casos se tienen tecnologías listas para implementación pero existen retos que surgen conforme avanza el proyecto. 2. No se puede introducir innovación hasta no estar lista para implementación. 3. Se realizan proyectos de innovación en centros de ingeniería de bajo costo pero es muy marginal, porque todo el proceso de planeación de proyectos trata de reducir variaciones, cuando se llega a la etapa de ejecución no quieres variación y la
----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>innovación es una variación por naturaleza.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Los proveedores tienen ventaja al innovar pues no están restringidos por el tiempo y pueden desarrollar las tecnologías años antes en pruebas de banco, antes de ofrecerlas a las armadoras. 5. Desde dentro de la armadora es difícil innovar en temas muy específicos porque no se tienen los ingenieros especializados. 6. Las patentes en Ford son principalmente relacionadas con empaquetamiento de sistemas. 7. La innovación se encuentra muchas veces en diseño de soportes y no son saltos tecnológicos grandes sino innovación sostenida. 8. En iluminación es frecuente que se tengan que hacer planes de contención con los altos ejecutivos debido a que algunas tecnologías se creen listas para implementarse pero no están del todo desarrolladas o al menos no todos los detalles para implementación en vehículos. 9. Un centro de ingeniería de bajo costo sí tiene la oportunidad de implementar tecnologías nuevas para la compañía.
Entrevistado 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. En términos de la innovación los proveedores de ciertas partes utilizan lo que ya saben y productos de su portafolio, depende de su repertorio en cierto tipo de partes como intercambiadores de calor quizás si surgen nuevas ideas. 2. Los proyectos de innovación y optimización han sido desarrollados e incorporados por el liderazgo del equipo de análisis de elemento finito 3. Las optimizaciones generalmente son promovidas por análisis de la armadora y la investigación. 4. Los proveedores apoyan la innovación si está dentro de su interés para futuros productos. 5. Cuando un proveedor te ofrece una innovación usualmente cobra un extra por la tecnología. 6. Los programas de alto volumen generalmente justifican la innovación y adopción de nuevas tecnologías. 7. La gerencia apoya la innovación siempre y cuando cumpla con los requerimientos de costo y los objetivos. 8. Dentro del área de tren motriz la innovación está más enfocada a nuevas ideas para reducciones de costo. 9. Existe un pleno apoyo para la utilización de recursos de análisis para desarrollar nuevas ideas e implementarlas.

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas en la investigación de campo

El tercer y último grupo entrevistado fue personal de la gerencia del área encargada de brindar el servicio de diseño de manera interna, quienes también forman una parte esencial para conocer este modelo. Estas personas diariamente trabajan con la armadora para satisfacer sus necesidades en cuanto a servicio de diseño, conocen perfectamente la interacción que hay dentro, pueden formular de manera precisa las ventajas y desventajas de este modelo y en la gerencia se conocen los costos y el alcance de este modelo.

Aquí se entrevistaron cuatro personas de dos tipos de puesto diferentes. Los primeros dos entrevistados tienen a su cargo una de varias gerencias dedicadas a brindar el servicio de diseño interno. Tienen decenas de colaboradores y conocen perfectamente qué es lo que se le debe de brindar a la compañía. Se consideran una especie de proveedores internos y coordinan gran cantidad de tareas mediante supervisores, que a su vez coordinan ingenieros. Los últimos dos entrevistados fueron supervisores de esta misma función, quienes están involucrados de manera más directa a la función de esta área. Si bien los gerentes tienen una idea más financiera de la actividad, los supervisores tienen una perspectiva operativa muy útil para la recolección de información. La Figura 12 muestra los principales hallazgos de dichas entrevistas.

FIGURA 12. Hallazgos de las entrevistas realizadas a miembros de la armadora dedicados a gestionar el servicio de diseño interno

Entrevistado 1	<ol style="list-style-type: none"> 1. El servicio de diseño interno promueve la innovación. 2. La flexibilidad es una ventaja del diseño interno, es más fácil reaccionar ante cambios. 3. En el diseño interno se deben de tomar en cuenta los costos relacionados a emplear gente. 4. En un proyecto con proveedores, si se necesita un esfuerzo extra para alcanzar la meta ellos absorben el costo a diferencia que en un proyecto interno. 5. La generación de propiedad intelectual se vuelve nula en servicios subcontratados. 6. El detonante para elegir una u otra opción es el costo sobre todos los demás factores. 7. La innovación se genera en dos escenarios: cuando la gerencia empuja a que se haga y cuando un área se encuentra con un reto y lo resuelve innovando. 8. El compromiso de los empleados propicia la innovación, situación que no se da al subcontratar.
Entrevistado 2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Afirma que una armadora reemplazaría un modelo de servicio subcontratado por uno interno únicamente si hay ahorros representativos, arriba del 60%. 2. No conoce proyectos en los cuales absolutamente todo lo que conlleva el servicio de diseño se haga de manera interna, siempre queda algo a subcontratar. 3. El servicio de diseño interno sólo hace sentido si se pueden gestionar los recursos de manera eficiente, es decir no tener mano de obra desocupada. 4. En el servicio de diseño subcontratado cuando se pacta un precio, a pesar de los contratiempos (hasta cierto límite), éste se debe de cumplir. 5. Los proveedores tienen experiencia técnica que las armadoras han ido perdiendo. 6. Un servicio de diseño subcontratado no descapitaliza a la armadora. 7. El servicio de diseño interno tiene un tiempo de respuesta mucho mejor que el

	<p>subcontratado.</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. La innovación se puede quedar dentro de la empresa sólo en servicio de diseño interno. 9. El servicio de diseño interno propicia a tener más conocimiento técnico dentro de la armadora. 10. Los centros de ingeniería de bajo costo son una especie de subcontratación que conserva los beneficios del modelo interno. 11. El momento en que se genera más innovación es cuando se terminó el primer intento de diseño de un vehículo, ya que antes casi no hubo tiempo.
Entrevistado 3	<ol style="list-style-type: none"> 1. El móvil para que una armadora elija el modelo de servicio de diseño interno sobre el subcontratado es que haya un ahorro significativo: más del 60%. 2. La razón es que es mucho más complejo de gestionar el modelo interno, por lo que no se meten en complicaciones si no es significativo el ahorro. 3. Menciona que de las actividades que conlleva el servicio de diseño, la que tiene más potencial de generar ahorros al hacerla de manera interna es la validación de partes, sin embargo es para la que más inversión inicial se necesita. 4. Cuando el ahorro en el servicio de diseño no es tan significativo pero se puede ahorrar haciendo más barata la manufactura de un componente a través del diseño interno, en volúmenes grandes se puede justificar el cambio.
Entrevistado 4	<ol style="list-style-type: none"> 1. La innovación tiende a generarse en momentos de crisis. 2. Si se tiene un tiempo limitado se propicia la resolución de problemas. 3. Los enunciados anteriores aplican a cualquier modelo de servicio de diseño, sin embargo el interno es el que puede sacar más provecho de esta situación.

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas en la investigación de campo

En cuanto a los proyectos que se identificaron como relacionados con la problemática analizada en este trabajo, como ya se mencionó, no se anexará información real debido a que son documentos confidenciales. Sin embargo se mencionarán los principales hallazgos en la parte de análisis.

9. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

Las armadoras han encontrado diversas ventajas y desventajas tanto de utilizar un modelo de servicio de diseño subcontratado como de un modelo interno. Si bien en el marco teórico ya se habían mostrado algunas de ellas, es importante mencionarlas de manera complementada por la investigación de campo. A continuación se muestran, en

forma de tabla la Figura 13, con las ventajas y desventajas del modelo de servicio de diseño subcontratado, y la Figura 14 con las del modelo de servicio de diseño interno.

FIGURA 13. Ventajas y Desventajas del Modelo de Servicio de Diseño Subcontratado	
Ventajas	Desventajas
El proveedor se certifica con el fin de asegurarse que tiene la capacidad técnica de brindar el servicio	Si el proveedor logra bajar sus costos no le cobra menos a la armadora
Los riesgos de falla los asume el proveedor, es decir tiene que resolverlos a su propio costo	Es tardada la interacción con los proveedores, se triangula mucho la información
El proveedor ya tiene experiencia técnica que aporta al desarrollo del producto	El proceso para dar de alta a un nuevo proveedor es largo, dura entre seis y ocho meses
Hay competencia entre proveedores, generando oferta y promoviendo precios competitivos	Si se genera innovación y/o propiedad intelectual, el proveedor es quien se la queda
Si se necesita más tiempo de desarrollo del estimado inicialmente, el proveedor lo cubre sin cargar el costo a la armadora	El proveedor se enfoca en desarrollar partes que cumplan las especificaciones requeridas, sin embargo dejan a un lado la voz del usuario final
Aunque se cobra, el proveedor provee de financiamiento a la armadora	
Como normalmente el proveedor que brinda el servicio de diseño es quien va a manufacturar, se asegura que haya factibilidad de producción de la parte	
El costo de salida menor ya que los recursos son del proveedor	

FUENTE: Elaboración propia con base al análisis de la información recopilada en la investigación de campo

FIGURA 14. Ventajas y Desventajas del Modelo de Servicio de Diseño Interno	
Ventajas	Desventajas
La armadora conoce a detalle la función que desempeñará cada sistema por lo que puede hacer eficiencias sin comprometer el desempeño de los componentes	La armadora se hace cargo de todos los recursos independientemente de si los usa o no, por lo que hay un riesgo de tener capacidad ociosa
La armadora empuja a que se de innovación, así como cuando hay problemas los mismos empleados innovan con el fin de resolverlos	Si algo falla en el proceso de diseño, la culpa es totalmente de la armadora y por lo tanto la tarea y el costo de arreglarlo
Hay mayor flexibilidad, es decir como la información no se triangula, se pueden hacer	Cuando se termina un proyecto, la armadora se queda con la carga salarial de los

cambios al momento de requerirlos	empleados independientemente de si encuentra otro proyecto para ellos
Al ser recursos internos, la armadora puede motivar directamente a los responsables de realizar las tareas que conlleva el servicio de diseño	Si se necesita más tiempo de desarrollo del que inicialmente se estimó, la armadora tiene que asumir el costo
Si se genera innovación y/o propiedad intelectual, se quedan dentro de la armadora	Se necesita tener una infraestructura mucho más robusta y más recursos
La armadora genera más conocimiento técnico	Si no se tiene la experiencia técnica se tiene que desarrollar a costo de la armadora
El costo por el servicio de diseño como tal es menor que subcontratándose a proveedores	
La armadora está más enfocada a ahorrar en el producto final, por lo que es común optimizar los componentes reduciendo su costo	
Los empleados de la armadora no pierden de vista el enfocar sus productos al usuario final	

FUENTE: Elaboración propia con base al análisis de la información recopilada en la investigación de campo

Además de las entrevistas, se obtuvieron documentos con casos de negocio destinados a evaluar la posible sustitución de un modelo de servicio de diseño subcontratado a proveedores a un modelo de servicio de diseño interno, más adelante se mostrarán los resultados cuantitativos los cuales se presentan con datos escalados con el fin de proteger la confidencialidad de la información.

De la información obtenida, tanto de los entrevistados como de los casos de negocio recopilados, se puede destacar que el costo del servicio de diseño es menor en el modelo interno que en el subcontratado siempre y cuando se utilice un centro de ingeniería de bajo costo. Si el servicio de diseño se brinda en países desarrollados, el costo de la mano de obra más todo lo que implica tener un empleado en muchas ocasiones llega a superar lo que cuesta un modelo subcontratado a proveedores, por lo que este caso se descarta como una alternativa. Sin embargo, si el servicio de diseño se brinda en un centro de ingeniería de

bajo costo, es decir en países en vías de desarrollo que cuenten con mano de obra calificada y que la armadora tenga filiales, casi siempre el costo es menor que si se utiliza el modelo subcontratado a proveedores.

Una de las formas más comunes de disminuir el costo del servicio de diseño es utilizar mano de obra en centros de ingeniería de bajo costo, ventaja que toman tanto las armadoras como los proveedores. Cuando las armadoras son las que toman ventaja de esto, el ahorro va directamente para sí misma. En cambio, si el proveedor utiliza esta herramienta para bajar sus costos más bien el beneficio económico favorece su propia utilidad y no se traduce en un ahorro para la armadora.

Otro hallazgo a destacar es que todos los miembros de la organización que fueron entrevistados, sin excepción, comparten la opinión de que en un modelo de servicio de diseño interno se tienen grandes ventajas en cuanto a innovación. Por un lado, toda la propiedad intelectual que se genera pasa a ser parte de la armadora lo cual no sucede cuando se subcontrata el servicio. Los proveedores se guardan toda la propiedad intelectual para sí mismos y si bien las partes y el herramental son de las armadoras, las metodologías y tecnologías desarrolladas se las quedan para incluso dar el mismo servicio a otras armadoras. Esto es lógico ya que ellos también buscan maximizar utilidades para sí mismos. Además de que la propiedad intelectual se queda en la armadora, cuando el servicio de diseño se brinda de manera interna se tiene la gran ventaja de que quien lo realiza tiene un amplio y detallado conocimiento de todos los sistemas con los que interactúa el componente a desarrollar y todas las funciones del mismo. En un servicio subcontratado, el proveedor únicamente tiene información limitada y no se le permite conocer más que lo necesario para desarrollar el componente, ya que la información de nuevos diseños es confidencial. Sin embargo, cuando un equipo de la misma armadora

desarrolla un componente, cuenta con conocimiento muy detallado de su funcionamiento y de todos los sistemas con los que interactúa el mismo. Esto permite que se diseñe de la manera más eficiente y se presentan mayores oportunidades para innovar, ya que se cuenta con suficiente información para hacer que cumpla su función y a través de creatividad se puede llegar a soluciones diferentes a lo establecido en vehículos anteriores. Las innovaciones que se dan gracias a esta ventaja pueden derivar en propiedad intelectual, aunque se encontró que su más grande beneficio es la disminución en el costo final del componente ya sea por una simplificación del mismo, por optimizar de manera que se utilice un método de manufactura más económico o reduciendo la cantidad de material utilizado. Esto se traduce en un ahorro en la manufactura de cada vehículo que utilice este componente, por lo que tener una mayor oportunidad de innovar en las actividades de servicio de diseño muchas veces resulta en un ahorro que, aunque no se refleja directamente en el costo de dicho servicio, sí beneficia a la armadora.

Otro hallazgo de la investigación es que si bien los miembros de las armadoras coinciden en que el diseño interno tiene importantes beneficios en cuanto a costos e innovación, en general coinciden en que si estos beneficios no son significativos se preferirá optar por un modelo de servicio de diseño subcontratado. Los proveedores permiten una gran disminución en la complejidad interna de las armadoras lo cual ha resultado en un gran beneficio para las mismas. Necesitan invertir menos en instalaciones y en personal y maximizan sus recursos ya que hay menos elementos ociosos cuando disminuye la carga de trabajo por la naturaleza del ciclo de desarrollo del producto de la industria automotriz. El nivel gerencial concuerda en que el ahorro necesario para optar por un servicio de diseño interno debe representar más del 50% respecto a lo que costaría hacerlo con un proveedor, el cual se puede justificar directamente con el costo que

representa realizar el servicio de diseño de manera interna pero también agregando el beneficio económico cuando se puede reducir el costo final de los componentes a desarrollar.

El siguiente apartado tiene como propósito analizar más a detalle distintos modelos del servicio de diseño por lo que antes de comenzar, es importante tomar en cuenta que existen términos medios entre uno y otro. Si bien se pueden realizar todas las actividades de manera interna o todas las actividades subcontratadas, también se pueden hacer combinaciones a discreción de la armadora. Por ejemplo, si la armadora considera que tiene suficiente personal dentro de la empresa para llevar la gestión de la ingeniería de desarrollo del producto y suficientes elementos dedicados al dibujo computarizado, puede tomar estas actividades y dejar la parte de validación al proveedor. Esto resultará en una combinación de los beneficios de ambos modelos, lo cual se analizará a continuación.

10. EVALUACIÓN DE MODELOS DE SERVICIO DE DISEÑO

Buscando comprobar la hipótesis de este trabajo, se evaluaron distintos modelos de servicio de diseño tomando en cuenta tres aspectos: costo del servicio de diseño, oportunidades para generar innovación y optimización del costo final de componentes. La comparativa entre los modelos resulta en diferentes tendencias y ventajas dependiendo de su naturaleza. Los modelos analizados en este trabajo fueron los siguientes:

1. Modelo de diseño subcontratado a proveedor.
2. Modelo de diseño interno en regiones de bajo costo.
3. Modelo de diseño interno en regiones de bajo costo subcontratando la validación.

4. Modelo de diseño interno subcontratando la validación y la factibilidad de manufactura.

Para cada modelo, lo primero que se muestra es un análisis de la distribución de horas de trabajo de los modelos antes mencionados en el cual se tiene el desglose de la inversión en ingeniería, diseño y pruebas. Estos son los elementos que se toman como base para realizar el pago a proveedores y en el caso de diseño interno el presupuesto para el desarrollo de una parte. Este es el primer paso para identificar los recursos humanos e instalaciones necesarias para el desarrollo del proyecto.

Lo segundo que se muestra en el análisis por modelo es un análisis financiero detallado de los modelos de distribución de horas propuestos en la sección anterior, tratándose de aproximar lo más posible a los costos reales que cubrirá la armadora debido al financiamiento del proyecto. Se proyectarán los ahorros asociados a la optimización de la parte y se calculará el retorno de inversión a lo largo del tiempo calculando los flujos de efectivo a valor presente, el TARR (time adjusted rate of return por sus siglas en inglés) mínimo de aprobación para un proyecto de reducción de costos es del 50%, este parámetro es corporativo y de referencia. Para esto se deben establecer los supuestos iniciales que registrarán los plazos, tasas y volúmenes, los cuales se pueden apreciar en la Figura 15.

FIGURA 15. Supuestos iniciales para realizar el análisis financiero

Supuestos iniciales modelo de diseño subcontratado			
Tasa de interés y de riesgo	9%	Ahorro por optimización	5%
Tasa mensual	0.75%	Volumen anual (unidades)	350,000
Costo de la parte (USD)	\$ 8.00	Ciclo de vida del proyecto (meses)	36
Duración de etapa de diseño (meses)	36	Año de lanzamiento	2019

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas y a los casos de negocio recopilados

En la Figura 15 se muestra la tasa de interés y de riesgo que registrará el financiamiento del proveedor con la armadora, esta es una tasa relativamente alta comparada con la del

mercado debido a que no existe una garantía de que el proyecto entregue los volúmenes prometidos de venta. El costo de la parte de inyección de plástico seleccionada es de \$8 USD. El plazo de desarrollo es de 36 meses que es el promedio de meses que toma el desarrollo de un proyecto de esta naturaleza. El volumen del proyecto es de 350,000 unidades anuales, el cual es un volumen alto para la industria, y estará a la venta durante 36 meses que será el plazo en el que se amortizarán los pagos del proveedor. El modelo de diseño subcontratado se definió como la base del estudio comparativo. Los demás modelos serán listados en conjunto con el análisis financiero por lo que es importante resaltar que sus principales diferencias se dan en el ahorro por optimización del costo final de las partes y la tasa de interés de 0% cuando el diseño es completamente interno.

10.1. Modelo de servicio de diseño subcontratado a proveedor

Este modelo ha sido ya descrito en el marco teórico y es en el cual todas las actividades que conlleva el servicio de diseño son subcontratadas a un proveedor de primer nivel. Esto significa que la armadora tiene que pagar los gastos realizados por el proveedor por realizar dichas actividades, los términos de las armadoras indican que este gasto de ingeniería será pagado bajo una amortización posterior al lanzamiento del productor por lo que el proveedor tiene que financiar estas actividades desde el inicio del desarrollo hasta el lanzamiento del producto al mercado. Este modelo muestra el estado actual de muchas armadoras, donde se subcontratan servicios de ingeniería en Norteamérica con costos por hora elevados comparados con otras regiones, un constante incremento de la deuda resultado de los intereses y bajas oportunidades de ahorrar en el precio final de la parte ya

que rara vez los proveedores optimizan los diseños. En la figura 16 se comienza con el análisis financiero de este modelo.

FIGURA 16. Análisis financiero del modelo de servicio subcontratado a proveedores

Modelo subcontratado (estado actual)								
Actividad de diseño (horas-hombre)	Empleador	Ubicación	Costo/hora	Periodo de diseño			Horas totales	Costo total (USD)
				2016	2017	2018		
Ingeniero de gestión	Proveedor	NA	80	204	738	673	1,615	\$ 129,160
Diseño	Proveedor	NA	80	46	180	315	541	\$ 43,240
Análisis de Elemento finito	Proveedor	NA	80	20	40	20	80	\$ 6,400
Pruebas	Proveedor	NA	125		440		440	\$ 55,000
factibilidad de manufactura	Proveedor	NA	80	109	109	109	327	\$ 26,160
							Costo final	\$ 259,960
Presupuesto total de trabajo (Man-Hrs)				379	1,507	1,116		

Donde NA = Norteamérica

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas y a los casos de negocio recopilados

La Figura 16 presenta la distribución de horas de trabajo para el modelo de diseño subcontratado para el desarrollo de una parte plástica. La primera columna muestra el tipo de actividad que desempeñará el proveedor el desarrollo iniciando con el ingeniero de gestión, que es el principal punto de contacto entre la armadora y el proveedor y es responsable de la coordinación de todas las actividades internas de diseño como el diseño, análisis de elemento finito y pruebas. La actividad nombrada como diseño es principalmente el modelado tridimensional de la parte y la generación de dibujos. El análisis de elemento finito es la actividad encargada de validar la parte para garantizar una exitosa etapa de pruebas físicas, cabe resaltar que esta actividad es la que tiene los principales recursos y conocimientos para optimizar un diseño y conseguir un ahorro en el costo final de los componentes. La actividad nombrada como pruebas es la otra parte de lo que es la validación, incluye todas las pruebas físicas indicadas por la armadora para poder verificar que el diseño cumpla con las especificaciones de ingeniería, generalmente tiene un costo por hora mayor debido a que se requiere equipo especializado e instalaciones especiales para cada tipo de parte. La factibilidad de manufactura se refiere a las

actividades relacionadas con la traducción del modelo digital y los dibujos a un componente capaz de ser manufacturada. Dicha actividad requiere de experiencia en manufactura y conocimiento técnico de la maquinaria con la cual se fabricará.

La segunda columna indica que empresa o entidad ejecutará esa actividad que en este caso será exclusivamente el proveedor. La tercera columna muestra la ubicación del personal debido a que la región determinara el costo por hora que es la cuarta columna. La cuarta columna muestra el costo por hora e incluye todos los costos asociados con la realización de cada actividad, como el costo del personal y la infraestructura necesaria. Las actividades más costosas para el proveedor son el análisis de elemento finito debido al software especializado y el conocimiento técnico para poder realizar estos análisis y el costo de pruebas que es considerablemente más elevado por la necesidad de equipo e instalaciones especializados. La quinta columna muestra las horas invertidas durante el primer año del proyecto que en comparación a los demás años son relativamente bajas, porque aún se está evaluando la factibilidad del proyecto y la injerencia del proveedor es baja. La sexta columna muestra las horas invertidas en el año dos, donde el trabajo de ingeniería es mayor porque es cuando se realiza el modelado de la pieza y el análisis de elemento finito para afinar la estructura, así como toda la gestión necesaria para comenzar a construir y probar prototipo a nivel componente y vehicular. La séptima columna muestra las horas invertidas en el último año, durante esta última etapa el proyecto requiere de constante soporte de ingeniería para el lanzamiento del producto, se comenzarán a fabricar los aditamentos necesarios para llevar el diseño a producción en masa e integrarlo con la cadena de suministros de la armadora.

El resto de las columnas contienen la sumatoria de las horas por actividad y los costos finales que en este caso son de aproximadamente \$260,000 USD. Esta tabla de

distribución de carga de trabajo de parte del proveedor nos muestra las distintas áreas de oportunidad, como es la ubicación de los recursos para buscar regiones más competitivas y también la distribución de horas a cada actividad para optimizarlas o concentrarlas para buscar diseños más eficientes y de menor costo.

FIGURA 17. Análisis financiero en el tiempo del modelo de servicio de diseño subcontratado (USD)

Actividad de diseño (horas-hombre)	Costo/ hora (USD)	Periodo de diseño			Periodo de producción		
		2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ingeniero de gestión	80	\$ (16,320)	\$ (59,040)	\$ (53,800)			
Diseño	80	\$ (3,680)	\$ (14,400)	\$ (25,160)			
Análisis de Elemento finito	80	\$ (1,600)	\$ (3,200)	\$ (1,600)			
Pruebas	125	\$ -	\$ (55,000)	\$ -			
Factibilidad de manufactura	80	\$ (8,720)	\$ (8,720)	\$ (8,720)			
Intereses pre-lanzamiento		\$ (7,773)	\$ (20,861)	\$ (4,474)			
Intereses post-lanzamiento					\$ (25,045)	\$ (14,519)	\$ (4,896)
Reducción de precio							
Ahorro de material (USD)					\$ -	\$ -	\$ -
Volumen anual (unidades)					350,000	350,000	350,000
Ahorro total proyectado					\$ (25,045)	\$ (14,519)	\$ (4,896)
Total anual		\$ (38,093)	\$ (161,221)	\$ (93,754)	\$ (25,045)	\$ (14,519)	\$ (4,896)
Total del proyecto							\$ (337,528)
TARR							

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas y a los casos de negocio recopilados

La Figura 17 muestra el análisis financiero del modelo de diseño subcontratado a lo largo de la etapa de diseño y la subsecuente etapa post-lanzamiento (a partir del año 2019), iniciando por la sección de intereses generados pre-lanzamiento, este rubro muestra el interés generado año con año como resultado de las actividades realizadas por el proveedor, el primer año se generaron aproximadamente \$7,700 USD un monto considerablemente alto a pesar del bajo número de horas invertido durante ese año, pero al ser el periodo más lejano del año de lanzamiento genera mayores intereses debido al plazo; el segundo año generó \$21,000 USD el monto más elevado de los tres debido a que se invirtieron una mayor cantidad de horas de y prueba. Durante el último año se generaron \$4,400 USD monto relativamente bajo a pesar del alto número de horas de ingeniería debido a que es el plazo más corto y próximo al lanzamiento. Todos estos montos se sumarán al presupuesto

inicial de ingeniería, diseño y pruebas y este nuevo monto será la deuda contratada por la armadora al momento del lanzamiento, por lo que la deuda asciende de \$260,000 USD a \$293,000 USD debido a los costos financieros pre-lanzamiento. A partir del año de lanzamiento la deuda asciende a \$293,000 USD, tendrá un interés del 9% y será amortizado a lo largo de los 36 meses estipulados en la tabla 16, creando una amortización de \$25,000 USD para el año 2019, \$14,500 USD para el 2020 y \$5,000 USD para 2021. Al final del proyecto la armadora habrá pagado \$337,000 USD al proveedor, \$260,000 USD por costos de ingeniería y \$77,000 USD de costos financieros. Este es el modelo actual que utilizan las armadoras, con muchas ventajas desde el punto de vista de crear una organización más esbelta y compartiendo el riesgo con el proveedor, pero conlleva un intrínseco gasto financiero de hasta un 30% sobre el monto original de ingeniería, diseño y pruebas. En este modelo no se proyecta un ahorro por optimización de costos por lo que se establece como “0” basado en el supuesto que este modelo de diseño subcontratado utiliza diseños conservadores para minimizar riesgos y el TARR es 0 debido a que no genera ningún ahorro.

10.2. Modelo de servicio de diseño interno en regiones de bajo costo

En este modelo todas las actividades que conllevan el servicio de diseño recaen en la armadora y se utiliza su propia infraestructura. La propuesta es realizar todas las actividades en regiones de bajo costo con el fin de maximizar el ahorro en costo por hora. Otro supuesto que se tomó fue el de aumentar la inversión en horas del análisis de elemento finito con el objetivo de optimizar el diseño y lograr reducciones en el costo final de los componentes. En este modelo la armadora podrá hacer uso de su experiencia y recursos

adicionales de análisis virtual para lograr optimizar factores como peso, material y geometrías, resultando en un ahorro proyectado del 5% sobre el costo de la parte.

FIGURA 18. Análisis financiero del modelo de servicio interno en regiones de bajo costo

Modelo diseño interno en regiones de bajo costo								
Actividad de diseño (horas-hombre)	Empleador	Ubicación	Costo/hora	Periodo de diseño			Horas totales	Costo total (USD)
				2016	2017	2018		
Ingeniero de gestión	Armadora	RBC	50	204	738	673	1,615	\$ 80,725
Diseño	Armadora	RBC	50	46	180	315	541	\$ 27,025
Análisis de Elemento finito	Armadora	RBC	50	80	100	20	200	\$ 10,000
Pruebas	Armadora	RBC	100		440		440	\$ 44,000
factibilidad de manufactura	Armadora	RBC	50	109	109	109	327	\$ 16,350
							Costo final	\$ 178,100
Presupuesto total de trabajo (Man-Hrs)				439	1,567	1,116		

Donde RBC = Región de bajo costo

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas y a los casos de negocio recopilados

En la Figura 18 se muestra la distribución de horas para el modelo interno en regiones de bajo costo. El contenido es igual al mostrado en la sección anterior con el modelo de diseño subcontratado a proveedor y seguirá siendo para los siguientes análisis. Algo importante que se resalta en este modelo es una reducción de 38% en costos por hora debido a la región. Los costos de la mayoría de las actividades están homologados a un promedio de lo que cuesta un empleado que realiza la actividad, ya que se tienen diversos rangos trabajando en la misma actividad. El costo que se muestra más alto es el de pruebas, el cual es más elevado primordialmente por el uso de equipo e instalaciones especializados. Otro cambio importante es que en este modelo se está buscando una mayor inversión en recursos virtuales para poder optimizar la parte y reducir su costo en un 5%, por este motivo los recursos de análisis de elemento finito incrementaron en un 200%. El costo final de este modelo, únicamente en cuanto a lo que es servicio de diseño, es 31% menor que el subcontratado a proveedores a pesar del incremento en horas de análisis.

FIGURA 19. Análisis financiero en el tiempo del modelo de servicio de diseño interno en regiones de bajo costo (USD)

Actividad de diseño (horas-hombre)	Costo/hora	Periodo de diseño			Periodo de producción		
		2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ingeniero de gestión	50	\$ (10,200)	\$ (36,900)	\$ (33,625)			
Diseño	50	\$ (2,300)	\$ (9,000)	\$ (15,725)			
Análisis de Elemento finito	50	\$ (4,000)	\$ (5,000)	\$ (1,000)			
Pruebas	100	\$ -	\$ (44,000)	\$ -			
Factibilidad de manufactura	50	\$ (5,450)	\$ (5,450)	\$ (5,450)			
Intereses pre-lanzamiento		\$ -	\$ -	\$ -			
Costo asociado a proveedor					\$ 112,509	\$ 112,509	\$ 112,509
Reducción de precio							
Ahorro de material (USD)					\$ 0.40	\$ 0.40	\$ 0.40
Volumen anual (unidades)					350,000	350,000	350,000
Ahorro total proyectado					\$ 252,509	\$ 252,509	\$ 252,509
Total anual		\$ (21,950)	\$ (100,350)	\$ (55,800)	\$ 252,509	\$ 252,509	\$ 252,509
Total del proyecto							\$ 579,428
TARR	0.69						

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas y a los casos de negocio recopilados

En la Figura 19 se muestra que en el modelo de diseño interno la tasa de interés es de 0% debido a que no hay financiamiento de terceros en las actividades, pues la armadora está utilizando sus propios recursos. Por otra parte, los costos por hora son menores debido a que se decidió utilizar una región de bajo costo. Además, se estima un ahorro del 5% sobre el costo final de la parte debido a la optimización mencionada anteriormente.

Con los supuestos mencionados, el costo de ingeniería baja a \$178,000 USD (sumatoria de “total anual” de 2016 a 2018). Se obtiene un ahorro estimado de \$112,000 USD anual por el costo anteriormente pagado al proveedor amortizado a 3 años (ver total del proyecto, tabla 17). Por último se agrega una sección donde se proyecta el ahorro por unidad, que en este caso es de \$0.4 USD (5% de \$8USD) multiplicado por el volumen del programa de 350,000 unidades nos arroja un ahorro anual proyectado de \$140,000 USD cada año subsecuente al lanzamiento. Al final del proyecto se habrán gastado \$178,000 USD en ingeniería pero, gracias a la optimización en la parte y al uso de un modelo de diseño interno, se logra un ahorro proyectado de \$579,000 USD y un TARR del 69%,

convirtiendo a este escenario en una buena oportunidad de negocio para la armadora. El TARR de 69% se compone de un 19% asociado a los nuevos costos por hora en regiones de bajo costo, 7% correspondiente al ahorro por costos financieros y 43% al ahorro por optimizar la parte.

9.1 Modelo de servicio de diseño interno en regiones de bajo costo subcontratando la validación física

Este modelo es muy similar al modelo de diseño interno en regiones de bajo costo con la diferencia que las pruebas son realizadas por un proveedor para no sobre cargar la infraestructura de la armadora y evitar inversiones en equipo de pruebas.

FIGURA 20. Análisis financiero del modelo de servicio interno subcontratando pruebas

Modelo diseño interno subcontratando pruebas								
Actividad de diseño (horas-hombre)	Empleador	Ubicación	Costo/hora	Periodo de diseño			Horas totales	Costo total (USD)
				2016	2017	2018		
Ingeniero de gestión	Armadora	RBC	50	204	738	673	1,615	\$ 80,725
Diseño	Armadora	RBC	50	46	180	315	541	\$ 27,025
Análisis de Elemento finito	Armadora	RBC	50	80	100	20	200	\$ 10,000
Pruebas	Proveedor	NA	125		440		440	\$ 55,000
factibilidad de manufactura	Armadora	RBC	50	109	109	109	327	\$ 16,350
							Costo final	\$ 189,100
Presupuesto total de trabajo (Man-Hrs)				439	1,567	1,116		

Donde:
RBC = Región de bajo costo
NA = Norteamérica

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas y a los casos de negocio recopilados

En la Figura 20 se muestra la distribución de horas del modelo de diseño interno subcontratando la validación física, el modelo es muy similar al totalmente con la diferencia de que las pruebas continuaran siendo responsabilidad del proveedor que actualmente cotiza horas en Norteamérica. Este modelo genera un ahorro del 9% sobre la inversión de ingeniería, diseño y pruebas.

FIGURA 21. Análisis financiero en el tiempo del modelo de servicio de diseño interno en regiones de bajo costo subcontratando pruebas (USD)

Actividad de diseño (horas-hombre)	Costo/hora	Periodo de diseño			Periodo de producción		
		2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ingeniero de gestión	50	\$ (10,200)	\$ (36,900)	\$ (33,625)			
Diseño	50	\$ (2,300)	\$ (9,000)	\$ (15,725)			
Análisis de Elemento finito	50	\$ (4,000)	\$ (5,000)	\$ (1,000)			
Pruebas	125	\$ -	\$ (55,000)	\$ -			
Factibilidad de manufactura	50	\$ (5,450)	\$ (5,450)	\$ (5,450)			
Intereses pre-lanzamiento		\$ -	\$ (8,174)				
Intereses post-lanzamiento					\$ (233)	\$ (135)	\$ (46)
Costo asociado a proveedor					\$ 112,509	\$ 112,509	\$ 112,509
Reduccion de precio							
Ahorro de material (USD)					\$ 0.4	\$ 0.4	\$ 0.4
Volumen anual (unidades)					350,000	350,000	350,000
Ahorro total proyectado					\$ 252,509	\$ 252,509	\$ 252,509
Total anual		\$ (21,950)	\$ (119,524)	\$ (55,800)	\$ 252,509	\$ 252,509	\$ 252,509
Total del proyecto							\$ 560,254
TARR	0.63						

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas y a los casos de negocio recopilados

En el modelo de diseño interno en regiones de bajo costo subcontratando pruebas se tiene una estructura financiera muy similar al escenario totalmente interno excepto por la actividad de pruebas que seguirá siendo realizada por el proveedor y generará intereses a lo largo del proyecto. En este escenario el monto invertido en ingeniería es de \$189,000 UDD más \$8,000 USD de intereses y se tiene un ahorro proyectado global de \$560,000 USD, el nuevo TARR calculado es de 63% presentando una reducción del 6% respecto al modelo descrito anteriormente debido a la subcontratación y financiamiento de las pruebas, a pesar de esta desventaja el modelo es muy atractivo porque genera ahorros respecto al costo de diseño utilizando regiones de bajo costo en la mayoría de las actividades al igual que los ahorros por optimización, sin los inconvenientes de mantener y adquirir equipo de pruebas que pueden representar inversiones altas.

9.2 Modelo de servicio de diseño interno en regiones de bajo costo subcontratando la validación física y la factibilidad de manufactura

Este modelo está basado en caso anterior, adicionado la subcontratación de la factibilidad de manufactura. Debido a que la premisa siempre ha sido que el proveedor seguirá manufacturando los componentes, se considera importante que él mismo sea un asesor constante en el diseño para asegurar que pueda ser manufacturada y evitar imprevistos que frenen la producción al momento de traducir el modelo virtual a una parte tangible.

FIGURA 22. Análisis financiero del modelo de servicio interno subcontratando pruebas y factibilidad de manufactura

Modelo de diseño interno subcontratando pruebas y factibilidad de manufactura								
Actividad de diseño (horas-hombre)	Empleador	Ubicación	Costo/hora	Periodo de diseño			Horas totales	Costo total (USD)
				2016	2017	2018		
Ingeniero de gestión	Armadora	RBC	50	204	738	673	1,615	\$ 80,725
Diseño	Armadora	RBC	50	46	180	315	541	\$ 27,025
Análisis de Elemento finito	Armadora	RBC	50	80	100	20	200	\$ 10,000
Pruebas	Proveedor	NA	125		440		440	\$ 55,000
Factibilidad de manufactura	Proveedor	NA	80	109	109	109	327	\$ 26,160
							Costo final	\$ 198,910
Presupuesto total de trabajo (Man-Hrs)				439	1,567	1,116		

Donde:
RBC = Región de bajo costo
NA = Norteamérica

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas y a los casos de negocio recopilados

En la Figura 22 se muestra dicho modelo, en el cual se prevé una baja inversión ya que la armadora se apoya bastante en su proveedor de primer nivel. El ahorro de este modelo es de un 8% respecto al diseño subcontratado. Este modelo es el que representa el menor ahorro en el costo del servicio de diseño, por lo que la parte de costo financiero y el ahorro en el costo final de los componentes tienen un papel muy importante para hacerlo más rentable

.FIGURA 23. Análisis financiero en el tiempo del modelo de servicio de diseño interno en regiones de bajo costo subcontratando pruebas y factibilidad de manufactura (USD)

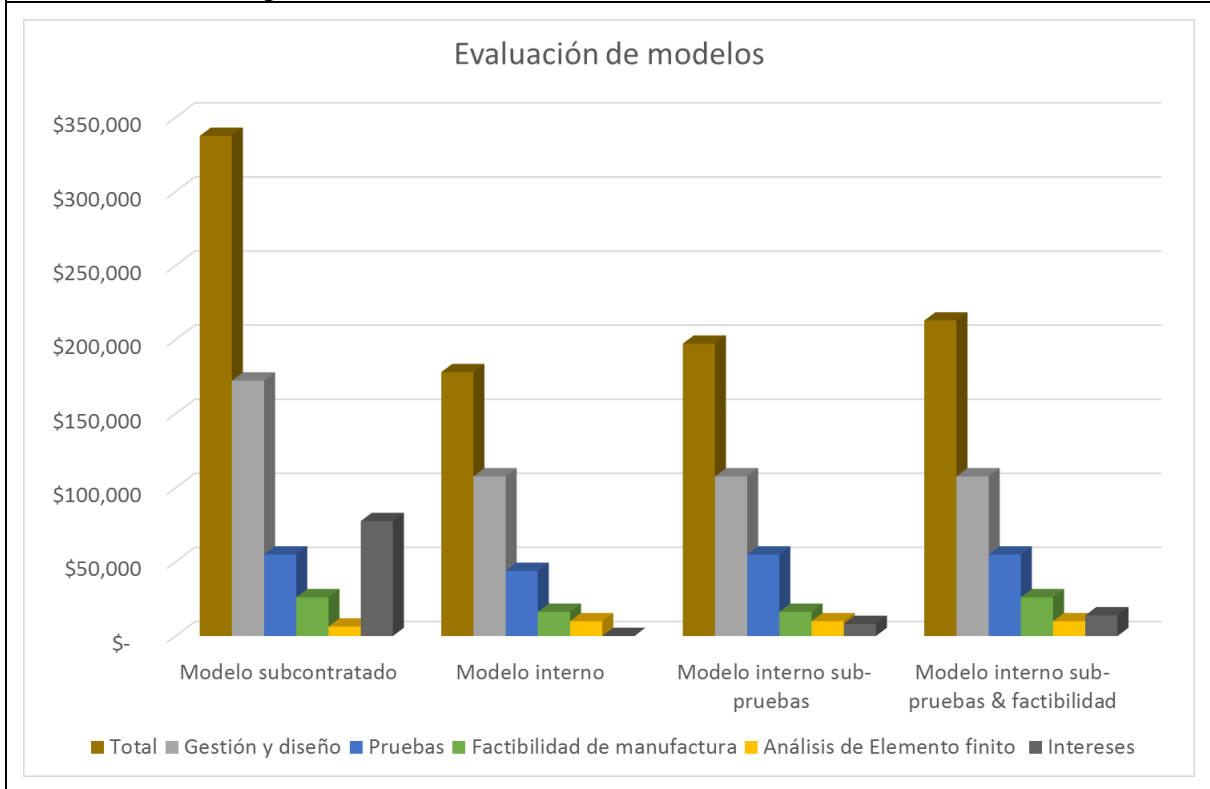
Actividad de diseño (horas-hombre)	Costo/ hora (USD)	Periodo de diseño			Periodo de producción		
		2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ingeniero de gestión	50	\$ (10,200)	\$ (36,900)	\$ (33,625)			
Diseño	50	\$ (2,300)	\$ (9,000)	\$ (15,725)			
Análisis de Elemento finito	50	\$ (4,000)	\$ (5,000)	\$ (1,000)			
Pruebas	125	\$ -	\$ (55,000)	\$ -			
Factibilidad de manufactura	80	\$ (8,720)	\$ (8,720)	\$ (8,720)			
Intereses pre-lanzamiento		\$ (2,236)	\$ (9,470)	\$ (437)			
Intereses post-lanzamiento					\$ (1,038)	\$ (602)	\$ (203)
Costo asociado a proveedor					\$ 112,509	\$ 112,509	\$ 112,509
Reduccion de precio							
Ahorro de material (USD)					\$ 0.40	\$ 0.40	\$ 0.40
Volumen anual (unidades)					350,000	350,000	350,000
Ahorro total proyectado					\$ 252,509	\$ 140,000	\$ 140,000
Total anual		\$ (27,456)	\$ (124,090)	\$ (59,507)	\$ 252,509	\$ 252,509	\$ 252,509
Total del proyecto							\$ 546,475
TARR	0.58						

FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas y a los casos de negocio recopilados

La Figura 23 muestra que en este escenario el monto invertido en ingeniería es de \$198,000 USD más \$12,000 USD de intereses y se tiene un ahorro proyectado global de \$546K, el nuevo TARR calculado es de 58% presentando una reducción de un 5% respecto al modelo descrito en el punto anterior debido a la subcontratación y financiamiento de la factibilidad de manufactura. Las ventajas que presenta este modelo respecto a los demás es la vinculación del proveedor de manufactura con la armadora a lo largo del proyecto para mejorar y garantizar la correcta transición del concepto de diseño al producto final asegurándose que pueda ser manufacturado en masa. El proveedor de manufactura está muy familiarizado con sus procesos y puede ser de gran ayuda para encontrar limitantes en el diseño, de esta manera se reduce el riesgo al momento del lanzamiento del producto. Este modelo representa una reducción adicional del TARR a cambio de la reducción de riesgos que es altamente deseable en etapas de lanzamiento donde el retraso del proyecto suele ser muy costoso.

9.3 Comparativa de modelos de servicio de diseño

FIGURA 24. Comparativo entre modelos de diseño



FUENTE: Elaboración propia con base a las entrevistas realizadas y a los casos de negocio recopilados\

La Figura 24 muestra de manera gráfica los diferentes modelos y el desglose de los gastos para comparar su proporción respecto al gran total. El modelo subcontratado es el modelo más costoso y destacan los rubros de gestión y diseño como los principales contribuidores a los costos y en segundo lugar se encuentran los gastos de intereses que son proporcionalmente mayores a cualquier otra actividad, mostrando las grandes áreas de oportunidad de este modelo. Los demás modelos reducen los costos del rubro preponderante mediante la relocalización de los recursos a áreas de bajo costo y reducen a prácticamente cero los gastos en intereses debido al diseño interno, convirtiéndolos en modelos más eficientes en cuestiones de costo. Será responsabilidad de la armadora elegir el modelo que más se ajuste a sus necesidades pues cada uno tiene ventajas y desventajas

dependiendo si se quiere seguir una estrategia de ahorro utilizando el modelo de desarrollo interno o una repartición de riesgos más balanceado como en el modelo de subcontratación de pruebas y factibilidad de manufactura.

11. LIMITANTES DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO Y LA EVALUACIÓN DE MODELOS DE SERVICIO DE DISEÑO

La investigación de campo a través de entrevistas conlleva ciertas limitantes, primeramente, por el pequeño tamaño del grupo de expertos y el perfil de las personas entrevistadas, los actores pertenecen a la misma armadora, aunque localizados en distintas regiones del mundo se puede decir que tienen un perfil similar en cuanto a la manera de operar y hacer negocios. Las entrevistas están limitadas en tiempo y su principal objetivo era recopilar información faltante y difícil de cuantificar.

La evaluación de modelos presenta varias limitaciones, iniciando por la simplificación del modelo financiero. Con base en la información recopilada en las entrevistas se eligieron los rubros más preponderantes para la toma de esta decisión, muchos costos están simplificados y condensados como por ejemplo los costos de prueba por hora. El modelo utiliza un escenario de alto volumen de ventas a un plazo de 72 meses - parámetro que varía dependiendo el proyecto-; el alto volumen potencializa el ahorro de la parte, en un volumen menor el ahorro puede ser poco significativo comprometiendo el proyecto. Otra limitante es el porcentaje estimado de ahorro, este valor es un factor determinante para la generación de ahorros ya que si este porcentaje aumenta el proyecto es sumamente rentable, pero si baja puede reducir el TARR considerablemente, este ahorro por optimización es muy probable pero no está garantizado. Los modelos también

consideran los mismos términos de pago del estado de actual de servicio subcontratado donde se le paga al proveedor hasta el lanzamiento del producto, generando intereses durante el ciclo de vida del proyecto. A pesar de las limitantes, las entrevistas y la evaluación de modelos presentan tendencias claras para poner a prueba la hipótesis y los supuestos.

12. INFORME DE RESULTADOS

Las armadoras actualmente optan como primera opción para la mayor parte de los componentes automotrices, por un modelo de servicio de diseño subcontratado a proveedores. Este les permite desarrollar componentes de diferentes complejidades sin la necesidad de tener expertos en todas las áreas dentro de la compañía y sin tener que invertir en equipo e instalaciones para validar y probar el correcto funcionamiento de cada parte que desarrollan. Además, les permite mitigar los riesgos que conllevan las actividades del servicio de diseño al compartirlas con los proveedores que se harán responsables si algo no cumple con las especificaciones y que apoyarán a la armadora en caso de cualquier eventualidad. Como ya se tenía previsto desde el planteamiento del problema y la hipótesis, los componentes o sistemas vehiculares muy complejos actualmente se diseñan a través de un modelo subcontratado debido al extenso conocimiento necesario para su desarrollo y los componentes de menor complejidad tecnológica son los que en ocasiones se hacen mediante el modelo de servicio de diseño interno.

Se encontró que para que una armadora decida realizar el servicio de diseño mediante un modelo interno, el beneficio económico debe representar un ahorro de más del 50% respecto a lo que costaría mediante un modelo subcontratado a proveedores. También

se encontró que todos los actores entrevistados concuerdan en que en un modelo interno se promueve la generación de innovación sostenida y se propicia un ambiente en el que los diseños incluyan características innovadoras. Sin embargo, también se encontró que el motivo de toma de decisión entre un modelo y otro siempre es el factor económico y la generación de innovación pasa a un segundo plano o incluso no se considera.

Así como las actividades que conlleva el servicio de diseño se pueden subcontratar prácticamente en su totalidad, se pueden realizar prácticamente todas de manera interna. Sin embargo, hay términos medios, en los cuales las armadoras pueden optar por subcontratar las actividades que más recursos e inversión necesitarían y que no desean poseer y realizar de manera interna las actividades que puedan generar más valor y propiciar ahorros en varios sentidos. Debido a esto se planteó analizar distintos escenarios, en los que se proponen los modelos planteados en ambos extremos, pero también combinando actividades realizadas por la armadora con actividades subcontratadas al proveedor de primer nivel.

Como se puede observar en la evaluación de los modelos analizados, no queda duda que el más costoso es el servicio de diseño subcontratado a proveedores. Sin embargo, por las razones ya mencionadas normalmente se opta por subcontratar. Al analizar todos los modelos que representan realizar el servicio de diseño con recursos internos, en todos los casos hay ahorros contra el modelo subcontratado, sin embargo, dichos ahorros no son significativos si se toma en cuenta únicamente el costo del servicio de diseño. La investigación arroja que las oportunidades de innovación incrementan cuando se utiliza un modelo de servicio de diseño interno, lo cual se traduce en la oportunidad de optimizar componentes y lograr un ahorro en su costo final. Estos ahorros pueden lograr que la diferencia entre un modelo subcontratado y un modelo interno sea significativa si el

volumen que se tiene previsto para dicho componente es alto. En la industria automotriz una producción de 20,000 unidades anuales se considera muy baja y una producción de 350,000 unidades se considera muy alta. Mientras más se acerque el volumen a una producción considerada muy alta, el beneficio de la optimización por partes será mayor, sin embargo, si el volumen del componente optimizado es muy bajo el ahorro deja de ser significativo.

Con lo anterior, a menos que un proveedor cotice un costo mucho más alto de lo normal por brindar un servicio de diseño, difícilmente se elegirá el modelo interno o alguna variación del mismo únicamente por el ahorro que representa hacer dichas actividades de manera interna. Sin embargo, la utilización de algún modelo fuera del totalmente subcontratado se puede justificar complementando los ahorros en el servicio como tal con la baja en el costo final por componente.

Hoy en día, una armadora difícilmente elige utilizar el modelo de servicio de diseño interno para todas las actividades ya que no se justifica de acuerdo a sus parámetros de aceptación. Sin embargo, esta investigación ha arrojado que hay actividades del servicio de diseño que pueden agregar valor y generar ahorros si la armadora las controla en su totalidad. Estas actividades son la gestión ingenieril, el dibujo computarizado y la validación virtual de componentes. Cuando estas actividades están controladas por la armadora, el profundo conocimiento del funcionamiento de todos los sistemas del vehículo y la rápida interacción que existe entre las áreas encargadas de trabajarlas permite optimizar y generar innovaciones para resolver la problemática de cada componente. Esto muchas resulta en la ya mencionada disminución en el costo final del componente.

Por otro lado, también se encontró que hay actividades que no aportan valor a la armadora en cuanto a optimización e innovación en el componente, como la validación

física de pruebas y factibilidad de manufactura. La validación física conlleva costos importantes por lo que se espera sea sólo una comprobación de que lo que se realizó de manera virtual se cumpla en la realidad, no tiene iteraciones y por consiguiente no genera oportunidades de optimizar o innovar. Simplemente se trata de corroborar lo ya definido. Por otra parte, la fabricación del componente sigue siendo una actividad realizada en su totalidad por los proveedores por lo que ellos deben tener la experiencia necesaria para realizarla y validar que los componentes se puedan manufacturar. Por lo tanto, es una actividad que es parte de la naturaleza de lo que tiene que brindar un proveedor y que no genera valor a la armadora. Se encontró que el ahorro por realizar estas actividades de manera interna, no justifica la inversión que se requiere ni el riesgo que conllevan si no se comparten con el proveedor que manufacturará la parte.

13. CONCLUSIONES

Las armadoras hoy en día optan por realizar el servicio de diseño de la mayoría de los componentes que tendrán sus vehículos a través de modelos subcontratados a proveedores, en donde prácticamente todas las actividades de este servicio se brindan por proveedores de primer nivel. También han optado por no cambiar este modelo a uno interno a menos que represente un ahorro de al menos el 50% comparado con lo que cuesta este servicio en un modelo subcontratado.

De esta investigación se concluye que el costo de realizar el servicio de diseño en un modelo interno, aun realizándose en centros de ingeniería de bajo costo, difícilmente representa un ahorro mayor al 50% en comparación al modelo subcontratado. Sin embargo, hay actividades de este servicio que al realizarse de manera interna propician la innovación

y la optimización de componentes automotrices. Esto se traduce en una disminución en el costo final de los componentes que para vehículos con volúmenes de producción alta representan un beneficio económico para la armadora suficiente para justificar un modelo diferente al subcontratado.

Se propone utilizar un modelo de servicio de diseño interno en regiones de bajo costo pero subcontratando al proveedor las actividades de validación física de componentes y las relacionadas con el análisis de la factibilidad de manufactura. En dicho modelo se genera un ahorro en las actividades del servicio de diseño de alrededor del 10% con la ventaja de que si la armadora controla las actividades de gestión de ingeniería, el modelado computarizado y la validación virtual de las partes, tiene la oportunidad de innovar y optimizar los diseños generando un ahorro en el costo final del componente. Si el vehículo para el que se están desarrollando componentes se produce en altos volúmenes (más de 170,000 unidades), el ahorro en el costo final del componente se suma con el ahorro en el servicio de diseño brindando un beneficio económico suficiente para justificar el cambio de modelo.

Por lo tanto, la hipótesis planteada en este trabajo es válida para el servicio de diseño interno en regiones de bajo costo bajo la premisa de subcontratar al proveedor la validación física de componentes y la factibilidad de manufactura, siempre y cuando sea para el desarrollo de vehículos con planes de producción de alto volumen. La hipótesis deja de ser válida si todas las actividades se realizan de manera interna, ya que la armadora necesitaría tener una infraestructura más robusta en cuanto a recursos humanos, equipo e instalaciones para lograrlo. También deja de ser válida para vehículos con planes de producción de bajo volumen, ya que la mayor parte de los ahorros se dan gracias a la disminución en el costo final por componente.

14. FUENTES

Aaron J. Shenhar, D. D. (2001). Project Success: A Multidimensional Strategic Concept. Long Range Planning, 27.

Álvarez, Ma. de Lourdes (2002). “Cambios en la industria automotriz frente a la globalización: El sector de autopartes en México”. Revista Contaduría y Administración, No. 206, julio-septiembre, pp. 29-49

Anthony, Scott D., Altman, Elizabeth J., Johnson, Mark W. and Sinfield, Joseph V. (2008) The Innovator’s Guide to Growth: Putting Disruptive Innovation to Work, Boston, MA, Harvard Business School Press.

Brunnermeier, Smita B and Martin, Sheila A. (1999). Interoperability Cost Analysis of the U.S. Automotive Supply Chain. Research Triangle Institute.

Campbell, T. (1999) ‘Back in Focus’, Sales and Marketing Management, 151(2), 56–61.

Cardinal, D. (2016, Abril 18). Autonomous taxis: Why you may never own a self-driving car. Retrieved from Extremetech: <http://www.extremetech.com/extreme/176672-autonomous-taxis-why-you-may-never-own-a-self-driving-car>

Christensen, C. M., Anthony, S. D. and Roth, E. A. (2004) Seeing What’s Next, Boston, MA, Harvard Business School Press.

Dosi, Giovanni (1988) ‘Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation’, Journal of Economic Literature, 26(3), 1120–71.

Eder, W. E., & Hosnedl, S. (2008). *Design Engineering: A Manual for Enhanced Creativity*. Boca Raton: CRC Press

Flynn, Michael S., Bruce M. Belzowski, Bram Bluestein, Michael Ger, Manfred Tuerks, and John Waraniak. (1996). "The 21st Century Supply Chain: Changing Roles, Responsibilities and Relationships in the Automotive Industry." Chicago: A.T. Kearney, Inc.

Happian-Smith, Julian (2001). *An Introduction To Modern Vehicle Design*. Oxford: Butterworth-Heinemann

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

<http://qcgpreciosdetransferencia.com/Industrias/Automotriz/Estructura-de-la-Industria-Automotriz>

Igartua, Juan Ignacio, Garrigós, Jose Albors and Hervás-Oliver, Jose Luis (2010) 'How Innovation Management Techniques Support an Open Innovation Strategy', *Research Technology Management*, 53(3), 41–52.

INEGI (2003). Matriz de Insumo Producto De México 2003 (en línea). Consultado en agosto de 2016. Disponible en:

http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/scn/c_anuales/matrizinsumo/default.aspx

INEGI (2013). Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2013 (en línea). Consultado en agosto de 2016. Disponible en:

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/SCIAN/presentacion.aspx?div=C2>

Jiménez Sánchez, José Elías. (2006) Un análisis del sector automotriz y su modelo de gestión en el suministro de las autopartes. Secretaría de Comunicaciones y Transportes. México: Querétaro

Kishore, S. (2012). The power of incremental innovation. Retrieved from Wired: <https://www.wired.com/insights/2013/11/the-power-of-incremental-innovation/>

Leifer, R., McDermott, C., O'Connor, G., Peters, L., Rice, M. and Veryzer, R. (2000) *Radical Innovation: How Mature Companies Can Outsmart Upstarts*, Boston, MA, Harvard Business School Press.

Paul Gao, R. H. (2014, october). a road map to the future for the auto industry. Retrieved from Mckinsey: <http://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/a-road-map-to-the-future-for-the-auto-industry>

Porter, Michael E. (1990) *The Competitive Advantage of Nations*, New York: Free Press

Porter, Michael E. (2008). *The Five Competitive Forces That Shape Strategy*. HBR's 10 Must Reads On Strategy, 23-41.

Richard Viereckl, D. A. (2016, september 28). *Strategy and PWC*. Retrieved from Connected car report 2016: Opportunities, risk, and turmoil on the road to autonomous vehicles: <http://www.strategyand.pwc.com/reports/connected-car-2016-study>

Rosenberg, Nathan. (1972). *Technology and American economic growth*. Armonk, NY: M. E. Sharpe.

Sachon, Marc y Albinñana Daniel. (2004) *Sector español del automóvil: ¿preparado para el e-SCM?*. Center PricewaterhouseCoopers & IESE

Smil, V. (2013). *Made in USA: the rise and retreat of american manufacturing*. Massachusetts: The MIT press.

Thota, H., & Munir, Z. (2011). *Key concepts in innovation*. Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan.

Veloso, Francisco y Soto, Jorge Mario. (2001) *Incentives, Infrastructure and Institutions: Perspectives on Industrialization and Technical Change in Late-Developing Nations*. *Technological Forecasting and Social Change*

Volpato, G. (2004). The OEM-FTS relationship in automotive industry. *Int. J. Automotive Technology And Management*, Vol 4, 166-177. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/05ed/3da33c742e6357b47d7b054dc2164601c3c7.pdf>

ANEXO 1 – CUESTIONARIO BASE PARA LA ENTREVISTA REALIZADA AL ÁREA DE COMPRAS

1. ¿Cuál son los beneficios de tener al proveedor en términos financieros?
2. ¿Cuáles son los requisitos mínimos para entrar a la base de proveedores?
3. ¿Se requiere algún tipo de certificación?
4. ¿Cuánto tiempo toma este proceso?
5. ¿Cuánto cuesta este proceso o cuantas horas se le invierten?
6. ¿Existe algún costo asociado con tener a los proveedores en la base actual de proveedores?
7. ¿Existen otros costos asociados con los proveedores?

**ANEXO 2 – CUESTIONARIO BASE PARA LA ENTREVISTA REALIZADA AL
ÁREA ENCARGADA DE LA GESTIÓN DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO**

1. ¿Qué prioridad tiene el incorporar innovación dentro del proceso de diseño?
2. ¿Qué tan frecuente se incorpora innovación a un diseño?
3. ¿Crees que el diseño subcontratado promueve la innovación? de ser así ¿Por qué?
4. ¿Cuál es la posición de la gerencia ante la innovación?
5. ¿Que tanto se apoyan las iniciativas de innovación?

**ANEXO 3 – CUESTIONARIO BASE PARA LA ENTREVISTA REALIZADA AL
ÁREA DE SERVICIO DE DISEÑO INTERNO**

1. ¿Qué prioridad tiene el incorporar innovación dentro del proceso de diseño?
2. ¿Qué tan frecuente se incorpora innovación a un diseño?
3. ¿Crees que el diseño interno promueve la innovación? de ser así ¿Por qué?
4. ¿Cuál es la posición de la gerencia ante la innovación?
5. ¿Que tanto se apoyan las iniciativas de innovación?

ANEXO 4 – NOTAS TOMADAS EN LAS ENTREVISTAS

Entrevista a Gerente de Servicio de Diseño - Notas

Desde el inicio el entrevistador comenzó diciendo que se inclina mucho hacia el servicio de diseño interno. El primer factor que identifica como beneficio del servicio de diseño interno es la innovación que se puede generar. También identifica la flexibilidad como una ventaja del mismo. Además la propiedad intelectual.

En costos no le parece tan transparente o fácil de analizar. Para un proveedor el costo que hay que pagar es fácil de identificar ya que es el costo que menciona, por otro lado en el servicio interno hay costos visibles como los sueldos pero también hay prestaciones, instalaciones, licencias de software, capacitación, etc. Debido a esto no es fácil determinar en primera instancia cuál cuesta menos.

Menciona que cuando haces servicio interno es común que si se necesita tiempo extra, la empresa lo paga. En el caso de los proveedores se paga por un proyecto, por lo que si se necesita tiempo extra para la armadora es transparente.

A un proveedor es muy sencillo pedirle ya que se le dan especificaciones y las entrega, sin embargo la flexibilidad es poca a que los cambios son muy tediosos.

También este gerente menciona que la generación de propiedad intelectual se vuelve nula para la armadora cuando se tiene un servicio de diseño por proveedor. O no se busca documentarla o se la queda el proveedor. Normalmente todo lo que hacen en cuanto a eficiencias, mejoras, etc., son propiedad del proveedor.

Este gerente menciona que en su experiencia con un proveedor, la parte de innovación casi no se toca. Explica que como es propiedad intelectual ellos la tratan de proteger, y de igual forma esto lo hace la compañía.

Explica que hay dos formas de pagar el servicio de diseño, con una cuota fija que determina el proveedor o prorrateado en las piezas que se le van a vender a la armadora. Aunque la forma más común es en un precio prorrateado, metiéndole el riesgo tanto a favor como en contra al proveedor. Dice que si él fuera proveedor, le parece muy ventajoso hacia la armadora el esquema de cobrar por precio prorrateado en las partes.

Se le preguntó qué factores le hacen decidir a una armadora por cuál modelo de servicio decidir, a lo cual respondió que básicamente es el costo. Es muy raro que se decidan por algún otro factor como la innovación o la generación de propiedad intelectual, esto llega a pasar en tecnologías críticas que diferencian a los vehículos de la competencia únicamente.

En cuanto a innovación, este gerente opina que la innovación en la industria automotriz se genera cuando la gerencia empuja y cuando las áreas proponen. Estas dos son situaciones que propician la innovación y se pueden dar en cualquier momento de la fase de desarrollo del producto. Le parece que es mucho más común que se de en un modelo de servicio de diseño interno ya que las áreas de la misma compañía buscan aportar a su armadora y por otro lado la gerencia tiene más influencia en los procesos de la misma.

Supervisor de un equipo de trabajo de una de las áreas que se dedican al dibujo computarizado para brindar de manera interna el servicio de diseño a la armadora

Este supervisor tiene experiencia en la parte de trasladar del modelo de servicio de diseño por proveedor a interno, por lo que platicó un poco del tema. Menciona que para que una armadora compre la idea efectivamente el principal móvil es que haya un ahorro significativo. Lo más común es que lo consideren a partir de un ahorro mayor al 60% por

todas las complicaciones que esto conlleva. De las tres actividades que conlleva el servicio de diseño, la parte que más representa ahorros normalmente es la de validación de partes.

Recalca que la decisión no tiene que ver con factores como innovación, propiedad intelectual y flexibilidad sino totalmente por costos. Aunque también recalca que cuando el porcentaje no es tan atractivo, si el volumen es muy alto representa ahorros muy grandes también por lo que también se puede tomar en cuenta.

Supervisor de un equipo de trabajo de una de las áreas que se dedican al dibujo computarizado para brindar de manera interna el servicio de diseño a la armadora. También tiene a su cargo un equipo enfocado en generar innovación.

Este supervisor opina que la innovación tiende a generarse en momentos de crisis, es decir cuando se tiene una necesidad que se tiene que resolver en un tiempo limitado los involucrados encuentran soluciones que se convierten en innovación. Si bien esto se puede dar en modelos de servicio de diseño tanto interno como externo, el beneficio sólo es para la armadora en el modelo interno además de que tiene una capacidad de reacción más efectiva.

Entrevista a Compras

Si algo sale mal, el proveedor será responsable de esto.

En general la tendencia es subcontratar.

El servicio de diseño no es la primera razón para subcontratar, sería como la tercera razón después del costo por parte y prestaciones del proveedor.

Se analiza el mercado para saber si el proveedor puede ofrecer un mejor precio.

Se debe tomar en cuenta todo el paquete que ofrece el proveedor.

Si el diseño se hace de manera interna, se reta a la misma compañía a ser más competitiva.

Cuando el costo no es muy alto, la cadena de aprobaciones para dar de alta a un nuevo proveedor es relativamente sencilla. En cambio si el costo de la parte es alto o el volumen significativo, la cadena de aprobaciones es mayor.

Se contrata al proveedor más que nada basado en sus capacidades.