



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Elementos determinantes del proceso de desarrollo de nuevos productos en cinco pymes metalmecánicas: método hermenéutico fenomenológico

Diana Katherine Triana Cuesta

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Administración y Contaduría Pública
Maestría en Administración
Bogotá D.C., Colombia
2016

Elementos determinantes del proceso de desarrollo de nuevos productos en cinco pymes metalmecánicas: método hermenéutico fenomenológico

Diana Katherine Triana Cuesta

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Administración

Director (a):

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Industrial - MBA Christian Johannes Bruszies

Línea de Investigación:

Gestión Funcional – Gestión de Operaciones e Innovación Tecnológica

Grupo de Investigación: Bionegocios, IBUN

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Administración y Contaduría Pública

Maestría en Administración

Bogotá D.C., Colombia

2016

A Dios y a mi familia

Agradecimientos

La autora expresa sus más sinceros agradecimientos a quienes con su experiencia, consejos y apoyo, contribuyeron a la realización de esta investigación.

A **Christian Johannes Bruszies**, profesor de la Universidad Nacional de Colombia y director de la esta tesis, por sus esfuerzos, consejos y experiencia que fueron fundamentales para el óptimo desarrollo de la investigación.

A **Carlos José Bello Pérez**, profesor y coordinador del Plan Padrinos de la Universidad Externado de Colombia, por su colaboración en el establecimiento de contacto con algunas de las empresas que participaron en la investigación.

A **Sandra Patricia Rojas Berrio**, profesora de la Universidad Nacional de Colombia, por sus valiosos consejos en aspectos metodológicos.

A **Álvaro Zerda Sarmiento**, profesor de la Universidad Nacional de Colombia, por su tiempo de revisión y retroalimentación.

A la **Compañía Comunitaria Metalmecánica COCOME Ltda., Inversiones Maba S.A.S., Soluciones de intralogística S.A., ACOMAQ Ingeniería Ltda., Industrias Metálicas Asociadas IMAL S.A.**, y a los entrevistados, por compartir sus experiencias durante el proceso de investigación.

A la **Universidad Nacional de Colombia**, por su valiosa contribución al proceso de formación y como facilitadora en el acceso al conocimiento

Resumen

El propósito de esta investigación es establecer los elementos determinantes del proceso de desarrollo de nuevos productos en cinco pymes metalmeccánicas, teniendo en cuenta que este es un proceso de naturaleza humana, y por lo tanto, subyace a la realidad simbólica construida socialmente por las personas involucradas en el mismo. El enfoque hermenéutico fenomenológico fue utilizado para orientar metodológicamente el estudio; se entrevistó a seis participantes de cinco pymes del sector metalmeccánico matriculadas en Bogotá D.C. Y se identificó que las empresas que atienden segmentos de mercado más sofisticados y exigentes en el cumplimiento de estándares de calidad han logrado alcanzar mayores niveles de maduración del proceso de innovación. La formalización y estructuración del proceso de innovación cumple con la función de guiar o conducir la innovación, pero esto no es suficiente para el desarrollo exitoso de nuevos productos, existen factores adicionales que se encuentran intrínsecamente relacionados con la cultura empresarial, cuya fortaleza o debilidad condiciona los resultados finales del proceso.

Palabras clave: *Integrated Product Development, Stage-Gate, Design Thinking*, proceso de innovación, teoría de la innovación.

Abstract

The purpose of this study is to establish the determinant elements understand of the process of new product development in five metalworking SMEs, considering that this is a human process, and therefore underlies the symbolic reality constructed by the people involved in this. The hermeneutic phenomenological approach was employed to guide the study methodologically; six participants from five companies in the metalworking sector registered in Bogota D.C. were interviewed. And it was identified that the companies serving more sophisticated and demanding in meeting quality standards market segments have achieved higher levels of maturity of the innovation process. The formalization and structuring of the innovation process fulfills the function of guiding or driving innovation, but this is not enough for the successful development of new products, there are more factors that are intrinsically linked with corporate culture and their strength or weakness determines the final results of the process.

Keywords: *Integrated Product Development, Stage-Gate, Design Thinking, innovation process, theory of innovation*

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras.....	XIII
Lista de tablas	XIV
Lista de abreviaturas.....	XV
Introducción	1
1. Marco conceptual y teórico	7
1.1 Innovación	9
1.1.1 Aproximación al concepto y generalidades	9
1.1.2 Teorías de la innovación	13
1.2 Desarrollo de nuevos productos	18
1.2.1 Desarrollo de nuevos productos en la organización	19
1.2.2 Desarrollo de nuevos productos en el sistema de gestión de la innovación	19
1.3 Modelos de desarrollo de nuevos productos.....	23
1.3.1 <i>Integrated Product Development</i>	27
1.3.2 <i>Stage-Gate</i>	31
1.3.3 <i>Design Thinking</i>	40
1.3.4 Gestión en el proceso de desarrollo de nuevos productos	44
1.3.5 Elementos de los modelos de desarrollo de nuevos productos	45
2. Contexto sectorial	51
2.1 El sector metalmeccánico.....	51
2.2 Evolución del sector metalmeccánico en Colombia	51
2.3 Oferta de la industria metalmeccánica colombiana.....	55
2.3.1 Bogotá D.C. en cifras	57
2.3.2 Características de la oferta.....	58
2.4 Innovación en el sector metalmeccánico	58
2.5 Las empresas metalmeccánicas y el entorno	61
3. Diseño metodológico	63
3.1 Enfoque metodológico	64
3.2 Método	65
3.3 Papel del investigador en la recolección de datos.....	67
3.4 Los participantes y el contexto.....	67
3.5 Técnicas de recolección de información	68

3.5.1	Observación	68
3.5.2	Revisión de documentos, páginas web y material audiovisual	68
3.5.3	Entrevista semiestructurada.....	69
3.6	Presentación y tratamiento de los datos	70
3.7	Rigor metodológico	70
3.8	Limitaciones de la investigación	71
4.	Resultados	73
4.1	Las empresas del estudio.....	73
4.2	Agrupación preliminar, reducción y eliminación	77
4.3	Agrupación por temas	81
4.4	Experiencias y voces de los entrevistados (representación textual- estructural).....	83
4.4.1	Detonante	83
4.4.2	Restricciones	84
4.4.3	Creatividad	86
4.4.4	Concepto de referencia.....	90
4.4.5	Experimentación y validación.....	91
4.4.6	Difusión interna.....	93
4.4.7	Difusión externa.....	95
4.4.8	Ajuste estratégico	97
4.4.9	Monitoreo.....	101
4.4.10	Control.....	102
4.4.11	Evaluación y toma de decisiones	103
4.4.12	Coordinación	105
5.	Discusión	109
5.1	Variación imaginativa	109
5.2	Síntesis y esencia	113
5.2.1	Aspectos de estructura	114
5.2.2	Aspectos de gestión	124
5.3	Otros hallazgos	129
5.4	Aportes a la práctica.....	130
5.4.1	Aportes a la estrategia de la empresa.....	130
5.4.2	Aportes al proceso de desarrollo de nuevos productos.....	131
6.	Conclusiones	135
A.	Anexo: Proceso de revisión bibliográfica	139
B.	Anexo: Definición de los elementos del proceso de desarrollo de nuevos productos	143
C.	Anexo: Guía para la entrevista semiestructurada	145
D.	Anexo: Carta de solicitud de entrevista	147
	Bibliografía	149

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Estructura y lógica general del marco conceptual y teórico	8
Figura 1-2: El proceso de innovación en la gerencia de la innovación.....	22
Figura 1-3: Proceso del IPD	28
Figura 1-4: Ciclo del IPD	29
Figura 1-5: Estructura <i>Stage-Gate</i>	32
Figura 1-6: Proceso <i>Stage-Gate</i>	33
Figura 1-7: Versiones del <i>Stage-Gate</i>	39
Figura 1-8: Proceso de <i>Design Thinking</i>	42
Figura 1-9: Correspondencia de los elementos del proceso con los modelos analizados	48
Figura 1-10: Elementos de gestión del proyecto.....	49
Figura 3-1: Método de investigación hermenéutico fenomenológico.....	66
Figura 3-2: Momentos en el diseño de la guía de entrevista.....	69
Figura 4-1: Dendrograma de las cincuenta palabras más frecuentes	79
Figura 4-2. Análisis clúster 2D.....	80
Figura 6-1: Producción bibliográfica desde 1980	141
Figura 6-2: Autores con más publicaciones	141
Figura 6-3: Proceso de análisis de los modelos de desarrollo de nuevos productos seleccionados	144

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 0-1. Características de algunas investigaciones sobre innovación tecnológica en el sector metalmecánico colombiano	2
Tabla 1-1. Diferencias entre el enfoque <i>technology push</i> y <i>market pull</i>	12
Tabla 1-2. Paradigmas teóricos sobre innovación.....	15
Tabla 1-3. Evolución del proceso de innovación a partir de los años 1980s.....	25
Tabla 1-4. Pros y contras del <i>Integrated Product Development</i>	31
Tabla 1-5. Reglas del proceso <i>Stage-Gate</i>	37
Tabla 1-6. Pros y contras del <i>Stage-Gate</i>	40
Tabla 1-7. Pros y contras del <i>Design Thinking</i>	44
Tabla 1-8. Comparación de estilos de gestión	45
Tabla 1-9. Elementos del desarrollo de nuevos productos	46
Tabla 2-1. Comportamiento de la producción metalmecánica	56
Tabla 4-1. Características de las empresas participantes	74
Tabla 4-2. Las cincuenta palabras más frecuentes de los entrevistados.....	77
Tabla 4-3. Elementos de desarrollo de nuevos productos y sus palabras frecuentes.....	81
Tabla 5-1. Perspectivas de interpretación de los hallazgos de la investigación del proceso de desarrollo de nuevos productos	109
Tabla 5-2. Nivel estratégico de la empresa	130
Tabla 5-3. Aportes al proceso de desarrollo de nuevos productos	131
Tabla 6-1. Ranking de revistas con artículos en innovación y desarrollo de nuevos productos.....	139

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Término
AMEF	Análisis de Modo y Efecto de Fallos
ANDI	Asociación Nacional de Industriales
APQP	<i>Advanced Product Quality Planning</i>
APU	Análisis de Precios Unitarios
ARL	Administradora de Riesgos Laborales
BASC	<i>Business Anti-Smuggling Coalition</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CNC	Control Numérico Computarizado
COCOME	Compañía Comunitaria Metalmecánica
LTDA	Limitada
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas
DIAN	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
DNP	Departamento Nacional de Planeación
EDIT	Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
ID	Identificador
I+D	Investigación y Desarrollo
IMAL S.A.	Industrias Metálicas Asociadas S.A.
IPD	<i>Integrated Product Development</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
Mipymes	Micro, pequeñas y medianas empresas
Pymes	Pequeñas y medianas empresas
PDMA	<i>Product Development and Management Association</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
QS	<i>Quality Standard</i>
RICYT	<i>Red Iberoamericana de Investigadores sobre Ciencia y Tecnología</i>
WCS	<i>Warehouse Control System</i>
5M	Mano de obra, Materiales, Método, Management y Máquina

Introducción

El desarrollo de nuevos productos es fundamental no solo para prolongar la existencia de las empresas en mercado, manteniendo una conversación en un mismo idioma con las exigencias de un entorno en constante cambio, sino también para renovar internamente sus capacidades, adquiriendo unas nuevas o fortaleciendo las existentes.

Desarrollar nuevos productos no es un proceso sencillo, requiere entender la naturaleza de la innovación, sus etapas de desarrollo, integrar múltiples disciplinas y procesos, y coexistir con el riesgo y la incertidumbre. Respecto a la innovación en producto o desarrollo de nuevos productos en Colombia, se identifican problemas relacionados con: la búsqueda de resultados inmediatos y la toma de decisiones sin la información suficiente, innovaciones de tipo incremental con escasa percepción de diferenciación por el mercado, baja orientación al cliente, dificultades de articulación e interacción de las diferentes áreas de la empresa involucradas en el proceso de desarrollo de productos, “debilidades en la identificación y medición de nuevas oportunidades de mercado”, dificultades en el control y seguimiento de cada una de las fases de desarrollo del producto por falta de compromiso de la alta gerencia y deficiencias de claridad y pertinencia de los indicadores, “no se realiza confirmación del pronóstico de demanda” e “inversión insuficiente de recursos en la fase de lanzamiento” (Cruz Rincón & Puente Castro, 2012).

La industria manufacturera desempeña un papel esencial en los países, porque permite el autoabastecimiento de bienes y con ello la reducción de la dependencia tecnológica a otras economías; además, de ser una fuente ingresos para el crecimiento. Ortiz, Uribe, y Vivas (2009), confirman que la acumulación de factores determina el crecimiento económico, y particularmente, “el crecimiento a largo plazo se relaciona de forma positiva y significativa con la acumulación de los factores más asociados con la adopción y el manejo de la tecnología” (p. 41).

Uno de los sectores más importantes en la industria es el metalmecánico, debido a que además de suministrar bienes de consumo durables esenciales para la vida cotidiana, se le considera la “industria de las industrias” por ser “proveedor de insumos y materias primas para otras industrias como la construcción, la manufactura, la agricultura y la minería” y por contribuir en la difusión “del cambio técnico, al incorporar los adelantos tecnológicos y las ganancias en productividad en los mismos equipos y maquinaria fabricados para el resto de sectores económicos” (Jaramillo, 2003, p. 18).

Al entender el impacto transversal que tiene el sector metalmecánico, principalmente, en los diferentes sectores económicos, se hace evidente la necesidad de conocer y comprender su desarrollo tecnológico y de innovación. En este sentido, se han realizado diversas investigaciones relacionadas con el tema, que han sido aplicadas en diferentes partes del país y cuyos resultados permiten tener un acercamiento a la situación en el contexto empresarial. La Tabla 0-1 presenta algunos ejemplos de los estudios realizados sobre innovación tecnológica en el sector metalmecánico colombiano.

Tabla 0-1: Características de algunas investigaciones sobre innovación tecnológica en el sector metalmecánico colombiano

Autores	Nombre del estudio	Características de la investigación	Resultados
(González Morales & García Gómez, 1996)	Estudio de los procesos de innovación tecnológica en la industria metalmecánica de Santafé de Bogotá	Investigación de enfoque cuantitativo, tipo exploratoria. Aplicación de la "Encuesta de evaluación tecnológica" a 101 empresas del sector.	Identificación de algunas formas como las empresas metalmecánicas de Bogotá D.C. empezaron a hacer frente a nuevos modelos competitivos, en los años noventa, mediante la implementación de innovaciones en sus procesos, productos o servicios. Indaga sobre algunos aspectos empresariales que enmarcan los procesos innovadores.
(Silva Calvo & Sánchez Gómez, 1997)	Estudio de caso sobre innovación tecnológica en el Grupo Inducileman	Investigación de enfoque cualitativo, tipo exploratoria. Aplicación de cuestionario, entrevistas y visitas de campo.	Identificación de las debilidades en el proceso de innovación tecnológica, gestión del talento humano, problemas administrativos y comerciales. Se concluye que la empresa posee una baja capacidad para innovar y se resiste al cambio.
(Rodríguez Pérez, 2002)	Estudio del despliegue de la función de calidad (QFD)	El estudio fue aplicado a una empresa del sector metalmecánico.	Aplicación de la ruta del QFD y el proceso de QFD en las etapas de desarrollo de producto. No existe más información disponible sobre el estudio debido a daños en el archivo.

Autores	Nombre del estudio	Características de la investigación	Resultados
(Vargas, Malaver Rodríguez, & Zerda, 2003)	La innovación tecnológica en la industria colombiana	Investigación de enfoque cualitativo. Estudio de casos, metodología etnográfica aplicada a diez empresas de la cadena metalúrgica (2)-metalmecánica (8 de Bucaramanga, Manizales y Bogotá-Cundinamarca) y (7) de la cadena de petroquímica-plásticos. Modelo del proceso de innovación de Kline y Rosenberg de 1986.	La innovación en las empresas estudiadas “no son frecuentes, sistemáticas, planeadas o el resultado de una clara orientación estratégica. Tampoco surgen de procesos formales de I+D; la informalidad es su característica más sobresaliente. [...] solo se realizan desarrollos e innovaciones menores de carácter adaptativo y puntual; porque son jalonadas por el mercado y no son el resultado del empuje tecnológico de las empresas. [...] por lo general, los procesos de innovación no se encuentran documentados y los mecanismos de difusión interna de los conocimientos derivados de ellos son informales. Esta situación limita las posibilidades de explotación comercial de dichos conocimientos; pero al mismo tiempo, su carácter tácito se convierte en un mecanismo de protección frente a la imitación” (pp. 585-586).
(Malaver Rodríguez & Vargas Pérez, 2004)	Los procesos de innovación en la industria colombiana: resultados de un estudio de casos	Artículo derivado de la investigación presentada en el libro “ <i>La innovación tecnológica en la industria colombiana</i> ” de 2003.	Los procesos de innovación se caracterizan por: su informalidad; no se inscriben en procesos planeados, ni resultan de la gestión estratégica de la tecnología y la innovación; nacen en la solución de necesidades de adaptación tecnologías importadas, de necesidades de los clientes o de la identificación de oportunidades de mercado. Los aprendizajes derivados de la innovación mejoran las capacidades tecnológicas y fomentan el desarrollo de innovaciones de mayor envergadura.
(Castaño Giraldo, 2008)	La investigación y el desarrollo como ejes centrales para la generación de bienes de capital	No se especifican las características de la investigación.	La investigación resalta la importancia de la relación entre la industria y la universidad en los procesos de investigación y desarrollo de bienes de capital para la sustitución de las importaciones y la reducción de la dependencia tecnológica
(Payán Betancur, Echeverri Sánchez, & Sánchez Castro, 2008)	Identificación de algunos aspectos de la capacidad de innovación de las empresas del sector metalmecánico de Risaralda Colombia	Investigación de tipo descriptivo. Aplicación de encuestas y realización de entrevistas a 26 empresas de Pereira y Dosquebradas.	Las empresas con más de 200 empleados, exportan, procuran realizar procesos de innovación y realizan constantes adaptaciones tecnológicas. El 50% de las empresas manifestaron que la alta dirección tiene un compromiso con I+D alto o muy alto. El trabajo conjunto con otras organizaciones en actividades de I+D es en su mayoría bajo o medio.
(Sánchez Castro, Molina, & Arenas, 2009)	La innovación como fuente de ventaja competitiva: un análisis del sector metalmecánico de	Investigación de tipo descriptivo. Aplicación de encuestas a 15 empresas de Pereira y Dosquebradas.	Una tercera parte de las empresas del estudio realizan esfuerzos en innovación para el desarrollo de nuevos productos y procesos. La mayoría de las empresas hacen adaptaciones tecnológicas de los

Autores	Nombre del estudio	Características de la investigación	Resultados
	Pereira y Dosquebradas.		cambios que se dan en el entorno. No existe un área formal responsable de las actividades de I+D, tampoco planes estratégicos claramente definidos ni presupuestos para I+D.
(Beltrán Mora, 2011)	Cadenas competitivas industriales en Colombia: casos de los sectores de madera, metalmecánica y aparatos eléctricos	Análisis sectorial a partir de los datos del DANE años 1993-2003, principalmente.	El análisis concluye que las empresas dedicadas a la producción de artículos metálicos y maquinaria no eléctrica se encuentran rezagadas en innovación tecnológica debido a que esta es jalónada "por las exigencias del mercado y no por el desarrollo tecnológico incorporado como estrategia de las empresas" (p. 30).
(Quintero Campos & Cortés Amador, 2011)	Cultura innovadora. Estudios de caso de las pymes en Colombia	Investigación y análisis de 16 empresas ganadoras del Premio Innova (algunas de ellas del sector metalmecánico). Investigación cualitativa, método estudio de caso. El marco teórico presenta y discute los procesos de innovación de Utterback, Rosseger, Marquis y Kline.	Este estudio realiza importantes aportes al entendimiento de la actividad innovadora de las pymes, su estrategia y organización para la innovación, la cooperación para la innovación y la financiación de la innovación. Respecto al proceso de innovación se menciona que "los casos estudiados comparten las características del modelo de Marquis" en cuanto a su punto de origen; además, señala que "la innovación es el resultado de un proceso secuencial que tiene como punto de partida la investigación básica, continua con el desarrollo tecnológico y culmina con el lanzamiento de un producto novedoso al mercado" (p. 94). Los análisis de las entrevistas no se discriminan por actividad económica.
(Trujillo Lora & Iglesias Pinedo, 2012)	Determinantes del crecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas	Investigación de enfoque cuantitativo. Uso del modelo de datos de panel dinámico.	El caso del sector metalmecánico: investigación que se enmarca en el periodo 2002-2006 cuyo objetivo es estimar los determinantes del crecimiento industrial de las mipymes del sector metalmecánico colombiano. Citando a la revista Metal Actual de 2011 señala que las mipymes "no cuentan con proyectos de investigación, ignoran los procedimientos para lograr el desarrollo tecnológico y tampoco se desenvuelven en espacios que les permitan planificar proyectos de índole tecnológica" (p.67).
(Gazabón & Sepúlveda, 2014)	Perfil innovador de la industria manufacturera colombiana. Caso del sector metalmecánico de Barranquilla	Investigación de enfoque cuantitativo, tipo exploratorio-descriptivo. Utiliza el enfoque estadístico (análisis factorial y clúster) para identificar patrones de innovación. Determinación de	Las principales características del perfil innovador identificadas son: la existencia de una estrategia única y relevante de I+D+i; entendimiento de la innovación como un medio para alcanzar los objetivos estratégicos; promoción-sistematización-uso de ideas generadas por el personal en proyectos de innovación; interacción con el entorno desde la búsqueda de información

Autores	Nombre del estudio	Características de la investigación	Resultados
		variables en el nivel Macro, Meso y Micro.	hasta el desarrollo conjunto de proyectos; acceso a recursos públicos y de cooperación internacional.

Fuente: elaboración propia, 2016

Los estudios anteriores brindan importantes aportes en asuntos relacionados con la identificación de algunos elementos claves en la innovación tecnológica, de forma general, y del proceso de innovación en el sector metalmecánico colombiano, de manera particular. No obstante, estas investigaciones presentan inconvenientes para entender el proceso de desarrollo de nuevos productos en la industria debido a que, en algunos casos, las descripciones realizadas no se encuentran completas o solo se concentran en algunas de las fases del proceso, unos estudios están desactualizados o falta en ellos una mayor fundamentación teórica que contribuya a comprender el proceso.

Por lo tanto, existe un desconocimiento de los elementos que determinan el proceso de desarrollo de nuevos productos en las pymes del sector metalmecánico, lo que restringe las oportunidades de diseñar e implementar estrategias pertinentes y eficaces que contribuyan a la permanencia, crecimiento y avance de las empresas de esta industria; además, genera efectos adversos en las actividades económicas que dependen del desarrollo tecnológico metalmecánico.

Por consiguiente, el objetivo general de esta investigación es **establecer los elementos determinantes del proceso de desarrollo de nuevos productos en cinco pymes metalmecánicas, teniendo en cuenta que este es un proceso de naturaleza humana, y por lo tanto, subyace a la realidad simbólica construida socialmente por las personas involucradas en el mismo.** Para alcanzar este objetivo se emplea el enfoque hermenéutico fenomenológico, debido a que permite realizar un acercamiento a las experiencias empresariales de un grupo de participantes en el proceso de innovación, expresadas desde su perspectiva, e interpretar los hallazgos de forma “objetiva” a partir de los resultados de la revisión bibliográfica.

Este documento se encuentra organizado en seis capítulos. El **capítulo 1**, realiza un acercamiento al concepto de innovación y las teorías asociadas a ella, explica el papel que desempeña el desarrollo de nuevos productos en la organización y en el sistema de gestión

de la innovación, presenta en detalle tres modelos de desarrollo de nuevos productos: el *Integrated Product Development*, el *Stage-Gate* y el *Design Thinking*, y finaliza con la identificación de doce elementos que son comunes en estos tres modelos.

El **capítulo 2**, expone el contexto del sector metalmecánico colombiano. Identifica las divisiones de sus actividades de acuerdo con la Clasificación Industrial Internacional Uniforme, describe la evolución que ha tenido el sector en país, su oferta, su desempeño en innovación y los factores del entorno que han afectado el desarrollo de productos.

El **capítulo 3**, presenta el diseño metodológico. Define el enfoque epistemológico y metodológico, el método empleado, el papel del investigador en la recolección de datos, los participantes y el contexto, explica la forma como se presentaran y tratarán los datos, el rigor metodológico y las limitaciones de la investigación.

El **capítulo 4**, presenta los resultados de la investigación y del procesamiento de los datos. Inicia identificando a las empresas participantes. Presenta los resultados globales después de procesar todas las entrevistas con Nvivo y los resultados de cada uno de los doce elementos extraídos de los modelos analizados que para el proceso de interpretación se denominan estructuras de significado que se ilustran con citas textuales de las voces de los entrevistados.

En el **capítulo 5**, se reflexiona sobre los hallazgos a la luz del marco conceptual y teórico y el contexto sectorial, y se realizan algunos aportes para abordar el proceso de desarrollo de nuevos productos en las pymes del sector metalmecánico.

Finalmente, en el **capítulo 6**, se exponen las conclusiones de la investigación.

Los términos de otras lenguas que aparezcan dentro del texto se escriben en cursiva.

1. Marco conceptual y teórico

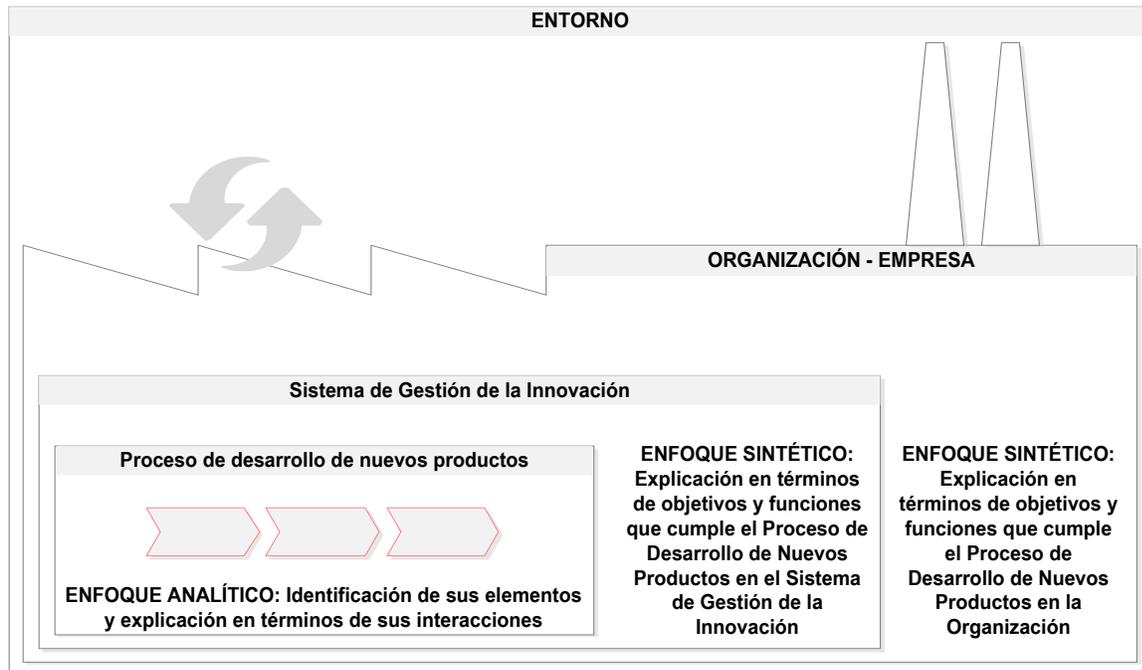
En las líneas que siguen se describe brevemente los conceptos y teorías que fueron tomados en cuenta como fundamento para el proceso de recolección, análisis e interpretación de la información primaria y secundaria del sector y las empresas analizadas.

El marco conceptual y teórico se encuentra construido, principalmente, siguiendo el enfoque analítico que responde satisfactoriamente a los requerimientos de esta investigación. Sin embargo, con el propósito de tener una perspectiva más completa se aborda el enfoque sintético.

El enfoque analítico se deriva del método analítico matemático que distingue elementos o variables en objetos matemáticos complejos; en este sentido, se fundamenta en el paradigma explicativo parte-todo (Barceló, 2008). En este marco conceptual y teórico, se emplea el enfoque analítico para adquirir conocimiento sobre el funcionamiento del proceso de desarrollo de nuevos productos (modelos difundidos en la literatura), en otras palabras, sobre la estructura e interacción entre los elementos de este proceso.

Por otro lado, el enfoque sintético se concentra en la función de las cosas, los procesos, entre otros, para revelar el por qué operan las cosas como lo hacen; en este sentido, se fundamenta en el paradigma comprensivo. En este marco conceptual y teórico, se emplea el enfoque sintético para comprender el proceso de desarrollo de nuevos productos dentro de un sistema formal o informal de gestión de la innovación y dentro de un contexto de organización.

La Figura 1-1, ilustra la lógica abordada en el marco conceptual y teórico.

Figura 1-1: Estructura y lógica general del marco conceptual y teórico

Fuente: basada en Barceló (2008)

La Figura 1-1, explica el uso del enfoque sintético y analítico para la construcción del marco conceptual y teórico. Por un lado, se usa del enfoque sintético para documentar en términos de objetivos y funciones que cumple el proceso de desarrollo de nuevos productos dentro de la organización, en general, y en un sistema de gestión de la innovación (implícito o explícito), en particular. Por otro lado, se usa el enfoque analítico para identificar las etapas y elementos del proceso de desarrollo de nuevos productos y su interacción.

Cabe señalar que el concepto transversal a los asuntos tratados en los enfoques analítico y sintético (Figura 1-1) es el de innovación; por consiguiente, el desarrollo de este capítulo inicia con una aproximación al concepto de innovación, algunas generalidades y teorías de la innovación.

1.1 Innovación

1.1.1 Aproximación al concepto y generalidades

Los primeros acercamientos al concepto de innovación resultaron del análisis del proceso de cambio en la sociedad. En la trilogía *Les lois de l'imitation* de 1890, *Logique Sociale* de 1894 y *L'Opposition Universelle* de 1897, el sociólogo francés Gabriel Tarde establece una diferencia entre **invención** e **imitación**. Las invenciones están asociadas a eventos únicos y generalmente no planeados que resultan de combinar el factor de personalidad interna (inventor) y una causa externa (ej. un problema). El cambio emerge de un proceso de socialización, cuando un gran número de personas comienza a imitar la invención. Es un proceso de comunicación en el que los **primeros imitadores** persuaden o influyen al resto de personas en la decisión de imitar. De esta manera, la teoría de Tarde adquiere una perspectiva evolutiva, en donde los individuos crean y mantienen la estructura social, posición que difiere del enfoque de Durkheim y Marx (Moldaschl, 2010; Sundbo, 1999).

Unos años después, el concepto de innovación alcanza una mayor consolidación, se le enmarca en el contexto de desarrollo económico y se le limita a la novedad, dentro de la teoría de Joseph Schumpeter (*Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung* de 1911). Para Schumpeter, el dinamismo económico depende de la actividad creadora de los emprendedores, en la que se producen reestructuras o “nuevas combinaciones” (destrucción creativa) que tienen consecuencias sociales. En su definición de la innovación como “nuevas combinaciones”, Schumpeter hace referencia a aspectos técnicos, de mercadeo y organizacionales; son aspectos que permiten entender la complejidad de la innovación y al mismo tiempo separarla (Hagedoorn, 1996).

Estos aspectos se retoman en el Manual de Oslo en su definición de innovación como “la introducción de un producto (bien o servicio) nuevo o significativamente mejorado, de un proceso nuevo o significativamente mejorado, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores” (OCDE, 2005, p. 56).

Posteriormente, el Manual de Bogotá recoge los aportes de la Manual de Oslo y el Manual de Frascati como fundamento para la normalización de los indicadores de innovación

tecnológica de América Latina y el Caribe, teniendo en cuenta las particularidades de desarrollo de la Región en materia de innovación, que ha sido el resultado del jalonamiento del mercado (*market pull*) más que del empuje tecnológico (*technology push*), como sucede en países desarrollados; por lo tanto, el cambio técnico en la Región es principalmente “incremental, adaptativo y difuso” (RICYT, 2001, p. 28). En este contexto, en el Manual de Bogotá, la definición de innovación y su tipología trata sobre la implementación de productos y procesos tecnológicamente nuevos como “las mejoras tecnológicas de importancia producidas en productos y procesos”, “cambios en formas de organización y gestión del establecimiento; cambios en la organización y administración del proceso productivo, incorporación de estructuras organizativas modificadas significativamente e implementación de orientaciones estratégicas corporativas nuevas o sustancialmente modificadas” y “comercialización de nuevos productos. Nuevos métodos de entrega de productos. Cambios en el empaque y embalaje” (RICYT, 2001, pp. 37-38).

La Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) conducida por el DANE, apropia los anteriores conceptos y precisa que “toda innovación es siempre, por definición, una novedad o una mejora relativa a la empresa, aunque no lo sea de manera simultánea respecto a los competidores del mercado. No obstante, las modificaciones de carácter estético sobre los productos y los cambios simples de organización o gestión, quedan excluidos de la definición de innovación” (DANE, 2015, p. 8). Esta definición amplía la restricción de lo que se considera o no innovación y se encuentra en armonía con lo que menciona Weis (2014) sobre innovación, para él “las innovaciones pueden ser nuevas para la empresa, pueden ser nuevas para un mercado o industria o pueden ser completamente nuevas” (p. 36).

Innovación e invención

Con frecuencia se confunde la innovación con la invención, las dos se encuentran estrechamente relacionadas; no obstante, la innovación es el “vehículo o mecanismo” que lleva a la invención a ser usada o implementada y que de ella se deriven beneficios económicos. “Una innovación introduce una invención (un nuevo producto o proceso) al mercado (innovación en sentido estrecho) y lo hace competitivo en el mercado (innovación en un sentido amplio)” (Gaubinger, Rabl, Swan, & Werani, 2014, p. 5). Igualmente, Weis

(2014) señala que una invención solo se convierte en innovación cuando esta tiene éxito en el mercado.

Tipología de la innovación

Tras una extensa revisión bibliográfica Garcia y Calantone (2002) identifican que existen dos preguntas principales cuya respuesta contribuye a clasificar la innovación: **¿para quién es nuevo?** y **¿qué es nuevo?**. La innovación puede ser nueva para el mundo, el sector o la industria, la comunidad científica, el mercado, la empresa o el cliente. A su vez, la innovación puede adoptar la forma de una nueva tecnología, una nueva línea de productos, nuevos beneficios o características de un producto, un nuevo diseño del producto, un nuevo proceso, un nuevo servicio, nuevos clientes, una nueva necesidad del cliente, nuevos patrones de consumo, nuevos usos, nuevas mejoras o cambios, nuevas habilidades de desarrollo, nuevas habilidades de mercadeo/ventas/distribución, nuevas habilidades de gestión, nuevo aprendizaje/experiencia/conocimiento y una nueva calidad/beneficios. Las anteriores perspectivas de la innovación definen el grado de discontinuidad en factores tecnológicos y/o de mercado (Garcia & Calantone, 2002).

Garcia y Calantone (2002), explican que la innovación tiene la capacidad para crear un nuevo paradigma en la ciencia y la tecnología, y también, en la estructura de mercado de un sector (perspectiva macro). Además, señalan que la innovación tiene la capacidad de influir en los recursos y capacidades existentes en la empresa e incluso puede afectar su estrategia (perspectiva micro).

¿La innovación es un proceso o un resultado?

De acuerdo con Dodgson, Gann, y Phillips (2013), la innovación es tanto un resultado como un proceso. Un **resultado** de la aplicación exitosa de nuevas ideas, que se manifiesta en productos o procesos que son concebidos para que tengan un impacto positivo en las organizaciones, sus empleados, los clientes y los socios; un impacto que se traduce en crecimiento, sostenibilidad, rentabilidad, seguridad laboral, efectividad. Para ello, se requiere de un **proceso** que tenga la capacidad para crear, entregar y capturar resultados innovadores mediante la combinación y coordinación de recursos y capacidades, en esta noción subyacen los modelos de proceso de innovación.

Fuentes de innovación

Existen por lo menos dos fuertes o rutas principales para la generación de la innovación, son: el *technology push* y el *market pull*.

El enfoque *technology push/knowledge push* centra su atención en la investigación y la tecnología para el desarrollo de la innovación (Dodgson et al., 2013); su objetivo es hacer un uso comercial del *know-how* de la empresa. El impulso de la innovación es provocado por las capacidades tecnológicas más allá de la existencia de demanda (Brem & Voigt, 2009). Bajo este enfoque existen mayores oportunidades de desarrollar innovaciones radicales, se da prioridad al departamento de I+D, nacen las empresas de base tecnológica (spin-off) y el modelo de transferencia tecnológica universidad-empresa (McKelvey & Holm, 2010).

Por otro lado, en el enfoque *market pull/demand pull/need pull* la innovación es una respuesta a los requerimientos del mercado. Este proceso inicia con el entendimiento de la naturaleza de la demanda y la empresa moviliza sus recursos y capacidades para dar respuesta a las necesidades y requerimientos del mercado (Dodgson et al., 2013). Bajo este enfoque el departamento de mercadeo desempeña un papel importante, ayuda a responder el quién, el qué y el cómo de la innovación (Frambach, Prabhu, & Verhallen, 2003), también involucra a los clientes en el proceso de búsqueda de soluciones, co-creación.

La Tabla 1-1, presenta las principales diferencias entre las dos fuentes de innovación expuestas.

Tabla 1-1: Diferencias entre el enfoque *technology push* y *market pull*

Asunto	<i>Technology push</i>	<i>Market pull</i>
Incertidumbre tecnológica	Alta	Baja
Gastos en I+D	Alta	Baja
Duración de I+D	Larga	Corta
Incertidumbre respecto a las ventas en el mercado	Alta	Baja
Tiempo para el mercado	Incierto/desconocido	Cierto/conocido
Integración del cliente en I+D	Difícil	Fácil
Tipo de investigación de mercado	Descubrimiento-cualitativo	Verificación-cuantitativa
Necesidad para el cambio del comportamiento del consumidor	Significativa	Mínima

Fuente: Gerpott (2005)

1.1.2 Teorías de la innovación

De acuerdo con Dodgson et al. (2013), “no existe una teoría unificada de la innovación” (p.10). Lo que concuerda con los planteamientos de Sundbo (1999), quien adopta una perspectiva histórica para identificar los paradigmas teóricos de la innovación que explican el crecimiento económico en diferentes fases de la historia. Estas fases se reconocen gracias a la teoría de los grandes ciclos económicos de Kondratieff; estos ciclos están condicionados por el comportamiento de unos factores evolutivos que generan un alto impacto en la economía después de una recesión, entre estos factores se encuentra la innovación. Sundbo (1999), reconoce que las innovaciones se crean dentro de sistemas particulares de innovación; estos sistemas son: el **emprendimiento**, el **desarrollo tecnológico** y la **estrategia**. Cada uno de estos sistemas ha tenido una relevancia especial en ciclos económicos particulares.

Sundbo (1999), identifica que la primera fase de la innovación se da en el periodo de recuperación, en tercer ciclo económico de Kondratieff, es decir entre 1880 y 1892, al final de la recesión de 1873-1883. Es en este tercer ciclo económico cuando Schumpeter empieza a teorizar sobre la innovación y establece al **emprendedor** como el único agente del cambio económico; por lo tanto, atribuye el dinamismo económico a la actividad creativa de los emprendedores. Entre 1892 y 1913, el periodo de prosperidad, se crean muchas grandes empresas, cuyos dueños se enriquecen y adquieren poder mediante la explotación de mercados no servidos.

El comienzo del cuarto ciclo económico de Kondratieff se sitúa a mediados de los años 1930s, después de la Gran Depresión, y se caracteriza por el rápido desarrollo tecnológico de la industria. La crisis dejó al descubierto que el modelo de desarrollo anterior ya no se ajustaba a las nuevas condiciones, los mercados empezaron a saturarse y las empresas se habían quedado estancadas y encontraron difícil movilizar sus grandes estructuras burocratizadas. Las nuevas tendencias en producción dieron énfasis a la **tecnología** como medio para el desarrollo de nuevos productos, lo que desplazó al paradigma del emprendedor. Las empresas empezaron a realizar mayores esfuerzos en investigación y desarrollo, a incorporar más ingenieros y los productos se volvieron más complejos tecnológicamente.

Para este ciclo, el paradigma **tecnológico-económico** es analizado para explicar el crecimiento económico (Sundbo, 1999). La teoría neoclásica ha encontrado dificultades para explicar la innovación como un determinante del crecimiento económico debido a que se fundamenta en el análisis de un grupo de factores estructurales fijos tradicionales y asume que la innovación resulta de la acumulación del conocimiento (Nordhaus, 1973); por ende, la tecnología solo encuentra una explicación como un factor económico marginal (Sundbo, 1999). En consecuencia, la tecnología y la innovación encuentran su identidad dentro de la perspectiva evolutiva de la economía y del conocimiento, esto último es uno de los aportes de Kuhn (2011).

A partir de los años 1980s, la industria se vio obligada a renovarse tras la crisis de los años 1970s a 1980s. De allí emergieron nuevas tendencias e iniciativas empresariales. De acuerdo con Sundbo (1999), dentro de las tendencias de desarrollo industrial hubo una intensificación del proceso de desarrollo tecnológico y un grupo de elementos no tecnológicos empezaron a tener mayor relevancia.

La intensificación del desarrollo tecnológico significó una mayor planeación del proceso, una mayor formalización de la investigación y el desarrollo, y de la interacción entre los sistemas de I+D de las empresas y los sistemas de investigación públicos. Se dan innovaciones radicales basadas en avances tecnológicos en microelectrónica y en biotecnología (Sundbo, 1999).

En los años 1980s, la actividad de consultoría en gestión experimenta un importante crecimiento. Se introducen nuevos elementos que han de considerarse en innovación como la **estrategia**, que sitúo a la empresa en un campo de batalla, en donde es indispensable conocer el entorno y al “enemigo”, la competencia; también, es importante segmentar el mercado al que se dirige la oferta de la empresa, conocer a los grupos de interés o *stakeholders*, construir ventajas competitivas, trabajar unidamente para alcanzar las metas, establecer indicadores estratégicos y apalancar la capacidad de desarrollo en la habilidad para innovar. Otros elementos son la **gestión dinámica**, el papel que desempeña **mercadeo**, la **cultura corporativa**, el **modelo de gestión japonés**, la **evaluación de la tecnología**, el **postfordismo**, el enfoque en **competencias medulares** y la **gestión de la innovación** (Sundbo, 1999).

De acuerdo con Sundbo (1999), existe una situación paradigmática en la teoría de la innovación, debido a que han resurgido nuevas versiones de la teoría del emprendimiento y de la teoría tecnológica-económica que coexisten con la teoría de la estrategia. La Tabla 1-2, presenta sus características más relevantes.

Tabla 1-2: Paradigmas teóricos sobre innovación

Asuntos	Teoría Básica del Emprendedor	Teoría Tecnológica-Económica	Teoría Estratégica Básica
Explicación de la innovación	Psicológica	Tecnológica	Sociológica
Determinante de la innovación	Emprendimiento	Desarrollo tecnológico	Estrategia orientada al mercado
Tipos de Innovación	El emprendimiento puede significar la implementación de todo tipo de innovación, tecnológica como no tecnológica. El emprendimiento (más que la fundación de un negocio) requiere de una idea innovadora específica, especialmente en mercados saturados.	Esta teoría solo analiza las innovaciones en producto y en proceso. El curso de desarrollo con innovaciones incrementales se denomina Trayectorias Tecnológicas para Dosi, quien desarrolla esta noción.	Esta teoría abarca todos los tipos de innovación. En el comportamiento estratégico dirigido al mercado todos los tipos de innovación son relevantes.
Gestión	En 1982, Kent, Sexton y Vesper caracterizan al emprendedor como un líder despótico en su empresa. Una de las razones que explican este comportamiento es que la empresa se basa en la idea del emprendedor, la empresa es un medio para realizarla. Los <i>intrapreneurs</i> son renovadores de procesos, productos y organización; en 1985, Pinchot mencionó que la motivación estos emprendedores internos nace de la libertad de implementar sus propias ideas.	Las personas que participan en el proceso de innovación son creativas, deben tener cierta libertad y un amplio margen de acción respecto a las normas sociales. Estas personas están involucradas en actividades medulares, la invención y el desarrollo de tecnología. En esta teoría la organización y la gestión de la implementación en producción y las ventas de la innovación no están claramente definidas.	Esta teoría es muy orientada a la gestión. La alta gerencia prepara las estrategias y el marco para las innovaciones. La gerencia debe asegurarse de que toda la organización sea creativa, de manera que se promueven las ideas innovadoras y cierto grado de emprendimiento. Dentro de este marco teórico puede operar el <i>intrapreneurship</i> , que define Drucker en 1985 y Nyström en 1990. El proceso de innovación estratégico puede ser conflictivo aunque se asume dentro de la teoría clásica de la estrategia que es un proceso controlado.

Asuntos	Teoría Básica del Emprendedor	Teoría Tecnológica-Económica	Teoría Estratégica Básica
Estructura Formalizada	En 1982, Kent, Sexton y Vesper señalaron que tanto los emprendedores como los <i>intrapreneurs</i> son representados, con frecuencia, como personas que no se acomodan a estructuras organizacionales rígidas y formales. Drucker indica que las empresas pueden formalizar y establecer el <i>intrapreneurship</i> , tal vez no como un departamento sino como una función específica.	Los departamentos de I+D son el asunto central de estudio. Sin embargo, las empresas pequeñas no cuentan con departamento de I+D y son innovadoras. El proceso de innovación no se encuentra altamente formalizado, tienen la habilidad para innovar en estructuras organizacionales más informales.	Toda o gran parte de la empresa está involucrada en el proceso de innovación, no solo el departamento de I+D. El departamento de mercadeo desempeña un papel crucial y el área de estrategia ocupa el rol central. La estructura muy formal (posiblemente el modelo organizacional matricial).
Estructuras Ad hoc	De acuerdo con Pinchot, los <i>intrapreneur groups</i> son diferentes de otros grupos de proyectos, sus miembros no representan a las diferentes áreas de la empresa sino que son reclutados por su talento como emprendedores. Estos grupos tendrán metas formuladas con menor claridad y con libertad para más tarde cambiar su contenido. En 1989, Stewart señaló que estos grupos pueden emerger por sí solos o ser establecidos por la gerencia.	Autores como Cooper y Heap indican que el proceso de innovación puede ser organizado en grupos ad hoc, lo que compagina con el entendimiento de la innovación como algo que tiene que ser adaptado y satisfacer el entorno social. Los grupos ad hoc con frecuencia se componen por personal de marketing, producción y estrategia. Al mismo tiempo se aprovechan las cualidades emprendedoras de algunos empleados de una forma disciplinada y gestionada.	Las empresas pueden tener un departamento ad hoc y estructuras de redes ad hoc que combinan personas de diferentes departamentos. Los grupos especiales de proyecto implementan la innovación con funciones de <i>intrapreneurs</i> , promoviendo la innovación internamente, y con funciones como técnicos de I+D.

Asuntos	Teoría Básica del Emprendedor	Teoría Tecnológica-Económica	Teoría Estratégica Básica
Aspectos de procedimiento de la organización	En este contexto, el concepto de red se aplica a la estructura social que interactúa y es menos unida que un grupo organizado, está completamente centrada en el emprendedor, de manera que es éste el que controla el proceso de interacción. Por otro lado, el <i>intrapreneur</i> se encuentra en un proceso organizacional muy unido, que es con frecuencia conflictivo debido a que los <i>intrapreneurs</i> se oponen a las normas existentes y sus innovaciones pueden ser una amenaza para los cargos de varios miembros de la organización, según Burgelman y Sayles.	La innovación es vista como un proceso con varias fases en las que participan diferentes áreas de la organización. Las empresas de alta-tecnología se caracterizan por tener un enfoque <i>Technology Push</i> . En esta teoría, la innovación es un asunto de la elite técnica y quizás de marketing. Los empleados no tienen un rol amplio y son elementos pasivos en un mecanismo de aprendizaje.	La estrategia fija el marco para el proceso de innovación. Dentro del marco de la teoría estratégica, la innovación es más incierta y el proceso involucra más factores y actores que en la Teoría Básica del Emprendedor y la Teoría Tecnológica-Económica. La innovación puede cambiar significativamente durante el proceso. Los empleados están ampliamente involucrados en el proceso de innovación y el control del marco de la innovación es más fuerte (más que en las otras dos teorías).
El rol de los clientes	El paradigma del emprendedor es altamente orientado hacia el suministro, el cliente ocupa un lugar importante pero no el principal. Algunos emprendedores buscan nuevos espacios de mercado (<i>pull-oriented</i>).	Los clientes son principalmente receptores de las nuevas tecnologías (<i>push-oriented</i>). Los clientes hacen parte de las redes externas de la empresa así como el sistema de investigación.	El punto de partida es la demanda del cliente, las condiciones del mercado, el cliente es el centro. El enfoque en el cliente es inherente de todo el pensamiento estratégico, por tanto la importancia del área de mercadeo.
El proceso de Aprendizaje	De acuerdo con la teoría clásica del emprendedor, existe una pobre orientación hacia el aprendizaje. Se interpreta el emprendimiento como un rasgo de la personalidad o como un rol que puede ser aprendido. En 1989, Kanter mostró cómo los procesos de cambio innovadores inician cuando las empresas necesitan aprender de su situación para sobrevivir.	El proceso de innovación es visto como un gran proceso de desarrollo organizacional, que puede tomar la forma de un proceso de <i>searching-learning</i> . La organización debe desarrollar ciertas rutinas de aprendizaje, pero a los empleados no se les asigna un rol activo indican Kanter, Nelson y Wilson.	En 1985, Mintzberg y McHughes describieron el proceso estratégico como un proceso de decisiones sucesivas. La habilidad para aprender cómo se formula e implementa la estrategia es un factor importante en el éxito estratégico de las empresas, señalan Pettigrew y Whipp. El aprendizaje toma la forma de un bucle único (<i>single loop</i>) con mecanismos de prueba y error o de un bucle doble con cambios en las normas y valores fundamentales.

Asuntos	Teoría Básica del Emprendedor	Teoría Tecnológica-Económica	Teoría Estratégica Básica
Proceso de Innovación	El proceso de innovación es estocástico y no se puede controlar racionalmente debido a que es una función del esfuerzo creativo de los individuos.	En los últimos años, la innovación se analiza desde la perspectiva estratégica. El factor tecnológico ocupa un lugar central en la estrategia. Por la relación de la teoría con la economía el proceso de innovación puede ser racional (visión neoclásica) e incluir elementos estocásticos (visión evolutiva).	El proceso de innovación depende del proceso de la estrategia. Es muy racional como en la Teoría Tecnológica-Económica, la estrategia no es completamente rígida, sino que se ajusta en su implementación y por cambios en el entorno. Es muy importante el estudio del futuro y el establecimiento de escenarios.

Fuente: basada en Sundbo (1999)

Las características de las teorías de la tabla 1-2, permiten entender el fundamento y rasgos de la innovación en la práctica. La teoría de la estrategia brinda elementos que permiten entender la naturaleza actual de la innovación, sus determinantes y gestión en las organizaciones.

1.2 Desarrollo de nuevos productos

Según Cooper y Kleinschmidt (2011) y Graner y Mißler-Behr (2013), una de las condiciones fundamentales para el éxito de las empresas modernas es el desarrollo de nuevos productos; Sin embargo, Cooper y Kleinschmidt (2011) señalan que estos no son la panacea de los gerentes, debido a los altos índices de fracaso, por ejemplo, en Estados Unidos el 33% de los nuevos productos fracasan en la fase de lanzamiento y un 46% de los recursos invertidos durante todas las fases de desarrollo del producto hasta su lanzamiento no obtienen los resultados esperados.

En esta sección se aborda el proceso de desarrollo de nuevos productos en el marco de la organización y el sistema de gestión de la innovación, y finaliza con la exposición en detalle de la estructura del proceso de desarrollo de nuevos productos a través de la revisión de tres modelos. Es importante aclarar que en este documento se utilizará de forma indistinta los términos “proceso de desarrollo de nuevos productos” y “proceso de innovación”.

1.2.1 Desarrollo de nuevos productos en la organización

“En tiempos de cambio, quienes están abiertos al aprendizaje se adueñaran del futuro, mientras que aquellos que creen saberlo todo estarán bien equipados para un mundo que ya no existe”. Estas palabras del escritor y filósofo americano Eric Hoffer describen las consecuencias de actuar teniendo conciencia del entorno y el no hacerlo. Respecto a ello, el mercado es una de las dimensiones del entorno, sino la principal, que ejerce una influencia significativa sobre las empresas. A fin de dar una respuesta satisfactoria a los requerimientos del mercado, las organizaciones han encontrado en la innovación un “aliado estratégico”.

Se ha demostrado que existe una fuerte correlación entre el desempeño en el mercado y el desarrollo de nuevos productos. Esto se debe a que los nuevos productos contribuyen a que la empresa capture y mantenga su participación en el mercado, y además, mejore su rentabilidad en estos mercados (Tidd & Bessant, 2009). En este sentido, el desarrollo de nuevos productos cumple un papel fundamental en la estrategia de la empresa, permitiéndole adaptarse a los cambios en los mercados, lo que incide en su desempeño y supervivencia (Shinkle & McCann, 2014).

Estos esfuerzos de adaptación se evidencian en la ejecución de proyectos de innovación que actúan como agentes de cambio internos y favorecen el desarrollo de nuevas capacidades (nuevas habilidades, conocimientos y sistemas), que mantienen la vigencia de las empresas en el tiempo, renovándose a sí mismas constantemente (Bowen, Clark, Holloway, & Wheelwright, 1994), mientras crean valor para los clientes (Dougherty, 1992).

En otras palabras, el desarrollo de nuevos productos le permite a las empresas manufactureras cumplir sus objetivos estratégicos de participación en el mercado y funciona como mecanismo de creación de valor y de renovación organizacional.

1.2.2 Desarrollo de nuevos productos en el sistema de gestión de la innovación

Para comprender el papel que desempeña el proceso de desarrollo de nuevos productos en el sistema de gestión de la innovación, es imprescindible conocer las funciones que este Sistema realiza. Según Gaubinger et al. (2014), “la dirección y conformación de las

actividades de innovación orientadas hacia los objetivos dentro de una empresa requiere de actividades coordinadas y estructuradas que conduzcan a la introducción exitosa de una innovación en el mercado o para el uso interno de la empresa. Esas actividades se inscriben bajo el término *gerencia de la innovación*. Ellas comprenden un conjunto de tareas estratégicas y operacionales de planeación, organización y control de los procesos de innovación y la creación del marco operacional requerido” (p. 5).

De acuerdo con Solano Fuentes (2008), los procesos necesarios para se produzca la innovación se concentran en nueve áreas de acción: estrategia, cultura innovadora, selección de ideas, ejecución, gestión del conocimiento, apertura, redes y nivel de innovación. Una propuesta similar, pero más sintética es la de Bruszies (2009). De acuerdo con este autor, la gerencia de la innovación de primera clase consta de siete áreas que dan respuesta a siete retos principales de la innovación, estas son: (1) planeación estratégica, (2) competencias medulares, (3) efectividad de I+D, (4) enfoque en el cliente, (5) toma de decisiones, (6) redes de cooperación y (7) cultura corporativa, a continuación se explica cada una de ellas.

(1) Planeación estratégica: en la gerencia de la innovación la planeación estratégica se encarga, en esencia, de dar dirección al proceso de innovación, para lo ello establece metas y objetivos (Cooper & Kleinschmidt, 1986), determina el posicionamiento en innovación que la empresa debe alcanzar en el mercado (Powell, 1992) y los recursos que debe destinar para ello, define el tipo de innovación que debe desarrollarse, reconoce los segmentos de mercado objetivo identificados por la estrategia de negocios de la empresa y se asegura que estos sean tenidos en cuenta en el proceso de innovación.

(2) Competencias medulares: la gerencia de la innovación involucra en el proceso de innovación las competencias que dan ventaja competitiva a la empresa, para el desarrollo de nuevos productos o procesos. Estas competencias medulares funcionan como plataformas que brindan acceso a múltiples mercados mediante el desarrollo de productos (servicios o procesos) con características distintivas difíciles de imitar (Prahalad & Hamel, 1990). La combinación sinérgica de recursos, que deriva en la creación de competencias medulares, es uno de los aspectos fundamentales para la generación de innovación. En este proceso participan múltiples contribuyentes con diferentes profesiones, ocupaciones

y conjuntos de habilidades que deben integrarse para dar apoyo efectivo a la innovación (Dodgson et al., 2013).

(3) Efectividad de I+D: la gerencia de la innovación orienta al proceso de innovación sobre los procesos que debe adoptar para gestionar las ideas y transformarlas en productos exitosos (Vandenbosch, Saatcioglu, & Fay, 2006). Esto es particularmente importante debido a que “el corazón del proceso de innovación consiste en la habilidad para detectar oportunidades y crear nuevas formas para explotaras” (Tidd & Bessant, 2009, p. 5).

(4) Enfoque en el cliente: la gerencia de la innovación se asegura de que el proceso de innovación incorpore los requerimientos de los clientes en los proyectos de innovación. La voz del cliente debe ser escuchada, interpretada y transferida adecuadamente para crear valor (Aguwa, Monplaisir, & Turgut, 2012); este es un asunto fundamental para la sostenibilidad de la empresa.

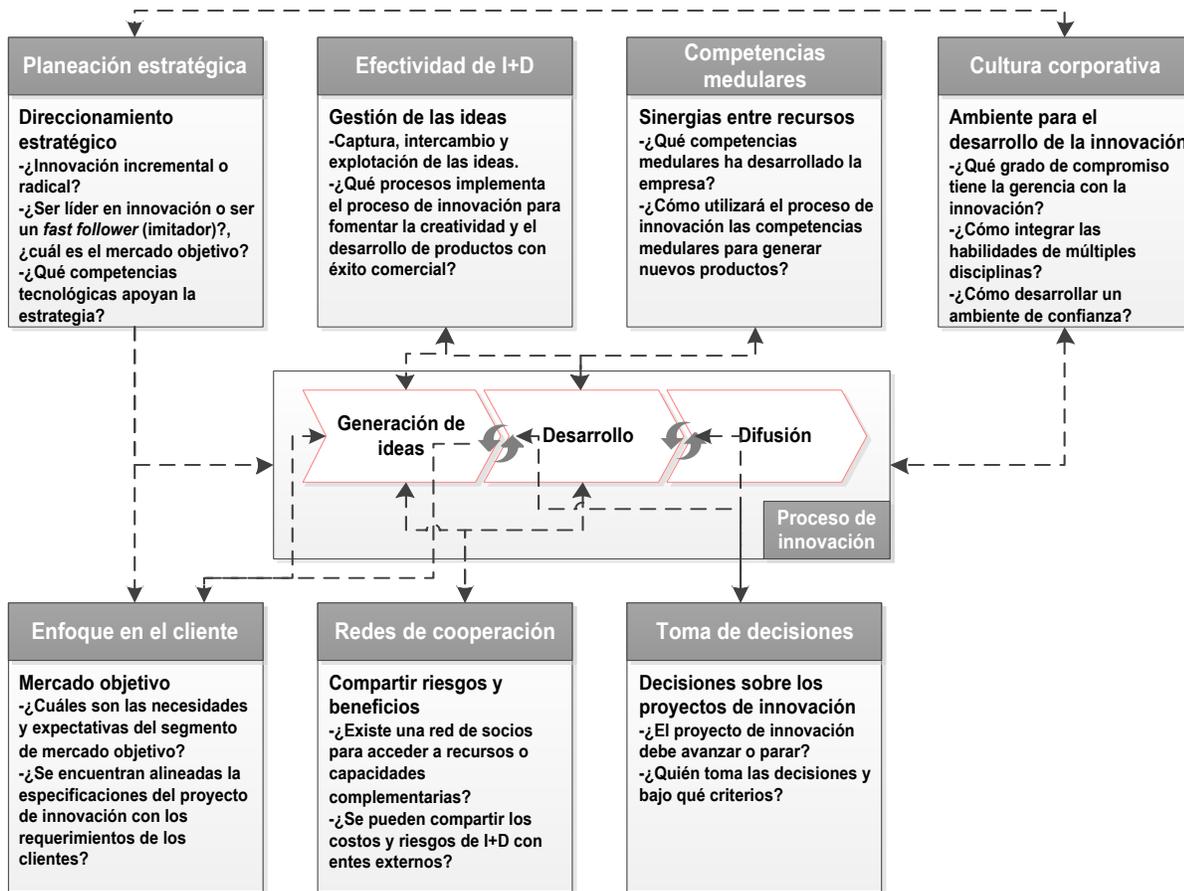
(5) Toma de decisiones: los proyectos de innovación se caracterizan por incorporar niveles de riesgo e incertidumbre que varían de acuerdo con el tipo de innovación; ante esta situación la gerencia de la innovación promueve el establecimiento de procedimientos para la toma de decisiones en los puntos críticos del ciclo de vida del producto o proyecto, que surgen principalmente durante las primeras etapas del proceso de innovación (Cohen & Whang, 1997).

(6) Redes de cooperación: la naturaleza de la innovación exige la realización de actividades de investigación y desarrollo, que requieren de acceso a información sobre mercados y las tendencias tecnológicas, la construcción de prototipos y la aplicación de pruebas; posteriormente, se deben hacer esfuerzos adicionales en la etapa de lanzamiento al mercado. Todo esto conlleva un compromiso importante de recursos que puede desestimular el florecimiento de la innovación, especialmente en las pequeñas empresas. Para que esto no suceda la gerencia de la innovación identifica y establece relaciones con socios externos para el desarrollo conjunto de los proyectos, accediendo a capacidades complementarias y compartiendo los riesgos y beneficios derivados de la innovación (Pittaway, Robertson, Munir, Denyer, & Neely, 2004).

(7) Cultura corporativa: debido a que existen muchas razones para desistir de innovar, la gerencia de la innovación se encarga de construir y mantener una cultura corporativa amigable con la innovación (Gaubinger et al., 2014), lo que depende en gran medida del nivel de compromiso de la gerencia general con la innovación, del establecimiento de un ambiente de confianza para el intercambio de ideas y de una visión y valores compartidos (Kotter, 2008).

La Figura 1-2 ilustra las conexiones básicas entre el sistema de gestión de la innovación expresado en siete áreas y el proceso de innovación.

Figura 1-2: El proceso de innovación en la gerencia de la innovación



Fuente: basada en Bruszies (2009) y Hansen y Birkinshaw (2007)

De acuerdo con lo expresado previamente, se concluye que existe una relación no excluyente entre el sistema de gestión de la innovación y el proceso de innovación, siendo este último parte fundamental del Sistema. El proceso de innovación cumple con el papel

de materializar la innovación, nutriéndose de los esfuerzos de gestión asociados a dicho proceso.

1.3 Modelos de desarrollo de nuevos productos

De acuerdo con Gaubinger et al. (2014), las empresas que son significativamente más exitosas en innovación son aquellas que desarrollan estas actividades siguiendo un proceso desglosado en secciones de fácil identificación, que las que no proceden de esta forma. Las fases que revisten mayor importancia son las que anteceden al desarrollo real del producto, tales como la generación de las ideas, la evaluación y el pre-desarrollo, y requieren ejecutarse más sistemáticamente, dados los altos niveles de incertidumbre y riesgo.

Lo anterior resalta la importancia que tienen los modelos de desarrollo de productos en el éxito de la innovación. Estos tienen por objetivo describir una cadena de actividades que inicia con la identificación de una necesidad o problema y finaliza con el logro de un negocio exitoso. El proyecto de desarrollo de un nuevo producto se divide en fases o etapas y se evalúa la factibilidad en diferentes puntos críticos del proyecto. Lo anterior tiene un gran impacto en la gestión y en la forma que se organiza el desarrollo de las actividades (Tan, McAlloone, & Andreasen, 2006).

Tan et al. (2006), identifican tres grupos de modelos de desarrollo de producto: (1) los que se enfocan en la creación de artefactos tecnológicos, en estos el valor se concentra en las propiedades del producto; (2) los que generan servicios, su énfasis se encuentra en los procesos; y (3) los que crean sistemas de productos y servicios. Para el objetivo que ocupa esta investigación, únicamente se tendrá en cuenta el primer grupo de modelos, es decir, aquellos orientados en la generación de productos físicos.

Evolución

Los modelos para el desarrollo de nuevos productos tuvieron una importante proliferación a partir de los años 1950s y 1960s. Estos modelos se caracterizan por tener una clara orientación *technology push*, siguiendo en orden lineal una serie de etapas: investigación, ingeniería o invención, desarrollo o producción y aceptación (Godin, 2006). A mediados y finales de los años 1960s, se empezaron a considerar nuevos aspectos como: el ciclo de

vida del producto (aportes de Hirsch y Vernon); la ideación, el prototipado, el aprendizaje (modelo de Simon de 1969); Myers y Marquis, y posteriormente, Utterback empiezan a considerar el proceso de innovación como un proceso de búsqueda de soluciones a problemas.

A mediados de los años 1980s (tabla 1-3), ocurren importantes transformaciones en el proceso de desarrollo de nuevos productos, se incorporan elementos de planeación, el mercado empieza a tener una mayor importancia (orientación *market pull*, el departamento de marketing empieza tener un papel decisivo en el proceso) y se empieza a entender con mayor claridad la complejidad del proceso de innovación. Kline (1985), indica que el proceso no es lineal sino que existen múltiples interacciones entre sus etapas, señala que los modelos lineales no son suficientes para explicar por completo el fenómeno de la innovación industrial. En 1987, Andreasen y Hein introducen el *Integrated Product Development* que se caracteriza por el desarrollo en paralelo de múltiples actividades ejecutadas por los diferentes departamentos involucrados en el proceso.

En los años 1990s, emergen los modelos orientados a la integración de sistemas y redes (modelo de Rothwell de 1992), se hace énfasis en la importancia del cambio continuo, se incorpora el software de diseño y simulación como el CAD/CAM, el prototipado rápido y se crean redes con proveedores, clientes y otras empresas para el aprovechamiento de tecnologías emergentes y resolver las dificultades de productos cada vez más complejos (Galanakis, 2006).

A principios del siglo XXI, con Chesbrough se populariza el concepto de *open innovation* dentro de los procesos de innovación. El *open innovation* sigue seis principios: 1) no todas las personas inteligentes trabajan en la empresa, es necesario trabajar con personas inteligentes dentro y fuera de la organización; 2) la empresa no tiene que originar la investigación para obtener beneficios de esta; 3) la I+D externos pueden crear un valor significativo, la I+D son necesarios para tomar una parte de ese valor; 4) construir un mejor modelo de negocios es mejor que llegar al mercado primero; 5) se obtienen beneficios de que otros usen la propiedad intelectual de la empresa y la empresa debe comprar la propiedad intelectual de otros cuando su modelo de negocio avanza; y 6) si se hace un mejor uso de ideas internas y externas, se logrará ganar (Gaubinger et al., 2014).

Tabla 1-3: Evolución del proceso de innovación a partir de los años 1980s

Año	Autores	Estructura del proceso de innovación
1985	Kline	Mercado potencial, invención y/o diseño analítico, diseño detallado y prueba, rediseño y producción, comercialización (múltiples retroalimentaciones, conocimiento existente y/o investigación)
1986	Kline y Rosenberg	
1987	Andreasen y Hein	Realización de múltiples actividades en paralelo. Reconocimiento de la necesidad, investigación de la necesidad, bases del producto, diseño del producto, preparación para la producción y ejecución.
1988	Von Hippel	Desarrollo de producto en colaboración con el departamento de marketing. Inicio del Proceso de Usuario Líder, identificación de necesidades y tendencias, identificación de usuarios líderes, diseño del concepto.
1990	Cooper	<i>Stage-Gate</i> : Idea, revisión inicial, evaluación preliminar, segunda revisión, definición, <i>business case</i> , desarrollo, post-desarrollo, validación, pre-comercialización, comercialización y revisión.
1992	Rothwell	<i>System Integration and Networking Model</i> . Nueva necesidad que se origina en la sociedad y el mercado, y la existencia de nuevas tecnologías se unen a la generación de ideas, que da lugar a procesos de investigación, diseño y desarrollo, se crean prototipos, se manufactura, se comercializa y se efectúa la venta.
1992	Ullman	Establecimiento de la necesidad, especificación del desarrollo y planeación, revisión, diseño conceptual, revisión, diseño del producto, revisión.
1994	Andreasen	Realización de diferentes actividades en paralelo en torno a mercadeo, producto y producción: reconocimiento de la necesidad, investigación de la necesidad, principio del producto, diseño del producto, preparación de producción y ejecución.
1998	Khurana y Rosenthal	Formulación y comunicación de la estrategia de producto, identificación y evaluación de la oportunidad, generación de la idea, definición del producto, planeación del proyecto, revisiones ejecutivas, desarrollo del producto.
1999	Roberts	Reconocimiento, formación de la idea, búsqueda de la solución al problema, solución, desarrollo, utilización y difusión
2000	Hamel	Ciclo de actividades: superar, imaginar, diseñar, experimentar y apreciar
2001	Koen, Ajamian, Burkart, Clamen, Davidson, D'Amore	Desarrollo cíclico: identificación de la oportunidad, análisis de la oportunidad, génesis de la idea, selección de la idea, concepto y desarrollo de la tecnología. Sale del ciclo y pasa a las fases de desarrollo y comercialización.
2003	Ullman	Definición del proyecto y planeación, definición de la especificación, diseño conceptual, desarrollo del producto, actividades de apoyo postproducción
2003	Chesbrough	Generación y evaluación de ideas, concepto de producto, desarrollo, pruebas y validación, y lanzamiento al mercado. En el proceso de innovación se integra el conocimiento interno y externo, y existe un desarrollo y exploración conjunta de la innovación.

Año	Autores	Estructura del proceso de innovación
2004	Sandmeier, Jamali, Kobe, Enkel, Gassmann y Meier	Identificación de las oportunidades en el mercado y la tecnología; definición de la estrategia de innovación en armonía con la estrategia de la empresa, selección de las ideas de productos y negocios, elaboración de las ideas, selección, definición del concepto del producto y el plan de negocios y selección del proyecto.
2005	Lindemann	Modelo de Procedimiento de Munich. Ejecución de una red de actividades. Meta del plan, meta de análisis, estructura de las tareas, generación de las ideas de solución, análisis de alternativas, selección de la solución óptima, verificación del logro de las metas.
2006	Geschka	Lineamientos estratégicos para la innovación; generación y adopción de ideas; selección de ideas, ejecución y desarrollo conceptual; proyectos preliminares y portafolio de proyectos.
2006	Bernstein y Singh	Integran el enfoque <i>technology push</i> y <i>market pull</i> en el proceso de innovación, que consta de cuatro fases: generación de ideas, apoyo a la innovación, desarrollo de la innovación e implementación de la innovación. El enfoque <i>technology push</i> tiene la función de gestión y estructura y el <i>market pull</i> se encarga de la comunicación y el control.
2007	Ulrich y Eppinger	Planeación, desarrollo de concepto, diseño nivel de sistema, diseño detallado, pruebas y refinación, incrementar la producción.
2007	Pahl y Beitz	Planear y aclarar las tareas, analizar la situación del mercado y la empresa, encontrar y seleccionar ideas de producto, formular una propuesta de producto, elaborar la lista de requerimientos, desarrollar conceptos de producto, definir las estructura de construcción, preparación para la producción, documentación.
2007	Hansen y Birkinshaw	El proceso de innovación es interpretado como una cadena de valor, que consta de tres fases fundamentales: generación de ideas, conversión y difusión
2008	Brown	<i>Desing Thinking</i> . Es un proceso cíclico de desarrollo de productos compuesto por tres grandes fases: inspiración, ideación e implementación

Fuente: basada en una amplia revisión bibliográfica, 2016

La Tabla 1-3, presenta algunos ejemplos de procesos de desarrollo de producto que se han gestado a partir de los años 1980s. De esta tabla fueron seleccionados tres modelos, bajo criterios de difusión bibliográfica, implementación empresarial y diferencia de enfoque (ingeniería, negocios y diseño), estos modelos son: el *Integrated Product Development*, el *Stage-Gate* y el *Design Thinking* (ver anexo A: Proceso de revisión bibliográfica); en la siguiente sección se explican en detalle sus elementos y sus interacciones.

1.3.1 *Integrated Product Development*

El IPD es considerado como el paradigma en el desarrollo de nuevos productos. El IPD se caracteriza por su alto desempeño, en donde la perspectiva del cliente y el diseño para la manufactura son muy importantes; otras de sus manifestaciones son: la ingeniería concurrente, la participación temprana de la manufactura, la competencia basada en tiempo, entre otras (Gerwin & Barrowman, 2002).

Definición

De acuerdo con Rountree, Guillen, y Lee (1995), el IPD es una filosofía bajo la cual un equipo multidisciplinario integra y aplica concurrentemente todos los procesos necesarios para generar un producto eficiente y efectivo que cumpla con las necesidades del cliente. En este contexto, el producto y su proceso de producción se desarrollan paralelamente. Es un enfoque gerencial que permite mejorar el desempeño en el desarrollo de nuevos productos (ej. tiempo y costo de desarrollo, calidad y costo del producto, etc.) a través de la ejecución en paralelo y la interacción de algunas de las actividades en el proceso de desarrollo de un nuevo producto (Gerwin & Barrowman, 2002; Naveh, 2005).

Composición y dinámica

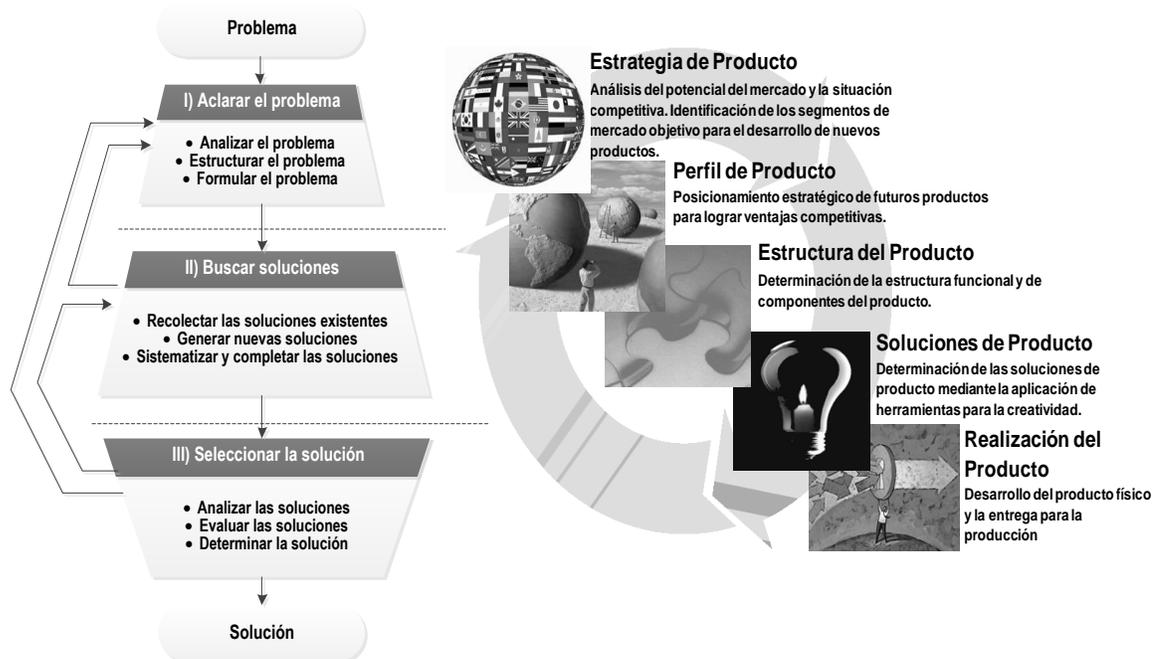
Uno de los aportes más significativos del enfoque del IPD propuesto por Andreasen y Hein en 1987, es la integración de procedimientos, metas y actitudes en lugar de la integración de departamentos y/o funciones (Lorenz, 2008). Lo anterior, facilita la alineación de intereses y la minimización de conflictos durante el proceso de desarrollo del producto. El mercadeo, el producto y la producción se ejecutan de forma paralela, como lo ilustra la Figura 1-3.

Figura 1-3: Proceso del IPD

Fuente: Andreasen & Hein (1987, citado por Lorenz, 2008).

Posteriormente, Ehrlenspiel en 2007, incorpora al modelo IPD ciclos de prueba y error, con el propósito de verificar el cumplimiento del objetivo de cada fase (Lorenz, 2008). En este sentido, el proceso del IPD queda constituido por tres grandes etapas: aclaración del problema, búsqueda de soluciones y selección de una solución; cada una de estas etapas con subprocesos asociados (Figura 1-4, lado izquierdo).

Figura 1-4: Ciclo del IPD



Fuente: basado en Ehrlenspiel, Kiewert, & Lindemann (2013) y Bruszies (2009).

Según Ehrlenspiel, Kiewert, y Lindemann (2013), a fin de aclarar el problema o la necesidad, se deben efectuar tres subprocessos: análisis, estructuración y formulación; lo que permite tener un entendimiento claro y profundo del problema real. De acuerdo con el enfoque presentado por Bruszies (2009) para el IPD (Figura 1-4, lado derecho), en esta etapa inicial se formula la Estrategia de Producto, con ella se identifican los segmentos de clientes objetivo teniendo en cuenta su atractivo en el mercado y las competencias de la organización para servirlos. Luego, se determinan los requerimientos particulares de los segmentos objetivo (Tan et al., 2006) que se convierten en criterios de evaluación del desempeño de la empresa y sus productos actuales en comparación con el competidor principal (Perfil de Producto), el resultado de este *benchmarking* le permite a la organización conocer las fortalezas y debilidades de su oferta y establecer metas de mejora, metas que pretenderá alcanzar con el desarrollo de un nuevo producto, entre otras acciones.

Durante esta etapa, la gestión además de tener en cuenta la Estrategia de Producto se enfoca en aspectos como las metas, hitos del proyecto, selección de un equipo multidisciplinario y de un líder del proyecto (Jayaram & Malhotra, 2010). Se aplican listas

de preguntas y listas de chequeo, se realizan entrevistas a clientes y usuarios potenciales, se establece el alcance del producto y se define el problema (Lorenz, 2008). Los equipos multidisciplinarios realizan las actividades en cooperación “tanto vertical como horizontalmente en la organización” (Tan et al., 2006, p. 3). El área de mercadeo e ingeniería trabajan juntas en la definición de las necesidades y requerimientos de los clientes (Nellore & Balachandra, 2001). Estos equipos deben tener “un claro entendimiento de la intención estratégica del negocio y las necesidades del mercado, y de la relación entre las dos” (Rauniar & Rawski, 2012, p. 941). Esta etapa es crucial en el proceso de innovación e incide significativamente en el grado de éxito que tendrá el producto.

En la segunda etapa, como paso previo a la búsqueda de soluciones se analiza la Estructura del Producto en términos de componentes, funciones y costos asociados (Bruszies, 2009). Posteriormente, se empieza el proceso de generación de opciones, que requieren de una buena cantidad de información que derive en la creación de una amplia diversidad de soluciones (Ehrlenspiel et al., 2013). En este proceso se originan y gestionan las ideas con el uso de diferentes herramientas de creatividad, entre ellas, la Matriz Morfológica que facilita la identificación de múltiples opciones para las funciones o parámetros del producto de análisis y su posterior combinación para la creación de nuevos conceptos de producto (Bruszies, 2009).

En la última etapa, las soluciones o conceptos de producto son evaluados teniendo en cuenta el grado de cumplimiento de los requerimientos de los clientes objetivo y la exigencia en el uso de recursos de la empresa. Finalmente, se escoge la solución más óptima. Esta conduce a la construcción de prototipos, a la realización de ensayos y pruebas, a la validación con el cliente, entre otros, para afinar las especificaciones del producto y los procesos de producción antes del escalamiento (Bruszies, 2009). Los resultados de desempeño del nuevo producto son presentados a la gerencia, quien da o niega su aprobación para continuar con las siguientes actividades.

Con el escalamiento se estandarizan las especificaciones técnicas, se emiten órdenes de aprovisionamiento de materias primas e insumos y ordenes de producción. Paralelamente, el área de mercadeo trabaja en el plan de mercadeo y en el proceso de lanzamiento del producto al mercado.

En la mayoría de los casos, el resultado de un proyecto de innovación desarrollado con el modelo IPD es una parte de un producto más complejo; esto sucede por ejemplo, en la industria automotriz; por tanto, la fase de lanzamiento al mercado es omitida y reemplazada por procesos de soporte al cliente y servicios posventa (Nellore & Balachandra, 2001).

Pros y contras

La Tabla 1-4 presenta los principales pros y contras identificados del modelo *Integrated Product Development*.

Tabla 1-4: Pros y contras del *Integrated Product Development*

Pros	Contras
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción del tiempo de desarrollo del producto ▪ Mejora la comunicación entre equipos multidisciplinarios. ▪ Los productos son técnicamente realizables ▪ Búsqueda de equilibrio entre múltiples objetivos del proyecto de innovación. ▪ Mejoras en el desempeño financiero ▪ Ahorros en costos ▪ Aplicable a productos o proyectos con diferentes grados de complejidad. ▪ Enfoque sistemático y fuerte apoyo metodológico ▪ Alinea los proyectos de innovación con la estrategia de negocios- ▪ Balancea la eficiencia con la innovación. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Requiere de alta coordinación para generar consensos sobre metas y objetivos de diferentes áreas funcionales. ▪ El enfoque en el desempeño del proyecto de innovación puede generar restricciones en el proceso creativo. ▪ Orientado principalmente a la innovación incremental, aunque también se aplica en entornos de alta incertidumbre.

1.3.2 Stage-Gate

El sistema *Stage-Gate* goza de una amplia aplicación y aceptación en la industria norteamericana, principalmente. Algunas de las empresas que han alcanzado importantes beneficios de desarrollar productos bajo este sistema son: Procter & Gamble, Emerson Electric y 3M (Cooper, 2008). El sistema o proceso *Stage-Gate* es comparado al libro de jugadas de un equipo de fútbol americano, en el que se traza el rumbo de acción y como éste debe ejecutarse a fin de ganar el juego (Cooper, 2008).

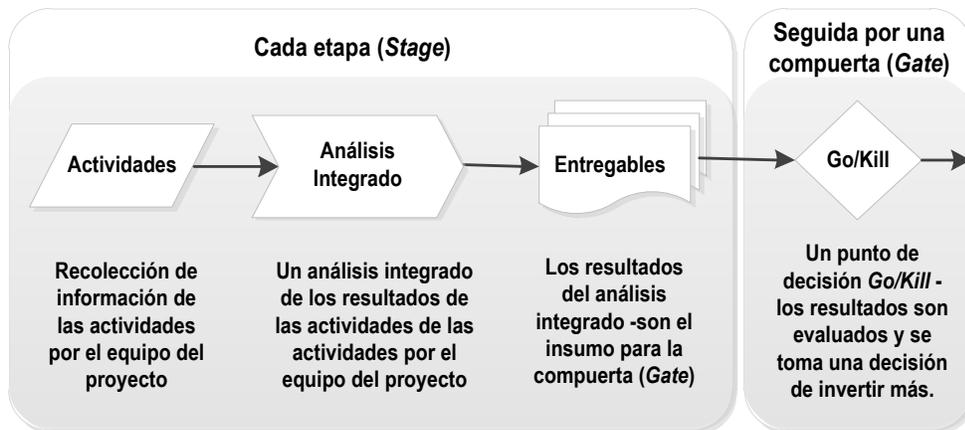
Definición

El sistema *Stage-Gate* es un proceso conceptual y operativo que permite gestionar con eficiencia y eficacia el proceso de desarrollo de un nuevo producto desde la generación de la idea hasta el lanzamiento (Cooper, 1990, 2008). El “*Stage-Gate* se basa en la premisa de que algunos proyectos y equipos de proyectos realmente entienden cómo ganar-y lo consiguen. De hecho el *Stage-Gate* fue desarrollado originalmente de la investigación que modeló lo que hacen los ganadores” (Cooper, 2008, p. 214).

Composición y dinámica

El “*Stage-Gate*, en su formato más simple, consiste en una serie de etapas, en el que el equipo del proyecto asume el trabajo, obtiene la información necesaria, y realiza la subsiguiente integración de datos y análisis, cada etapa seguida por compuertas, en donde se toman decisiones *Go/Kill* para seguir invirtiendo en el proyecto” (Figura 1-5) (Cooper, 2008, p. 214).

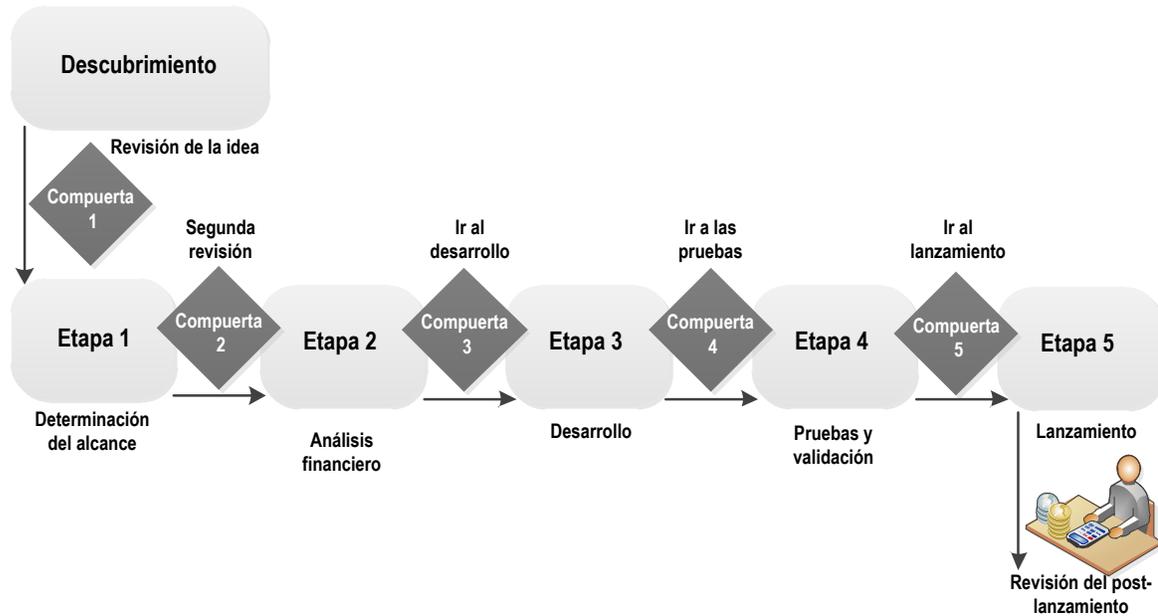
Figura 1-5: Estructura *Stage-Gate*



Fuente: Cooper (2008)

El *Stage-Gate* es un modelo de proceso holístico, con perspectiva interdisciplinaria que separa al proceso de innovación en cinco etapas o “*stages*” (Gaubinger et al., 2014), el paso de una etapa a otra se encuentra mediado por compuertas o “*gates*” (Figura 1-6).

Figura 1-6: Proceso Stage-Gate



Fuente: Cooper (2008)

Como lo indica la Figura 1-6, el proceso inicia con la etapa de ideación, denominada *descubrimiento*, y finaliza con la *revisión de post-lanzamiento*. Los resultados de las etapas previas al *desarrollo* son fundamentales en la decisión de realizar serios compromisos financieros en las etapas posteriores (Cooper, 1990, 2008).

Con la etapa de *descubrimiento* comienza el proceso de un nuevo producto gracias a una nueva idea (Cooper, 1990). Las ideas pueden originarse adentro y afuera de la empresa. Estas son reunidas por una persona (generalmente, es el Director del Proceso de un Nuevo Producto), quien se encarga de llevar las ideas a la *compuerta 1* (Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 2002a). En esta etapa es importante escuchar la voz del cliente para identificar y entender sus problemas, necesidades no satisfechas y necesidades no articuladas. Para ayudar al cliente en este proceso se emplea el *brainstorming* reverso, en donde un grupo de clientes analiza en detalle la situación o producto actual e identifican todo lo que está mal. Después se enlistan los problemas y se agrupan en problemas de orden superior, lo que brinda los insumos necesarios para iniciar una sesión creativa de solución de problemas (Cooper et al., 2002a). En esta etapa, Cooper et al. (2002a) mencionan que algunas empresas realizan de estudios etnográficos de los clientes para observar como estos usan y abusan de los productos en su vida cotidiana; y otras

empresas desarrollan sus productos con la participación de “clientes líderes o innovadores”; y otras hacen uso de escenarios para identificar oportunidades para nuevos productos.

En la *compuerta 1*, se toma la primera decisión de comprometer recursos para el proyecto. Si la decisión es Avanzar (*Go*), el proyecto pasa a la fase de evaluación preliminar. En la *compuerta 1*, el proyecto se evalúa bajo unos cuantos criterios "debe cumplir" y "debería cumplir" (Cooper, 1990). "Estos criterios se ocupan de la alineación estratégica, la viabilidad del proyecto, la magnitud de la oportunidad, la ventaja diferencial, la sinergia con el *core business* de la empresa y los recursos, y el atractivo del mercado. Los criterios financieros no son parte de este primer filtro. Se usa una lista de verificación para los criterios "debe cumplir" y un modelo de calificación (escalas de calificación ponderadas) para los criterios "debería cumplir" para ayudar a enfocar la discusión y clasificar los proyectos" (Cooper, 1990, p. 52; Cooper, Edgett, & Kleinschmidt, 2002b). Si la idea es rechazada, esta regresa a la *etapa de descubrimiento* con una retroalimentación escrita, que indica los resultados de la evaluación con los argumentos correspondientes (Cooper et al., 2002a).

Las ideas que no logran progresar a las siguientes etapas son eliminadas o archivadas; a estas últimas se permite el acceso a empleados no involucrados en el proceso para que hagan sugerencias de mejora. Con cierta regularidad el Director del Proceso revisa las ideas archivadas mejoradas y las envía a la *compuerta 1* (Cooper et al., 2002a).

En la *etapa 1*, se determinan los fundamentos técnicos y de mercado del proyecto, se realiza una evaluación del mercado preliminar, de bajo costo y rápida, a fin de estimar el tamaño del mercado, el potencial del mercado y la posible aceptación en el mercado. Simultáneamente, se realiza una evaluación técnica preliminar, para obtener una valoración rápida *in-house* del producto propuesto, que brindará información del desarrollo y la factibilidad de fabricación y los posibles costos y tiempos de ejecución (Cooper, 1990).

En la *compuerta 2*, se realizan las mismas actividades de la *compuerta 1*. El proyecto es reevaluado a la luz de la información obtenida en la *etapa 1*. "Si la decisión es Avanzar (*Go*) a este punto, el proyecto se mueve dentro de etapa de mayor gasto. En la *compuerta 2*, el proyecto se somete nuevamente al conjunto de criterios "debe cumplir" y "debería

cumplir” usados en la *compuerta 1*. Aquí, se considera un criterio “debería cumplir” adicional, trata de la fuerza de ventas y la reacción de los clientes al producto propuesto, los resultados de los nuevos datos de la *etapa 1*. Nuevamente, una lista de verificación y un modelo de calificación facilitan la decisión de la compuerta. El retorno financiero es evaluado en la *compuerta 2*, pero solo mediante un cálculo financiero rápido y simple” (Cooper, 1990, p. 52).

La *etapa 2*, es la etapa previa al desarrollo del producto. En esta etapa, se verifica el atractivo del proyecto antes de realizar una fuerte inversión. El proyecto queda definido con claridad. Respecto al mercado, se realizan estudios con mayor profundidad para determinar las necesidades, deseos y preferencias de los clientes; se llevan a cabo pruebas de concepto para determinar la aceptación del cliente del nuevo producto; y se analiza la competencia. En cuanto a los asuntos técnicos, se realiza una evaluación más detallada enfocada en la capacidad del proyecto para satisfacer las necesidades de los clientes y la “lista de deseos”, traducida en soluciones viables técnica y económicamente. Lo anterior, puede implicar la realización de un bosquejo o práctica de laboratorio preliminar. La valoración de las operaciones puede incluirse en la *etapa 2*, para identificar problemas en la fabricación, costos de producción e inversión requerida. Si es apropiado se detallan los asuntos legales correspondientes a la protección de la propiedad intelectual. La *etapa 2* finaliza con un análisis financiero detallado que incluyen un enfoque de flujo de caja descontado, con análisis de sensibilidad (Cooper, 1990).

En la *compuerta 3*, el proyecto pasa por los criterios “debe cumplir” y “debería cumplir” de la *compuerta 2*. Se lleva a cabo una evaluación cualitativa que implica una revisión de cada una de las actividades de la *etapa 2*, comprobar que las actividades se desarrollaron y la calidad de su ejecución. El análisis financiero es una parte fundamental para tomar la decisión de Avanzar (*Go*) o Eliminar (*Kill*) el proyecto. En la compuerta 3, se llega a un acuerdo sobre un número de asuntos claves que deben alcanzarse antes de avanzar con el proyecto a la etapa de desarrollo. Estos asuntos claves incluyen: la definición del mercado objetivo; la definición del concepto de producto; el diseño de la estrategia de posicionamiento del producto; la especificación de los beneficios que el producto debe entregar; y el consenso sobre las características, atributos y especificaciones esenciales y deseables del producto. En esta compuerta son revisados y aprobados los planes de operaciones y mercadeo preliminares (Cooper, 1990).

La *etapa 3*, concierne al “desarrollo del producto y (concurrentemente) al detalle en las pruebas, y los planes de mercadeo y operaciones. Se prepara un análisis financiero actualizado y se resuelven los asuntos legales” de propiedad intelectual (Cooper, 1990, p. 53).

La *compuerta 4*, revisa el progreso y la continuidad del atractivo del producto y el proyecto. Se efectúa una verificación del desarrollo para asegurar que el trabajo se haya realizado completamente y con la calidad requerida. Se revisa el análisis financiero con base en información nueva y más exacta. Son aprobados los planes de validación de la siguiente etapa para su implementación inmediata, y se revisan los planes detallados de mercadeo y producción para una posible ejecución en el futuro (Cooper, 1990).

La *etapa 4*, prueba la viabilidad de todo el proyecto: el proceso de producción, el producto, la aceptación del cliente, y los asuntos económicos del proyecto. Las pruebas que se realizan en el producto corresponden a la verificación de su calidad y desempeño; también, se llevan a cabo pruebas de campo o se hace uso del producto para verificar sus funciones bajo condiciones de uso reales y para obtener información de la reacción de los clientes potenciales ante el nuevo producto. Se desarrollan pilotos de producción para probar y depurar el proceso de producción, lo que permite determinar con mayor precisión costos y tiempos. Otras pruebas que se realizan son las de mercado para evaluar la reacción del cliente, medir la efectividad del plan de lanzamiento, y determinar la participación de mercado e ingresos esperados. Finalmente, se revisa el análisis financiero para verificar la factibilidad económicas del proyecto con base en información más exacta (Cooper, 1990).

La *compuerta 5*, “se enfoca en la calidad de las actividades de la etapa de validación y en sus resultados. Las proyecciones financieras desempeñan un papel clave en la decisión de continuar. Finalmente, los planes de operaciones y mercadeo son revisados y aprobados para su implementación en la *etapa 5*” (Cooper, 1990, p. 53).

La última etapa, consiste en la implementación de los planes de mercadeo (lanzamiento) y de producción (Cooper, 1990). Luego del lanzamiento del producto se efectúa una revisión del proyecto y el desempeño del producto. Se comparan los datos reales de los

retornos, costos, gastos, ganancias y tiempo con las proyecciones para evaluar su desempeño. Al final se realiza una evaluación de las fortalezas y debilidades del proyecto para extraer aprendizajes que se aplicaran en un futuro proyecto (Cooper, 1990). De esta manera finaliza el proyecto.

De acuerdo con Cooper (2008), “el proceso de innovación puede ser visualizado como una serie de etapas, cada una compuesta de un conjunto de actividades de mejores prácticas requeridas o recomendadas necesarias para el progreso del proyecto a la siguiente compuerta o punto de decisión” (p. 214). La Tabla 1-5 presenta algunas de las reglas del *Stage-Gate*.

Tabla 1-5: Reglas del proceso *Stage-Gate*

Etapas (Stages)	Compuertas (Gates)
<ul style="list-style-type: none"> a) Cada etapa está diseñada para reunir información para reducir incertidumbres claves del proyecto y riesgos; los requerimientos de información definen el propósito de cada etapa en el proceso. b) El costo de cada etapa es mayor que el costo de la etapa precedente, es decir, que a medida que avanza el proyecto los costos van aumentando, el desconocimiento y las incertidumbres se van reduciendo y el riesgo se maneja con eficacia. c) Las actividades dentro de las etapas se llevan a cabo en paralelo y por un equipo de personas de diferentes áreas funcionales dentro de la empresa; es decir, las tareas dentro de una etapa se realizan al mismo tiempo, al igual que un equipo de jugadores de fútbol americano realizan una jugada. d) Cada etapa es multifuncional: No existe una etapa de I+D o de mercadeo; en cada etapa participan simultáneamente mercadeo, I+D, producción o ingeniería. Ningún departamento posee una sola etapa. 	<p>Las compuertas consisten de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) <i>Entregables</i>: son lo que el líder y el equipo del proyecto aportan al punto de decisión (por ejemplo, los resultados de un conjunto de actividades realizadas). Estos entregables son visibles, se basan en un menú estándar para cada compuerta, y se determinan en la salida de la compuerta anterior. b) <i>Criterios</i> con los que el proyecto es juzgado: incluyen criterios que debe cumplir el proyecto o preguntas <i>knock-out</i> (una lista de chequeo) diseñadas para descartar proyectos desajustados rápidamente; y debe cumplir con criterios señalados para realizar la puntuación (un sistema de conteo de puntos), que se utiliza para dar prioridad a los proyectos. c) <i>Salidas</i>: una decisión (<i>Avanzar (Go)/Eliminar (Kill)/Mantener (Hold)/Reciclar (Recycle)</i>), junto con un plan de acción aprobado para la próxima etapa (acuerdo para el horizonte de tiempo y compromisos en recursos), y una lista de entregables y fecha para la siguiente compuerta.

Fuente: Basado en (Cooper, 1990, 2008).

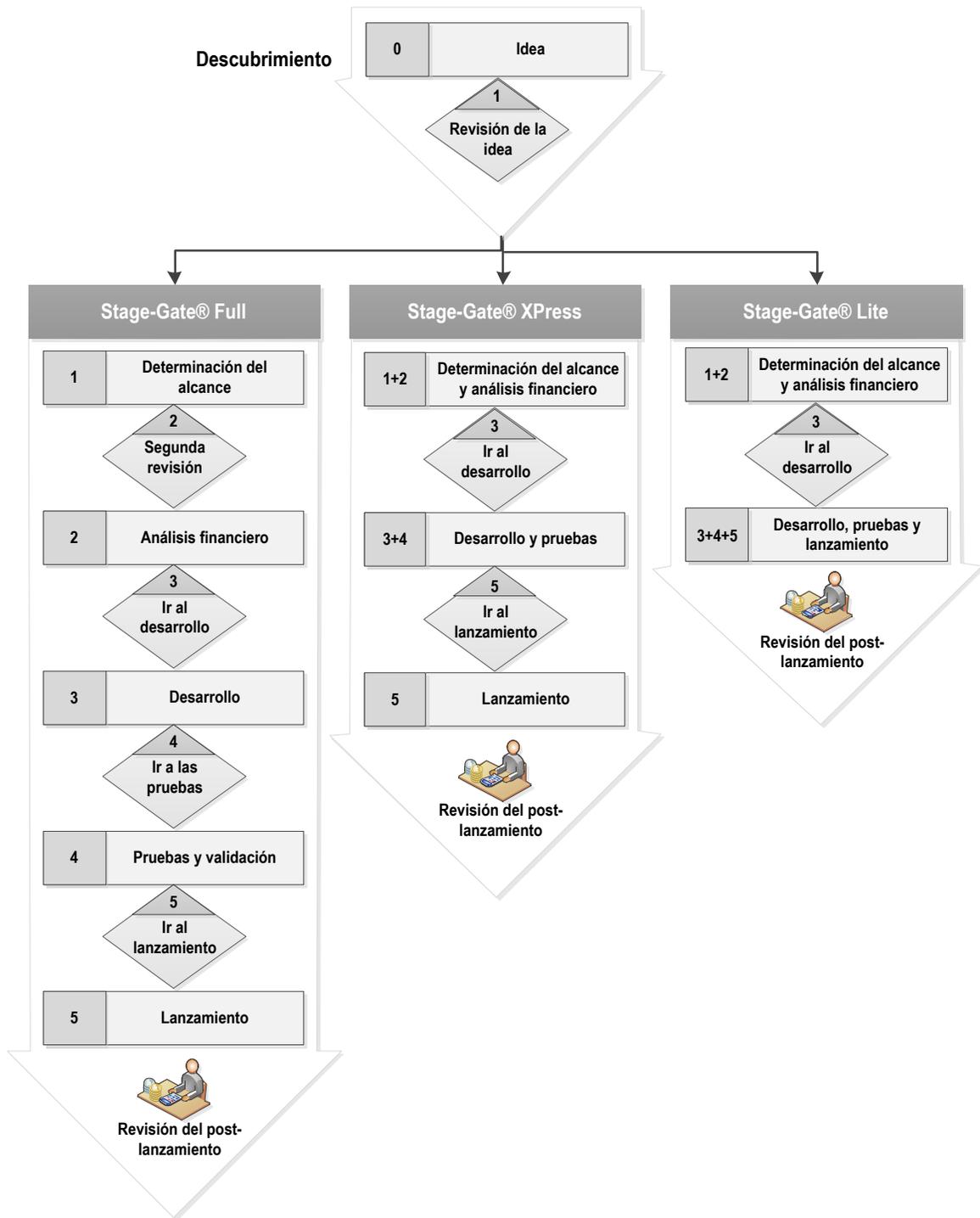
En el sistema *Stage-Gate*, existe un líder de proyecto, quien se encarga de manejarlo de etapa a etapa y de compuerta a compuerta. Este líder debe ser “muy consciente de qué

insumos se requieren para "pasar" a la siguiente compuerta y organiza el equipo para cumplir los requisitos de entrada de la próxima compuerta" (Cooper, 1990, p. 46).

A su vez, "las compuertas, están a cargo de altos directivos que actúan como "porteros". Este grupo de porteros suele ser multidisciplinario y multifuncional, y sus miembros tienen la suficiente autoridad para aprobar los recursos necesarios para el proyecto" (Cooper, 1990, p. 46). Entre las funciones que desempeñan estos "porteros" se encuentra: la revisión de la calidad de los insumos o entregables; la realización de la evaluación de la calidad del proyecto desde el punto de vista económico y de negocio, lo que resulta en la toma de una decisión Avanzar (*Go*)/Eliminar (*Kill*)/Mantener (*Hold*)/ Reciclar (*Recycle*); y finalmente, la aprobación del plan de acción para la próxima etapa (en el caso de una decisión Avanzar (*Go*)) y la asignación de los recursos necesarios (Cooper, 1990).

El modelo *Stage-Gate* tiene tres versiones para ajustarse al nivel de la complejidad y el grado de riesgo asociado a cada proyecto de innovación (ver Figura 1-7).

Figura 1-7: Versiones del Stage-Gate



Fuente: Cooper (2008)

El Stage-Gate®XPress, de la Figura 1-7, se ajusta a proyectos con riesgo moderado, como modificaciones, extensiones o mejoras. Y el Stage-Gate®Lite se orienta a proyectos muy

pequeños con bajo nivel de riesgo, tales como dar respuesta a solicitudes de un cliente importante, como agregar nuevas características o funciones al producto (Cooper, 2008; Cooper et al., 2002b).

Pros y contras

La Tabla 1-6 presenta los principales pros y contras identificados del modelo *Stage-Gate*.

Tabla 1-6: Pros y contras del *Stage-Gate*

Pros	Contras
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Enfoque en la calidad a lo largo de todo el proceso. ▪ Asegura que el equipo de innovación ejecute el proyecto con altos estándares. ▪ Desarrollo de actividades en paralelo, ejecutadas por equipos multifuncionales para la reducción de los tiempos del proceso de innovación. ▪ Enfoque de desarrollo sistemático. Provee un mapa de ruta que facilita la ejecución del proyecto. ▪ Promueve la mejora continua del proceso de desarrollo. ▪ Las inversiones incrementan en la medida que aumenta la exactitud y claridad de la información. ▪ El proceso es desarrollado y gestionado por personas con autoridad para tomar decisiones y asignar recursos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El concepto no es de fácil implementación (errores o vacíos en el entendimiento del proceso (ej. actividades en paralelo y no en serie, no es un sistema lineal, no es un mecanismo de control de proyectos, no es un sistema burocrático, no es un esquema de entrada de datos, no es solo un proceso de entrega de productos, no es lo mismo que gestión de proyectos)) (Cooper, 2008). ▪ Altos niveles de presión sobre el líder del proyecto. ▪ No se evidencian aportes sobre la generación de nuevas ideas o el proceso creativo.

1.3.3 Design Thinking

La interpretación del diseño como una “forma de pensamiento” fue abordada por Herbert Simon, en 1969, en su libro *The Sciences of the Artificial*, en donde el diseño abarca toda actividad consciente para crear artefactos. Posteriormente, en 1992, en el artículo *Wicked Problems in Design Thinking*, Richard Buchanan, relaciona el *Design Thinking* con una forma de resolver problemas complejos con múltiples soluciones que requieren un alto nivel de creatividad¹ (Johansson-Sköldberg, Woodilla, & Çetinkaya, 2013). Otras

¹ El concepto de “*wicked problems*” fue desarrollado por Rittel y de Webber en 1973.

perspectivas identificadas por Johansson-Sköldberg et al. (2013) asocian el pensamiento de diseño con: una práctica reflexiva (Schön, 1983), una forma de razonamiento/hacer que las cosas tengan sentido (Cross, 2006, 2011; Lawson, 2006) y la creación de significado (Krippendorff, 2005).

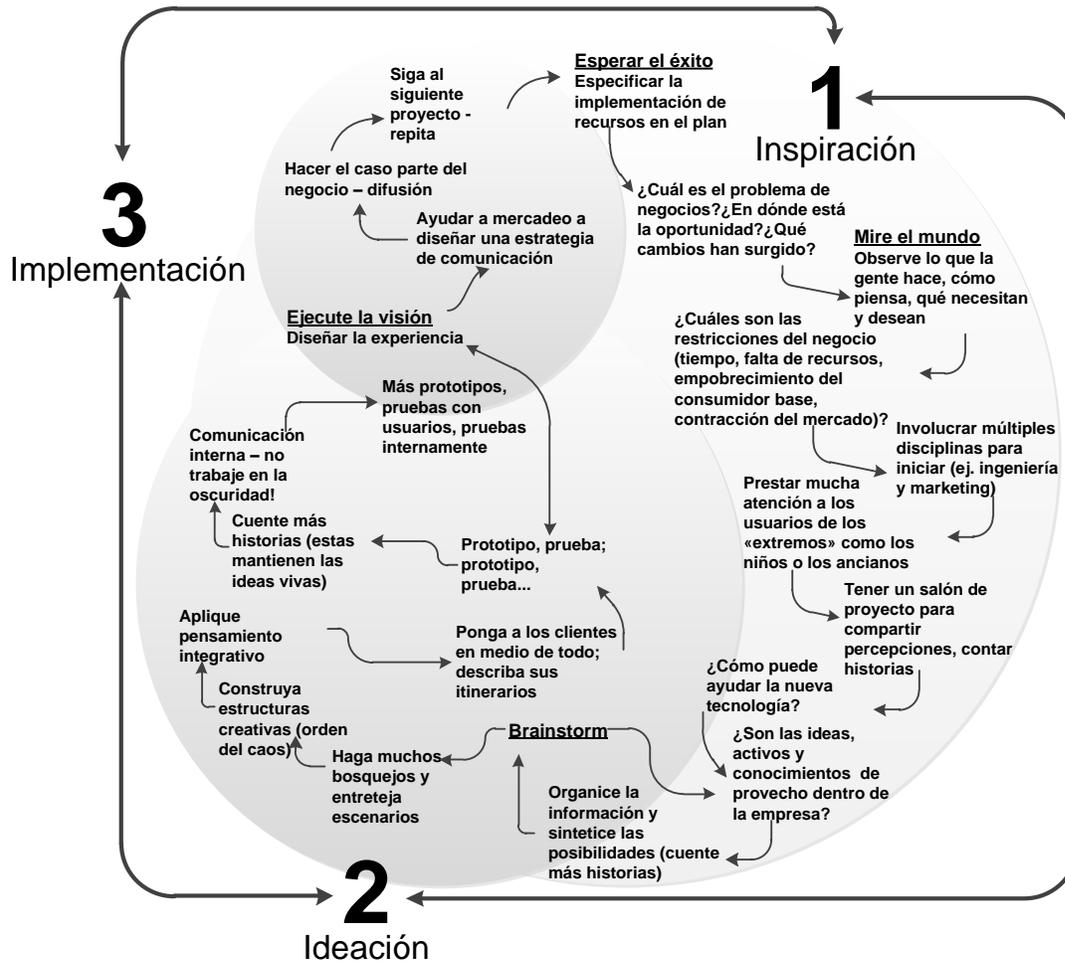
Definición

El *Design Thinking* es definido como una metodología que influye en todas las actividades de innovación con un enfoque de diseño antropocentrista (Brown, 2008; Plattner, Meinel, & Leifer, 2010), lo que significa que el diseño se enfoca intencionalmente en las preocupaciones, intereses y valores de los usuarios; se le considera como una de las formas más nuevas para encontrar mejores soluciones a los problemas (Denning, 2013). Al *Design Thinking* se le describe como “la capacidad para combinar la *empatía* por el cliente y el contexto como fuentes de inspiración, la *creatividad* en la generación de ideas y soluciones, y la *implementación* para ofrecer soluciones que son *deseables* para el cliente, *factibles* de llevar al mercado y *viabiles* financieramente” (Gaubinger et al., 2014, p. 305).

Composición y dinámica

El *Design Thinking* es un proceso iterativo y exploratorio que requiere de observación, experimentación, creación, desarrollo de prototipos y recopilación de información. Por sus características particulares, esta metodología se adapta a situaciones poco estructuradas para dirigir la innovación (Glen, Suciú, & Baughn, 2014).

De acuerdo con Brown (2008) los proyectos de diseño pasan por tres espacios o fases; la fase de “Inspiración” se asocia a las circunstancias que motivan la búsqueda de soluciones; la fase de “Ideación” abarca el proceso de generación, desarrollo y prueba de las ideas que se convertirán en soluciones; finalmente, en la fase de “Implementación” se traza la ruta para llegar al mercado. Todo el proceso es iterativo; sin embargo, en las primeras dos fases se producen más retroalimentaciones para refinar las ideas (ver Figura 1-8).

Figura 1-8: Proceso de *Design Thinking*

Fuente: Brown (2008)

Como se aprecia en la figura 1-8, la fase de Inspiración inicia con un detonante que puede ser un problema, una oportunidad o un cambio, situación que es detectada de acuerdo con el nivel de sensibilidad de la organización. Seguidamente, se realiza un proceso de observación sobre el sujeto inmerso en la situación identificada; es una actividad empática en dónde se intenta entender a las personas dentro de un contexto particular, a fin de averiguar lo que necesitan y determinar las restricciones para el negocio. De esta manera, se enmarca el problema para crear la solución adecuada (Plattner, 2010)².

² Este proceso empático comparte algunos de los principios de la etnografía, como: la realización de la investigación en el entorno natural de los usuarios, pasar tiempo con ellos, ver el mundo a

A través de un proceso de organización, se establece un equipo multidisciplinario en la empresa que apoye el análisis de la información recogida y el diseño de los productos o servicios; además, se recomienda aprovechar las ventajas de las nuevas tecnologías y el potencial de la empresa para generar nuevas fuentes de inspiración (Wattanasupachoke, 2012). Además, el proyecto debe contar con un sitio específico para su desarrollo.

En la fase de ideación, se procura generar una amplia gama de posibilidades a través del uso de técnicas de creatividad (*Brainstorm*), se crean escenarios (ej. tablero de historias, ambientes físicos) y bosquejos sobre los diseños del producto y los nuevos procedimientos de operación de negocios, y construyen los prototipos (Plattner, 2010; Wattanasupachoke, 2012). Con la participación del cliente se prueban los prototipos, los que permiten recibir retroalimentaciones y ajustar los modelos (la clave es escuchar) (Plattner, 2010). En este sentido, *Design Thinking* crea un ambiente interactivo que promueve el aprendizaje a través del prototipado conceptual rápido (Plattner et al., 2010). Finalmente, el mejor prototipo se desarrolla en un nuevo producto o servicio y en nuevos modelos de negocio (Wattanasupachoke, 2012).

La última fase, se lleva a cabo el proceso de difusión en el interior de la empresa y se desarrolla la estrategia de comunicación para el lanzamiento al mercado del nuevo producto o servicio; todo el proceso se reinicia con un nuevo proyecto.

El *Design Thinking* se rige por cuatro reglas fundamentales: 1) punto de vista centrado en las personas, por tanto, la búsqueda de soluciones se enfoca en la satisfacción de necesidades humanas; 2) ambigüedad para dar paso a la experimentación; 3) el rediseño, las necesidades humanas tienden a ser permanentes, mas no la forma de satisfacerlas debido al cambio en las condiciones del entorno (social, político, económico, tecnológico, etc.); y 4) hacer tangibles las ideas para facilitar la comunicación (construcción de prototipos) y realizar pruebas. El corazón de esta metodología subyace en el equilibrio de tres factores: factibilidad técnica, viabilidad económica y el atractivo para el usuario (Plattner et al., 2010).

través de sus ojos, esto último implica separar los propios pensamientos y suposiciones de lo que uno realmente observa (Glen, Suciú, & Baughn, 2014).

Las empresas exitosas con orientación en diseño han permitido que su cultura empresarial y decisiones giren en torno al diseño y no en estrategias transitorias y variables. El pensamiento lateral y el futurismo impulsan en gran parte el pensamiento y la conducta (Gaubinger et al., 2014).

Adicionalmente, la empresa con enfoque en diseño, con frecuencia, innova a través de enfoques estéticos mejorados, el perfeccionamiento de la experiencia para el usuario, plataformas de producto flexibles y avanzadas, incorporación de tecnología de otros contextos y la agregación de rasgos deseables (Muffatto & Roveda, 2002).

Pros y contras

La Tabla 1-7 presenta los principales pros y contras identificados del modelo *Design Thinking*

Tabla 1-7: Pros y contras del *Design Thinking*

Pros	Contras
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alta comprensión del cliente y sus necesidades. ▪ Alta flexibilidad. ▪ Rapidez durante el proceso. ▪ Manejo de la innovación en ambientes de incertidumbre. ▪ Ofrece soluciones a problemas complejos “<i>wicked problems</i>” ▪ Alto nivel de aceptación del producto en el mercado. ▪ Diseño como fuente de ventaja competitiva sostenible. ▪ Generación de importantes beneficios económicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No existe una dirección clara. ▪ No se aprecia un fuerte vínculo con la estrategia ▪ Simplificación del diseño al factor humano. ▪ Requiere altos niveles de coordinación y comunicación. ▪ Cambios en los procesos de producción ▪ El enfoque de <i>Design Thinking</i> no es fácil de implementar en empresas con poca orientación en diseño o de estructura organizacional rígida. ▪ Constante desafío al <i>status quo</i>. ▪ Requiere de personal capacitado para realizar estudios etnográficos.

1.3.4 Gestión en el proceso de desarrollo de nuevos productos

Los tres modelos de desarrollo de nuevos producto, considerados anteriormente, presentan similitudes y diferencias en la forma como se gestiona el proyecto de innovación. El *Integrated Product Development* y el *Stage-Gate* maneja un estilo de gestión analítico

racional; mientras que el estilo del *Design Thinking* es emergente. La Tabla 1-8, presenta las diferencias entre los dos estilos.

Tabla 1-8: Comparación de estilos de gestión

Asuntos	<i>Integrated Product Development y Stage-Gate</i> (estilo de gestión racional)	<i>Design Thinking</i> (estilo de gestión emergente)
Formulación del problema	La metas y restricciones están bien definidas	La metas y restricciones se descubren durante el proceso
Criterios	La definición objetiva de criterios se establece antes de generar soluciones alternativas	Se usan criterios objetivos y subjetivos para definir los objetivos de diseño. El consumidor final es quien juzga su eficacia-
Método	Planeación y análisis. Proceso principalmente secuencial	Exploración iterativa del espacio de diseño. El pensamiento y la acción se encuentran entrelazados.
Énfasis en el procesamiento de información	Preferencia por formulaciones objetivas.	Preferencia por representaciones visuales que evocan perspectivas objetivas y subjetivas.
Proceso de la solución	Basado idealmente en la conciencia, proceso de razonamiento lógico, que con el tiempo se convierte en un conjunto de reglas.	Las soluciones nacen como resultado de la interacción entre el usuario y lo que se está creando. Incorpora la intuición basada en la experiencia, el discernimiento.
Racionalidad	Hacer lo correcto. Reducir las oportunidades de falla a través de un análisis cuidadoso previo.	Uso de experimentación y prototipado rápido para aprender de “fracasos” poco costosos.
Resultados	Solución optimizada con criterios predefinidos.	Obtención de la “mejor” respuesta. El proceso puede exponer problemas y soluciones adicionales.

Fuente: basado en Glen et al. (2014)

1.3.5 Elementos de los modelos de desarrollo de nuevos productos

Tomando como base la estructura y estilo de gestión de los modelos *Integrated Product Development*, *Stage-Gate* y *Design Thinking*, se extraen doce elementos básicos para indagar y contrastar la información obtenida en el trabajo de campo (ver anexo B: Definición de los elementos del proceso de desarrollo de nuevos productos). Estos elementos tienen el mismo grado de importancia; siete de ellos pertenecen a la estructura del proceso de desarrollo de nuevos productos y los cinco restantes dan repuesta a la gestión del proyecto de innovación. La Tabla 1-9, presenta la definición de estos elementos y su presencia en instrumentos de diagnóstico o auditoría del proceso de desarrollo de nuevos productos.

Tabla 1-9: Elementos del desarrollo de nuevos productos

Asunto	Elementos	Definición	Otros instrumentos
Estructura del proceso (secuencia de pasos desde la generación de la idea hasta el lanzamiento)	Detonante	Hecho o situación que provoca o desencadena el desarrollo de un nuevo producto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Activity model of product development process (Fairlie-Clarke & Muller, 2003)
	Restricciones	Limitaciones externas e internas que condicionan la búsqueda de soluciones de producto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Activity model of product development process (Fairlie-Clarke & Muller, 2003)
	Creatividad	Hace alusión a las capacidades creativas, las técnicas utilizadas para generar nuevas ideas y las fuentes de estas ideas.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encuesta del PDMA (Griffin, 1997); ▪ Innovation Compass (Radnor & Noke, 2002). ▪ Activity model of product development process (Fairlie-Clarke & Muller, 2003)
	Concepto de referencia	Es la solución seleccionada después del proceso de depuración y filtración de las ideas.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encuesta del PDMA (Griffin, 1997) ▪ Activity model of product development process (Fairlie-Clarke & Muller, 2003)
	Experimentación y validación	Construcción de prototipos del concepto de referencia, realización de pruebas y validación del concepto con el mercado (cliente) y con producción.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encuesta del PDMA (Griffin, 1997) ▪ Activity model of product development process (Fairlie-Clarke & Muller, 2003)
	Difusión interna	Proceso de divulgación del nuevo producto en la organización, incorporación en el portafolio de productos, ajuste de los procesos involucrados. Lecciones aprendidas y procesos de protección del conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Innovation Compass (Radnor & Noke, 2002) ▪ Activity model of product development process (Fairlie-Clarke & Muller, 2003)
	Difusión externa	Proceso de divulgación del nuevo producto al entorno. Procesos de lanzamiento y seguimiento del producto posventa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encuesta del PDMA (Griffin, 1997) ▪ Activity model of product development process (Fairlie-Clarke & Muller, 2003)
Gestión del proyecto de innovación (procedimientos de gestión)	Ajuste estratégico	Alineación del proyecto de innovación con la estrategia de la empresa. Afectación de las condiciones del entorno.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encuesta del PDMA (Griffin, 1997) ▪ Innovation Compass (Radnor & Noke, 2002)
	Monitoreo	Proceso sistemático para hacer seguimiento al progreso del proyecto de innovación. Guía el proceso de toma de decisiones.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Activity model of product development process (Fairlie-Clarke & Muller, 2003)
	Control	Fiscalización e intervención. Grado de autonomía del grupo de innovación para tomar decisiones. Aseguramiento de la calidad de los resultados del proyecto de innovación.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Innovation Compass (Radnor & Noke, 2002) ▪ Activity model of product development process (Fairlie-Clarke & Muller, 2003)
	Evaluación y toma de decisiones	Criterios para evaluar los resultados preliminares y finales. Procesos de toma de decisiones.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Innovation Compass (Radnor & Noke, 2002)

Asunto	Elementos	Definición	Otros instrumentos
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Activity model of product development process (Fairlie-Clarke & Muller, 2003)
	Coordinación	Procesos de comunicación, participantes en el proyecto de innovación y existencia de un líder de proyectos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encuesta del PDMA (Griffin, 1997) ▪ Innovation Compass (Radnor & Noke, 2002)

PDMA: *Product Development Management Association*

De acuerdo con las definiciones de los doce elementos definidos previamente se presenta, en la Figura 1-9 y la Figura 1-10, su correspondencia con los tres modelos de desarrollo de nuevos productos analizados.

Figura 1-9: Correspondencia de los elementos del proceso con los modelos analizados

ENFOQUE		 Ingeniería	 Negocios	 Diseño (antropocéntrica)
Fases/Etapas	Elementos de proceso	<i>Integrated Product Development</i>	<i>Stage-Gate</i>	<i>Design Thinking</i>
Generación de ideas	Detonante	Identificación de un problema/oportunidad en el mercado	Identificación de un problema/oportunidad en el mercado	Identificación de un problema/oportunidad en el mercado
	Restricciones	-Identificación de restricciones externas : requerimientos de los clientes objetivo (consulta a clientes), análisis de la competencia (<i>benchmarking</i>). -Identificación de las restricciones internas : capacidades de la empresa.	-Identificación de restricciones externas : determinación de las necesidades del cliente (brainstorming reverso, estudios etnográficos, escenarios futuros) y se analiza la competencia. -Identificación de las restricciones internas : capacidades técnicas de la empresa.	-Identificación de restricciones externas : Necesidades y requerimientos de los clientes objetivo (etnografía) Algunos de los segmentos objetivos son los que se encuentran en los extremos «niños y ancianos». Identificación de nuevas tecnologías. -Identificación de las restricciones internas : reconocimiento de las capacidades de la empresa.
	Creatividad	Generación de ideas por análisis de las funciones, componentes y costos del producto (matriz morfológica/brainstorming)	No se especifica explícitamente cómo se originan las ideas, pero hace alusión a procesos de retroalimentación y enriquecimiento de las ideas.	Generación de ideas mediante la creación de escenarios (storytelling/brainstorming). Uso de pensamiento integrativo.
Desarrollo	Concepto de referencia	Selección del concepto de referencia con base en la relación óptima entre los requerimientos del cliente y las capacidades de la organización y la evaluación de los costos.	Selección del concepto o proyecto de desarrollo de un nuevo producto con base en evaluaciones de mercado, técnicas y financieras, uso de criterios «debe cumplir» y «debería cumplir».	Búsqueda y selección del mejor concepto de producto
	Experimentación y validación	Realización de pruebas técnicas de producción y validación de los prototipos con los clientes. Realización de ajustes al nuevo producto.	Se llevan a cabo bosquejos y/o experimentación en el laboratorio. Se realizan pruebas de concepto para determinar la aceptación del cliente y la manufacturabilidad del producto.	Construcción de múltiples prototipos, muchos de estos consisten en bosquejos de desarrollo rápido que se validan constantemente con el cliente.
Difusión	Difusión interna	Continuos procesos de aprendizaje interfuncionales, las áreas organizacionales mantienen su competencia y responsabilidades.	Continuos procesos de aprendizaje interfuncionales, se identifican las fortalezas y debilidades del proyecto para extraer aprendizajes. Comunicación Top-Down y Bottom-Up.	Continuos procesos de aprendizaje interfuncionales. La comunicación interna es uno de los principios del <i>Design Thinking</i> . Integración del caso dentro de las líneas de negocio. Sitio específico para el desarrollo del proyecto y las retroalimentaciones.
	Difusión externa	Sin lanzamiento al mercado: soporte al cliente y servicios postventa Con lanzamiento al mercado: Planes de promoción y comunicación, definición de canales de venta.	Diseño de la estrategia de posicionamiento del producto y diseño y aprobación del plan de mercadeo y el plan de lanzamiento.	Diseño de la estrategia de comunicación.

La Figura 1-9, contiene los elementos de la estructura del proceso de desarrollo de nuevos productos. En la parte izquierda de la Figura 1-9 se encuentran tres grandes etapas del proceso: generación de ideas, desarrollo y difusión (Hansen & Birkinshaw, 2007). De estas etapas se extraen los primeros siete elementos: detonante, restricciones, creatividad, concepto de referencia, experimentación y validación, difusión interna y difusión externa. En la parte superior de la Figura 1-9 y la Figura 1-10 se encuentran los modelos analizados

y su enfoque. La intersección entre las filas y columnas permite identificar las particularidades de los modelos para cada uno de los elementos.

Por otro lado, la Figura 1-10 ilustra la correspondencia de los modelos de desarrollo de productos con los elementos de gestión del proyecto, teniendo en cuenta sus estilos característicos.

Figura 1-10: Elementos de gestión del proyecto

ENFOQUE	 Ingeniería	 Negocios	 Diseño (antropocentrista)
Elementos de gestión del proyecto	<i>Integrated Product Development</i>	<i>Stage-Gate</i>	<i>Design Thinking</i>
Ajuste estratégico	El proyecto de innovación debe responder a una necesidad estratégica y estar alineado con la estrategia general de la empresa.	Verificación de la alineación del proyecto de innovación con la estrategia de la unidad de negocio de la empresa. Sinergia con el <i>core business</i> de la empresa y los recursos.	Verificación de la viabilidad del proyecto de innovación con la estrategia de negocio de la empresa.
Monitoreo	Compara el progreso del proyecto de innovación de acuerdo con objetivos (técnicos, presupuesto, tiempo) y estándares preestablecidos.	Compara el progreso del proyecto de innovación de acuerdo con objetivos y estándares preestablecidos.	Rastreo a las habilidades, el conocimiento y el enfoque emergentes del proyecto (nuevo conocimiento sobre el cliente). Altos niveles de flexibilidad.
Control	Estrecha participación administrativa en los detalles del proyecto, los ciclos de retroalimentación y los ajustes. Autogestión del equipo y cuenta con representantes de las áreas relevantes de la empresa.	Estrecha participación administrativa en los detalles del proyecto, los ciclos de retroalimentación y los ajustes.	El control es participativo, el equipo de innovación tiene autonomía, pero hacer rendición de cuentas por la toma de decisiones.
Evaluación y toma de decisiones	Evaluación sistemática en cada etapa del proyecto de innovación por jefes de área y demás miembros del equipo de innovación. Valoración de los requerimientos del cliente versus las competencias de la empresa (<i>trade-off decisions</i>). Proceso formal de toma de decisiones.	Evaluación sistemática al final de cada etapa del proyecto de innovación por jefes de área. Se vuelve más compleja a medida que avanza el proyecto. Uso de criterios técnicos, de mercado y financieros. Proceso formal de toma de decisiones.	Evaluación por actores organizacionales diferentes a los que participan en el proyecto para tener nuevas interpretaciones. Uso de criterios de diseño, técnicos, de mercado. El cliente tiene una posición privilegiada en la toma de decisiones.
Coordinación	Valores, misión y objetivos compartidos del proyecto. Equipo de innovación multidisciplinario con un director de proyecto (roles bien definidos). Sentido de comunidad. Comunicación Top-Down y Bottom-Up.	Equipo de innovación multidisciplinario con un director de proyecto (roles bien definidos). Comunicación Top-Down y Bottom-Up.	Equipo de innovación multidisciplinario. Se promueve el trabajo en ambientes interactivos que fomentan el aprendizaje. Constante comunicación

2.Contexto sectorial

En este capítulo se presenta una breve descripción del sector metalmeccánico en Colombia en términos de su historia, enfoque productivo y las características de la oferta, sus esfuerzos en innovación y los factores del entorno que más afectan el desarrollo de productos.

2.1 El sector metalmeccánico

Katz (1982, p. 5), en el documento Cambio Tecnológico en la Industria Metalmeccánica Latinoamericana establece el alcance del sector al decir: “la industria metalmeccánica abarca a todos aquellos sectores productivos que se dedican a la transformación de metales”. En este documento de la CEPAL, se integra en el sector metalmeccánico los procesos de deformación plástica del metal sin generación de viruta, los procesos de mecanizado con arranque de viruta e incluye los procesos de montaje y ensamble. En este contexto, la presente investigación delimita el sector metalmeccánico a las actividades productivas enmarcadas bajo la División 25 a la División 30 de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU revisión 4.

2.2 Evolución del sector metalmeccánico en Colombia

Los requerimientos de los sectores económicos como el minero, el agrícola, el transporte ferroviario y el servicio de energía eléctrica promovieron -en Cundinamarca, Antioquia y Santander- la producción de hierro, el desarrollo de la fundición y la construcción de máquinas, a finales del siglo XIX (Jaramillo, 2003).

En el periodo de 1850 y 1930, se aprecia en Bogotá la existencia de un grupo heterogéneo de talleres, desde los pequeños talleres que ofrecían servicios sencillos como el herraje de caballos y reparación de artículos domésticos, los medianos talleres dedicados a la fabricación de piezas, hasta los grandes talleres de mayor complejidad y especialización

técnica. Las grandes empresas de Bogotá como Bavaria importaban toda su maquinaria y crearon sus propios talleres para la reparación y ajuste de estos bienes de capital; en estos talleres la participación de empleados extranjeros fue fundamental para la transferencia de conocimiento técnico. También aparecieron talleres especializados en la reparación y construcción de coches dadas las demandas de la ciudad en aquel momento (Escobar Díaz, 2008).

En las primeras décadas del siglo XX, surgieron nuevas fábricas de productos metálicos, entre ellas las de artículos de uso doméstico. Aunque la metalurgia avanzó, no sucedió lo mismo con la fabricación de bienes de capital, que era muy limitada como consecuencia del esquema de sustitución de importaciones implementado por el gobierno (Jaramillo, 2003).

En los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial el desarrollo capitalista logró consolidarse en el país (Ocampo, Bernal, Avella, & Errázuriz, 1987). “Durante la posguerra los mayores ingresos cafeteros, la política económica de comercio exterior, la destinación del crédito de fomento y la inversión extranjera imprimieron un impulso a la actividad metalmeccánica y a la producción de bienes de capital tales como transformadores, motores eléctricos, tornos, taladros, fresadoras para metales, calderas, maquinaria agrícola, partes y piezas para automóviles” (Jaramillo, 2003, pp. 19-20).

El sector manufacturero tuvo un avance significativo en los años 1940s y 1950s³, periodo en el que tiene auge el proceso de sustitución de las importaciones (1945-1953) y se empiezan a adoptar medidas proteccionistas (1954-1964). “Los elementos más destacados de la estrategia de desarrollo durante esta fase fueron la canalización de mayores recursos de crédito hacia la industria, las inversiones directas del Estado en el mismo sector y el creciente proteccionismo” (Ocampo et al., 1987, p. 9). Se redujeron las importaciones de bienes de consumo y crecieron las de bienes intermedios y bienes de capital, medios necesarios para impulsar el proceso de industrialización, que contribuyó a promover la modernización de la actividad agrícola. En la segunda etapa de sustitución de

³ En este periodo se dan importantes movimientos de migración interna hacia las ciudades como resultado de la violencia.

las importaciones “sustitución tardía”, se empezó a sustituir a la industria de metales básicos y la metalmecánica (Ocampo et al., 1987). En 1947, se funda Acerías Paz del Río para reducir la dependencia externa de aceros; se empiezan a generar productos de mayor tamaño y complejidad tecnológica (Jaramillo, 2003).

En 1960, se crean numerosos incentivos tributarios para promover el desarrollo de industrias básicas (Ocampo et al., 1987). La Ley 81 de 1960, otorgó importantes ventajas impositivas al sector metalmecánico, lo que contribuyó a que pasara de tener 1.400 establecimientos en 1959 a 1.900 en 1972; también creció la fabricación de maquinaria eléctrica y las estructuras metálicas. La electrificación del país favoreció el aumento en la producción de maquinaria y equipo eléctrico de uso industrial (Jaramillo, 2003). También, comenzó la política de fomento de las exportaciones y se agregó el Plan Vallejo en 1957, que ha permitido a los exportadores realizar importaciones de materias primas, bienes intermedios y de capital libres de derechos de importación, bajo la condición de una cuota de exportación.

En los 1970s, se adoptaron medidas para unificar la tasa de cambio básica y se estableció un régimen estable de promoción de exportaciones; adicionalmente, se amplió el Plan Vallejo y se creó el Fondo de Promoción de Exportaciones, Proexpo. En 1972 y 1977, se aprobaron los primeros programas de desarrollo industrial para metalmecánica y para el sector automotriz, respectivamente. Sin embargo, tuvieron poca o ninguna aplicación (Ocampo et al., 1987).

Después de 1974 la sustitución de importaciones se vuelve negativa y es el mercado interno el que sostiene la producción metalmecánica en el país. Se eliminaron los incentivos tributarios y se otorgaron facilidades para la importación de maquinaria, lo que redujo el desarrollo metalmecánico, en especial, la producción de bienes de capital (Jaramillo, 2003). Por consiguiente, en los años 1970s el avance industrial no fue tan significativo y experimentó importantes contracciones en la crisis económica de comienzos de los 1980s (Ocampo et al., 1987).

A principios de los años 1980s, debido a la crisis, las industrias de bienes de consumo ampliaron su participación en el sector manufacturero y se produjo contracciones importantes en las de bienes intermedios y de capital. Muchas empresas tuvieron

dificultades financieras, que las llevó a la declaración de concordato o de quiebra (Ocampo et al., 1987). Las importaciones metalmeccánicas representaron en promedio un 45,2% del total de las importaciones del país (Jaramillo, 2003). “La política de apertura y el abaratamiento de los bienes extranjeros, generado por el doble efecto de la revaluación real del peso y la reducción de los aranceles, provocaron un incremento acelerado de las importaciones legales, que afectaron dramáticamente la débil industria de bienes de capital y, en menor proporción, la producción de bienes intermedios” (Ocampo et al., 1987, p. 22).

La crisis hizo evidente los problemas estructurales de la industria nacional y su rezago en sectores altamente dinámicos en el mundo como el metalmeccánico y la excesiva concentración en sectores industriales tradicionales de poco dinamismo. Igualmente, se hizo evidente la brecha tecnológica por la reducida inversión en equipos (Ocampo et al., 1987).

Después de la crisis, en 1986, el sector metalmeccánico reactiva su producción, y en particular, los bienes de capital tuvieron una participación relevante en el crecimiento industrial (Jaramillo, 2003).

En los años 1990s, el sector metalmeccánico experimenta un decrecimiento de su producción, inversión, número de establecimientos y empleo como consecuencia de la política de Apertura Económica, que permitió la entrada de grandes volúmenes de bienes industriales importados. En 1995, la producción metalmeccánica se enfocó en muebles metálicos, herramientas, productos estructurales, calderas, tapas para bebidas, alambres, productos de fontanería, baterías para cocina, envases de hojalata y hojas de afeitar (Jaramillo, 2003).

Posteriormente, ante la contracción del mercado interno algunas empresas empezaron a buscar mercados extranjeros. El subsector más afectado fue el de maquinaria no eléctrica, además de las industrias básicas de hierro, acero y metales no ferrosos (Jaramillo, 2003; Vargas et al., 2003).

A principios del siglo XXI, el sector metalmeccánico reportó un crecimiento sostenido de la producción hasta el año 2007; sin embargo, en 2008, experimentó decrecimiento por efecto de la recesión mundial, los subsectores afectados fueron el de automóviles y partes (-32%)

y el de electrodomésticos (-5%); en 2009, la crisis alcanzó al resto de subsectores metalmecánicos: la fabricación de productos elaborados de metal y de maquinaria no eléctrica (-5%), la fabricación de maquinaria y equipo eléctrico (-1%), la fabricación de electrodomésticos (-9%) y el ensamble de vehículos y fabricación de autopartes (-17%).

En 2010 y 2011, el sector metalmecánico presentó señales de recuperación de la producción; pero en 2012, volvió a contraerse, los subsectores con cifras negativas fueron el de automóviles y partes (-13%) y el de maquinaria y equipo eléctrico (-5%). En 2013, estos subsectores tuvieron las tasas más altas de crecimiento, un 23% y 11%, respectivamente.

A partir de diciembre de 2011, el sector metalmecánico fue incluido en el Programa de Transformación Productiva del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo: Este Programa ha promovido el acercamiento del sector metalmecánico con otros sectores productivos nacionales como el de construcción y el de hidrocarburos; también, ha fomentado el consumo interno de productos metalmecánicos, la apertura de nuevos mercados extranjeros, la capacitación de trabajadores, la lucha anti-contrabando con la DIAN, entre otros.

2.3 Oferta de la industria metalmecánica colombiana

La cadena metalmecánica inicia con el aprovisionamiento de materias primas e insumos provenientes, principalmente, de actividades metalúrgicas. Sin embargo, debido a que no existe una suficiente oferta metalúrgica nacional que satisfaga las necesidades de la industria metalmecánica, se presenta una alta dependencia de materias primas importadas, “cuyos principales países de origen son Estados Unidos, China, México, Brasil, Japón y Alemania en orden de importancia” (Aktiva, 2013, p. 7). Los procesos del sector metalmecánico derivan en la fabricación de componentes y productos terminados, y en el armado o ensamble de productos de mayor complejidad como ocurre en la industria automotriz.

De acuerdo con la CIU revisión 4, se determina para esta investigación, que la oferta del sector metalmecánico colombiano se enmarca en seis divisiones. La División 25, reúne a los productos elaborados de metal, de baja o media complejidad tecnológica; la División

26, está conformada por los productos informáticos, electrónicos y ópticos; la División 27 agrupa a los aparatos y el equipo eléctrico; la División 28, reúne a la maquinaria y los equipos en general; la División 29, da cuenta de las autopartes y los vehículos automotores; y la División 30, incluye la fabricación de otras formas de transporte. La Tabla 2-1 presenta el comportamiento de la producción metalmeccánica para las seis divisiones en el periodo 2010-2013.

Tabla 2-1: Comportamiento de la producción metalmeccánica

CIIU	Productos principales	Valor producción en fábrica (miles de millones de pesos)				Tendencia
		2010	2011	2012	2013	
División 25- productos elaborados de metal	Herramientas y artículos para hogar y ferretería	2.742	2.986	3.230	3.222	▲
	Envases metálicos	473	501	484	497	▲
	Muebles metálicos ⁴	251	277	328	343	▲
	Artículos de aluminio	206	255	237	267	▲
División 26- productos informáticos, electrónicos y ópticos	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
División 27- aparatos y equipos eléctrico	Cables y conductores	722	939	862	958	▲
	Transformadores	788	583	606	573	▼
	Refrigeración doméstica	491	539	633	606	▲
	Carcasas, estructuras y otros componentes	402	387	390	533	▲
	Aparatos de uso doméstico	140	141	168	186	▲
División 28- maquinaria y equipos en general	Máquinas primarias	274	301	321	357	▲
	Refrigeración comercial	214	227	262	285	▲
	Cocinas y hornos	199	219	241	252	▲
	Máquinas para la minería	105	126	121	132	▲
	Maquinaria para la construcción	101	98	105	88	▼
División 29- autopartes y vehículos automotores	Vehículos	2.628	2.775	2.134	2.075	▼
	Equipo eléctrico e instalaciones	534	564	513	477	▼
	Dirección, frenos y suspensión	339	381	355	308	▼
	Demás carrocerías	296	448	435	609	▲
	Comerciales	271	392	510	1.578	▲
División 30-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

⁴ Aunque los muebles metálicos pertenecen a la División 31 (también abarca los muebles de otros materiales), se les incluye en la División 25 debido a que estos hacen parte del perfil de la cadena metalmeccánica definida por el Departamento Nacional de Desarrollo. La descripción de la División 25 es la más compatible con estos productos.

CIU	Productos principales	Valor producción en fábrica (miles de millones de pesos)				Tendencia
		2010	2011	2012	2013	
otras formas de transporte						

n.d. no disponible

Fuente: Basado en DNP (2015)

A partir de 2010, la mayoría de los productos representativos del sector metalmeccánico registraron un comportamiento creciente de la producción como resultado de la reactivación de la economía (Tabla 2-1). En el periodo 2010-2011, algunos de los **productos elaborados de metal** experimentaron una recuperación lenta por factores como: la revaluación de la moneda, la fuerte competencia de productos de origen chino y las reformas arancelarias. El crecimiento del consumo de **maquinaria y aparatos domésticos** fue promovido por el incremento de los ingresos en los hogares, la efectividad de las estrategias comerciales, la reducción de los precios de los artículos, las opciones y facilidades de financiación y bajas tasas de interés (Mitchell, 2011).

En los últimos años, se ha reducido la actividad de **ensamble de vehículos** en Colombia y con ella la dinámica de producción de las empresas de autopartes que abastecen a los ensambladores. Esta situación se explica por la disminución del atractivo de Colombia para la inversión en plantas automotrices dados los altos costos logísticos y los numerosos acuerdos comerciales (Dinero, 2014). Un mejor comportamiento se evidencia en el ensamble de motocicletas jalonado por el incremento de la demanda; Bogotá ocupa el tercer lugar en el número de matrículas de motos, después de Antioquia y el Valle del Cauca.

2.3.1 Bogotá D.C. en cifras

Bogotá D.C. es considerada una de las regiones más importantes de Colombia gracias a la concentración y convergencia de actividades económicas que en ella se desarrollan. Bogotá, D.C. es líder en producción metalmeccánica en el país con una participación del 43%, le siguen Antioquia (30%) y Valle (18%). Respecto a la oferta nacional, Bogotá D.C. ocupa el primer lugar en la producción de: envases metálicos (43,7%), artículos agropecuarios (35,6%) y muebles metálicos (34,6%); se encuentra en segundo lugar en la producción de tubería (40,2%), y es tercera, en maquinaria pecuaria (12,1%) (DNP, 2007).

2.3.2 Características de la oferta

De acuerdo con DNP (2007), las fortalezas de la producción metalmecánica se fundamentan en: sus niveles de calidad, lo que es especialmente evidente en el sector automotor y autopartes; su flexibilidad para producir pequeños lotes; menores tiempos de entrega; y un alto conocimiento de las tecnologías utilizadas. Aunque la mayoría de las empresas del sector son pequeñas y medianas, la producción se concentra en las de mayor tamaño. Las empresas del sector se caracterizan por su facilidad en la asimilación de nuevas tecnologías y por contar con personal creativo, con capacidades para resolver problemas.

Sin embargo, el DNP (2007) señala que existen debilidades en el proceso de comercialización; y aunque se produce una amplia gama de productos, estos pertenecen a las mismas líneas de productos, porque existe “poca flexibilidad y capacidad de diversificación en las líneas de productos del sector” (DNP, 2007, p. 29). También existen dificultades para estandarizar los niveles de calidad de los productos; a su vez, los productos en su mayoría son de bajo valor agregado.

2.4 Innovación en el sector metalmecánico

De acuerdo con Ramirez, Suarez, y Lesmes (2011), uno de los factores que influye en el desarrollo tecnológico y la competitividad de la cadena metalmecánica es el diseño; señalan que solo unas empresas emplean a personas que desarrollan diseños. En este sentido, la disponibilidad y uso de software como el CAD y el CAE, se convierten en recursos esenciales para esta industria.

El DNP (2007) indica que existe “atraso en innovación y desarrollo tecnológico en el sector”. La *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica* - EDIT VII, conducida por el DANE, aporta un perfil actualizado de la situación. En el periodo 2013-2014, de las 1.740 empresas encuestadas se identificó que tan solo una (1) es **innovadora en sentido estricto**⁵ (CIIU 282-Fabricación de maquinaria y equipo de uso especial). Además,

⁵ “**Innovadoras en sentido estricto**: empresas que en el período de referencia de la encuesta obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional. **Innovadoras en sentido amplio**: empresas que en el período de referencia

alrededor de un 18% son empresas **innovadoras en sentido amplio**, de estas menos de un 7% desarrollaron un producto nuevo o significativamente mejorado para el mercado nacional (la mayor participación la obtuvo la CIIU 270-Fabricación de aparatos y equipo eléctrico), las demás innovaciones son novedades para la empresa más no para el mercado. Y menos del 4% del total de empresas encuestadas fueron consideradas **potencialmente innovadoras** (la mayor contribución fue de la CIIU 259-Fabricación de otros productos elaborados de metal).

En este periodo, es importante resaltar que las innovaciones en producto superaron a las realizadas en métodos o técnicas. Se desarrollaron 234 productos nuevos y se hicieron mejoras significativas a 228 productos; mientras que las innovaciones o mejoras a procesos productivos, logísticos y organizacionales, y técnicas de comercialización, fueron 380 en conjunto.

Las actividades económicas más **dinámicas en innovación en producto** en términos relativos, teniendo en cuenta el número de empresas versus el número de innovaciones, son: fabricación de aparatos y equipo eléctrico, fabricación de vehículos automotores y sus motores, fabricación de partes, piezas (autopartes) y accesorios para vehículos, y fabricación de maquinaria y equipo de uso general.

De acuerdo con la EDIT VII, un 54% de las empresas del sector que hicieron esfuerzos en innovación lograron una **alta** mejora de la calidad de los productos o servicios, un 43% de ellas tuvieron una ampliación **media** de la gama de productos o servicios, un 46% de las empresas lograron mantener **medianamente** la participación en el mercado geográfico, y un 38% de estas empresas tuvieron resultados **nulos** en la entrada en nuevos mercados geográficos. Las empresas que lograron insertarse con éxito en nuevos mercados fueron

obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado nacional o un bien o servicio nuevo o mejorado para la empresa, o que implementaron un proceso productivo nuevo o significativamente mejorado para la línea de producción principal o para las líneas de producción complementarias o una forma organizacional o de comercialización nueva. **Potencialmente innovadoras:** empresas que en el momento de diligenciar la encuesta no habían obtenido ninguna innovación en el período de referencia, pero que reportaron tener en proceso o haber abandonado algún proyecto de innovación. **No innovadoras:** empresas que en el período de referencia de la encuesta no obtuvieron innovaciones, ni reportaron tener en proceso, o haber abandonado, algún proyecto para la obtención de Innovaciones” (DANE, 2015, p. 9) .

las dedicadas a la fabricación de: otros productos elaborados de metal, aparatos y equipo eléctrico, y maquinaria y equipo de uso general.

Según la Encuesta, los **factores internos** que obstaculizaron la innovación en las empresas innovadoras y potencialmente innovadoras del sector fueron, principalmente: la incertidumbre frente a la demanda de los bienes, la escasez de recursos propios, la incertidumbre frente al éxito en la ejecución técnica del proyecto y la baja rentabilidad de la innovación. Por otro lado, los obstáculos más importantes asociados al **entorno** fueron: la facilidad de imitación por terceros, escasas posibilidades de cooperación con otras empresas y las dificultades para acceder a financiamiento externo.

En las empresas innovadoras, las **ventas de sus innovaciones** tanto para el mercado nacional como para el internacional, en su mayoría, no representan más del 10% de las ventas totales. La venta de bienes o servicios nuevos o significativamente mejorados *para la empresa* son los que tienen la mayor participación en ventas; superan el 40%, esto sucede con mayor frecuencia en las empresas que fabrican productos metálicos para uso estructural y las que fabrican aparatos y equipo eléctrico.

En 2014, el número de empresas innovadoras y potencialmente innovadoras del sector que **invertieron** en actividades científicas, tecnológicas y de innovación creció en un 32%. Las empresas medianas y grandes del subsector automotor y partes son las que destinan mayores recursos al desarrollo de actividades científicas, tecnológicas y de innovación, en especial, las que tienen una participación de capital extranjero que supera el 25%. En general, los recursos se destinan preferencialmente (más del 50%) a la **adquisición de maquinaria y equipo**, con excepción de las empresas que fabrican maquinaria y equipo (tecnologías de la información y las telecomunicaciones (62%)), y las que fabrican equipos y aparatos eléctricos (actividades de I+D Internas (35%) y adquisición de maquinaria y equipo (37%)), en 2014. La **transferencia de tecnología** y la **ingeniería y el diseño industrial** se encuentran entre las actividades menos favorecidas con recursos, no superan el 6%. Entre un 60% y un 100% de los **recursos** son **propios de las empresas**, con excepción de las empresas que fabrican autopartes y accesorios para vehículos, cuya inversión es 41% recursos propios y 59% recursos de la banca privada. Los recursos públicos, no representan más del 5% para la mayoría de los casos; la línea de

cofinanciación de COLCIENCIAS para Mercado, Desarrollo Tecnológico e Innovación fue a la que más accedieron los empresarios del sector.

2.5 Las empresas metalmecánicas y el entorno

Los principales factores del entorno que afectan la producción metalmecánica se asocian a: la disponibilidad de materias primas e insumos, el desarrollo de cadenas de valor, la competencia extranjera, la demanda, los costos de la tecnología e incentivos para I+D y el acceso a financiación.

Disponibilidad de materias primas e insumos: Colombia se caracteriza por presentar déficit en producción de aceros planos para la metalmecánica (el sector siderúrgico se ha enfocado principalmente a proveer al sector de construcción); por lo tanto, existe una alta dependencia de materias primas e insumos importados. Alrededor de un 95% de las empresas metalmecánicas son pymes, lo que implica que casi ninguna puede importar directamente, ni obtener los beneficios de las compras por volumen (economías de escala). Por consiguiente, en la medida que aumentan los intermediarios se da un proceso de destrucción de valor, debido a que incrementan los costos y se reduce la competitividad de las empresas. “El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, ha intentado en varias ocasiones desarrollar programas de “desarrollo de proveedores”, pero no se ha podido consolidar una política al respecto y es una de las grandes debilidades de esta cadena” (Ramirez et al., 2011, p. 60). A la dependencia de materias primas extranjeras se suma la vulnerabilidad ante las fluctuaciones de la tasa de cambio.

Desarrollo de cadenas de valor: una de las dificultades que los empresarios colombianos enfrentan y que limita su crecimiento, es su bajo nivel de integración, que se traduce en la “debilidad en el desarrollo de cadenas de valor” (DNP, 2007, p. 29). Se han logrado algunos avances en la cadena metalmecánica de Caldas y en el polo de desarrollo aeronáutico de Antioquia y Risaralda. Pero estos esfuerzos aun no son suficientes para alcanzar los niveles de competitividad requeridos en un mercado globalizado con grandes competidores.

Competencia extranjera: la apertura económica que comenzó en los años 1990s y los incentivos para atraer inversión extranjera directa han tenido importantes impactos en la participación en el mercado local de las empresas colombianas. Algunos de los

subsectores metalmeccánicos se han visto seriamente afectados por una sustitución de la producción derivada de la entrada de productos foráneos de menor precio, como ocurre con productos de origen chino o venezolano, en los que se han presentado casos de *dumping* (Ramírez et al., 2011). Los tratados de libre comercio implican tanto retos como oportunidades para la cadena metalmeccánica colombiana, que requieren ser abordados con preparación y fortalecimiento del aparato productivo apalancado en la innovación (Jiménez Archila, 2009).

El mercado (demanda): “el consumo per cápita de acero en Colombia es bajo” (DNP, 2007, p. 29). El tamaño del mercado nacional para el sector metalmeccánico es pequeño y las empresas son altamente sensibles al comportamiento de los sectores jalonadores como el sector construcción y el agrícola (DNP, 2007). Algunas de las empresas exportadoras han tenido que buscar nuevos mercados geográficos ante la pérdida de un importante socio comercial, Venezuela.

Costo de la tecnología e incentivos a la I+D: muchas de las empresas del sector acceden a tecnologías de producción de segunda mano de origen extranjero, debido a los costos que tiene la tecnología. Aunque existen algunos centros de desarrollo tecnológico metalmeccánicos no se ha logrado una articulación completa y permanente con las empresas (existen algunos avances en robótica y automatización). Aunque en los últimos años se han creado líneas de crédito públicas para promover el desarrollo de la I+D, las empresas innovadoras y con potencial innovador del sector reconocieron como principales obstáculos para acceder a estos créditos: el tiempo del trámite (excesivo), la dificultad para cumplir con los requisitos o completar trámites, la falta de información sobre requisitos y trámites, y las condiciones de financiación poco atractivas, de acuerdo con los resultados de la EDIT VII.

Fuentes de financiación: las empresas del sector tienen “grandes dificultades en el acceso a financiamiento” (DNP, 2007, p. 29).

3. Diseño metodológico

El objetivo de este estudio es **establecer los elementos determinantes del proceso de desarrollo de nuevos productos en cinco pymes metalmecánicas, teniendo en cuenta que este es un proceso de naturaleza humana, y por lo tanto, subyace a la realidad simbólica construida socialmente por las personas involucradas en el mismo.** Para esta investigación se ha adoptado el enfoque epistemológico hermenéutico fenomenológico para efectuar un doble proceso: primero, explorar la experiencia de las personas de algunas pymes del sector metalmecánico que tienen una participación activa en el proceso de desarrollo de nuevos productos; y segundo, interpretar “objetivamente” los hallazgos con base en el conocimiento teórico y la experiencia profesional de la investigadora. El enfoque hermenéutico fenomenológico permite dar una respuesta apropiada al objetivo de investigación y obtener una comprensión profunda del proceso de desarrollo de nuevos productos, un proceso social.

La investigación fenomenológica es muy útil para entender la experiencia tal como es entendida por quienes la viven. Este paradigma se enfoca en la experiencia subjetiva de los individuos y los grupos, en un intento de dar a conocer el mundo como es experimentado por los sujetos a través de sus historias de vida en el mundo (empresarial). “Esta escuela cree que las interpretaciones son todo lo que tenemos y la descripción en sí es un proceso interpretativo” (Kafle, 2013, p. 187; Laverly, 2003). Por consiguiente, bajo este paradigma de investigación la realidad es el resultado de constructos individuales que dependen de diferentes situaciones; por lo tanto, el enfoque se fundamenta en la existencia de realidades múltiples (Kafle, 2013). De acuerdo con van Manen (1984), “una buena descripción que constituye la esencia de algo se interpretará en el sentido de que la estructura de una experiencia vivida se nos revela de tal manera que ahora somos capaces de comprender la naturaleza e importancia de esta experiencia de una manera nunca vista”

(p. 43). De esta manera, salen a la luz nuevos significados del fenómeno de estudio y el logro de un sentido de comprensión (Wilson & Hutchinson, 1991).

Por su parte, la hermenéutica incorpora el ingrediente interpretativo para explicar los significados y supuestos de las narraciones de los participantes que ellos en sí mismos pueden tener dificultad de expresar, como el conocimiento tácito (Crotty, 1998). La hermenéutica ofrece una forma de entender las experiencias humanas relacionadas con el proceso de desarrollo de nuevos productos, capturadas a través del lenguaje y en su contexto.

De esta manera, el paradigma hermenéutico epistemológico brinda una perspectiva fresca para ver y comprender el significado, estructura y esencia del proceso de desarrollo de nuevos productos desde el punto de vista de los actores del proceso, lo expresado en la literatura y los conocimientos y experiencias profesionales de la investigadora en el tema.

3.1 Enfoque metodológico

“La realidad social no tiene un carácter objetivo, sino que es inseparable de los propios sujetos intervinientes y de sus expectativas, intenciones, sistemas de valores, etc. De cada individuo y de cómo éste percibe la realidad y su propia acción” (Porta & Silva, 2003, p. 3).

Esta investigación hace uso del enfoque metodológico cualitativo para enfocarse en profundizar y comprender el fenómeno de estudio, el proceso de desarrollo de nuevos productos, explorándolo desde la perspectiva de los participantes en el ambiente natural de las pymes del sector metalmecánico de Bogotá. Se desea describir este fenómeno social a partir de rasgos determinantes “estructuras de significados”, según sean percibidos por los actores que están dentro de la situación estudiada (Bernal Torres, 2010). Este enfoque permite tener una mejor comprensión de la realidad humana reflejada en procesos, dinámicas, estrategias y toma de decisiones sobre el proceso de innovación en producto (Arias, 2012; Martínez, 2006).

“El enfoque cualitativo de investigación es, por su propia naturaleza, dialéctico y sistémico” (Martínez, 2006, p. 129). El conocimiento emerge de la dialéctica entre el investigador (sistema de valores, intenciones, antecedentes, etc.) y el fenómeno de estudio. En este

sentido, el conocimiento generado no puede ser objetivo. El investigador crea sus propias representaciones de las cosas, procesos o situaciones y elabora “un sistema correlativo de conceptos con el que capta y fija el aspecto fenoménico de la realidad” (Kosik, 1963, p. 9).

3.2 Método

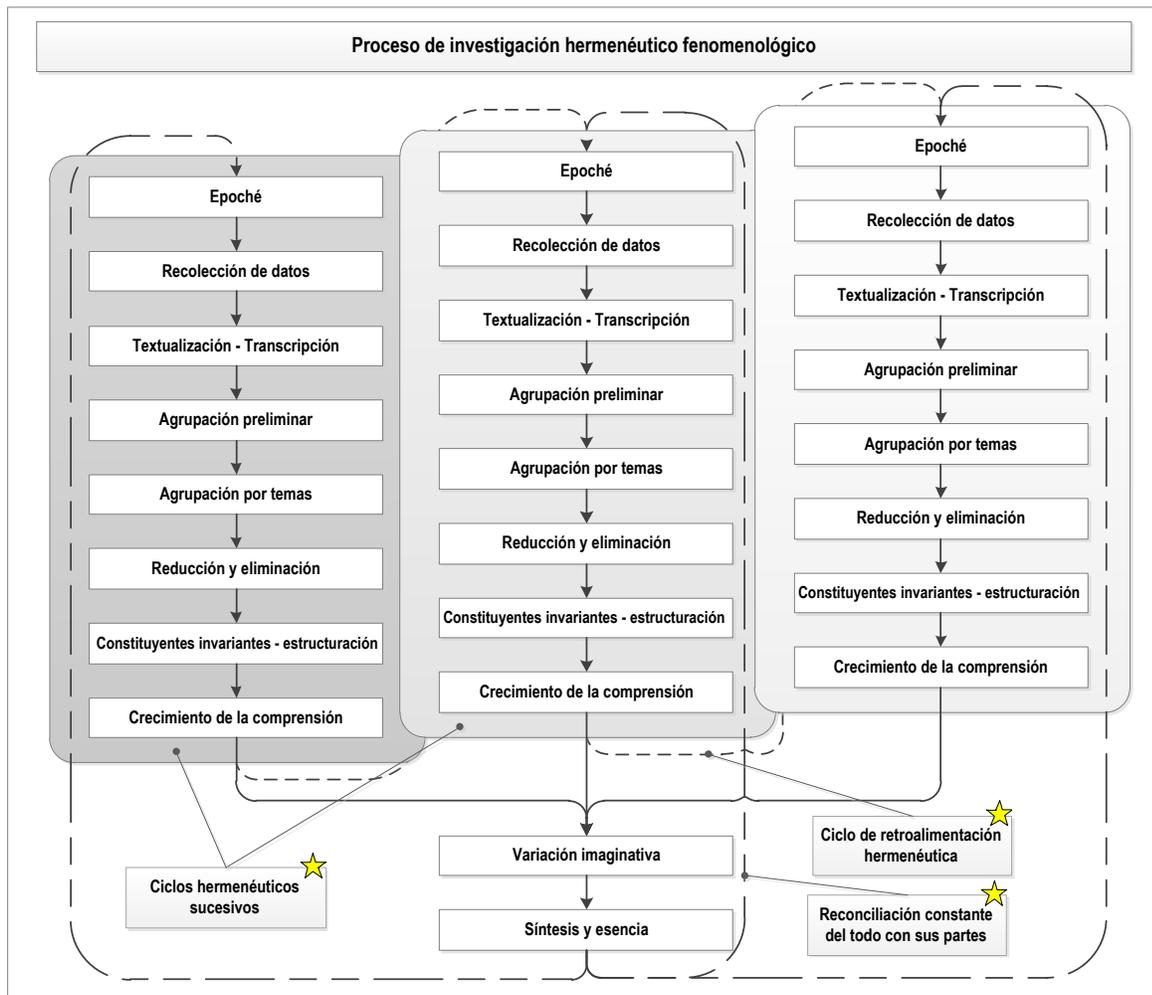
Este estudio hará uso del método de investigación hermenéutico fenomenológico propuesto por Lukaitis (2012) que se compone de ocho etapas:

1. **Epoché:** el proceso requiere que el investigador tenga una mente libre de juicios, receptiva al fenómeno estudiado, fresca e incluso una visión ingenua del mundo.
2. **Representación textual:** captura del fenómeno en texto a partir de la transcripción de las entrevistas, observaciones personales y anotaciones. El texto en bruto es el insumo para posteriores análisis.
3. **Agrupación preliminar:** análisis y agrupación del texto en declaraciones sobre algún asunto o aspecto individual del fenómeno estudiado. El resultado es un documento con las declaraciones acompañado de identificador (código) de la naturaleza o aspecto del fenómeno.
4. **Reducción y eliminación:** realizar pruebas a cada declaración que está contenida en la experiencia y contribuye a la comprensión. Se elimina los aspectos que resultan vagos, redundantes, repetitivos o que se sobreponen. De este proceso resultan los constituyentes invariantes.
5. **Agrupación por temas:** bajo una etiqueta temática se agrupan los constituyentes invariantes de la experiencia. Temas principales de la experiencia con sus partes.
6. **Representación textual-estructural (constituyentes invariantes):** revisión de los constituyentes invariantes y sus temas respecto al texto completo y revisión de su referencia explícita. Si no se encuentran deben ser eliminados. de esta manera quedarán los constituyentes invariantes finales, sus temas y agrupaciones.
7. **Variación imaginativa:** se reflexiona sobre los temas, experiencias y partes resultantes. Diferentes posibles significados y perspectivas del fenómeno a partir de diferentes puntos de vista, explorando causalidad y procedencia.

8. **Síntesis y esencia:** de los resultados de la variación imaginativa se desarrolla una descripción compuesta de los significados y esencia de las experiencias representado el grupo como un todo.

La Figura 3-1, ilustra el proceso de investigación hermenéutico fenomenológico, presentando la dinámica e interacciones de las ocho fases descritas previamente.

Figura 3-1: Método de investigación hermenéutico fenomenológico



Fuente: Lukaitis (2012)

Las etapas de **variación imaginativa** y **síntesis y esencia** le permiten a la investigadora realizar el proceso de interpretación, tomando lo expresado por los participantes sobre el proceso de desarrollo de nuevos productos y comparándolo con lo propuesto en modelos

de desarrollo de producto ampliamente difundidos en la literatura, gestados en contextos empresariales diferentes al colombiano, buscando comprender el ajuste entre lo expresado en la teoría y lo aplicado en la práctica.

3.3 Papel del investigador en la recolección de datos

Para esta investigación, Diana es el principal instrumento de recolección de información. La investigadora realiza entrevistas semiestructuradas, cuya información es complementada por los datos recogidos mediante observación directa, revisión de documentos y material audiovisual institucional. Al interactuar con los participantes, la investigadora procede de forma respetuosa, sensible y abierta para crear un ambiente de confianza en la que los entrevistados se expresen con libertad; adopta una postura reflexiva que le permite formular preguntas complementarias para profundizar en la descripción de asuntos críticos o para corroborar que el sentido de lo expresado por los participantes se ha entendido correctamente; “confía en la intuición y en la imaginación para lograr aprehender la experiencia de los participantes” (Salgado Lévano, 2007, p. 73); y procura, en lo posible, minimizar su influencia en el contenido de las narraciones de los entrevistados.

3.4 Los participantes y el contexto

El objetivo principal del método hermenéutico fenomenológico es obtener una descripción rica en detalles sobre el fenómeno de estudio que es investigado en un contexto particular. Por lo tanto, es fundamental seleccionar informantes que estén directamente involucrados con el proceso de desarrollo de nuevos productos y tengan un tiempo de permanencia en sus contextos empresariales particulares suficiente que les permita narrar diferentes episodios de su experiencia. Eisenhardt (1989), sugiere usar un rango entre cuatro y diez casos, lo que permite generar una adecuada saturación teórica y al mismo tiempo manejar los desafíos de este enfoque metodológico.

Los informantes que decidieron participar en esta investigación pertenecen a cinco pymes del sector metalmecánico de Bogotá D.C. Cuatro empresas son pequeñas y una es mediana. En tres pequeñas empresas los informantes son los gerentes, solo en una es el Jefe de Diseño quien desempeña un papel fundamental en el desarrollo de los productos, conoce todo el proceso de innovación y participa y toma decisiones en la mayoría de las

fases de desarrollo. En la empresa mediana, los participantes ocupan mandos medios y son dos jefes encargados del desarrollo tecnológico y gestión de la innovación de la empresa.

Las empresas en las que se encuentran inmersos los participantes desarrollan diferentes actividades metalmeccánicas dentro de la clasificación CIIU. Son en su mayoría pequeñas empresas que manejan portafolios de productos orientados a satisfacer las necesidades de diversos sectores económicos, principalmente nacionales. Su flexibilidad y capacidades productivas les permiten adaptarse con mayor facilidad a los cambios de su entorno y permanecer en el tiempo.

3.5 Técnicas de recolección de información

Las técnicas empleadas para recolectar información son la observación, la revisión de documentos, páginas web y material audiovisual de las empresas y entrevistas semiestructuradas. Es importante señalar que no se aplican todas las técnicas de recolección de información para todos los casos y son las entrevistas semiestructuradas la técnica principal que se emplea.

3.5.1 Observación

Esta técnica se utiliza en esta investigación para reconocer las características del ambiente en el que tiene lugar el proceso de desarrollo de nuevos productos. Esta observación estará limitada por acceso otorgado por las empresas a cada uno de los espacios.

3.5.2 Revisión de documentos, páginas web y material audiovisual

Consulta de documentos sobre asuntos relevantes relacionados con el proceso de desarrollo de nuevos productos. Cabe señalar que en algunas empresas de la investigación se maneja un bajo nivel de documentación y en otras el acceso es muy restringido: Solo cuatro empresas cuentan con página web y en menor proporción han subido videos a sitios de consulta públicos.

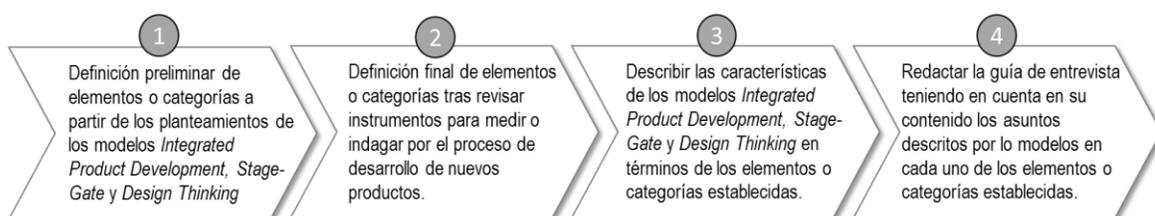
3.5.3 Entrevista semiestructurada

En el método de investigación hermenéutico fenomenológico las entrevistas son el medio que permite explorar y reunir las experiencias de los participantes a través del diálogo, con el propósito de lograr interpretaciones del significado de los fenómenos descritos; por lo tanto, es la técnica de recolección más importante usada en la fenomenología (Martínez, 2006). Las entrevistas semiestructuradas se caracterizan por ser flexibles, aunque parten de preguntas planeadas, la investigadora las adapta e incorpora nuevas preguntas para ajustarse a los entrevistados, tratando de influir no menos posible en la respuesta de los participantes, lo que es fundamental para alcanzar el objetivo de la fase *epoché* del método hermenéutico fenomenológico.

De acuerdo con Martínez (1998), la entrevista semiestructurada debe contar con una guía con preguntas agrupadas por temas o categorías con base en el objetivo de estudio y la revisión bibliográfica del tema; durante la entrevista el investigador tiene la oportunidad de modificar el orden y el contenido de las preguntas si lo considera necesario para que el entrevistado se exprese de una forma libre y fluida.

La Figura 3-2, ilustra los cuatro momentos en el diseño de la guía de preguntas para la entrevista semiestructurada para la presente investigación.

Figura 3-2: Momentos en el diseño de la guía de entrevista



Fuente: elaboración propia, 2016

En los momentos 1 y 2, se definieron doce elementos o categorías a partir de los planteamientos de los modelos de desarrollo de producto analizados, es decir, el *Integrated Product Development*, el *Stage-Gate* y el *Design Thinking* y tras la revisión de instrumentos de recolección de información del proceso de desarrollo de productos como la Encuesta del *Product Development Management Association*, el *Activity model of product development process* planteado por Fairlie-Clarke y Muller (2003) y el *Innovation Compass*

de Radnor y Noke (2002). Siete de estos elementos o categorías dan cuenta de asuntos fundamentales de la estructura del proceso de innovación y cinco tratan sobre la gestión del proyecto de innovación. (ver la Tabla 1-9 y el anexo B: Definición de los elementos de desarrollo de nuevos productos).

En el momento 3, se describió los modelos *Integrated Product Development*, el *Stage-Gate* y el *Design Thinking* a través de los doce elementos o categorías para reconocer sus características particulares y facilitar el acceso a información relevante de una manera sencilla y práctica (ver Figura 1-9 y Figura 1-10).

Finalmente, en el momento 4 se diseñaron las preguntas de la guía de entrevista tomando en cuenta los elementos y las descripciones para cada uno de estos, aportadas por los tres modelos analizados (ver anexo C: Guía para la entrevista semiestructurada, Figura 1-9 y Figura 1-10).

3.6 Presentación y tratamiento de los datos

Los hallazgos de las entrevistas a los participantes de las cinco empresas se presentan ordenados de acuerdo con los doce elementos o categorías definidas previamente. Las voces de los participantes se exponen de forma cruda, sin modificación, tal como fueron expresadas las ideas. Las entrevistas son grabadas con previo consentimiento de los participantes, para proceder con el proceso de transcripción (***representación textual***, segunda etapa del método hermenéutico fenomenológico). Con las narraciones en texto se inicia el procesamiento de los datos con el software Nvivo, que facilita el proceso de interpretación por unidades y estructuras de significado (***agrupación preliminar, reducción y eliminación, agrupación por temas y representación textual-estructural***; tercera, cuarta, quinta y sexta etapa del método hermenéutico fenomenológico).

3.7 Rigor metodológico

En las últimas décadas, se han reconocido los beneficios del enfoque metodológico cualitativo en el entendimiento de la actividad humana; sin embargo, este enfoque presenta desafíos particulares de rigurosidad. A continuación se describe la rigurosidad

metodológica de esta investigación, tomando como base los criterios definidos por autores como Kornbluh (2015), Salgado Lévano (2007) y Arias Valencia y Giraldo Mora (2011):

Dependencia: la investigación determina doce elementos del desarrollo de nuevos productos, base para la recolección de información. Estos elementos permiten que investigadores posteriores recolecten datos similares en el campo, siguiendo la misma metodología y tratamiento de datos. Estos elementos fueron retroalimentados por investigadores que han conducido estudios similares en el sector metalmeccánico.

Credibilidad: durante el proceso de recolección de información primaria, se realizan resúmenes de las ideas para confirmar que lo entendido por el investigador sea lo mismo que lo que el entrevistado quiere expresar, también se realizan preguntas auxiliares; por tanto, la pertinencia de la entrevista semiestructurada. Además, se realiza un proceso de triangulación con información adicional proporcionada por los entrevistados y la disponible en sitios públicos. Se mantienen las transcripciones textuales de las entrevistas para respaldar la interpretación de los datos.

Auditabilidad: en el este documento se explican los enfoques y metodologías de los aspectos fundamentales de la investigación de tal manera que los jurados y otros investigadores puedan seguirle la pista a la investigación. Se usaron mecanismos de grabación de las entrevistas para su transcripción textual y se describen las características de las empresas participantes y los roles de los entrevistados.

Transferibilidad: los resultados de este estudio pueden ser transferidos a empresas con características y contextos similares a las de los participantes. También se indica lo típico de las respuestas de los entrevistados, las palabras más frecuentes y se examina la representatividad de los datos dentro del fenómeno de estudio, el proceso de desarrollo de nuevos productos.

3.8 Limitaciones de la investigación

Las limitaciones de esta investigación se derivan, principalmente, de dos fuentes: internas y externas. Internas, resultado del grado de madurez en competencias de investigación e interpretación de la investigadora y en el manejo de la metodología seleccionada. Y externas, de las restricciones en el acceso a información de las fuentes primarias, la

disponibilidad de tiempo de los entrevistados y el interés de las empresas en participar en la investigación.

4. Resultados

El objetivo general que guía esta investigación es **establecer los elementos determinantes del proceso de desarrollo de nuevos productos en cinco pymes metalmecánicas, teniendo en cuenta que este es un proceso de naturaleza humana, y por lo tanto, subyace a la realidad simbólica construida socialmente por las personas involucradas en el mismo.** Este capítulo inicia con un breve reconocimiento de las empresas del estudio, para contextualizar la experiencia en el proceso de desarrollo de nuevos productos descrita por los entrevistados (ver Tabla 4-1). A continuación se presentan los resultados globales del proceso de entrevistas y los resultados de elementos definidos para el proceso de innovación (ver Tabla 4-2 y Tabla 1-9). De acuerdo con estos elementos se exponen en este capítulo las experiencias y voces de los entrevistados a través de citas ilustrativas. En este capítulo se presentan los resultados crudos, es decir, sin interpretaciones, generados después de realizar la **agrupación preliminar** (análisis clúster), **reducción y eliminación** (eliminación de aspectos vagos y redundantes), **agrupación por temas** (los elementos del proceso de desarrollo de nuevos productos) y **representación textual-estructural** (voces de los entrevistados por cada elemento) de los testimonios con la ayuda del software Nvivo.

4.1 Las empresas del estudio

Esta sección presenta los rasgos distintivos de las empresas del estudio y el rol de los entrevistados, que permite contextualizar organizacionalmente el proceso de desarrollo de nuevos productos y entender sus significados (Tabla 4-1).

Tabla 4-1: Características de las empresas participantes

Razón social de la empresa ⁶	ID	Año de matricula	Nº de empleados	Entrevistados	Oferta metalmeccánica	Sectores que atiende
Compañía Comunitaria Metalmeccánica COCOME Ltda.	E1	1988	46 empleados	Gerente General	Fabricación de repuestos para maquinaria y equipos industriales, mecanizados especiales de piezas de gran tamaño.	Siderúrgico, cervecero, papelería, textil, cerámico, energético, plásticos y fabricantes de maquinaria
Inversiones Maba S.A.S.	E2	2000	54 empleados	Jefe de diseño	Fabricación de molinos, transportadores de materiales, zarandas vibratorias, remolques.	Minero, construcción y transporte extradimensionado
Soluciones de intralógica S.A.	E3	1975	47 empleados	Gerente General	Sistemas integrados para el manejo de paquetes y cajas dentro de las organizaciones.	Alimentos y bebidas, mensajería, papelería, farmacéuticas, supermercados, cosmética y cuidado personal, aeropuertos, entre otros.
ACOMEQ Ingeniería Ltda.	E4	1998	45 empleados	Gerente General	Sistemas de calefacción, serpentines, distribuidores, calentadores, radiadores.	Hoteles, spas, clubes.
Industrias Metálicas Asociadas IMAL S.A.	E5	1972	244 empleados	Líder Proceso Tecnológico y Manufactura, y el Ingeniero del Sistema Integral de Gestión e Innovación	Fabricación de partes originales (Ballesta, resortes helicoidales y barras estabilizadoras) y repuestos para suspensión.	Ensambladoras de vehículos y mayoristas de autopartes.

ID: Identificador

Fuente: Elaboración propia, 2016

La Compañía Comunitaria Metalmeccánica COCOME Ltda. [E1]

La Compañía Comunitaria Metalmeccánica COCOME Ltda. nació en 1988, gracias a las iniciativas de emprendimiento de un grupo de amigos que recibieron el apoyo de un

⁶ Algunas razones sociales han sido cambiadas.

programa de empresas comunitarias de la Universidad La Gran Colombia. COCOME Ltda. ha enfocado su actividad a la fabricación y reparación de repuestos para diferentes subsectores industriales, se ha especializado en la fabricación de piñones, rodillos, ejes y moldes de grandes dimensiones, gracias a las capacidades tecnológicas de sus máquinas (por ejemplo: un centro de mecanizado para procesar piezas de hasta nueve (9) toneladas con una bancada de tres (3) metros de longitud y un torno con capacidad para perforar ejes de quince (15) toneladas y cinco (5) metros de longitud). COCOME Ltda. ha desempeñado un papel importante en la sustitución de repuestos que eran importados por su complejidad, precisión o tamaño. Esta empresa se encuentra certificada con la norma ISO 9001 versión 2000, recibió el Premio Club Colombia como mejor proveedor de Bavaria S.A. por su contribución al mejoramiento en calidad y desempeño; además, junto con la Cámara de Comercio de Bogotá y el Banco Interamericano de Desarrollo implementó el programa de Responsabilidad Social Empresarial. Algunos de sus clientes son: Acerías Paz del Rio, Diaco S.A., Bavaria, S.A., Almagres S.A., Brinsa S.A., Cementos Argos, Goodyear de Colombia S.A., Procables, Lafayette S.A., Pelpack S.A., entre otros. Esta empresa atiende las necesidades del mercado nacional.

Inversiones Maba S.A.S [E2]

Inversiones Maba S.A.S. fue creada en el año 2000 y cuenta con tres modelos de negocio integrados: 1) minería y construcción, 2) transporte y logística, e 3) importación de maquinaria. En **minería y construcción**, la empresa provee maquinaria y equipos especializados para la producción de triturados y agregados, y logística de toda la maquinaria amarilla. Realizan actividades de accesoria, diseño, fabricación, montaje y mantenimiento. En **transporte y logística**, la empresa ofrece Servicios Logísticos integrales que abarcan: el diseño y fabricación de tráileres o remolques en general, servicios de transporte de cargas de todo tipo, entre ellas las extra-pesadas y sobre-dimensionadas, servicios de izaje, desembarques, almacenamiento temporal, maniobras e instalación o montaje. En **importación de maquinaria**, la empresa participa en subastas en maquinaria para minería y construcción que proviene de diferentes partes del mundo. La empresa cuenta con sus propias minas de materiales de construcción. Entre sus principales clientes se encuentra Cementos Argos y Cemex. Esta empresa atiende las necesidades del mercado nacional.

Soluciones de intralogística S.A. [E3]

Soluciones de intralogística S.A. (seudónimo), fue creada en 1976. En su nacimiento su actividad principal se encontraba enfocada en la industria automotriz, siendo proveedor de tanques de combustible para vehículos y sistemas de frenos para camiones y buses; sin embargo, a partir de los años noventa comienza a proveer sistemas transportadores para la industria para el manejo de materiales. En los últimos años, ha incursionado en controles y automatización industrial como una forma de agregar mayor valor a sus clientes. La empresa cuenta con certificación ISO 9000 y la ISO/TS 16949 de la industria automotriz. Su oferta incluye la asesoría en el desarrollo de proyectos de intralogística (dimensionamiento y diseño), construye el sistema de manejo de materiales, realiza el montaje, integrando diferentes tecnologías y presta servicios de mantenimiento. Cuenta con una red de proveedores de diferentes partes de mundo, con quienes ha establecido alianzas, de esta manera se convierten en sus socios tecnológicos. Su proceso de innovación se encuentra formalizado y documentado. Esta empresa atiende el mercado nacional y exporta a los países de la Zona Andina.

ACOMEQ Ingeniería Ltda. [E4]

ACOMEQ Ingeniería Ltda., nace en 1998. Esta empresa fabrica diferentes productos metalmeccánicos que hacen parte de sistemas termomeccánicos de baños saunas y turcos, spas y piscinas. Con el paso de los años, su oferta se ha fortalecido y consolidado integrando productos y servicios de mayor valor agregado. En sus inicios proveía baños saunas y turcos, únicamente; luego incorporó los spas, los jacuzzis y sus accesorios; posteriormente, agregó servicios de arquitectura e ingeniería civil para el diseño y montaje de estos sistemas; luego, dio inicio a la sustitución de muchas de sus importaciones de equipos mediante su fabricación, integrando tecnologías de manejo energético y control electrónico. Actualmente, esta empresa atiende el mercado nacional de spas, hoteles y clubes.

Industrias Metálicas Asociadas IMAL S.A. [E5]

Industrias Metálicas Asociadas IMAL S.A. hace parte de un importante grupo empresarial, el Grupo <a>, que integra a nueve empresas: ASPRO, BONEM, CHANEME, COFRE, GABRIEL, INCOLBEST, MADEAL, PLACA e IMAL S.A. Su historia se remonta a 1959, cuando inicia con la fabricación de hojas de resorte para el mercado automotor; en los años ochenta, comienza a fabricar cinturones de seguridad para uso automotriz e industrial

y resortes helicoidales; en 2006, crea la línea de fabricación de barras de torsión y estabilizadoras; y en 2011, inicia con la producción de hojas y resortes parabólicos y con la línea de productos complementarios. Esta empresa ha desarrollado importantes capacidades tecnológicas en procesos de tratamiento térmico, acabado superficial, control de calidad (tiene laboratorio para pruebas) e ingeniería. La empresa cuenta con certificación QS 9000, la ISO 9002 e ISO 14001, la ISO/TS 16949 de la industria automotriz, la certificación BASC y múltiples reconocimientos como proveedor por parte de las ensambladoras. Su proceso de innovación se encuentra formalizado y documentado, y cuenta con un área de Investigación y Desarrollo; sus competencias le han permitido participar y ganar convocatorias relacionadas con innovación. Actualmente, esta empresa atiende el mercado de reposición nacional, el mercado de exportaciones (alrededor de 17 a 20 países) y el mercado de equipo original.

4.2 Agrupación preliminar, reducción y eliminación

La Tabla 4-2, presenta las cincuenta (50) palabras más frecuentes empleadas por los entrevistados. Esta lista es el resultado de una búsqueda depurada de palabras con una extensión mínima de cuatro caracteres, que incluye palabras similares o sinónimos.

Tabla 4-2: Las cincuenta palabras más frecuentes de los entrevistados

Palabra	Extensión	Conteo	Porcentaje ponderado (%)	Palabras similares
Proyecto	8	149	1,18	Proyecto, proyectos
Cliente	7	136	1,08	Cliente, clientes
Producto	8	99	0,78	Producto, productos
Innovación	10	85	0,67	Innovación
Proceso	7	69	0,55	Proceso, procesos
Empresa	7	67	0,53	Empresa, empresas
Equipos	7	65	0,52	Equipo, equipos
Diseño	6	50	0,40	Diseño, diseños
Mercado	7	46	0,36	Mercado, mercados
Producción	10	46	0,36	Producción
Sistema	7	45	0,36	Sistema, sistemas
Ingeniero	9	42	0,33	Ingeniero, ingenieros
Problema	8	37	0,29	Problema, problemas
Ingeniería	10	34	0,27	Ingeniería
Máquina	7	34	0,27	Máquina, máquinas
Trabajo	7	31	0,25	Trabajo
Prototipo	9	30	0,24	Prototipo, prototipos
Necesidad	9	28	0,22	Necesidad, necesidades
Ideas	5	27	0,21	Idea, ideas
Plano	5	27	0,21	Plano, planos

Palabra	Extensión	Conteo	Porcentaje ponderado (%)	Palabras similares
Desarrollo	10	26	0,21	Desarrollo
Calidad	7	25	0,20	Calidad
Tiempo	6	24	0,19	Tiempo, tiempos
Información	11	23	0,18	Información
Mercadeo	8	22	0,17	Mercadeo
Negocio	7	21	0,17	Negocio
Fabricación	11	20	0,16	Fabricación
Plan	4	20	0,15	Design, plan, planning, projects
Requerimientos	14	19	0,15	Requerimiento, requerimientos
Materiales	10	19	0,15	Materiales
Control	7	19	0,14	Control, controle, master
Gerencia	8	18	0,14	Gerencia
Líder	5	16	0,13	Líder
Material	8	16	0,13	Material
Pruebas	7	16	0,13	Prueba, pruebas
Compañía	8	15	0,12	Compañía
Metodología	11	15	0,12	Metodología, metodologías
Piezas	6	15	0,12	Piezas
Conocimiento	12	14	0,11	Conocimiento
Reunión	7	14	0,11	Reunión
Mejora	6	13	0,10	Mejora, mejoras
Modelo	6	13	0,10	Modelo, modelos
Oportunidad	11	13	0,10	Oportunidad, oportunidades
Seguimiento	11	13	0,10	Seguimiento
Área	4	13	0,10	Área, áreas
Departamento	12	12	0,10	Departamento, departamentos
Valor	5	12	0,10	Valor
Convocatoria	12	11	0,09	Convocatoria, convocatorias
Especificaciones	16	11	0,09	Especificaciones
Grupo	5	11	0,09	Grupo

Fuente: procesamiento con Nvivo 10, 2016

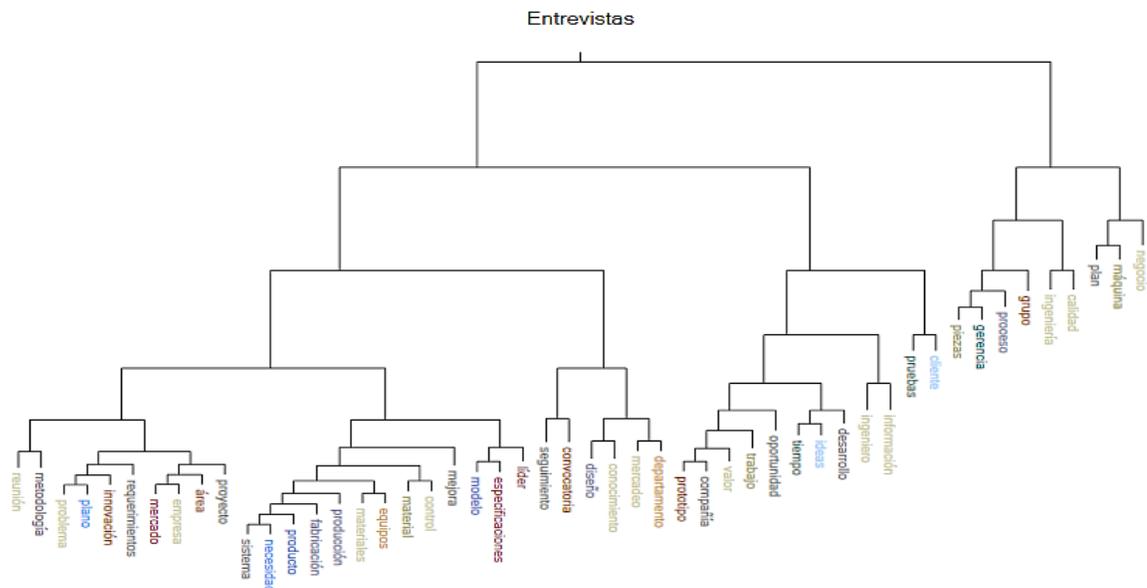
La Tabla 4-2 se compone de cinco columnas: la primera, contiene la “**Palabra**” o término de estudio; la segunda, se denomina “**Extensión**” y hace referencia al número de caracteres de la palabra; la tercera, “**Conteo**” señala las veces en que la palabra aparece en las entrevistas analizadas; la cuarta, “**Porcentaje ponderado (%)**” indica la frecuencia de la palabra en relación de las palabras contadas; finalmente, la última columna agrupa las “**Palabras similares**” o sinónimos de la palabra estudiada, esta columna aparece cuando la búsqueda no se encuentra limitada a palabras exactas.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 4-2, las palabras claves que se mencionan en conjunto más de 500 veces son: Proyecto, Cliente, Producto, Innovación y Proceso. Estas palabras y sus derivadas tienen un promedio ponderado de 4,26%. Cabe señalar que estos son los resultados de una búsqueda depurada, en la que se enviaron a una lista de “*stop*”

words” o “palabras vacías”, las palabras que no tenían un aporte relevante a la interpretación del significado, como por ejemplo: “para”, “unas”, “pero”, etc., parte de la fase de **Reducción y eliminación** del método hermenéutico fenomenológico.

Las relaciones entre las cincuenta (50) palabras más frecuentes se entienden a través del análisis clúster (**Agrupación preliminar**, tercera fase del método hermenéutico fenomenológico). La Figura 4-1, presenta los clústeres de palabras en un dendrograma denotando los niveles de proximidad entre las mismas, es decir, la frecuencia con que estas palabras aparecen juntas en un mismo fragmento de texto. La cantidad de ramificaciones indica el grado de concentración de palabras y su cercanía en un mismo espacio del texto.

Figura 4-1: Dendrograma de las cincuenta palabras más frecuentes



Fuente: procesamiento con Nvivo 10, 2016

De acuerdo con la Figura 4-1, haciendo una lectura de izquierda a derecha, se aprecia un mayor grado de ramificación, lo que indica que estas palabras se presentan juntas en un párrafo o frase con una frecuencia importante; por ejemplo, será común ver las palabras “reunión” y “metodología” en una misma oración, o las palabras “requerimientos”, “innovación”, “plano” y “problema”, dentro de un mismo párrafo.

4.3 Agrupación por temas

Los doce elementos definidos en el marco conceptual y teórico, representan las estructuras de significado principales para analizar el proceso de desarrollo de nuevos productos; a su vez, estas estructuras se componen por unidades de significado que indican la relación entre sus palabras frecuentes y su grado de proximidad, por ejemplo, la relación entre “proyecto” e “innovación”. Lo anterior debe entenderse dentro de la lógica de codificación axial que relaciona las estructuras de significado a sus unidades de significado, esto se debe a que la codificación se genera alrededor del eje de una estructura de significado (Strauss & Corbin, 2002).

La Tabla 4-3, presenta los elementos de desarrollo de nuevos productos y sus diez palabras más frecuentes.

Tabla 4-3: Elementos de desarrollo de nuevos productos y sus palabras frecuentes

Asunto	Elementos	Definición	Palabras claves y su frecuencia en el discurso de los entrevistados
Estructura del proceso (secuencia de pasos desde la generación de la idea hasta el lanzamiento)	Detonante	Hecho o situación que provoca o desencadena el desarrollo de un nuevo producto	Cliente (47), proyecto (34), productos (21), empresa (19), mercado (18), problema (14), ingeniería (11), máquina (11), ingeniero (10), innovación (10).
	Restricciones	Limitaciones externas e internas que condicionan la búsqueda de soluciones de producto	Cliente (103), proyecto (76), producto (67), empresa (53), equipos (51), innovación (39), mercado (38), sistema (36), máquina (35), diseño (34).
	Creatividad	Hace alusión a las capacidades creativas, las técnicas utilizadas para generar nuevas ideas y las fuentes de estas ideas.	Cliente (60), proyecto (48), producto (42), diseño (37), equipo (37), proceso (35), innovación (32), plano (29), ingenieros (27), problema (25).
	Concepto de referencia	Es la solución seleccionada después del proceso de depuración y filtración de las ideas.	Proyecto (33), producto (9), ideas (8), innovación (8), cliente (7), proceso (7), sistema (7), diseño (6), mercado (6), plano (6).
	Experimentación y validación	Construcción de prototipos del concepto de referencia, realización de pruebas y validación del concepto con el mercado (cliente) y con producción.	Diseño (56), producto (48), prototipo (47), cliente (35), producción (32), proceso (30), prueba (27), sistema (19), desarrollo (18), proyecto (16).
	Difusión interna	Proceso de divulgación del nuevo producto en la organización, incorporación en el portafolio de productos, ajuste de los procesos involucrados. Lecciones	Cliente (27), producto (22), proceso (17), proyecto (14), conocimiento (13), producción (13), aprendidas (12), desarrollo (12), lecciones (12), sistema (12).

Asunto	Elementos	Definición	Palabras claves y su frecuencia en el discurso de los entrevistados
		aprendidas y procesos de protección del conocimiento	
	Difusión externa	Proceso de divulgación del nuevo producto al entorno. Procesos de lanzamiento y seguimiento del producto posventa	Cliente (29), proyecto (22), producto (21), lanzamiento (18), mercadeo (11), empresa (6), equipo (6), ferias (6), posventa (6), proceso (6).
Gestión del proyecto de innovación (procedimientos de gestión)	Ajuste estratégico	Alineación del proyecto de innovación con la estrategia de la empresa. Afectación de las condiciones del entorno.	Innovación (43), proyecto (40), empresa (33), mercado (32), ingeniería (27), producto (26), valor (21), proyectos (19), cliente (18), equipos (18).
	Monitoreo	Proceso sistemático para hacer seguimiento al progreso del proyecto de innovación. Guía el proceso de toma de decisiones.	Proyecto (28), producción (13), diseño (10), seguimiento (9), cliente (8), innovación (8), desarrollo (7), tiempo (7), proceso (6), negocio (5).
	Control	Fiscalización e intervención. Grado de autonomía del grupo de innovación para tomar decisiones. Aseguramiento de la calidad de los resultados del proyecto de innovación.	Innovación (26), cliente (25), proyecto (25), proceso (16), gerencia (15), problema (15), producción (15), equipo (11), calidad (10), ingeniero (10).
	Evaluación y toma de decisiones	Criterios para evaluar los resultados preliminares y finales. Procesos de toma de decisiones.	Proyecto (41), innovación (15), proceso (14), ingeniero (12), producto (11), equipo (10), gerencia (10), ideas (9), producción (9), cliente (7).
	Coordinación	Procesos de comunicación, participantes en el proyecto de innovación y existencia de un líder de proyectos.	Proyecto (103), ingenieros (62), innovación (51), ingeniería (44), cliente (42), producción (36), proceso (33), equipo (32), gerencia (31), diseño (26).

Fuente: procesamiento con Nvivo 10, 2016

De acuerdo con la Tabla 4-3, la palabra “cliente” tiene una importante participación en las siguientes estructuras de significado: **detonante**, **restricciones**, **creatividad** y en **difusión interna** y **externa**. Por otro lado, palabra “proyecto” tiene una mayor relevancia en las estructuras: **concepto de referencia**, **monitoreo**, **evaluación** y **toma de decisiones**, y en **coordinación**. La palabra “innovación” tiene una frecuencia importante en: **ajuste estratégico** y **control**. Finalmente, en la estructura **experimentación y validación**, la palabra “diseño” tiene la mayor participación.

4.4 Experiencias y voces de los entrevistados (representación textual-estructural)

En esta sección se muestran algunas citas textuales de las entrevistas en cada una de las estructuras de significado o elementos del desarrollo de nuevos productos considerados.

4.4.1 Detonante

Definición: Hecho o situación que provoca o desencadena el desarrollo de un nuevo producto.
Palabras frecuentes: Cliente (47), proyecto (34), productos (21), empresa (19), mercado (18), problema (14), ingeniería (11), máquina (11), ingeniero (10), innovación (10).

De acuerdo con los entrevistados, existen diferentes situaciones que dan inicio al proceso de desarrollo de un nuevo producto. Solicitud del cliente, por: una **avería en una máquina, convocatorias privadas, nuevos requerimientos productivos, quejas, “creación de la necesidad”**. Identificación de **oportunidades en el mercado, pérdida de negocios y convocatorias de INNpuls**a. Este es el testimonio de los participantes:

“Todo es por pedido, el campo de acción si es amplio porque digamos toda la actividad de producción tiene máquinas y a las maquinas siempre algo les falla, algo se les daña y acuden a los que fabrican repuestos para solucionar el problema... El desarrollo de un nuevo producto es solo por requerimiento del cliente... Ese es uno de los principales problemas, que nosotros dependemos de lo que necesite el cliente así inmediato... La parte de mercadeo, como que no tenemos a la persona que se pueda dedicar a eso [vigilar el mercado], en lo que nosotros hacemos es difícil conseguir un vendedor y se consiguen vendedores que no lo ven como un buen negocio porque conseguir un cliente es muy difícil, los clientes que tenemos son clientes que llevan 15 o 20 años que constantemente nos dan trabajo, por la tecnología que tenemos, tenemos unas máquinas de tecnología de punta que son bastante grandes, tenemos clientes que nos buscan, vienen aquí, “necesito esto y no hay en donde me lo hagan”, entonces aquí se lo hacemos... Estas son convocatorias que el cliente envía directamente. Y empresas como Acerías con las que llevamos muchos años trabajándoles, nos tienen mucha confianza porque hemos hecho algunos repuestos que normalmente, bueno son equipos que tiene allá 50 años trabajando, ya los fabricantes de algunas empresas ya no existen, entonces ya no consiguen repuestos y nosotros les hemos solucionado problemas a ese nivel, entonces hay mucha confianza en nosotros”. [E1]

“Básicamente, los nuevos productos o las modificaciones a los productos han surgido por requerimientos de los clientes... El proceso es variable, porque aquí siempre estamos tratando de mejorar las cosas, entonces funciona mucho por la red la retroalimentación de nuestros clientes... Los productos son por pedido del cliente”. [E2]

“El desarrollo de nuevos productos o sistemas nace de oportunidades identificadas en el mercado, de tendencias, de requerimientos del cliente. Nosotros estamos conectados con lo que pasa en el mercado permanentemente, cómo se está moviendo el negocio... El APQP tiene distintas instancias: la primera es la identificación genérica de la necesidad que nace de un problema, de un problema de calidad, de una queja de un cliente, de un negocio perdido, hay diferentes fuentes que disparan planes de acción en la compañía... Hay muchas fuentes de planes de acción: auditorías de terceras partes,

de segunda parte, quejas de los clientes, detección de oportunidades de mercado de la gente que está afuera y alguno de esos nos identificó que necesitábamos urgentemente un WCS, porque habíamos perdido un proyecto por el WCS... Esa metodología de APQP de acciones correctivas y preventivas dispara un proyecto". [E3]

"La decisión de desarrollar un nuevo producto es básicamente porque el mercado lo pide y eventualmente nosotros verificamos si lo podemos desarrollar rápidamente... Una exploración es lo que nos traen los ingenieros acá, "están necesitando esto, están necesitando lo otro"... El proyecto es pedido por el mercado y si es innovador, no lo pensamos dos veces, lo hacemos... En el caso de gas, les hacemos ver las ventajas que tiene el equipo de gas respecto al equipo eléctrico, menor mantenimiento, menor costo de operación, menor consumo de combustible y le creamos la necesidad para entregárselo y en el caso de las duchas les decimos: "mire le quedaría a usted mejor de esta y esta otra manera" y él al darse cuenta de la ventaja que tiene nos compra el producto, entonces viene mucho de qué requiere el cliente pero también de crearle una necesidad". [E4]

"El proceso de innovación tiene que ver con el análisis de oportunidades en el mercado, esa es como la estructura de lo que nosotros manejamos actualmente, que puede ser detectar oportunidades que el mercado tenga para lo cual IMAL tenga las capacidades se pueda satisfacer esas necesidades o por requerimiento de los clientes, de adelantar un proyecto que tenga ingredientes de innovación... Nosotros adelantamos también a través de una convocatoria de iNNpursa que salió a finales del año 2013, IMAL participó en una convocatoria en la que en un proceso de innovación abierta una empresa del país requería de una solución en un sistema de suspensión para transportar equipos hacia unos los sitios de exploración y explotación de pozos de petróleo [...], entonces nosotros nos le medimos y ganamos la convocatoria". [E5]

4.4.2 Restricciones

Definición: Limitaciones externas e internas que condicionan la búsqueda de soluciones de producto.

Palabras frecuentes: Cliente (103), proyecto (76), producto (67), empresa (53), equipos (51), innovación (39), mercado (38), sistema (36), máquina (35), diseño (34).

Las respuestas de los entrevistados evidencian que la búsqueda de soluciones se encuentra restringida, fundamentalmente, por **los requerimientos y necesidades de los clientes** (tiempo, presupuesto, preconcepto del producto), **las especificaciones técnicas del producto** (complejidad y tamaño), **las capacidades de las empresas solucionadoras** (máquinas, personal, experiencia), **las características del ambiente en el que interactúa la pieza, máquina o sistema** y **la disponibilidad de materias primas**. Un **ingeniero o técnico** con experiencia **captura e interpreta** los requerimientos de los clientes (visitas de trabajo técnico, planos). Este es el testimonio de los participantes:

"Nosotros fabricamos repuestos para maquinaria industrial, es muy puntual, que se dañó el eje, que se partió el piñón, que se desgastó el buje y hay que fabricarlo; por lo general, son trabajos de mantenimiento, que son de afán, rápido. En cualquier momento se les vara la máquina y hay que hacerlo muy rápido... El tiempo depende del tamaño de la pieza, de la complejidad, si hay que buscar

materiales en el mercado, si están disponibles, acomodarnos a lo que se consigue acá, pero por lo general son tiempos muy rápidos, máximo seis meses... En el mercado hay equipos similares pero no se adaptan a la necesidad del cliente... De acuerdo con las necesidades del cliente se trabaja en conjunto con el cliente para hacerle modificaciones a máquinas, para mejorar la productividad del equipo, se mejoran algunos procesos de los clientes. El año pasado, hicimos podríamos decir que una automatización de un proceso de Bavaria, de la maltería, un proceso que lo hacían manual y era muy riesgoso y la gente venía enfermándose de problema lumbares porque tenían que hacer mucha fuerza. Entonces junto con ellos diseñamos un dispositivo para mejorar ese proceso y ha sido todo un éxito y la gente trabaja más suave. También trabajamos con clientes medianos y pequeños, pero el objetivo nuestro es trabajar con este tipo de empresas grandes...Ahorita, por lo menos estamos haciendo una cotización de una máquina para Acerías, automatizar como una máquina con la que ellos tienen muchos problemas, entonces nos envían toda la información, se hace visita de obra, se analiza el alcance que tiene el poderla fabricar, si estamos en capacidad de hacerla, si tenemos las herramientas, si tenemos el conocimiento, se hace un poquito de investigación en esa parte". [E1]

"Hemos diseñado varios productos, el que te digo es el que comenzó desde cero, pues. Es un producto completo, pero hay otros digamos como es el caso de las trituradoras, en el caso de los molinos, que obviamente se tiene un diseño ya preestablecido que es el que utilizan la mayoría de las compañías que fabrican equipos de trituración en el mundo, pero cada uno le mete sus diferencias. Cosa que hemos hecho nosotros aplicándole aquí al tipo de material que vemos en Colombia, al tipo de necesidades que tienen las canteras colombianas, nuestros clientes [pequeña y mediana minería]. Entonces se les ha hecho esas modificaciones...Muchos de nuestros clientes, la mayoría, incluso las grandes empresas, están acostumbrados a que el equipo es así, la maquina es así, y eso cualquier cambio no sirve, porque siempre lo han hecho así, entonces es difícil tratar de innovar en esta industria, porque están siempre enfocados en que la máquina es así. Hay que ajustarse estrictamente a los requerimientos del cliente". [E2]

"Un cliente nos pide un sistema y ese sistema, como le decía antes, es una carretera para las cajas, entonces el sistema es un sistema en donde hay una línea principal por donde vienen las cajas desde la zona de producción, vienen de fabricar las cajas y hay que llevarlas al despacho, entonces me dicen a mí: "tengo que mover las cajas de la envasadora1 donde salen las cajas, por ejemplo crema dental, ahí salen las cajas empacadas y hay que llevarlas rápido a sacarlas a despachar a los camiones porque eso tiene que llegar a la góndola", acuérdense que el negocio de la intralogística, el negocio nuestro, no es la máquina, es la velocidad y la logística... Entonces las empresas de consumo masivo no pueden darse el gusto de que haya desabastecimiento de la góndola, por eso se ha desarrollado toda la cadena de suministro, [...] nosotros hacemos parte de ese rollo pero al interior de la empresa, entre la producción y el centro de distribución, entonces toca sacar rápido esas cajas, entonces nosotros decimos: "listo, nosotros sacamos 55 cajas por minuto, le hicimos este diseño y apenas llega la caja aquí hay un sensor que lee código de barras y saca las de Cali, las de Barranquilla y las de Bogotá", por decir algo. Entonces decimos, si importamos todo esto eso vale toda una cantidad de plata, entonces hagamos una cosa, importemos todos estos equipos que son motorizados de alta tecnología y estos pedazos de aquí, estas partes de final de línea que son de gravedad o sea que son de rodillos y motores las fabricamos acá... Mercadeo no captura los requerimientos del cliente, eso lo hace Ingeniería de Aplicaciones, el ingeniero va a donde el cliente que le dice: "tengo una línea que está sacando veinte cajas por minuto y solo puedo mover diez", ¿qué hacemos?, entonces miramos y esa persona, el ingeniero de aplicaciones tiene una labor horizontal completa, detectar la oportunidad del cliente, volver esa oportunidad un *layout*, un proyecto técnico". [E3]

"Verificamos que es lo que pide el cliente, verificamos que le podemos ofrecer nosotros, si lo podemos ofrecer nosotros lo desarrollamos... A nosotros nos compran un producto industrial, básicamente un proyecto y el proyecto es el diseño y construcción de un spa. Entonces nosotros en ese diseño y construcción de un spa vamos nos sentamos con el cliente y le oímos como opera y qué requiere para su operación y de acuerdo a eso y al presupuesto que tiene le hacemos un diseño y le decimos

:"bueno aquí le vamos a poner un spa, aquí vamos a poner un turco, aquí vamos a poner un sauna, aquí vamos a poner un jacuzzi, unos cantos rodados, una ducha vichy, una ducha romana y lo vamos a manejar con tal máquina, con tal calentador, con tal cosa" y de acuerdo a eso acordamos el plan de trabajo, firmamos contrato y arrancamos... En un 90% de los casos, el cliente no es exigente con la parte estética porque son máquinas que trabajan background, en una sala de máquinas, entonces al cliente no le importa si es bonito o no, le importa es que funcione, pero cuando el producto entra a la parte arquitectónica de un hotel o de un club si exigen unos estándares de acabado, y nos pasó hace poco". [E4]

"Esto se ha hecho con clientes de diferentes sectores, se hace una visita de campo, en caso de ser necesario se llevan equipos de medición, básicamente eso, se hacen citas, reuniones de acercamiento y en caso de ser necesario se hacen visitas para trabajo técnico, por así decirlo, trabajos de campo que si hay que medir algo en el producto que se quiere desarrollar con lo que va a interactuar el producto que se quiere desarrollar, entonces se toman las mediciones pertinentes, que son límites de frontera, con qué va a interactuar nuestro producto, ¿cómo va ir montada la parte?, ¿qué espacio tenemos disponible?, esos son límites de frontera del diseño." [E5]

4.4.3 Creatividad

Definición: Hace alusión a las capacidades creativas, las técnicas utilizadas para generar nuevas ideas y las fuentes de estas ideas.

Palabras frecuentes: Cliente (60), proyecto (48), producto (42), diseño (37), equipo (37), proceso (35), innovación (32), plano (29), ingenieros (27), problema (25).

Las ideas para el desarrollo de un nuevo producto provienen principalmente del **cliente**: de sus **auxiliares técnicos** y **jefes de planta, planos** y **muestras** (existe una constante retroalimentación con el cliente). También se originan de **personal específico de la empresa** (ej. producción, diseño o ingeniería, gerencia), **procesos de reingeniería** de productos existentes, **ferias** y los **proveedores**. Algunas empresas cuentan con un proceso estructurado y documentado para gestionar las ideas (se extraen ideas de **casos pasados, lluvia de ideas**, las **5M**, sesiones de **Design Thinking** (bosquejo de prototipos y escenarios)) y son más abiertas a trabajar con terceros. En la mayoría de las empresas la generación de ideas es muy limitada y surgen de forma espontánea. Este es el testimonio de los participantes:

"Y dentro de las cosas que nosotros teníamos previstas era crear un departamento de diseño y desarrollo, no es fácil porque no alcanza el presupuesto para tener a un tipo ahí o dos, mirando hacer algo, pero si no funciona; por lo menos ya tenemos un dibujante de tiempo completo, la idea es irlo creando y si queda utilidad poder destinarle un recurso para eso, cosas así...Por lo general, lo principal que se hace es la fabricación de repuestos, el cliente envía la información en los planos, empresas como Bavaria, Acerías mandan planos y hay otros que no tienen un departamento de ingeniería que no tienen planos nos envían las muestras, se hacen igual a la muestra y se les elabora un plano con base a la muestra, y las otras ya son como ideas del cliente que uno las va madurando, va haciendo pruebas, se ensaya, funciona y listo... A veces un cliente dice: "tengo un problema con

esta máquina que me está dañando el material, no me sale bien, entonces va un técnico o un ingeniero y mira el problema y hace un bosquejo a mano, “hagámoslo así, cambiémosle esta pieza, cambiémosle este material”, pero sin tanto protocolo... No [se investiga que hay en el mercado para buscar nuevas ideas], las ideas vienen principalmente del cliente y los empleados internos de la empresa. Se comparte y se analiza, como no hay tanto personal, digamos está el técnico, el vendedor, el jefe de producción, pues que tiene experiencia en qué hacer y cómo hacerlo, “esto lo podemos presentar así, se puede hacer acá o se no se puede hacer, hay que subcontratar algún proceso”, pero no así tan estructurado... De acuerdo con las necesidades del cliente se trabaja en conjunto con el cliente para hacerle modificaciones a máquinas, para mejorar la productividad del equipo, se mejoran algunos procesos de los clientes... El proceso no está estructurado, no está documentado, solo las ideas que van saliendo... Por estos días, en ventas hay un ingeniero nuevo y él la tendencia es a desarrollar productos, eso es lo que le gusta a él, él diseña máquinas, diseña procesos, “que hagamos esto”, tiene un contacto que necesita una autoclave, a él no le gusta quedarse ahí en el escritorio, es inquieto y él nos está insistiendo en eso, que tenemos que crear un producto, que él ha diseñado máquinas, que ha hecho líneas de producción para el tratamiento del vidrio, que un cliente de vidrio necesita un autoclave que entonces aquí la podemos hacer, él ya averiguó que si la traen de China por el precio del dólar puesta acá vale como \$400.000.000, que si la hacemos podemos hacerla en \$320.000.000, ya la cotizamos, a mí a veces me da cierto temor, un trabajo de \$300.000.000 que no hemos hecho, él tiene el conocimiento y algo de experiencia, él es diseñador, pues bueno hay que hacerle”. [E1]

“En el proceso no se generan muchas ideas porque estas máquinas no se prestan para estar innovando y estar cambiándola a cada tiempo. Se utilizan principios básicos, entonces los avances que se hagan no son muy frecuentes que digamos... Vimos que había un tipo de rodillo que hacían con un tubo, lo partían y lo desmochaban para la industria concretera, empezamos a utilizarlos y vimos que se podía mejorar el diseño, entonces, ya cogimos el tubo y les pusimos unas láminas dobladas, después un cliente nos dijo: “esta bueno el diseño pero se me está metiendo el material por los rodillos, me está dañando la banda transportadora”, entonces empezamos a buscar cómo generar más bien un cono que nos quitará el peso pero que no permitiera que se metiera el material, a tal punto que nos tocó con el proveedor de las láminas empezar a diseñar un sistema, a diseñar una máquina para poder rolar estos conos, porque en la industria no había una máquina que nos pudiera rolar los conos tan pequeños y del calibre que necesitábamos. Entonces fue un trabajo en conjunto, en donde llegamos a este diseño... Pero de la mano de los proveedores, les mostramos el proyecto, este ha sido uno de los productos más innovadores que hemos sacado, en el país no lo hemos visto y en el mundo todavía no hemos visto este tipo de rodillos. Existen de este tipo en las plantas productoras de hierro pero son macizos, entonces se eleva mucho el costo, el mantenimiento, el recambio, todo es muy complicado, por eso andamos en el proceso de poder patentar este diseño. Y lo estamos logrando a través de Argos, también. Que sería como el soporte de prueba que funciona... Hemos diseñado varios productos, el que te digo es el que comenzó desde cero, pues. Es un producto completo, pero hay otros digamos como en el caso de las trituradoras, en el caso de los molinos, que obviamente, se tiene un diseño ya preestablecido que es el que utilizan la mayoría de las compañías que fabrican equipos de trituración en el mundo, pero cada uno le mete sus diferencias. Cosa que hemos hecho nosotros aplicándole aquí al tipo de material que vemos en Colombia, al tipo de necesidades que tienen las canteras colombianas, nuestros clientes [pequeña y mediana minería]. Entonces se les ha hecho esas modificaciones... funciona mucho por la red la retroalimentación de nuestros clientes. Entonces un cliente nos sugiere que le hagamos una modificación, nosotros la estudiamos si se puede hacer y miramos en donde lo podemos meter, si de pronto en el próximo producto que vendamos, o si más bien primero lo hacemos y luego lo metemos en nuestras plantas y ahí si lo sacamos. Más o menos ese sería la línea de proceso para poder innovar en el producto... Las ideas siempre nacen de los auxiliares, pues la mayoría de cosas que se han realizado, es porque le hemos preguntado a los auxiliares y a los jefes de planta del cliente, que son los que están metidos en directo con la máquina, son a los que les toca paliar correr de un lado a otro mirar que le paso al montaje, “que se dañó la chumacera, que se dañó el repuesto”, con ellos son con los que uno se

sienta o hablamos cuando vamos a hacer mantenimiento a algún montaje que hayamos hecho para la revisión de calidad, con ellos son con quienes primero hablamos nosotros... Los empleados de la empresa participan en la generación de ideas, pues contamos con un equipo con varia experiencia, tenemos a algunos que han salido de empresas grandes como Argos, como Cemex, entonces ellos también dan ideas de como lo hacían estas empresas grandes y aquí tomamos esas ideas y revisamos si se pueden hacer si se pueden mejorar o si simplemente no nos sirven y nos quedamos con lo que estamos haciendo. Los proveedores en algunos casos son fuentes de nuevas ideas. Con el proveedor de las bandas, con cada proveedor tratamos de tener una estrecha relación, porque ellos mismos nos aportan ideas, con el de las bandas nos dijo: "salió esta banda, que es una banda china es igual que la banda americana, es más barata pero tiene mayor lonas y ha funcionado mejor con este tipo de material", "a bueno, vamos a utilizarla y vamos a ver si nos funciona", o con el de los rodamientos, nos dice: "vea está este rodamiento, han utilizado este tipo de rodamiento, pero yo veo que están comprando en la industria este otro rodamiento porque no lo utilizan y miramos si funciona?". [E2]

"...nosotros tenemos la junta de ingenieros, tengo un proyecto que es complejo, nos reunimos martes y jueves y cada vez que un ingeniero de aplicaciones tiene un proyecto lo presenta y entre todos buscamos, por experiencias, por lectura de casos, por lo que sea, cómo podríamos resolver ese problema, podría decirse que ese es el grupo de innovación... Tenemos unos protocolos de reporte, los ingenieros reportan los proyectos con unos formatos específicos, si usted quiere llevar un proyecto a la reunión de ingeniería tiene que llenar un formato que consta de 25 preguntas técnicas más planos, esas 25 preguntas tienen que estar contestadas, "¿a qué voltaje trabaja el cliente?", es fundamental para poder tomar una decisión, si el cliente está trabajando a 440, puede salir diferente el costo o la solución que si trabaja a 220, esa no es muy complicada, pero una difícil "¿cómo es el ambiente alrededor del sistema?", porque si es jabón, el jabón es horrible para trabajar porque se mete a todas partes y deteriora todo, si es sal, no nos metemos porque la sal acaba con todo y entra en un riesgo de ingeniería y de reputación para la compañía, por ejemplo... Nosotros usamos diferentes metodologías para resolver los casos. Lluvia de ideas es la más rápida que se maneja; usamos las 5M, entonces decimos: "este es un problema de Mano de obra?, ¿es un problema de Materiales?, ¿es un problema de Método?, ¿es un problema de Management?, ¿es un problema de Máquina?, y comenzamos a desarrollar, si hay un problema a través de esa metodología; usamos el método del caso, cuando el problema es muy complejo tratamos de ubicar casos anteriores en donde hemos usado tecnologías similares, donde se asemejen los procedimientos, los procesos del cliente y tratamos de traerlos para ver si esa solución que se dio en ese momento podría ser re-aplicable y usarla en un momento dado; más allá usamos otras metodologías que son mucho más técnicas, en innovación no tanto, usamos la AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallos) de plan de control que es mucho más control de producción y no de innovación, pero en innovación lo que más utilizamos es lluvia de ideas, las 5M y casos... Estamos desarrollando la programación, esto lo estamos desarrollando en conjunto con Rockwell Automation que hace parte de Allen Bradley... en este momento tenemos un *professional engagement* con Rockwell Automation, nos asignaron un ingeniero durante dos años para que acompañe el desarrollo, es un trabajo de largo aliento es bastante difícil y Rockwell nos está apoyando, desarrollamos la metodología, desarrollamos la estructura de proyecto, hacemos todo el requerimiento del proyecto, el alcance y empezamos a desenrollar la pita poco a poco... nosotros estamos monitoreando, saliendo a ferias, visitando ferias, tenemos contacto con los proveedores internacionales más importantes estamos viendo los proyectos que están saliendo, analizando casos... Nosotros trabajamos con un proyecto de Alemania y tuvimos un experto alemán jubilado, trabajando tres meses con nosotros, estuvimos desarrollando gran parte de estas ideas que le cuento fue conclusión de todo el trabajo que hicimos con esta persona, de resto no más. De los centros metalmeccánicos de la ANDI, yo he hecho viajes a ferias con ellos, pero la verdad yo soy bastante escéptico, eso hoy en día, antes cuando estaba más joven era muy entusiasta de todo eso después me di cuenta que eso es bastante frustrante, porque las empresas andan a un ritmo muy diferente que esos centros de desarrollo tecnológico y uno necesita resultados y dinero, y las cosas gratis dan unos resultados que se pagan gratis, no dan ningún resultado, desafortunadamente aquí

es mejor hacerlo con entidades en el exterior, por ejemplo con los alemanes, por medio de transferencia tecnológica entre empresas por negocios y por desarrollo de la compañía al interior”. [E3]

“No se utilizan técnicas de creatividad, lo que pide el mercado y lo que se le va ocurriendo de acuerdo con la experiencia, pero no es que nos sentemos todos a pensar “a ver qué desarrollamos”, no más bien es lo que pida el mercado...No desarrollamos con ninguna otra empresa, los desarrollos nuestros son nuestros, si nos han propuesto pero no queremos compartir y los secretos tecnológicos son nuestros, digamos que en spas hemos desarrollado mucha electrónica, mucho vapor, mucho gas, mucho equipo, que son secretos nuestros y no los compartimos...Las máquinas que se usan son automatizadas, son manuales, automáticas y semiautomáticas, de las tres tenemos, de acuerdo al nivel que se requiera, ese es uno de nuestros secretos de éxito y es que hemos podido automatizar muy bien un spa, la producción de vapor, el control de temperatura y de la humedad ha sido una buena innovación que nos ha llevado a posicionarnos bastante bien...En el caso de los calentadores a gas para baños saunas importamos unos equipos de estos, vimos las falencias que tenían, las corregimos y sacamos la versión corregida, mejorada y aumentada...Los modelos de los nuevos productos se hace mirando básicamente lo que se hace en otros países, como le digo, los primeros modelos muchas veces los importamos y vemos que hay en Estados Unidos o en Alemania y traemos un modelo, un prototipo, que es una máquina ya importada, verificamos como las podemos mejorar porque la gran mayoría de las veces requiere de mejoras, no son aplicables acá y los adaptamos y los entregamos... Nos enteramos por internet...Las ideas nacen del mercado, el cliente pide y nosotros también le ofrecemos lo que él pide desde el punto de vista de innovación”. [E4]

“Se hacen sesiones de ideación o sesiones de *Design Thinking* donde el equipo de innovación se reúne y ahí se exploran y se analizan ideas potenciales que se puedan tener, se hacen escenarios y se estudian y si se necesita información adicional, participan personas de diferentes procesos de la compañía...Dependiendo del alcance y de con quien tiene que ver los proyectos los equipos se integran con las personas que se requieren. Antes el cliente tenía que dar muchas especificaciones y con esas especificaciones se hacía el proceso de desarrollo del producto, es decir, se trasladaba las especificaciones que daba el cliente a un plano del producto, ahora no, ahora se diseña el producto partiendo de necesidades del cliente ya no de un plano a una especificación sino de una información preliminar, por así decirlo. Ya la entrada no es un plano, sino un requerimiento que puede ser de carga combinado con algo dimensional de cómo se va a comportar nuestro producto con los demás componentes del sistema... El *Design Thinking* se ha utilizado en el marco del proceso de innovación, se utilizó precisamente para el proyecto que se trabajó con la empresa [petrolera], para eso se utilizó la metodología... el año pasado si hicimos algunos talleres con algo de *Design Thinking* pero enfocado no tanto a la fabricación de prototipos sino al bosquejo de prototipos, a la creación de escenarios. En el taller que se hizo se conformaron grupos, esos grupos planteaban la posibilidad de fabricar algún componente o de establecer una estructura para el tema de eficiencia energética, fue uno de los temas que salió, o el otro tema era de herramientas y fabricación de herramientas, entonces proponían diagramas de flujo como una de las fases de *Design thinking* no del prototipo como tal, sino como iba, en unos esquemas, a funcionar el prototipo, algo así fue lo que se trabajó, pero este año no he podido realizar talleres de ideación o de generación de proyectos... El *Design Thinking* se utiliza para la generación de ideas, en general, para la generación de ideas...Nosotros hemos realizado muchas mejoras de productos utilizando en el modelo de innovación, son mejoras en productos ya existentes que ha ayudado a mejorar las características y el comportamiento de los productos, y al interior se han mejorado los esquemas de diseño y de investigación”. [E5]

4.4.4 Concepto de referencia

Definición: Es la solución seleccionada después del proceso de depuración y filtración de las ideas.
Palabras frecuentes: Proyecto (33), producto (9), ideas (8), innovación (8), cliente (7), proceso (7), sistema (7), diseño (6), mercado (6), plano (6).

El **presupuesto** de la empresa solucionadora, los **requerimientos del cliente**, las **capacidades tecnológicas** y el **alcance del proyecto**, son algunos de los criterios que se toman en cuenta para seleccionar la solución definitiva que se va desarrollar. Este es el testimonio de los participantes:

“Se comparte y se analiza, como no hay tanto personal, digamos está el técnico, el vendedor, el jefe de producción, pues que tiene experiencia en qué hacer y cómo hacerlo, “esto lo podemos presentar así, se puede hacer acá o se no se puede hacer, hay que subcontratar algún proceso”, pero no así tan estructurado.”. [E1]

“Nos sentamos cuando estamos diseñando en el momento de diseño, no sentamos todos y todos están pendientes de la parte del diseño y ahí podemos ver como se ve la máquina como se ve el montaje, y son sentamos a hablar y hacemos un consenso, y pues tampoco lluvia de ideas pero vamos comentando lo que pensamos lo que podría ser y lo traducimos en el computador en el software y miramos como mandamos la pieza, si se ve bien o si debe ser más alta o con más ángulo”. [E2]

“...y este proyecto [WCS] comienza a depurarse poco a poco y en este proyecto la primera intención que tuvimos fue conseguirlo ya hecho, “comprémoslo, es software lo pueden vender, lo venden claro, pero comprarlo en el exterior nos sale muy caro, entonces ya no somos competitivos”, eso comienza a matar las ideas de cosas y se va desarrollando el proyecto... Los hitos van dando cambios en el proyecto, usted tiene un esquema general del proyecto, pero el proyecto va cogiendo su propio camino, va hablando solo, puede que este WCS nuestro qué tal que termináramos comprándolo, podría ser, pero el fin mismo, el alcance del proyecto de lograr ser un integrador no necesariamente obligue a que lo desarrollemos internamente, podríamos terminar comprándolo, pero el problema es el objetivo no cómo lo haga, el problema es volverme integrador de manejo de material, mi negocio no es desarrollar software, mi negocio es ser integrador, si termino comprando no tengo los recursos, no tengo la gente y si en un momento dado tengo una propuesta que me vale U\$60.000 hacerlo, lo hago y llego a mi proyecto de innovación”. [E3]

“Los criterios para seleccionar un proyecto son básicamente lo que le digo la demanda en el mercado, obviamente el presupuesto que se pueda invertir en ese proyecto y que lo podamos realizar... Primero, se firma un contrato con el cliente, se le pasa una cotización y esa cotización se modifica hasta 17 veces y en esas 17 veces, no siempre 17 veces, se llega al depurado de que es lo que se necesita, “yo necesito un calentador de tantos BTU, de tal tamaño, que me ahorre de tal manera, puede ser un calentador a vapor, eléctrico o a gas, puede ser un serpentín de tal o cual manera”, pues todo el proyecto, incluyendo no solamente la parte metalmecánica sino también la parte eléctrica, la parte electrónica, la parte de vapor, la parte de gas, la parte civil, la parte arquitectónica”. [E4]

“Una vez se tengan detectadas esas oportunidades y esas necesidades que se puedan dar hacia el mercado, viene un proceso de selección, de priorización de proyectos que se evaluará a través de establecimiento de análisis por matrices o inclusive en el proceso de innovación nos quedó construida una herramienta en Excel para priorizar estos proyectos y que permite a partir de unos parámetros y

variables que se establecen al aplicativo, puede uno plotear como cuáles son los proyectos potenciales que se pueden desarrollar con mayor impacto... Lo que sale del Comité de Innovación se filtra y se establece lo que puede ser de impacto o lo que puede trabajarse con mejora continua, se filtra lo que es de innovación y lo que es de mejorar continua, lo que es de innovación se estructura como un proyectico o un pre-proyecto para hacerle generación de cifras, generación de objetivos y presentárselo a la gerencia, si la gerencia dice: "okey, vamos para adelante, pues se maneja ya como proyecto". [E5]

4.4.5 Experimentación y validación

Definición: Construcción de prototipos del concepto de referencia, realización de pruebas y validación del concepto con el mercado (cliente) y con producción.

Palabras frecuentes: Diseño (56), producto (48), prototipo (47), cliente (35), producción (32), proceso (30), prueba (27), sistema (19), desarrollo (18), proyecto (16).

Las **características de las piezas o equipos** y las **exigencias del cliente o segmento de mercado** marcan la pauta para del proceso de experimentación. En algunos casos se desarrollan **prototipos físicos y virtuales** del concepto de producto con el apoyo de **software especializado** y en otras ocasiones se realizan **pruebas y ajustes sobre el producto final**. El **cliente** desempeña un papel importante en la **validación del producto**. Este es el testimonio de los participantes:

"...porque también hay esa tendencia de parte difícilmente se le puede cobrar, que yo le diseño, que le fabricamos algo nuevo para mejorar se le cobra el repuesto, que los planos "yo no necesito planos", no pagan un plano, entonces hay que cargarle ese costo de hacer el plano, de ir, de venir, de hacer las pruebas al producto... Hay que hacer determinada cantidad de piezas, no son producciones grandes. La política es que si se hacen más de diez piezas, primero hay que hacer una de muestra, donde se revisa se le hace control de calidad, si está bien se procede a producir el lote... Algunos productos, en especial con piñones, se hace un prototipo en madera primero y se hacen mediciones, se hacen prototipos en software, se hace más que todo para el proceso de mecanizado, se hace la simulación del tiempo que pueda demorar y la forma de hacerlo, se tiene maquinaria CNC... Tenían problemas porque esta parte de acá es como débil, siempre los traían de Alemania y se les partían por acá, y cuando se partía uno, eso va a una velocidad impresionante, dañaba la máquina; algunas reparaciones podían costar \$50.000.000. Nos dieron la oportunidad de hacer unas muestras, llevamos el material, escogimos el mejor material, este es acero inoxidable martensítico, los originales eran con fundición y estos los hacemos todo con proceso de mecanizado partiendo de un placa rectangular, se hicieron las pruebas, eso ya hace más de cinco años, funcionaron y siempre que necesitan somos los únicos que los hacemos, les cortamos un problema de raíz porque nunca más volvieron a fallar y por eso hasta nos dieron un premio... En este caso se hicieron las muestras, ir a probarlas, que hay que quitarles más por aquí porque estorba allá, arreglarlo, vuelva a probarlo, listo funcionó ahora si hágale". [E1]

"...es el caso de unos rodillos transportadores, que fue ensayo prueba y error. Llevamos con estos rodillos dos años trabajando el diseño y ya llegaron a los que son hoy en día... Entonces ahora estamos tratando de montar este diseño, pero fue ensayo prueba y error. Vimos que había un tipo de rodillo que hacían con un tubo, lo partían y lo desmochaban para la industria concretera, empezamos a utilizarlos y vimos que se podía mejorar el diseño, entonces, ya cogimos el tubo y les pusimos unas

láminas dobladas, después un cliente nos dijo: “esta bueno el diseño pero se me está metiendo el material por los rodillos, me está dañando la banda transportadora”, entonces empezamos a buscar cómo generar más bien un cono que nos quitará el peso pero que no permitiera que se metiera el material, a tal punto que nos tocó con el proveedor de las láminas empezar a diseñar un sistema, a diseñar una máquina para poder rolar estos conos, porque en la industria no había una máquina que nos pudiera rolar los conos tan pequeños y del calibre que necesitábamos. ... Con el caso de las bandas transportadoras, podemos contar con nuestras propias plantas de trituración y eso ha sido una de las ventajas que hemos tenido en el mercado colombiano y frente a la competencia...Entonces esto ha sido una gran ventaja y un diferencial que tenemos grande con nuestros competidores. Porque al tener nosotros nuestros propios montajes, canteras, podemos probar los equipos... Cuando tenemos un nuevo equipo lo llevamos primero a nuestras plantas y ahí comenzamos una retroalimentación, una investigación de cómo ha funcionado... Tanto como prototipos no, con el productos final se hacen las pruebas. Bueno se puede decir prototipo el que usamos nosotros en nuestras plantas, se podría decir prototipo. Y miramos si funciona o si tenemos que cambiarle algo para poderlo vender a un cliente, para tener la seguridad de que estamos vendiendo algo de calidad. Usamos Solid Works e Inventor con el también hacemos análisis de fatiga de materiales, comportamiento de fluidos, eso es un prototipo antes de poder fabricarlo. Se diseñan todas las piezas, se ensamblan y se mira que esté correcto todo, el funcionamiento. Se hacen retroalimentaciones con el cliente una vez instalado y en funcionamiento”. [E2]

“Nuevamente me remito al proceso de calidad, los procesos de calidad tienen unas fases claves de desarrollo de producto, se hace una fase de desarrollo teórico, que termina en un prototipo, luego viene un lote piloto que es validado, depende del proyecto, determinadas fases de validación, después sale un primer lote de producción para poder entrar en la producción definitiva... El cliente entra en una fase que se llama validación, usted tiene que poder interpretar la necesidad del cliente, el cliente le da a usted unos datos de entrada, usted debe tener la inteligencia para interpretar esos datos de entrada y dar una información de salida o un producto de salida que va a ser validado por el cliente”. [E3]

“Se realizan prototipos y pruebas de funcionamiento normalmente no destructivas, de funcionamiento, de eficiencia y de mejoramiento. Se utiliza software para modelamiento, Autocad, Solid Works y otros...validamos con el cliente, le enviamos los tamaños, las formas de equipo y los validó y lo fabricamos, lo construimos y lo entregamos y después de que lo entregamos nos dijo: “no me gustó”, “pero señor ya están los planos y mire su validación y todo”, “si pero no me gustó cámbienmelo”, “okey, pero eso ya es un costo suyo porque finalmente lo validamos, hicimos renders para que lo mirara y estubo de acuerdo, pero un arquitecto allá que no le gustaba tan plano sino más angosto y más alto, entonces a bueno, okey”... No se hacen pruebas de validación con el mercado, se envía ya el producto terminado y ahí es donde finalmente uno se da cuenta si el producto es aceptado o no, hasta ahora todos han sido aceptados”. [E4]

“...cuando en el año pasado se terminó el proyecto en agosto que dimos por terminado el entregable de IMAL, que el entregable era un diseño validado teórica y matemáticamente del sistema de suspensión, la fase que seguía era la fabricación del prototipo para poder validar el sistema de suspensión aunque nosotros con todos estos cálculos que se hicieron, análisis que se hizo nosotros estamos seguros que el sistema de suspensión funciona... antes ¿qué se tenía?, se tenía un plano del cliente y ese plano se cumplía, ahora la propuesta es diferente se hace la construcción de una parte y una vez se tenga la parte se genera un plano para que vaya a aprobación por el cliente, esa es una diferencia producto de la implementación de un área que se llama Investigación y Desarrollo... después se migro hacia el diseño del producto y del proceso, entonces se diseñaban partes y ahora se implementó esta metodología de diseño que es nueva y está basada en modelamiento computacional. Esta metodología es más eficiente en la medida que permite generar prototipos que le mejoran la confiabilidad al producto final, es decir, se va menos a prueba y error, y más hacia el diseño de un producto confiable... Inicialmente, en ¿dónde hemos hecho prototipos? Como en dos

proyectos, en el de suspensión adaptativa, el prototipo en el marco de *Design Thinking* hicimos un prototipo didáctico, pero ya después lo que hay en este momento es un prototipo virtual, no se ha fabricado todavía porque requiere de una inversión del orden de \$40.000.000 a \$50.000.000 para hacer el prototipo nada más, entonces todavía está el prototipo virtual, pero ya obviamente con todo el modelamiento, pero para la generalidad en sistemas de suspensión, que es lo que más prototipamos o fabricamos o diseñamos se hacen prototipos virtuales para luego si fabricarlos, se hace toda una validación del diseño a través de prototipos virtuales ... Generalmente, nosotros pasamos de la fase de diseño directamente a producción y en producción se siguen las etapas de desarrollo del producto, entonces viene una etapa de preproducción, una etapa de lanzamiento y una etapa de producción, digamos que eso es lo normal, algunas veces dependiendo del mercado, no hay etapa de preproducción sino que hay etapa de diseño y fabricación, solamente, en el tema de los productos que manejamos acá, o sea de helicoidales o ballestas, ya de otros productos nosotros apenas estamos empujando el desarrollo de eso, desde la parte comercial casi que se piden lotes de muestra producción, por así decirlo, es decir se pide la primera producción, que son producciones grandecitas que de una vez testean el mercado... luego se solicita diseño o validación del diseño dependiendo del caso, si es diseño se establece un plan para generar el diseño y unas fechas y un cronograma de realización del diseño, una vez se tenga ese diseño que es un prototipo se establece una orden de producción para generar un lote de producción, dependiendo del mercado, el lote puede ser prototipo producción de una vez o por ejemplo para reposición nacional o para exportaciones, generalmente, son lotes de prueba producción, pero si es para equipo original, entonces es un lote de prueba, son menos unidades son seis unidades, diez unidades y luego de que se valida con todos los ensayos de laboratorio y se valida con el cliente, ahí se genera producción". [E5]

4.4.6 Difusión interna

Definición: Proceso de divulgación del nuevo producto en la organización, incorporación en el portafolio de productos, ajuste de los procesos involucrados. Lecciones aprendidas y procesos de protección del conocimiento.

Palabras frecuentes: Cliente (27), producto (22), proceso (17), proyecto (14), conocimiento (13), producción (13), aprendidas (12), desarrollo (12), lecciones (12), sistema (12).

Las empresas del estudio manejan **diferentes niveles de documentación** de las primeras etapas del desarrollo del nuevo producto, en algunos casos se guarda la información fundamental y en otros casos se manejan bases documentales amplias. Se manejan mecanismos como "**lecciones aprendidas**" en procesos de retroalimentación cuando se presentan **fallas o irregularidades**. En cuanto a la **protección de la información**, para **algunas empresas no resulta atractivo**, por **costos**, el **grado de especialización de las piezas** y la **baja percepción** de los niveles de **seguridad de los sistemas de protección de propiedad intelectual** del país. Este es el testimonio de los participantes:

"Tenemos un formato que se llama Estudio Técnico de Cotización en donde se contemplan los materiales, si se consiguen los materiales, por tamaño, por peso, por tecnologías, si podemos fabricarlo con las máquinas que tenemos, listo si se puede hacer... No tanto fichas técnicas, "usted sabe dónde están, el programa se llama tal, el código, el plano, el nombre de la pieza" y no más. Los dispositivos quedan siempre en el almacén y el programa de mecanizado queda en el computador y eso siempre se les hace acá, se usa una codificación para identificar las piezas después que se hacen,

a veces se pierde información y otra vez vuelva a hacer, falta organizar esa parte... En este caso se hacen patrones para probar la rosca para garantizar siempre que se haga quede igual, que vayan a roscarlo allá a la pieza donde ensambla y no haya falla, entonces se tiene el patrón para probar la rosca y se guarda, se identifica; algún otro dispositivo para colocar esto allá para que cuadre esto, cuadre esto y cuadre esto, aparte de la medición. Los patrones garantizan que todas las piezas nos van a quedar igual y hay un programa de centro de mecanizado para esta parte que es como compleja que siempre va a ser el mismo y se iguala... No se ha pensado en patentar porque solo le sirve a esa máquina, no puedo decir: "bueno voy a fabricar otros para ofrecerlos a otras empresas", es muy exclusivo". [E1]

"No hay un proceso formalizado para el desarrollo de nuevos productos. Actualmente estamos haciendo las mediciones para este rollo, porque es lo nuevo que estamos haciendo... Las retroalimentaciones de lo que se debe mejorar se hacen con el líder del proceso (líder de proceso de soldadura y líder de proceso de mecanizado), el jefe de producción se encarga de hablar con ellos y hace una reunión con los dos o tres operarios que manejan la fabricación de esa pieza o de ese equipo... Si sale un producto nuevo se tienen los planos, se tiene todo el proceso de fabricación, se le hace un APU y se le tiene listo para cuando lo exija el cliente. También, se toma registro fotográfico, tenemos todo listo para cuando el cliente lo solicite o cuando nosotros mismos le digamos al cliente: "mira tenemos este producto, lo podemos meter en este montaje que está realizando, este producto lo tenemos en esta planta de nosotros o este producto ya fue montado en la planta de este otro cliente si quiere vamos, revisamos como esta y miramos si lo pruebas... Hoy en día estamos tratando de patentar este diseño y los estamos metiendo en las plantas de Argos... Y lo estamos logrando a través de Argos, también. Que sería como el soporte de prueba que funciona". [E2]

"Yo manejo mucho el concepto de gestión del conocimiento, he trabajado mucho en la gestión del conocimiento y la metodología que usamos mucho es el de mapas metales para el desarrollo de proyectos, lo que pasa desafortunadamente en las empresas el 80% del conocimiento es tácito; sin embargo, aquí buscamos formalizar la gestión del conocimiento... Tenemos unos protocolos de reporte, los ingenieros reportan los proyectos con unos formatos específicos, si usted quiere llevar un proyecto a la reunión de ingeniería tiene que llenar un formato que consta de 25 preguntas técnicas más planos, esas 25 preguntas tienen que estar contestadas... Ese mismo sistema de APQP genera de salida siempre dos documentos, busca documentar el trabajo, entonces hay un proyecto como este que tiene una documentación que va permitiendo hacer la bitácora del seguimiento y al final todos nuestros productos terminan con unas especificaciones, unos materiales, un diseño, unos costos y unos cronogramas, eso es documentación de un proyecto, entonces lo que nosotros buscamos siempre es dentro de la filosofía de los sistema de gestión de la calidad, "haz lo que tienes escrito y escribe lo que tienes hecho o lo que vas a hacer", documentamos lo que podamos, lo que se puede porque es muy muy difícil, porque en la cabeza de las personas hay mucho conocimiento. Es fácil documentar casos con videos, por ejemplo, en este proyecto que tenemos ahora podemos filmarlo, podemos dejar el plano y hacer la simulación, se puede documentar y de hecho todos nuestros proyectos vendidos y no vendidos tienen su documentación, pero documentar la experiencia de una persona en un caso es bien difícil, el tema de gestión del conocimiento es bien complicado. Trabajamos fuertemente, todas estas metodologías, de la reunión de ingeniería con sus metodologías son parte de la gestión del conocimiento, además que tenemos una base documental súper fuerte, yo digo más de lo que me gusta; los sistema de calidad cuando comenzamos en este país con el tema, todos caímos en lo mismo, como tocaba escribirlo todo, todo se escribía de una forma inútil, extensa y mal hecha, las cosas hay que escribirlas de una forma práctica y sencilla, a mí me sirve un diagrama, un dibujo cortico". [E3]

"Nosotros desarrollamos el modelo y lo vendemos y ya se sigue vendiendo como un producto de línea... Se oficializan planos, se suben a la página en construcción y queda ya para ofertar en los diferentes negocios que hacemos... No somos muy formales, pero si somos muy innovadores... Se dan capacitaciones, más que capacitaciones se acuerda en donde fallamos y en donde debemos

mejorar, porque si hay prototipos que han fallado, sistemas de ventilación, sistemas de eficiencia, quemadores, la electrónica a veces falla entonces tenemos que corregirlas rápidamente y a veces es sobre un prototipo que ya está o sobre un modelo que está en funcionamiento, entonces lo corregimos y “de ahí en adelante va de esta otra forma”. Esa información no está en documentos, en este momento tenemos esa falla. Consignamos pero no oficialmente, y esa es una falla, lo reconozco y estamos trabajando en eso... Esa información no está protegida por propiedad intelectual, no lo tenemos patentado, que lo hagan. De momento no es atractivo patentar, si hemos pensado en patentar pero por el momento no es atractivo, porque digamos que finalmente no son equipos fácilmente desarrollables, no tanto en la parte metalmecánica, aunque si tienen sus secretos, y uno lo puede ver, pero vaya y hágalo funcionar ahí está el secreto, en el caso de barreras de vapor que no es metalmecánico pero es de la parte civil no nos interesa patentarlo porque es bien difícil desarrollar el producto, en este momento no hemos pensado en patentarlo, hemos patentado productos en Estados Unidos pero es bastante oneroso, allá una patente puede estar del orden de \$50.000.000 a \$75.000.000 y aquí las patentes no son muy fuertes, son fácilmente fusilables, entonces preferimos quedarnos quietos”. [E4]

“Todo eso está estandarizado, esta estandarizado por la norma que nos rige, la de autopartes, entonces ¿cómo se entera producción de lo que está saliendo?, pues a través de la documentación que acompaña la orden de producción, ahí están las especificaciones, ahí están las frecuencias de verificación, ahí está todo lo que se controla y cada cuanto se controla, si hay alguna retroalimentación, pues hay unos formatos para captura de información de desarrollo de producto que se encargan de recopilar la retroalimentación que se tenga durante el desarrollo de la parte, en la fabricación de la parte; ya con esos formatos se retroalimenta el sistema... Las lecciones aprendidas son muy enfocadas hacia generación de acciones correctivas. Entonces donde hay una no conformidad reportada por el cliente o cuando hay auditorias o cuando hay irregularidades en planta que sean de alto impacto se trabajan lecciones aprendidas y hay una base de datos de lecciones aprendidas que reposa en el software de documentos en donde se pueden identificar que se dejó de hacer algo bien, antes. Si hoy hubo un problema de algo para buscar la solución se revisa que no haya estado en lecciones aprendidas, pero si voy a generar un proyecto no se revisan lecciones aprendidas, se revisan más que todo cuando ocurren accidentes, cuando hay afectación a la seguridad del trabajador o cuando hay una no conformidad en calidad, hace parte del estándar de revisar lecciones aprendidas”. [E5]

4.4.7 Difusión externa

Definición: Proceso de divulgación del nuevo producto al entorno. Procesos de lanzamiento y seguimiento del producto posventa.

Palabras frecuentes: Cliente (29), proyecto (22), producto (21), lanzamiento (18), mercadeo (11), empresa (6), equipo (6), ferias (6), posventa (6), proceso (6).

Los productos nuevos se dan a conocer durante el **proceso de venta**, otros no necesitan de procesos de divulgación debido a que son el resultado de **pedidos especiales del cliente**, en este caso se realizan **procesos de seguimiento y/o respaldo de la garantía**. Algunas de las estrategias de comercialización usadas consisten en brindar **pruebas físicas o reales del funcionamiento de los equipos**. En esta etapa las empresas seleccionan diferentes **canales** para llevar el producto al cliente (e. subastas) y **medios de promoción** (ej. ferias, internet). Este es el testimonio de los participantes:

“Aquí hay un trabajo de posventa de hacerles seguimiento, si falla mirar por qué falló, ver si hay que repetirlo, se repite, siempre se da la garantía, si se partió el eje, entonces por qué se partió, ahí se le puede hacer trazabilidad para ver en donde se compró el material, si era el material que era, ¿se tuvo cuidado en el proceso de mecanizado?, ¿no se calentó?, cosas así”. [E1]

“Es importante demostrarles a los clientes que estamos innovando, porque a veces tienes innovaciones que le haces a tu máquina, a tu equipo, pero el cliente no sabe que tú le hiciste eso, “ahí está el molino”, “pero en ¿qué se diferencia de otros?”, entonces está en la capacidad de uno, poderle explicar al cliente: “vea estamos innovando en tipo de pantallas con este tipo de fundición que te mejora más que este tipo de molino o esta marca que usualmente se utiliza”... Principalmente, a Estados Unidos. Nosotros tenemos relaciones en Estados Unidos: con varias compañías que hacen subastas, entonces pues es una forma cómo podríamos vender los equipos más fácilmente, más rápido. Entonces la idea es llevarlos a las subastas y haya se venden... nosotros mismos le digamos al cliente: “mira tenemos este producto, lo podemos meter en este montaje que está realizando, este producto lo tenemos en esta planta de nosotros o este producto ya fue montado en la planta de este otro cliente si quiere vamos, revisamos como esta y miramos si lo pruebas”... Nosotros garantizamos nuestros equipos por seis meses, por defecto en fabricación. Durante esos seis meses se le hace el seguimiento y también se le ofrece el servicio posventa. El servicio posventa es que: “necesito ampliar mi montaje”, “listo venga miramos, diseñamos, ¿cuáles son sus requerimientos?, ¿necesita otra banda?, ¿necesita otro molino?, venga miramos cómo lo ponemos” y obviamente se le fabrica y se le instala. O que “necesito más rodillos porque se me dañaron los rodillos, ya cumplieron su vida útil”, entonces los fabricamos y los montamos, esos serían los servicios posventa, los mantenimientos, los servicios de izaje, nosotros complementamos lo que estamos haciendo con los servicios de izaje y de transporte, por eso todos los modelos de negocio se complementan los usos con los otros”. [E2]

“Mercadeo comunica me da herramientas para comunicar, que todos los medios de comunicación sean consecuentes, que entregue la información de lo que es la compañía, que muestre los productos y yo con esta herramienta puedo decirle al cliente esto es lo que necesita... En Mercadeo tenemos un asistente de mercadeo. Mercadeo en esta empresa es el área que se encarga de manejar las herramientas de ventas, Mercadeo consigue citas, Mercadeo actualiza páginas, bases de datos, hace actualización de bases de datos de clientes. Nosotros manejamos un CRM que es un software de manejo de clientes, que está en la nube... Hay una fase de lanzamiento. El lanzamiento de producto siempre tiene que ser un hito importante, significa el cierre de muchas cosas y el arranque de una nueva cosa, cierra la etapa de innovación, de planeación y de proyección y comienza la etapa de mercadeo y venta, entonces hay un cambio de fase inmediatamente cuando hay lanzamiento, depende, nosotros no somos una empresa para hacer grandes lanzamientos, lo que yo esperaría para un proyecto como este el WCS, es coger a un primer cliente y venderlo a costo porque yo con un proceso instalado puedo decir en donde lo tengo instalado, vamos y lo vemos, eso es una fase de lanzamiento, no tiene que ser con coctel y fiesta, la fase de lanzamiento es que el proyecto salga en vivo que se diseñen estrategias de comunicación, probablemente en el momento del lanzamiento del WCS tendremos un catálogo con sus especificaciones, materiales, instrucciones de cómo se implementa, todo”. [E3]

“...participamos en ferias, pero en las ferias que participamos no es como comprador sino que es más hacia los clientes... Ninguna actividad se realiza para el lanzamiento del producto al mercado, no ninguna. Simplemente, en las reuniones de acuerdo del proyecto se le ofrecen al cliente las diferentes alternativas y si ya está implementado se le hace notar ese producto y el cliente lo selecciona, pero que hagamos lanzamiento de un producto, no... Hacemos servicios posventa cuando nos llaman para garantías, hacemos mantenimiento y firmamos contratos de mantenimiento para mantener en funcionamiento los equipos que nosotros vendemos, tanto importados como de fabricación nuestra.”. [E4]

“En reposición nacional tenemos una red de distribución que está compuesta por clientes mayoristas y esto se hace a través de Chaneme, que es la empresa comercializadora del grupo y tenemos unas bodegas satélites que atienden las regionales de Medellín, Barranquilla, Bucaramanga, y aquí en Bogotá. Y hay una red, también, compuesta por almacenes, por talleres, por puntos de venta directa con los clientes, esa es básicamente nuestra red de distribución... ¿Lanzamiento? Yo creo que sí, lo hace mercadeo. Los productos se han expuesto en ferias nacionales e internacionales, en las Vegas en Europa, se va como Grupo, no va IMAL sola sino que va como Grupo, o patrocinio de ferias, carreras de tractomulas, no se ahora pero hace algunos años se hacía mucho eso... Dependiendo del mercado, para equipo original se hace un monitoreo posventa, para reposición no tanto como uno no interactúa con el cliente final es muy difícil hacer ese seguimiento, pero si se hace seguimiento a los distribuidores, la cadena de distribución... hicimos un proyecto de un aplicativo, un app para IMAL que ya está funcionando y lo tiene los clientes de IMAL, que es un mecanismo de relacionamiento con nuestros clientes y que nuestros clientes a la vez también puedan conocer y tener acceso al catálogo y puedan ver la información técnica de nuestros productos”. [E5]

4.4.8 Ajuste estratégico

Definición: Alineación del proyecto de innovación con la estrategia de la empresa. Afectación de las condiciones del entorno.

Palabras frecuentes: Innovación (43), proyecto (40), empresa (33), mercado (32), ingeniería (27), producto (26), valor (21), proyectos (19), cliente (18), equipos (18).

De acuerdo con los entrevistados, en **ocasiones** los **proyectos de innovación** se encuentran estrechamente **relacionados con la estrategia** de largo plazo de la empresa, y en **otros casos**, los proyectos se desarrollan para mantener la **supervivencia** de corto plazo. Algunas de las empresas del estudio han optado por **agregar mayor valor** a su oferta, fortalecer sus **capacidades tecnológicas**, **diversificar** su portafolio de producto y/o mantenerse en **segmentos de mercado** en donde la **competencia no sea tan intensa**, algunas de estas decisiones han estado influidas por los cambios en el entorno y los cambios en los mercados que jalonan la demanda de estos productos. Este es el testimonio de los participantes:

“La visión hay que cambiarla porque no logramos un objetivo que era poder exportar, a partir de este año, poder exportar a otros países vecinos, pero esa parte se quedó como estancada no es fácil, es complicada... Se cotiza buscando de que debe dejar alguna utilidad, ya el cliente decide, a veces se sacrifica algo de utilidad, “no tengo más presupuesto, cambiémosle algún material para bajar algún costo”, cosas de esas... No hemos hecho así cosas muy grandes, por ejemplo esta de Acerías, lo estamos dudando [...], se hizo la visita de obra, hay demasiados requisitos, hay un trabajo que hay que hacer en campo, entonces hay que tener un supervisor en seguridad industrial que este pendiente únicamente de los procesos que se van a hacer allá, que un ingeniero mecánico interlocutor para estar en constante comunicación, aclarar dudas, todo este tipo de cosas. Las personas que podamos enviar a trabajar hay que asegurarlas en el ARL con riesgo nivel 5, allá recibir unas capacitaciones, conseguir permisos para trabajar, hay como mucha restricción que a veces, que dice uno: “¿vale la pena o no vale la pena?”... No hay mucho de donde escoger, también a veces la necesidad de trabajo, a bueno que hay muy poco trabajo entonces nos toca hacerlo, muchas veces por cubrir los costos operativos, la gente no se puede estar cambiando porque es un trabajo bastante técnico y es muy

difícil conseguir operarios y si no hay trabajo hay que mirar como sostenerlos... Hay dificultades económicas, siempre las hay, uno siempre quiere tener una mejor máquina una máquina más grande, nosotros nos hemos enfocado por piezas grandes, [...] tenemos el centro de mecanizado grande, de los más grandes de los que hay en el país, entonces eso es una ventaja frente a la competencia, pero si hay mucha competencia no desleal, sino que la gente hace lo que puede, el tornero que está trabajando y dice: "yo ahorré puedo ir a comprar un torno" y lo pone en el Ricaurte, no tiene una carga administrativa y hace piezas muy baratas, en esas piezas pequeñas nos somos competitivos... En este caso los aceros son muy costosos, la gran mayoría son importados y en este momento con el precio del dólar se han pegado una subida tenaz, a veces supera el 50% el valor de los materiales... Los productos de China están en todos los niveles, hace un tiempo nosotros reparábamos reductores para una transmisión, reductores pequeños uno cobraba por ahí \$1.200.000 por hacer el sinfín o la corona, cambiar rodamientos, cosas de esas, \$1.500.000; después ya nos dice un cliente: "\$1.500.000, con eso yo compro un reductor nuevo chino en \$1.500.000, entonces mejor los compro, puedo comprar dos y dejar uno por si de pronto falla", entonces esa parte si ha sido complicada. Entonces hay que buscar otros clientes otros trabajos. Estábamos tratando de incursionar en el sector petrolero se hicieron algunos desarrollos de piezas que normalmente son casi todas importadas, por ejemplo de los petroleros, pero aquí se hicieron algunas piezas que funcionaron e iban bien, pero se cayó el mercado y no volvieron a pedir". [E1]

"El grueso de la fabricación está enfocado todo hacia la parte minera y también hacemos las camabajas, los tráileres especiales también los fabricamos acá... La innovación es una parte bien importante, para una ventaja competitiva frente a los competidores. Es una ventaja estar siempre innovando. Bueno es importante, pero aquí no se innova tan a menudo por el mismo mercado, pero si es importante... Con el caso de las bandas transportadoras, podemos contar con nuestras propias plantas de trituración y eso ha sido una de las ventajas que hemos tenido en el mercado colombiano y frente a la competencia... Hasta el año pasado estábamos enfocados en Colombia ya hoy en día estamos mirando proyectos para empezar a exportar, pues con el beneficio del dólar, puede que sea una ayuda para poder llevarlos afuera". [E2]

"La apertura económica ha afectado a la empresa y también ha sido una oportunidad para nosotros. A raíz de la apertura del país, nosotros éramos como fabricantes y exportadores desde un principio. Como empresa nacemos en autopartes, como metalmeccánicos y nos damos cuenta que en autopartes es un trabajo de maquila, un trabajo de poco valor agregado que no nos interesa mucho y hace unos veinte años comenzamos a trabajar en ingeniería de manejo de materiales, que es la ingeniería para mover las cajas y los paquetes en las empresas, entonces en un principio comenzamos fabricando bandas transportadoras, a partir de la apertura de los años noventa comenzamos a buscar contactos en el exterior y hoy en día somos fabricantes e importadores, entonces para nosotros es una ventaja y una oportunidad, y creo hoy en día que es más una oportunidad porque nos ha permitido integrarnos a cadenas de producción mundiales, es decir nosotros vendemos muchos equipos a los que les hacemos la ingeniería de la aplicación aquí, nosotros agregamos el valor de ingeniería de aplicación e importamos los equipos y cuando necesitamos fabricar, para ser más competitivos, fabricamos algunas partes acá... Lo que nos ha permitido la apertura, el contacto con el exterior, es insertarnos en las cadenas de valor mundiales, entonces hay un cliente que necesita un centro de distribución acá, ese cliente nos llama a nosotros que somos locales, nosotros somos una empresa de ingeniería de manejo de materiales [...] entonces lo que nos ha servido a nosotros, el estar conectados en la cadena de valor mundial es que si no estuviéramos conectados con una empresa extranjera no accederíamos a estos proyectos porque el conocimiento no está aquí y el estar conectados nos permite agregar valor desde el punto de vista de ingeniería en los proyectos y no tanto en la manufactura, sino desde el punto de vista de ingeniería, entonces desde ese punto de vista nos ha permitido desarrollarnos no tanto como empresa manufacturera sino como empresa de ingeniería de manejo de materiales... nosotros detectamos que la innovación ya no es metalmeccánica, ya no estamos innovando en metalmeccánica, en los fierros no nos interesa innovar, nosotros estamos trabajando en un elemento hoy en día, que es un proyecto de

innovación que tenemos de un elemento que se llama en automatización el *Warehouse Control System* (WCS)... Entonces hemos descubierto que la innovación esta en lograr manejar la información de la caja a la misma velocidad de la caja, por lo menos... *Warehouse Management System*, hacer acciones que permitan que las máquinas cumplan la necesidad de la empresa, entonces nuestro trabajo en este momento de innovación no es necesario eso está inventadísimo, las bandas están inventadísimas, usted compra la curva y compra la sección recta, y va armando como un rompecabezas, pero eso no es el problema, el problema es entregar valor al tener un cerebro que controle esas banda... entonces nosotros estamos trabajando a partir de que comenzamos a explorar todo el tema de inteligencia de las bandas transportadoras, comenzamos a fortalecer el área de Control y Automatización de la empresa, tenemos ingenieros de control y automatización que son los que hacen esto y nuestra área de Control está diseñando este WCS, esa es nuestra innovación más importante que tenemos, porque este cerebro es el que nos hace convertir a nosotros, realmente, en una empresa integradora de sistemas. Entonces para nosotros llegar realmente a convertirnos en integradores de proyectos de intralógica tenemos que tener un cerebro que se llama WCS y es nuestro trabajo de innovación... yo no me puedo meter a buscar innovación en bandas transportadoras porque en Colombia no hay el volumen de bandas transportadoras... Nosotros para podernos mantener dentro de una cadena de valor mundial la forma de quedarnos es siendo integradores, alguien provee los equipos, nosotros proveemos la ingeniería y lo integramos, agregamos mucho valor, se gana más con esto que con los fierros, los fierros vamos a terminar haciéndolos en China... el conocimiento *soft* y la integración está aquí, de una empresa metalmeccánica a mí no me interesa el tema de los rodillos, las poleas y como desarrollar una nueva polea, eso está desarrollado hace siglos, no es necesario, eso ya está desarrollado y lo hacen los que fabrican 500 poleas al día y que me voy a poner a hacer aquí con mis tornos de la segunda guerra mundial dos poleas al día, nadie lo hace, no tiene presentación, yo tengo que trabajar aquí en lo grande, entonces eso me inserta en una cadena de valor mundial donde yo apporto realmente y el proveedor internacional no puede hacer lo que hago yo, porque está lejos yo estoy cerca al cliente entonces yo entiendo la necesidad y puedo estar todo el tiempo viéndolo y diseño el *layout* y digo: "la solución es esta", "¿con qué la va a hacer?", "pues voy a importar de Estados Unidos los equipos voy a usar mi WCS y mi control, yo se lo instalo y se lo entrego llave en mano, usted préndalo", eso se llama *turnkey projects*... Se tiene un plan estratégico de negocios a largo plazo, nosotros lo hicimos con la Cámara de Comercio de Bogotá, nosotros estuvimos en el Proyecto Mega y nosotros hicimos nuestra meta mega hace dos o tres años e hicimos un planteamiento de la empresa al 2030. El planteamiento fundamental de la empresa es volvernos integradores y en ese plan de negocios que es un gran marco teórico de dónde queremos llevar la empresa, se va desarrollando un plan de negocio anual, ese plan para llegar a este punto de volvernos integradores de manejo de materiales no fabricantes de bandas sino integradores de sistemas, ha tenido diferentes fases, por ejemplo en esta empresa no había control ni automatización, hemos dado pasos pero todos estos pasos los ha marcado la planeación estratégica de la empresa a largo plazo, que se resume cada año con unos planes de negocio que yo como gerente presento a la junta de la compañía, la junta lo aprueba y al otro año doy respuesta al avance del plan de negocios... ¿Qué tanta prioridad tienen los proyectos de innovación?, es fundamental, para mí es fundamental hay un rubro, hay un recurso, es tan prioritario que es considerado de supervivencia... Nosotros exportamos regularmente a Ecuador, Perú, Bolivia, Panamá, digamos que en resumen toda la zona que nos rodea, toda la zona andina. Venezuela también es cliente nuestro, pero en Venezuela no hay nada ahorita, está acabado". [E3]

"La innovación tiene mucha importancia en la estrategia. Uno de los factores de crecimiento de esta empresa es la innovación... El proyecto es pedido por el mercado y si es innovador, no lo pensamos dos veces, lo hacemos... Una vez perdimos un negocio porque metieron producto chino, pero como a los nueve meses nos llamaron a que quitáramos el producto chino y pusiéramos el nuestro, es decir, no vemos lo chino como amenaza, lo vemos más como oportunidad, hemos ensayado un par de veces sin éxito, buscar producto chino pero no lo hemos encontrado, en el caso de los calentadores del alta eficiencia por condensación, no sé porque no los hemos encontrado, pero hemos buscado y hemos buscado con gente allá en China, hemos ido hasta China y no los hemos encontrado. Si,

hemos competido contra producto chino, la única vez que perdimos o que nos hayamos dado cuenta que perdimos, al final nos llamaron para corregir los daños de la otra persona y nos asignaron el proyecto, hasta el momento no nos ha afectado... Las máquinas que se usan son automatizadas, son manuales, automáticas y semiautomáticas, de las tres tenemos, de acuerdo al nivel que se requiera, ese es uno de nuestros secretos de éxito y es que hemos podido automatizar muy bien un spa, la producción de vapor, el control de temperatura y de la humedad ha sido una buena innovación que nos ha llevado a posicionarnos bastante bien... Nosotros importamos equipos también. Cuando el dólar subió, pues nos pateó, entonces empezamos a fabricar equipos, a innovar para poder soportar, entonces en este momento no solamente importamos sino también sustituimos importaciones y fabricamos equipos. Si dependiéramos de lo importado, con el precio del dólar no podríamos, pero finalmente sustituimos lo que nos salía caro". [E4]

"...en el producto nuestro ya hay una madurez en declive importante, ya en su etapa de vida el producto está en su fase de declive, es un producto que lleva muchos años en el mercado, que lleva muchos años, entonces han salido tecnologías emergentes como la suspensión neumática y pues ahí nos ha hecho un daño, en el reemplazo de suspensión importante de nuestro producto que ha hecho que el mercado y la reposición se reduzca, pero en productos nuevos, de sacar un producto nuevo al mercado, innovador, en donde después del producto viene el mercado no lo hemos hecho, eso es lo que queremos explorar a través de este proyecto de diversificación, es mirar que va a salir de todo este análisis qué necesita el mercado que nosotros con nuestras capacidades podamos proponer... mediante este proyecto de diversificación tecnológica queremos fortalecer y es mirar oportunidades en otros nichos de mercado... Soy ingeniero del Sistema Integral de Gestión e Innovación, el perfil del cargo se encuentra dividido en dos: la parte de Sistema Integral de Gestión se encarga de coordinar todas las actividades de los diferentes sistemas, de calidad, de ambiental, de seguridad en el trabajo; y la parte de Innovación, se encarga de movilizar proyectos que estén alineados con la estrategia de la compañía... Las importaciones si es un tema complicado. Con estos tratados de libre comercio que se han venido dando, desde hace algunos años vemos que, por ejemplo, México está entrando vehículos a Colombia desde hace cuatro o cinco años, con una desgravación en impuestos que actualmente es del cero por ciento, pues ahí vemos que la competitividad de las ensambladoras nacionales no es muy equilibrada, entonces eso es que ha llevado a una contracción de mercado que llevó al cierre de la planta de la Mazda hace dos años. Mazda tuvo que cerrar la operación de ensamble de Colombia, pues viéndose enfrentados a estas condiciones de entrada de vehículos importados, ellos ya no estaban siendo competitivos, eso por un lado; por otro lado, los vehículos que han estado entrando de Corea o de China que también han venido ganando participación, entonces la participación en el mercado de las ensambladoras nacionales se ha invertido a lo que era hace diez años atrás, o incluso menos, ocho años atrás en donde la participación de las empresas nacionales era del 70% más o menos de los vehículos que se vendían en Colombia eran de un 70%, importados 30%. Hoy en día, la composición es casi lo contrario un 65% a 70% de vehículos importados y un 30% a 35% de vehículos ensamblados en Colombia, si ha impactado fuertemente... En la parte de piezas y productos existentes se han realizado este tipo de ejercicios de innovación, y a la vez tuvimos un "caso exitoso", porque no hemos podido materializar la fabricación del sistema para sacarlo al mercado y ahí digo: "exitoso" porque si la innovación no son las ideas exitosas que el mercado percibe, pues se quedó en una idea y eso fue en parte lo que son sucedió, que tiene una explicación de fondo y es la problemática que hay con el sector de hidrocarburos específicamente con el tema de petróleo [...] el proyecto fue avanzado hasta que IMAL formalizó y presentó una propuesta de un sistema de suspensión robusto, diseñado con todas las características y con todos los requerimientos que se necesitaban para poder atender la necesidad que tenía [la empresa petrolera], pero entonces empezó a darse la situación compleja del petróleo... ya no hubo el entusiasmo ni el interés por la situación que se estaba presentando, entonces ahí nos vimos enfrentados a una situación complicada y no pudimos ver materializada la innovación". [E5]

4.4.9 Monitoreo

Definición: Proceso sistemático para hacer seguimiento al progreso del proyecto de innovación. Guía el proceso de toma de decisiones.

Palabras frecuentes: Proyecto (28), producción (13), diseño (10), seguimiento (9), cliente (8), innovación (8), desarrollo (7), tiempo (7), proceso (6), negocio (5).

Algunos de los asuntos principales a los que las empresas de la investigación hacen seguimiento son: el **presupuesto**, el **tiempo** y las **especificaciones técnicas**. En algunos casos, la **participación de los clientes** es más activa. Este es el testimonio de los participantes:

“Todos los días hacemos una reunión muy rápida de directores de proceso, está el de compras, el de ventas, el de producción, la dirección, recurso humano. Los martes, miércoles, jueves y viernes se hacen reuniones de 15 minutos en donde se analizan qué cosas hay, qué materiales no llegaron si llegaron, qué urgencias hay, el Comité de Urgencias se llama, el Comité de Urgencias. Y los lunes se dedica un poco más de tiempo y se planea la semana, y el director de producción lleva un cuadro en donde se puede ver el avance de los trabajos y las horas de máquina que hay comprometidas, a veces surgen problema de materiales, de personal “qué no vino el operario, qué renunció el tornero”, todas esa cosas hacen atrasar los procesos, pero si se mantiene controlado”. [E1]

“Usualmente se realizan cronogramas de trabajo que se van ajustando y lo debe estar revisando el jefe de producción, si nos estamos apegando a ese cronograma para poder cumplirle al cliente, porque con el cliente nosotros nos comprometemos a una fecha específica, en 30 días, 60 días, 90 días vamos a tener su montaje. Entonces así mismo, nosotros vamos diciendo: en 15 días tenemos que tener la materia prima, en este tiempo vamos a estar montado el molino, la otra semana vamos a estar montando la trituradora, pero al mismo tiempo vamos montando bandas, todo se tiene que ir ajustando al cronograma... Todos tienen en el proceso responsabilidad, cada uno es responsable de su proceso. En el momento en que se hace el negocio, obviamente alta gerencia cierra el negocio, tiene que ver los requerimientos del cliente, estoy presente yo o el jefe de producción, o a veces el gerente revisa, arma el negocio y ahí va la responsabilidad de él, después la rota al departamento de diseño donde se le pide que cumpla con metas, con un tiempo establecido para diseñar lo que se necesita todo el montaje o el equipo y después se le rota la responsabilidad al jefe de producción. Hay piezas que no tiene que pasar por diseño porque ya están diseñadas, ya saben cómo es y lo hacen, y hay cosas que tienen que esperar a que se diseñen para poder hacerlas porque no tendrían la orientación”. [E2]

“Los proyectos tienen unos hitos, unos hitos de revisión, genéricamente un proyecto de innovación tiene tres fases: una fase de definición del alcance, una fase fantasmal, que llamo yo, que es de definición del problema en términos de la visión ¿qué queremos por allá lejos?, después bajar eso a un requerimiento funcional del proyecto, después bajar eso a un esquema básico de lo que puede ser el proyecto y al planteamiento de unos hitos de desarrollo con el fin llegar a un punto específico del proyecto que contiene cuatro partes fundamentales: un diseño, unas especificaciones técnicas, un presupuesto y un cronograma; una vez se tiene eso se comienzan a hacer los hitos de desarrollo del proyecto final... hay un proyecto como este que tiene una documentación que va permitiendo hacer la bitácora del seguimiento... Todos los proyectos que hay de mejora en la compañía se les hace un seguimiento minucioso. Aparte de la reunión de ingeniería hay otra instancia aquí que se llama una Reunión de Respuesta Rápida que hacemos todos los días a la misma hora con las mismas personas, este quien este. Es una disciplina de todos los días, si yo no estoy la reunión arranca a las 8:45am a 9:30am, si fulanito no está, también arranca, y ahí está representándose todas la áreas de la compañía: compras, recursos humanos, mercadeo, producción, montajes, ingeniería y control, y ahí

se ven los casos de desarrollo que hay de acciones correctivas y preventivas, es el momento en el que se comunican todas las cosas que están mal en la empresa, los proyectos que van entrando hasta la base del proyecto de innovación que se va a generar. Este no es el grupo de innovación sino que es más un grupo de seguimiento de respuesta rápida, es respuesta. El seguimiento es fundamental para el desarrollo de la mejora continua, innovación no se puede manejar de esa manera, tiene unos plazos mucho más largos y tiene unos grados mucho más complejos para ese día a día de mejora continua... Un proyecto de innovación dura un año o dos años. Un proyecto sencillo un año, uno de mejora de unas aletas que no es tanto innovación, se demoró un año, este de WCS comenzó en enero de este año y está proyectado para un año y yo creo que se va a ir a dos, cuando uno va abriendo las puntas se va dando cuenta que es complejo". [E3]

"Gerencia técnica, monitorea el progreso del proyecto, y gerencia general que ya está pidiendo el resultado, gerencia técnica es el líder del proyecto... La participación del cliente es en todo el proceso, desde necesidades, firma del contrato, seguimiento del proyecto y entrega, en todo el tiempo está el cliente. La comunicación es semanal, máximo quincenal". [E4]

"...se solicita diseño o validación del diseño dependiendo del caso, si es diseño se establece un plan para generar el diseño y unas fechas y un cronograma de realización del diseño, una vez se tenga ese diseño que es un prototipo se establece una orden de producción para generar un lote de producción, dependiendo del mercado... Para proyectos de innovación se manejan cronogramas que son revisados por las personas que ejecutan los proyectos. Se revisan sobre todo los objetivos de tiempo, también de presupuesto, hay temas que se está haciendo seguimiento con presupuesto también, es tiempo y presupuesto". [E5]

4.4.10 Control

Definición: Fiscalización e intervención. Grado de autonomía del grupo de innovación para tomar decisiones. Aseguramiento de la calidad de los resultados del proyecto de innovación.

Palabras frecuentes: Innovación (26), cliente (25), proyecto (25), proceso (16), gerencia (15), problema (15), producción (15), equipo (11), calidad (10), ingeniero (10).

En **tres** de las cinco **empresas**, el **gerente** participa en las **reuniones del proyecto de innovación**. Los **sistemas de calidad** de la empresa tienen una importante incidencia en los **niveles de control**. Este es el testimonio de los participantes:

"Durante el proceso de un nuevo producto participa producción, mercadeo y yo, la gerencia sí. El vendedor que atiende al cliente, por lo general, es técnico o ingeniero mecánico, se busca que sean ingenieros mecánicos, el de producción tiene toda la experiencia, ya lleva veintipico de años, si él dice: "no se puede hacer", pues hay que creerle porque no se puede, y yo pues toda la experiencia que he tenido trabajando en metalmeccánica, gerencia ésta enterada de todo lo que hay, gerencia participa en todas las reuniones... Se tiene que garantizar la calidad, ya el cliente busca que llegó el repuesto y está bueno, no lo revisa, cuando lo va a montar, cuando lo va a montar y no funciona ahí viene el problema, "que me lo hicieron mal", pero se tiene un inspector de control de calidad que garantiza que todo lo que sale de COCOME salga con todas la especificaciones del cliente". [E1]

"En el proceso de desarrollo de un nuevo producto participa alta gerencia primero que todo, el departamento de diseño, el departamento de producción y el financiero, también. Cada departamento tiene se propia autonomía pero ya en la parte de pedir la materia prima y poder empezar el proyecto,

necesitamos de la autorización de: uno, alta gerencia, y dos, del departamento financiero, para poder empezar a realizar toda la fabricación”. [E2]

“Entonces las decisiones no es que las tome alguien sino que el proyecto a medida que va avanzado va hablando, va diciendo: “yo necesito un ingeniero de sistemas”, “no lo tenemos, qué hacemos, pues consigámoslo”, de pronto quien dice “consigámoslo” soy yo como gerente, pero no soy yo el que sacó la idea de un ingeniero de sistemas, ni el que definió el requerimiento, yo solo estoy diciendo: “abro la puerta hay que seguir”. La decisión de un ingeniero de sistemas puede que la dé el líder del proyecto... Nosotros tenemos un sistema de calidad muy fuerte, nuestro sistema de calidad es bastante fuerte en lo que es planeación avanzada de la calidad, y en planeación avanzada de la calidad hay un capítulo que es muy importante que es el *Advanced Product Quality Planning*, yo lo conozco como APQP, nosotros lo usamos mucho a partir del conocimiento adquirido como autopartistas, las autopartes nos ponen en la punta de la manufactura, siempre las autopartes exigen estar con el sistema de calidad certificado, exigen tener sistemas avanzados de calidad y a partir de ahí desarrollamos una tecnología para manejar la innovación que es sencillamente usar el APQP”. [E3]

“Este equipo tiene bastante autonomía para tomar decisiones, participa el gerente técnico y un grupo de ingenieros. Eso no me toca a mí, es más yo les digo: “desarróllenme este proyecto o este producto que se está necesitando”, y lo desarrollan, pero en qué vamos a trabajar si nos ponemos de acuerdo, pero el trabajo mío no es desarrollar el producto, eso es de ingeniería. Gerencia toma las decisiones finales de si se ejecuta o no el proyecto, pero yo no me meto a decirles cómo va a ser, de qué manera lo van a fabricar, porque no me queda tiempo. En el equipo participa mercadeo, finanzas no”. [E4]

“Una vez se tenga definido estos proyectos que puedan ser potenciales, viene el equipo de innovación, todo esto se hace a través de un equipo de innovación que se ha declarado en IMAL, este equipo de innovación hace una presentación ante el Comité, ahí también está definida una línea de gobierno dentro del proceso de innovación, entonces están declarados los innovadores, el comité básico de innovación, el comité de evaluación, hay declarada toda una línea de gobierno para adelantar el proceso de innovación. Dentro de la línea de gobierno se encuentra definido el perfil del líder del proyecto. Cuando se estableció una línea de gobierno ahí está claramente definido quienes son las personas que deben participar y cuáles son las responsabilidades y roles que deben tener, y a la vez, reconocimientos que se tienen contemplados hacer para las personas que participan en los proyectos de innovación”. [E5]

4.4.11 Evaluación y toma de decisiones

Definición: Criterios para evaluar los resultados preliminares y finales. Procesos de toma de decisiones.

Palabras frecuentes: Proyecto (41), innovación (15), proceso (14), ingeniero (12), producto (11), equipo (10), gerencia (10), ideas (9), producción (9), cliente (7).

Según las respuestas de los entrevistados, **varias personas** participan **tomando decisiones en diferentes momentos** del proceso de desarrollo de un nuevo producto; algunas de las decisiones importantes tiene que ver con **la viabilidad técnica, financiera y de mercado**. La **estructura organizacional afecta la toma de decisiones**. Este es el testimonio de los participantes:

“Durante el proceso de un nuevo producto participa producción, mercadeo y yo, la gerencia sí... La persona que va a desarrollar el proyecto toma decisiones con la gerencia, podríamos llamarlo líder de proyecto, que sería más como el vendedor, el que conoce al cliente, conoce las necesidades del cliente, tiene la idea... Aquí todo es fácil, que se necesita comprar algo urgente muchas veces si la caja no tiene plata, yo saco del bolsillo y compro, cosas así”. [E1]

“Siempre nos reunimos los tres y analizamos que es lo que está pidiendo el cliente y miramos si es factible hacerlo y de qué forma se podría realizar. A veces los clientes exigen algunas cosas que simplemente no se pueden, o tal vez ellos van a perder plata o van a reducir la producción o nosotros no estamos en capacidad de dar una garantía si se hace esta modificación. Entonces siempre hay un consenso para poder decidir... Quienes participan en la evaluación en las etapas del proyecto y toman de decisiones son el Departamento de Diseño, el Departamento de Producción y Alta Gerencia. Alta Gerencia es el que ve viable, que se puede hacer y es él que nos firma si se puede hacer, el de diseño ve como se podría lograr y el jefe de producción dice: “si lo vamos a hacer de esta forma”. En este equipo participan mandos altos y medios y siempre son las mismas personas. Actualmente el Departamento de Mercadeo, lo está haciendo el gerente, entonces si cumpliría esa función de estar en el proceso”. [E2]

“Entonces decimos, si importamos todo esto eso vale toda una cantidad de plata, entonces hagamos una cosa, importemos todos estos equipos que son motorizados de alta tecnología y estos pedazos de aquí, estas partes de final de línea que son de gravedad o sea que son de rodillos y motores las fabricamos acá, entonces no es que desarrollemos partes, desarrollamos partes del sistema, de un sistema completo de manejo de materiales...y este proyecto comienza a depurarse poco a poco y en este proyecto la primera intención que tuvimos fue conseguirlo ya hecho, “comprémoslo, es software lo pueden vender, lo venden claro, pero comprarlo en el exterior nos sale muy caro, entonces ya no somos competitivos”, eso comienza a matar las ideas de cosas y se va desarrollando el proyecto... la primera idea fue comprarlo, “comprémoslo, listo vale U\$130.000, entonces a cada proyecto súmele U\$130.000, salimos del negocio de una, analicemos cómo lo hace la competencia, en la competencia todos han desarrollado su WCS, claro porque ese es el corazón de su empresa, el corazón del conocimiento... Nosotros tenemos los diez mandamientos de la ingeniería, dentro de esos esta que unos productos con unos determinados requerimientos, por ejemplo, en donde hay un riesgo de ingeniería o donde no haya una solución que encuentre el ingeniero que está a cargo del problema, tiene que llevarlo a la reunión de ingeniería y exponerlo ante todos, ahí balanceamos si podemos o no podemos hacerlo o por qué lado lo enfocamos, en algunos casos llevan proyectos los ingenieros y decimos: “¿lo podemos enfocar con fabricación local?, ¿vale la pena fabricarlo localmente o más bien lo integramos? y ¿lo importamos o hacemos un mix de producto, importamos una parte y fabricamos otra? o ¿integrémonos con este y este proveedor?”. Ahí definimos toda la estrategia y nuevamente esta en esa instancia que es la reunión de ingeniería que se realiza dos veces por semana sagradamente a la misma hora, en el mismo sitio con todos presentes... Entonces en esa reunión de ingeniería con base en el formato sobre el cual se toman decisiones y es responsabilidad del ingeniero de proyectos tomar cada una de las apreciaciones que se dan en la reunión, se controla el riesgo de ingeniería y la innovación... En cuanto a quien toma las decisiones en las fases de desarrollo del proyecto es difícil saberlo, porque muchas veces el proyecto habla. Entonces, con el proyecto comenzamos pensando hacer el WCS todo con PLC, después analizando nos encontramos que tenemos que hacer una parte en un lenguaje de programación con un ingeniero de sistemas que no estaba presupuestado, ahí la decisión no la tomo nadie, el proyecto habló. La empresa tiene la decisión de sacarlo adelante y si quiere sacarlo adelante tiene que aportar ese recurso...Entonces las decisiones no es que las tome alguien sino que el proyecto a medida que va avanzado va hablando, va diciendo: “yo necesito un ingeniero de sistemas”, “no lo tenemos, qué hacemos, pues consigámoslo”, de pronto quien dice “consigámoslo” soy yo como gerente, pero no soy yo el que sacó la idea de un ingeniero de sistemas, ni el que definió el requerimiento, yo solo estoy diciendo: “abro la puerta hay que seguir”. La decisión de un ingeniero de sistemas puede que la dé el líder del proyecto.”. [E3]

“Gerencia toma las decisiones finales de si se ejecuta o no el proyecto, pero yo no me meto a decirles cómo va a ser, de qué manera lo van a fabricar, porque no me queda tiempo”. [E4]

“Entonces una vez se tienen detectados los proyectos potenciales, esos proyectos son sometidos al Comité de evaluación de la innovación, quienes dependiendo de los factores que se estén analizando, de los impactos que se puedan llegar a tener dentro del esquema de innovación para IMAL se da una aprobación... Si el tema es de innovación, está inicialmente enfocado a si el proyecto es viable o no. ¿Cómo se viabiliza eso?, a través de estudios financieros, la parte técnica por lo menos se valora también, si el mercado es o no es estratégico, si el mercado da para las cantidades mínimas que se vayan a fabricar se alineen con las de IMAL... La empresa tiene mucha afectación por ser grupo empresarial, hay unas cosas que no salen de acá, no se pueden ejecutar a la velocidad que uno quisiera o de la forma que uno quisiera por ser parte de un grupo. La estructura generalmente retrasa”. [E5]

4.4.12 Coordinación

Definición: Procesos de comunicación, participantes en el proyecto de innovación y existencia de un líder de proyectos.

Palabras frecuentes: Proyecto (103), ingenieros (62), innovación (51), ingeniería (44), cliente (42), producción (36), proceso (33), equipo (32), gerencia (31), diseño (26).

En los **grupos o equipos de innovación** las **personas con capacidades técnicas, de ingeniería o diseño** tienen una **participación significativa**. Las personas de diferentes áreas son coordinadas por un **líder de proyecto**, en algunos casos, y mantienen **comunicación formal e informal**. Este es el testimonio de los participantes:

“Se comparte y se analiza, como no hay tanto personal, digamos está el técnico, el vendedor, el jefe de producción, pues que tiene experiencia en qué hacer y cómo hacerlo... Todos los días hacemos una reunión muy rápida de directores de proceso, está el de compras, el de ventas, el de producción, la dirección, recurso humano... Durante el proceso de un nuevo producto participa producción, mercadeo y yo, la gerencia sí. El vendedor que atiende al cliente, por lo general, es técnico o ingeniero mecánico, se busca que sean ingenieros mecánicos, el de producción tiene toda la experiencia, ya lleva veintipico de años... No participan las misma personas, a veces más por tiempo, más el líder de proyecto y la gerencia, producción siempre está para consultar, para mirar, “venga nos reunimos un momentico”... La comunicación con los clientes a veces es por correo, por Whatsapp, por teléfono”. [E1]

“Para traducir los requerimientos de los clientes en especificaciones técnicas nos sentamos en el departamento de diseño, con el ingeniero de producción, conmigo [el diseñador], con el gerente general... Siempre nos reunimos los tres y analizamos que es lo que está pidiendo el cliente y miramos si es factible hacerlo y de qué forma se podría realizar... Entonces siempre hay un consenso para poder decidir... Nos sentamos cuando estamos diseñando en el momento de diseño, no sentamos todos y todos están pendientes de la parte del diseño y ahí podemos ver como se ve la máquina como se ve el montaje, y son sentamos a hablar y hacemos un consenso... Los empleados de la empresa participan en la generación de ideas... En el proceso de desarrollo de un nuevo producto participa alta gerencia primero que todo, el departamento de diseño, el departamento de producción y el financiero, también... Quienes participan en la evaluación en las etapas del proyecto y toman de decisiones son el departamento de diseño, el departamento de producción y alta gerencia... Para coordinarnos se tiene que buscar el tiempo, a veces tenemos que sacar espacios fuera de la jornada laboral normal para poder tomar esa decisión o para sentarnos y revisar el proceso de innovación.

Nos reunimos es esta oficina o en mi oficina o a veces cuando estamos abajo en la planta que todos comenzamos a hablar a discutir sobre el tema miramos y ahí mismo comenzamos a diseñar... Todos tienen en el proceso responsabilidad, cada uno es responsable de su proceso... Para evitar choques, eso se logra con la experiencia y la relación que tengan las personas, del conocimiento que tengan del producto y de lo que están haciendo. Porque el de Financiera más o menos sabe en cuánto nos sale a nosotros hacer un molino, en cuánto sale hacer una banda transportadora; el de Diseño sabe cómo debe diseñar los equipos y también debe estar pendiente que cuando diseñe un equipo no debe diseñarlo que se salga del presupuesto y que tiene que diseñarlo de forma que se pueda realizar, que puedan hacerlo aquí en producción, que tengamos las tecnologías, los equipos, el personal capacitado para desarrollarlo; y el jefe de producción o la parte de planta, también debe estar en sintonía para mirar que estos diseños si concuerden con lo que yo tengo acá, cómo lo vamos a hacer, si me presentan este diseño como lo voy a fabricar. Todos deben estar muy conectados y conocer del tema". [E2]

"Es un tema que la gente que está en estos cargos busca a empresas a las que les cree porque se es un factor de su éxito profesional, siempre hay una implicación fuerte en el desarrollo profesional de los ingenieros de proyectos del lado del cliente, entonces si no hay un gestor de proyectos no funciona si hubiera alguien que coge la necesidad, la pasa aquí a ingeniería e ingeniería saca la respuesta en seis meses y no conoce lo que pasó allá, entonces saca una locura, eso no funciona, tiene que haber un gestor de proyectos o así lo entendemos nosotros... En esta empresa hubo un tiempo que solo tenía ingenieros mecánicos, era una empresa con un ADN netamente metalmeccánico, aquí sabíamos cortar lamina, doblar lamina, soldar lamina, los ingenieros eran unos machos para los piñones, la poleas, hoy en día, ingenieros mecánicos, ingenieros industriales como usted con master en administración, con master en logística, arquitectos, ingenieros civiles, ingenieros de control, ingenieros eléctricos, esas seis carreras que le mencioné están en mi staff actualmente y todos aportan desde un punto de vista diferente, son completamente interdisciplinarias y nuestro trabajo de innovación está en lograr trabajar interdisciplinariamente... nosotros tenemos la junta de ingenieros... Mercadeo no participa en las reuniones de ingeniería, puede ser una falla... Esta empresa es muy plana muy horizontal, en la repuesta rápida que le digo diaria estoy yo, en la de ingeniería estoy yo, en administración estoy yo y los ingenieros de aplicaciones son los que están visitando los clientes, esto es muy plano, esto es muy pequeño". [E3]

"Entonces se firma un contrato y ese contrato o esas diferentes especificaciones de la cotización se hacen llegar a los diferentes departamentos, y se les dice: "bueno, su parte es esta, esta y esta"... En las reuniones de grupo, mercadeo dice: "me están pidiendo esto y lo otro" y producción dice: "lo podemos desarrollar de esta y esta manera" y se sientan y trabajan. Las reuniones no son periódicas pero si programadas, "nos vamos a reunir una vez para tal cosa"... Además de las reuniones, se hablan, se mandan correos, se mandan planes de trabajo, o sea comunicación formal e informal, vía correo, vía acta de reunión y vía verbal, por eso no tenemos un procedimiento escrito queremos implementarlo por escrito, pero de momento, tenemos un procedimiento no formal... Hay equipos que requieren experticia electrónica, experticia metalmeccánica, experticia de gas, de vapor, entonces es un equipo interdisciplinario... El equipo cambia de acuerdo con las necesidades del proyecto...Las reuniones no son periódicas pero si programadas, "nos vamos a reunir una vez para tal cosa"... La participación del cliente es en todo el proceso, desde necesidades, firma del contrato, seguimiento del proyecto y entrega, en todo el tiempo está el cliente. La comunicación es semanal, máximo quincenal... Quien habla con el cliente es un profesional de mercadeo o un ingeniero. Al ser un producto industrial la venta es netamente industrial, entonces el ingeniero o el director de mercadeo, que no es ingeniero, pero conoce bastante del producto, o es un ingeniero mecánico o un ingeniero electromecánico, o un ingeniero electrónico". [E4]

"De ese equipo sale el líder del proyecto que es el encargado de estructurar el proyecto, de ponerlo en un cuadro o tabla de plan de acción visible con actividades muy claramente definidas, con responsables y a la vez fechas de cumplimiento... Se tiene una estructura que permite revisar las diferentes miradas, desde el año

pasado se implementó una metodología que se llama Planeación Colaborativa, en donde se involucra la parte técnica entendiéndose ingeniería, la parte de calidad, la parte comercial, logística y financiera, esa alineación entre esos procesos ha permitido generar sinergias entre los diferentes procesos... entonces dependiendo de los alcances que se tengan en los diferentes proyectos viene ya la interacción con otros procesos de la compañía. Dependiendo del alcance y de con quien tiene que ver los proyectos los equipos se integran con las personas que se requieren... Para no sobrecargar a las personas de actividades, pues estas personas que pertenecen al proceso de innovación y que hacen parte del Comité de Innovación, son personas que no tienen una dedicación exclusiva en el proceso de innovación, son personas que tienen esas funciones, esas responsabilidades adicionales, no hay personas que se saquen de sus actividades exclusivamente para manejar un proyecto específico, hasta ahora no ha habido la necesidad, que esa es otra modalidad de manejo de proyectos. Los proyectos que hemos manejado en IMAL que han tenido que ver con el esquema de mejora continua o de innovación no ha requerido de tener que retirar a una persona de sus actividades y dedicarla de tiempo completo a cumplir un proyecto de innovación... De ese equipo sale el líder del proyecto que es el encargado de estructurar el proyecto, de ponerlo en un cuadro o tabla de plan de acción visible con actividades muy claramente definidas, con responsables y a la vez fechas de cumplimiento....Dentro de la línea de gobierno se encuentra definido el perfil del líder del proyecto. Cuando se estableció una línea de gobierno ahí está claramente definido quienes son las personas que deben participar y cuáles son las responsabilidades y roles que deben tener, y a la vez, reconocimientos que se tienen contemplados hacer para las personas que participan en los proyectos de innovación... El *Design Thinking* se utiliza para la generación de ideas, en general, para la generación de ideas. Cuando lo hemos hecho ha participado lo que acá se denomina el Comité de Innovación, entonces van personal del área comercial, van personas de área técnica, van personas de calidad, de manufactura, de logística, de ventas, ellos hacen parte del Comité de Innovación. No siempre son los mismos, a veces van los operarios de planta, a veces van unos a veces van otros, este año no se ha hecho, se hizo el año pasado cuando se hizo esas fueron las personas que más o menos fueron, y no han sido muy periódicos....Sistema Integral de Gestión se encarga de coordinar todas las actividades de los diferentes sistemas, de calidad, de ambiental, de seguridad en el trabajo ...Este año, lo que opté por hacer fueron como unos *focus group* más específicos para trabajar, para trabajar un tema de logística, entonces me traigo a las personas de logística y analizamos qué queremos trabajar y planteamos posibles retos y se buscan proyectos para dar solución a esos retos... En comunicación hay de todo, desde la informal hasta la formal. La informal puede ser conversada y modificado, la formal pueden ser formatos escritos con firma y modificado o la digital". [E5]

5. Discusión

La presente investigación empleó el método hermenéutico fenomenológico para explorar la experiencia de seis participantes de cinco pymes del sector metalmeccánico en el proceso de desarrollo de nuevos productos. Este método permite tener una comprensión profunda, detallada y contextualizada de la experiencia. El objetivo general que guía esta investigación es **establecer los elementos determinantes del proceso de desarrollo de nuevos productos en cinco pymes metalmeccánicas, teniendo en cuenta que este es un proceso de naturaleza humana, y por lo tanto, subyace a la realidad simbólica construida socialmente por las personas involucradas en el mismo.** En este capítulo presenta la discusión de los hallazgos obtenidos del trabajo de campo siguiendo la séptima y octava fase del método hermenéutico fenomenológico, denominadas **Variación imaginativa**, y **Síntesis y esencia**.

5.1 Variación imaginativa

En esta sección se presenta una reflexión sucinta de los temas, experiencias y partes resultantes del trabajo de campo, para ello se tiene en cuenta diferentes posibles perspectivas del fenómeno a partir de diferentes puntos de vista, las teorías de la innovación y los tres modelos de desarrollo de nuevos productos.

Tabla 5-1: Perspectivas de interpretación de los hallazgos de la investigación del proceso de desarrollo de nuevos productos

Elemento	Determinantes	Teorías de la Innovación			Modelos de desarrollo de producto		
		TBE	TTE	TEB	IPD	Stage-Gate	Design Thinking
Detonante	Solicitud del cliente, por: una avería en una máquina, convocatorias privadas, nuevos requerimientos productivos, quejas, "creación de la necesidad". Identificación de oportunidades en el						

Elemento	Determinantes	Teorías de la Innovación			Modelos de desarrollo de producto		
		TBE	TTE	TEB	IPD	Stage-Gate	Design Thinking
	mercado, pérdida de negocios y convocatorias de iNNpulsa.						
Restricciones	Los requerimientos y necesidades de los clientes (tiempo, presupuesto, preconcepto del producto), las especificaciones técnicas del producto (complejidad y tamaño), las capacidades de las empresas solucionadoras (máquinas, personal, experiencia), las características del ambiente en el que interactúa la pieza, máquina o sistema y la disponibilidad de materias primas . Un ingeniero o técnico con experiencia captura e interpreta los requerimientos de los clientes (visitas de trabajo técnico, planos).						
Creatividad	Las ideas para el desarrollo de un nuevo producto provienen principalmente del cliente : de sus auxiliares técnicos y jefes de planta, planos y muestras (existe una constante retroalimentación con el cliente). También se originan de personal específico de la empresa (ej. producción, diseño o ingeniería, gerencia), procesos de reingeniería de productos existentes, ferias y los proveedores . Algunas empresas cuentan con un proceso estructurado y documentado para gestionar las ideas (se extraen ideas de casos pasados, lluvia de ideas, las 5M , sesiones de Design Thinking (bosquejo de prototipos y escenarios)) y son más abiertas a trabajar con terceros. En la mayoría de las empresas la generación de ideas es muy limitada y surgen de forma espontánea.						
Concepto de referencia	El presupuesto de la empresa solucionadora, los requerimientos del cliente , las capacidades tecnológicas y el alcance del proyecto , son algunos de los criterios que se toman en cuenta para seleccionar la solución definitiva que se va a desarrollar.						
Experimentación y validación	Las características de las piezas o equipos y las exigencias del cliente o segmento de mercado marcan la pauta para del proceso de experimentación. En algunos casos se desarrollan prototipos físicos y virtuales del concepto de producto con el apoyo de software especializado y en otras ocasiones se						

Elemento	Determinantes	Teorías de la Innovación			Modelos de desarrollo de producto		
		TBE	TTE	TEB	IPD	Stage-Gate	Design Thinking
	realizan pruebas y ajustes sobre el producto final . El cliente desempeña un papel importante en la validación del producto .						
Difusión interna	Las empresas del estudio manejan diferentes niveles de documentación de las primeras etapas del desarrollo del nuevo producto, en algunos casos se guarda la información fundamental y en otros casos se manejan bases documentales amplias. Se manejan mecanismos como “lecciones aprendidas” en procesos de retroalimentación cuando se presentan fallas o irregularidades . En cuanto a la protección de la información , para algunas empresas no resulta atractivo, por costos , el grado de especialización de las piezas y la baja percepción de los niveles de seguridad de los sistemas de protección de propiedad intelectual del país.						
Difusión externa	Los productos nuevos se dan a conocer durante el proceso de venta , otros no necesitan de procesos de divulgación debido a que son el resultado de pedidos especiales del cliente , en este caso se realizan procesos de seguimiento y/o respaldo de la garantía . Algunas de las estrategias de comercialización usadas consisten en brindar pruebas físicas o reales del funcionamiento de los equipos . En esta etapa las empresas seleccionan diferentes canales para llevar el producto al cliente (e. subastas) y medios de promoción (ej. ferias, internet).						
Ajuste estratégico	De acuerdo con los entrevistados, en ocasiones los proyectos de innovación se encuentran estrechamente relacionados con la estrategia de largo plazo de la empresa, y en otros casos , los proyectos se desarrollan para mantener la supervivencia de corto plazo. Algunas de las empresas del estudio han optado por agregar mayor valor a su oferta, fortalecer sus capacidades tecnológicas , diversificar su portafolio de producto y/o mantenerse en segmentos de mercado en donde la competencia no sea tan intensa ,						

Elemento	Determinantes	Teorías de la Innovación			Modelos de desarrollo de producto		
		TBE	TTE	TEB	IPD	Stage-Gate	Design Thinking
	algunas de estas decisiones han estado influidas por los cambios en el entorno y los cambios en los mercados que jalonan la demanda de estos productos.						
Monitoreo	Algunos de los asuntos principales a los que las empresas de la investigación hacen seguimiento son: el presupuesto , el tiempo y las especificaciones técnicas . En algunos casos, la participación de los clientes es más activa.						
Control	En tres de las cinco empresas , el gerente participa en las reuniones del proyecto de innovación . Los sistemas de calidad de la empresa tienen una importante incidencia en los niveles de control .						
Evaluación y toma de decisiones	Varias personas participan tomando decisiones en diferentes momentos del proceso de desarrollo de un nuevo producto; algunas de las decisiones importantes tiene que ver con la viabilidad técnica, financiera y de mercado . La estructura organizacional afecta la toma de decisiones .						
Coordinación	En los grupos o equipos de innovación las personas con capacidades técnicas, de ingeniería o diseño tienen una participación significativa . Las personas de diferentes áreas son coordinadas por un líder de proyecto , en algunos casos, y mantienen comunicación formal e informal .						

: Sin explicación; : Explicación pobre; : Explicación media; : Explicación alta; : Explicación completa

TBE: Teoría Básica del Emprendedor

TTE: Teoría Tecnológica Económica

TEB: Teoría Estratégica Básica

Fuente: elaboración propia, 2016

De acuerdo con la Tabla 5-1, tanto las teorías de la innovación como los modelos de desarrollo de productos analizados explican en parte los determinantes del proceso de innovación de las pymes metalmeccánicas estudiadas.

La Teoría Básica del Emprendedor permite comprender medianamente los aspectos determinantes de los siguientes elementos: Detonante, Restricciones, Concepto de

referencia, Monitoreo, Control, y Evaluación y toma de decisiones, esto es especialmente relevante para las pymes más pequeñas y centralizadas. La Teoría Tecnológica Económica es la que menos se ajusta a los hallazgos debido a su enfoque *technology push*, contrario al enfoque *market pull* evidenciado en todas las pymes participantes; sin embargo, encuentra un punto de conexión en la importancia que tiene el personal técnico y de ingeniería en el desarrollo del proceso de innovación y la gestión del proyecto. En cuanto a la Teoría Estratégica Básica, esta permite entender la importancia que tiene los clientes en el proceso de innovación, el establecimiento de criterios para la toma de decisiones y la relevancia de la coordinación interna para ejecutar el proyecto de innovación.

Respecto a los modelos de desarrollo de nuevos productos, el *Integrated Product Development* explica en gran medida el proceso de innovación en las pymes metalmecánicas por su enfoque en ingeniería. En segundo lugar se encuentra el modelo Stage-Gate; sin embargo, este modelo es más formal y requiere mayores niveles de organización, manejo de información y control que el evidenciado en las pymes. Finalmente, el *Desing Thinking* es el que menos se ajusta a lo manifestado por los entrevistados, esto se debe en gran parte, a su enfoque en el desarrollo de productos destinados para el consumidor o usuario final y su estilo de gestión emergente; en el caso de las pymes metalmecánicas estudiadas los clientes son industriales o empresarios que no hacen un uso directo del producto y la toma de decisiones es más controlada.

En seguida se presenta el proceso interpretativo en mayor detalle analizado el todo (el proceso de desarrollo de nuevos productos) y sus partes (elementos estructurales y elementos de gestión).

5.2 Síntesis y esencia

Las empresas participantes han alcanzado diferentes niveles de madurez de su proceso de desarrollo de nuevos productos. La mayoría de estos han nacido de forma espontánea, silvestremente, carentes de una estructura claramente definida; uno de los procesos le deben su estructura a una metodología de gestión de la calidad; y otro proceso ha adquirido estructura gracias a la participación de la empresa en convocatorias de innovación en donde se ha recibido transferencia tecnológica en el tema.

Contar con una estructura clara para el desarrollo de nuevos productos, que reconozca la naturaleza compleja de la innovación, es tan solo un de los factores de éxito del proceso de innovación (Gaubinger et al., 2014; Lynn, Abel, Valentine, & Wright, 1999). Ha de entenderse que esta estructura cumple con la función de establecer lineamientos para la ejecución de proyectos de innovación, para que estos se hagan con eficiencia y efectividad; en este sentido, la estructura ha de adaptarse a los requerimientos del proyecto y la estrategia, y no viceversa (Cooper, 2008). La falta de una estructura clara del proceso de innovación y la ausencia de una estrategia específica que oriente el desarrollo de nuevos productos se convierten, en las empresas industriales, en los principales obstáculos internos para mantener y ampliar la participación en el mercado, reduce su capacidad para crear valor y favorece el estancamiento y obsolescencia organizacional.

5.2.1 Aspectos de estructura

En esta sección se discuten los resultados de siete elementos identificados en las fases del proceso de desarrollo de nuevos productos, desde el motivo que detona el proceso hasta la fase de lanzamiento y seguimiento posventa.

Detonante

La respuesta de los entrevistados, evidencia que en las empresas existen actitudes de pasividad y proactividad que condicionan el inicio de un proyecto de desarrollo de un nuevo producto. La pasividad tiene una participación relevante, en especial en las empresas en donde no se monitorea el entorno para identificar oportunidades en el mercado, de ahí que sea el cliente el que asuma un papel decisivo en esta primera etapa. En estos casos, el cliente ve en su proveedor metalmecánico a un solucionador de problemas técnicos debido a que reconoce el alcance de sus capacidades tecnológicas; por consiguiente, la relación del proveedor con cliente se vuelve fundamental para dar continuidad al proceso de innovación. El cumplimiento y la calidad de los productos fomentan la confianza; por lo tanto, son asuntos a los que el proveedor da atención especial. Sin embargo, una actitud pasiva genera mayores niveles de dependencia, esto ocurre con mayor frecuencia en las empresas que fabrican repuestos.

Las empresas con mayores niveles de proactividad, son más dinámicas y cuentan con mayor información de lo que sucede en su entorno, lo que les permite identificar oportunidades que detonan el proceso de innovación. Esta información es capturada, principalmente, por quienes se encuentran en constante interacción con el mercado, quienes visitan a los clientes. En las empresas participantes, son los ingenieros, quienes desempeñan esta función y tienen una influencia significativa en el inicio de un proyecto, esta es una práctica particular del sector metalmecánico y de otros sectores tecnológicos. Adicionalmente a esto, una de las empresas del estudio va más allá y monitorea las fuentes de oportunidades para el desarrollo de proyectos de innovación, como las convocatorias de entidades públicas como Bancoldex (iNNpulsa) y Colciencias; esta empresa cuenta con capacidades para formular proyectos atractivos que se ajusten a los requerimientos de las convocatorias, apalancar su ejecución y flexibilizar su proceso de innovación a las condiciones establecidas.

Tanto para las empresas con una actitud pasiva como para las que son más proactivas el cliente ocupa un papel importante o central para dar inicio al desarrollo de un nuevo producto; esto puede explicarse dentro de la Teoría Básica del Emprendedor y Teoría Estratégica Básica (Sundbo, 1999). Además, los detonantes del proceso de innovación coinciden con los de los modelos *Integrated Product Development*, *Stage-Gate* y *Design Thinking*.

De acuerdo con los entrevistados, existen otros factores que condicionan el inicio del proceso de innovación, como son: la facilidad de sustitución tecnológica, las metodologías empleadas en esta fase y el concepto de negocio. Para algunas de las empresas es más fácil promover en sus clientes la sustitución tecnológica de equipos, “crear necesidades”, gracias al tipo de productos que manejan, que no implican elevados costos o riesgos, ni prolongados tiempos de recuperación de la inversión para el cliente. A su vez, las metodologías utilizadas afectan el proceso de identificación de oportunidades, la capacidad para visualizarlas. Las empresas que hacen uso de metodologías desarrolladas bajo la filosofía de la calidad y el mejoramiento continuo para el desarrollo de nuevos productos, detonan el proceso de innovación, principalmente, cuando se presentan situaciones anómalas (ej. “la pérdida de un negocio”, la “queja de un cliente”, etc.), y para evitar que estas vuelvan a ocurrir. Finalmente, la comprensión del concepto de negocio de

los empresarios amplia o restringe, la identificación de oportunidades en potenciales mercados objetivo.

Restricciones

Las empresas participantes operan bajo el enfoque *market pull*, debido a que el desarrollo de sus productos obedece a las necesidades de sus clientes. En consecuencia, muchas de las restricciones para generar un nuevo producto se encuentran fuertemente relacionadas con los requerimientos y exigencias de los clientes. Para los casos en donde se desarrollan piezas para máquinas, las restricciones de diseño son fácilmente identificables debido a que se requiere elaborar una copia o replica de una parte ya existente.

Respecto a los proyectos relacionados con el desarrollo de equipos, las empresas se guían por parámetros de diseño preestablecidos, pero tienen mayor libertad para introducir cambios, esto también sucede cuando los equipos del cliente no se ajustan a nuevos requerimientos productivos. En estos casos se requiere comprender con mayor profundidad las condiciones del entorno en las que va a operar el equipo, sistema o parte, ¿con qué tecnologías va a interactuar?, ¿qué impactos tendrá en la productividad o desempeño de los procesos del cliente?, etc. Para ello, además de la información suministrada por el cliente, se realizan visitas de campo o visitas técnicas que permiten dimensionar las características de la “situación problemática”, y en consecuencia, trazar el alcance de la solución del proyecto. Para los tres modelos de innovación considerados, *Integrated Product Development*, *Stage-Gate* y *Desegn Thinking*, la definición clara del problema o necesidad que requiere solución es uno de los puntos críticos del proceso y debe conocerse antes de iniciar la fase de ideación, y los estudios etnográficos son muy útiles para tal fin.

Otras restricciones que se originan en el cliente, de acuerdo con los entrevistados, son: el presupuesto, que depende en muchos casos del tamaño del cliente; los tiempos de entrega, los que se hacen más cortos cuando la parte o equipo cumple una función de recambio, resultado de procesos de mantenimiento correctivo o preventivo; y el paradigma de diseño que domina la mente del cliente e impide introducir cambios significativos o radicales en los equipos.

Las restricciones de la empresa solucionadora, están asociadas a sus capacidades tecnológicas y humanas (herramientas y conocimiento), a sus capacidades de gestión de proyectos y a sus capacidades de interpretación de las necesidades del cliente, en esencia.

Otro tipo de restricciones nacen de la cadena de productiva metalmecánica, en especial de la disponibilidad de materias primas.

Creatividad

De acuerdo con los entrevistados existen diferentes niveles de participación del cliente en el proceso creativo. Algunos clientes tienen una baja intervención en el proceso de generación de ideas, únicamente brindan la información de entrada para el proceso (ej. planos, muestras); otros brindan ideas preliminares que son maduradas por la empresa solucionadora; y existen clientes que tienen una participación más activa en la fase de ideación, lo que deriva en procesos de co-creación. Las personas involucradas en los procesos y quienes interactúan con las máquinas, son fuentes de ideas para el proceso creativo, aportadas por el cliente.

Del lado de la empresa solucionadora, las ideas se originan, inicialmente del ingeniero o técnico que realiza la visita al cliente, interpreta la situación y elabora un primer bosquejo de lo que podría ser la solución. Las ideas iniciales son enriquecidas y ajustadas tomando en cuenta los criterios de las personas convocadas al proceso (los ingenieros, técnicos y diseñadores tienen una importancia significativa en la generación de ideas, en especial de aquellos que llevan bastantes años de experiencia en la empresa), sin perder la orientación que brindan los requerimientos del cliente.

En ocasiones, la empresa solucionadora recurre a procesos de reingeniería para captar ideas de productos importados y luego realiza adaptaciones tecnológicas con base en los requerimientos del cliente, esta es una de las prácticas que identificó Weiss (1994), del sector metalmecánico colombiano; también, se realizan búsquedas en internet para observar las características de la oferta en el mercado internacional. En algunas empresas, el proveedor de materias primas e insumos participa aportando ideas (nuevos insumos o tendencias de consumo del sector) y apoyando el proceso de búsqueda de soluciones, para estos casos, la relación entre la empresa solucionadora y su proveedor es muy

importante. Otra fuente de ideas menos frecuente es la visita a ferias nacionales o internacionales.

Una fuente no referida por alguno de los entrevistados son las patentes, que son documentos que proveen información técnica y dan cuenta de avance tecnológico, y muchas de estas pueden ser consultadas en sitios web públicos. Es importante aprender de la experiencia japonesa de los años 1980s, en la que el éxito tecnológico de Japón y las innovaciones tecnológicas de la industria japonesa contribuyeron del crecimiento económico del país, a pesar de su falta de liderazgo en el campo de la invención tecnológica, de aquel tiempo. La etapa de creatividad requiere de la cantidad de información suficiente para la generación de múltiples alternativas de solución (Ehrlenspiel et al., 2013)

Respecto a la gestión de ideas en algunas de las empresas participantes, esta no es conducida por procesos sistemáticos, sino que las ideas emergen espontáneamente gracias a la experiencia y conocimientos de las personas involucradas en el proceso. Paradójicamente, la investigación y el diseño no son percibidos como asuntos estratégicos, dada la destinación de recursos para ello. Aunque la Teoría Tecnológica-Económica señala que las pequeñas empresas no requieren de estructuras altamente formalizadas para ser innovadoras (ej. departamento de I+D), si exige de las empresas altas dosis de investigación, ingeniería y diseño (Sundbo, 1999), actividades que son cruciales para el sector metalmeccánico (Ramirez et al., 2011).

Por otro lado, una de las empresas que ha avanzado en el tema metodológico, hace uso de técnicas básicas de creatividad como el *brainstorming*, que son complementadas por metodologías originadas en el control de calidad (ej. 5M). Tan solo una empresa ha utilizado técnicas de creatividad y metodologías empleadas en *Design Thinking* como la creación de escenarios y el desarrollo rápido de bosquejos para la visualización de las ideas, y ha realizado esfuerzos adicionales en el mejoramiento de sus esquemas de diseño e investigación. Esto influye en la cantidad y diversidad de ideas que se requieren para generar cambios con mayores niveles de disrupción; sin embargo, esto también se encuentra condicionado por la aceptación del cambio de los segmentos de mercado atendidos y la velocidad del cambio tecnológico del sector.

Se observa que los adelantos tecnológicos de las empresas participantes se desarrollan en esquemas cerrados y abiertos. Algunas de las razones por las que las empresas actúan en sistemas cerrados son: temor a compartir sus “secretos” tecnológicos y perder posicionamiento en el mercado; no identifican potenciales socios tecnológicos; o encuentran frustrante el trabajo con entidades nacionales porque los resultados no tienen los impactos esperados, ni se logran sincronizar las agendas de trabajo porque se carece de una visión y objetivos compartidos para el desarrollo (pensamiento académico versus pensamiento empresarial), esto entorpece la formación de redes de cooperación locales. Por otro lado, las empresas que son más abiertas al entorno comprenden la importancia de participar en redes para alcanzar resultados que por sí mismas no lograrían, estos socios tecnológicos se caracterizan porque complementan las capacidades tecnológicas de las empresas; por lo tanto, no se genera rivalidad (Pittaway et al., 2004); las empresas que han dado estos pasos han empezado a comprender los principios del *open innovation* (Gaubinger et al., 2014). Se prefiere que estos socios sean entidades extranjeras (I+D) u otras empresas, para que el impacto sea más significativo.

En una de las empresas del estudio, resulta evidente que los empleados que participan en la generación de ideas no poseen el mismo grado de influencia. En ocasiones, las opiniones de los empleados con mayor experiencia tienen mayor peso, lo que puede ser “beneficioso” para la empresa en la reducción del riesgo y en el mantenimiento del *status quo*; sin embargo, esto resulta contraproducente para la innovación y para la renovación de las capacidades de la empresa, lo que la lleva a estancarse y a quedarse atrás del ritmo de cambio de los mercados. Se requiere establecer una relación óptima entre la experiencia y la novedad.

Concepto del producto

La selección del concepto de producto o proyecto a desarrollar depende del grado de ajuste con los requerimientos y necesidades del cliente, los criterios de las personas involucradas en el proceso creativo, el presupuesto y las capacidades tecnológicas de la empresa. Para algunos de los entrevistados estos son los criterios necesarios para proseguir con la fase de desarrollo. Adicionalmente, para las empresas cuyo proceso creativo las lleva a plantear varios proyectos, se realizan procedimientos de priorización de acuerdo con el impacto en la estrategia de la empresa.

Según uno de los entrevistados, en el proceso de refinación de las ideas, previo al establecimiento de las especificaciones del proyecto, algunas de las decisiones se toman de acuerdo con “la voz del proyecto”, porque no se conocen inicialmente todos los factores involucrados, lo que es coherente con los niveles de incertidumbre de los proyectos de innovación; por lo tanto, en esta situación se requiere flexibilidad y al mismo tiempo ajuste a la disponibilidad de capacidades y recursos.

La decisión final sobre el concepto de producto o proyecto de innovación es tomada por el gerente, en todas las empresas de estudio. Sin embargo, una de las empresas [E5] cuenta con más filtros de decisión, como es el Comité de Innovación, en este comité intervienen diferentes áreas de la empresa, los resultados de esta evaluación conllevan a la formulación de un pre-proyecto con objetivos y cifras que se presentan a la gerencia.

Una mayor formalización de este proceso de filtrado y selección de proyectos, bajo un enfoque estratégico, es fundamental para la sostenibilidad a largo plazo de las empresas. Sin embargo, ha de tenerse presente que las eficiencias ganadas con una estructura metodológica pueden perderse en la medida en que las decisiones dependan de múltiples niveles jerárquicos.

Experimentación y validación

La construcción de prototipos y la realización de pruebas se encuentran condicionados a la complejidad de las piezas, a la cantidad demandada, a las capacidades de modelamiento y ejecución de pruebas, y a las exigencias del mercado objetivo. En los casos en los que el cliente pide un solo equipo no se desarrollan prototipos sino que se realizan pruebas y ajustes en el que será el producto final. Con cantidades más grandes se construye una muestra o un lote de prueba en el que se efectúa el proceso de experimentación y ensayo, principalmente, para la verificación del desempeño o funcionamiento de la parte, el equipo o el sistema. Las empresas que cuentan con plantas o laboratorio de ensayo propios pueden recrear condiciones reales que les permiten conocer el comportamiento de sus productos y asegurar la fiabilidad de estos, lo que supone una ventaja frente a la competencia que no tiene acceso a estos recursos.

Todas las empresas del estudio cuentan con software para el diseño y modelado de piezas; algunas de estas empresas realizan pruebas sobre estos prototipos virtuales a fin de conocer su comportamiento ante situaciones de estrés mecánico, dinámica de fluidos, entre otros. A su vez, las empresas que cuentan con maquinaria CNC, efectúan mediciones sobre el modelo virtual generado y simulaciones del tiempo y proceso de fabricación.

Dependiendo de las características del segmento de mercado al que van dirigidos las partes o equipos, el proceso de experimentación, validación teórica y matemática se vuelve más rigurosa, como es el caso de las autopartes, en especial, las que abastecen el segmento de las ensambladoras.

Se aprecia que la metodología para conducir el proceso de experimentación afecta el tiempo de desarrollo del producto. Los ciclos de ensayo, prueba y error, de acuerdo con la Teoría Estratégica Básica son mecanismos que promueven el aprendizaje (Sundbo, 1999); no obstante, muchos ciclos prolongan el proceso de innovación e implican un mayor desgaste de los recursos. Por otro lado, las empresas con metodologías más estructuradas realizan una mayor inversión de tiempo y recursos en análisis técnicos y matemáticos que minimizan las fallas. Gracias a la implementación de un área de I+D, la empresa [E5] ha mejorado sus metodologías de diseño basadas en modelamiento computacional, que le permite ser más eficiente y reducir las pruebas y errores.

Antes del desarrollo de una nueva parte o equipo, en el proceso de vigilancia tecnológica, es fundamental identificar las implicaciones de fabricación que puede tener este nuevo producto y anticipar su funcionamiento e interacción con otros mecanismos o sistemas, de esta manera se reduce la cantidad de ensayos y pruebas, esto requiere de mayores esfuerzos de investigación enfocados en estos asuntos claves.

Las empresas dedicadas a la fabricación de repuestos, durante el proceso de experimentación han identificado mejores materiales y técnicas de producción que han reportado beneficios significativos para sus clientes, en la ampliación de los tiempos de recambio, la confiabilidad de los equipos y la reducción de los costos de mantenimiento.

Todas las empresas del estudio, realizan actividades de validación con el cliente antes de iniciar la fabricación; la diferencia de la empresa [E4], es que ella realiza la validación del proyecto, es decir, todo el sistema, más que de los equipos por separado, solo se valida el diseño de los equipos cuando estos tienen una afectación en el diseño arquitectónico del cliente. En el proceso de validación con el cliente es importante identificar a las personas que tienen influencia en la decisión para reducir los re-procesos.

Difusión interna

Cuando el proyecto finaliza la fase de experimentación y validación, entra a la fase de escalamiento en producción y difusión en las demás áreas claves involucradas, como producción y mercadeo. Las empresas participantes en esta investigación emplean diferentes mecanismos de difusión, con mayores o menores niveles de documentación. En algunas de las empresas solo se maneja un formato en el que se consignan las especificaciones de diseño del producto, se codifica el producto, se guarda el programa de mecanizado (en los casos en los que se opera con maquinaria CNC), y en la medida de lo posible, se mantiene una pieza patrón para asegurar que las piezas posteriores cumplan con las especificaciones. También se archivan los planos y una de las empresas mencionó que efectúa registro fotográfico del producto. Finalmente, para los casos en los que los productos no son el resultado de pedidos puntuales, se les incorpora en el catálogo de productos.

Las empresas [E3] y [E5], manejan un mayor nivel de documentación que es el resultado de las prácticas heredadas del sistema de calidad particular que las rige. Estas dos empresas manejan sus documentos en bases de datos, lo que facilita el proceso de búsqueda y reduce las pérdidas de información. La empresa [E3] reconoce las dificultades de registrar el conocimiento tácito y la importancia de que la documentación sea práctica y sencilla, optando por la realización de mapas mentales, diagramas y dibujos.

Se brinda información verbal a las personas implicadas en los procesos, se realizan sesiones de lecciones aprendidas en los casos en los que se incurrió en una falla, para que esta no vuelva a ocurrir; tan solo [E3] y [E5] mantiene un registro documental de las lecciones aprendidas. Respecto a la comunicación de lecciones aprendidas, es importante incluir no solo los aspectos en los que el proyecto tuvo debilidades sino también sus

fortalezas, como ocurre en el *Stage-Gate*, esta es otra manera de promover la excelencia y mantener la motivación del equipo de trabajo. La innovación pone a prueba la capacidad de aprender y desaprender de la organización; parte de las nuevas capacidades adquiridas pueden perderse cuando no existe una adecuada gestión de conocimiento debido a que este no se documente, difunda y apropie correctamente.

La propiedad intelectual de las empresas del estudio, en la mayoría de los casos, no se encuentra protegida, en parte porque los niveles de novedad no son significativos para el mercado, porque los procesos son complicados y costosos o porque para el caso de Colombia se tiene bajos niveles de credibilidad en el sistema de protección.

Difusión externa

De acuerdo con los entrevistados, la difusión externa de los productos se maneja de diferentes formas. La empresa dedicada a la fabricación de repuestos para máquinas no requiere de grandes actividades de lanzamiento del producto al mercado, porque sus desarrollos son por pedidos puntuales y el cliente tiene conocimiento anticipado del producto, la venta está “asegurada”. Las empresas que fabrican equipos se interesan por canales que les permitan llegar a nuevos mercados (ej. subastas de maquinaria) y por comunicar las diferencias y ventajas de sus productos frente a los que se encuentran en el mercado, estos productos se ofrecen al cliente durante el proceso de venta dentro de las alternativas de selección para la realización de montajes. Dadas las características de algunos productos (ej. molinos, sistemas de transporte de paquetes), una de las formas más efectivas de comercialización es demostrar en condiciones reales su funcionamiento. Las empresas [E4] y [E5] han participado en ferias para dar a conocer sus productos; sin embargo, la ventaja de [E5] es que recibe el respaldo del grupo empresarial al que pertenece y tiene mayor visibilidad internacional.

Los canales que usa [E5], difieren de los anteriores casos, en que una parte de la comercialización se centraliza en la empresa comercializadora del grupo empresarial, que maneja la red de distribución de clientes mayoristas de reposición nacional y el resto de la comercialización es manejada por otra red de distribución con la que se tiene mayor contacto con el cliente final.

Todas las empresas del estudio cuentan con herramientas de comunicación de su oferta, estas incluyen *brochures*, páginas web, videos, catálogos con información detallada y *apps* que mejoran la interactividad y accesibilidad del cliente con la oferta; las empresas [E3] y [E5] son las que más inversiones han realizado en sus herramientas de comunicación. Algunas de las empresas entrevistadas no conceden la suficiente importancia al área de mercadeo, posiblemente por el desconocimiento del alcance de sus funciones en la creación de valor.

Las actividades posventa de la mayoría de las empresas consisten en respaldar las garantías por defectos de fabricación. La empresa [E5] monitorea a sus clientes de equipo original y a la cadena de distribución y [E3] hace seguimiento a sus clientes mediante el uso de CRM.

5.2.2 Aspectos de gestión

Esta sección presenta la interpretación de los resultados de los cinco elementos relacionados con la gestión del proyecto de innovación.

Ajuste estratégico

De acuerdo con la Teoría Estratégica Básica, la estrategia fija el marco para el proceso de innovación; igualmente, los modelos *Integrated Product Development* y *Stage-Gate* hacen énfasis en la alineación del proyecto de innovación con la estrategia. Respecto a las empresas participantes, todas han trazado una dirección estratégica del negocio (con mayor o menor detalle); se aprecia que el grado de ambición de la estrategia afecta el alcance de los proyectos de desarrollo de nuevos productos, su grado de novedad o creación de valor. La intensidad de las expresiones y la recurrencia en asuntos estratégicos, de algunos entrevistados evidencian el grado de posicionamiento e importancia que tienen estos asuntos en sus mentes y la necesidad de materializar dichos propósitos.

En la mayoría de los casos la estrategia ha encauzado el desarrollo de nuevos productos e inversiones en el fortalecimiento de capacidades tecnológicas claves (maquinaria especializada, creación de áreas de: I+D o automatización, vinculación laboral de personas de diferentes disciplinas, etc.), fundamentalmente, en aquellas que son o tienen el

potencial de ser fuentes de ventaja competitiva. Debido a que la ventaja competitiva no resulta de un solo recurso, es apremiante que las empresas del estudio articulen sus recursos estratégicos (tangibles, intangibles y humanos) para generar competencias medulares (Prahalad & Hamel, 1990), que las lleven a alcanzar el posicionamiento en el mercado deseado, crecer y ser sostenibles en el tiempo. Pero primero se requiere entender el papel que desempeñan en las cadenas de valor a las que pertenecen, entender a los actores y las dinámicas de los segmentos de mercados a los que atienden, establecer con claridad a donde se quiere llegar y dar una identidad propia a la empresa.

Las empresas que han adoptado una actitud pasiva, que no monitorean su entorno o que no se mueven al ritmo de cambio de los mercados y las tecnologías, tienen mayores probabilidades de convertirse en especies en vía de extinción, luchando para sobrevivir, sin estar preparadas y recibiendo los resultados correspondientes.

Los factores del entorno que han tenido un mayor impacto en las empresas del estudio, han sido: las importaciones de bienes de capital y de vehículos que han generado pérdida de participación en el mercado; la reducción del precio internacional del petróleo que ha desincentivado la inversión en el sector y ha llevado a la adopción de medidas de austeridad; cambios tecnológicos en el entorno de negocios; la inestabilidad política de Venezuela, que cerró los negocios con este importante socio comercial; y la subida del dólar ha afectado la estructura de costos de las empresas debido a la dependencia de materias primas e insumos importados, en esencia. Ante esta situación las empresas participantes han adoptado las siguientes medidas: búsqueda y migración hacia mercados más atractivos; avance en la creación de valor de la oferta (mayor sofisticación, integración de tecnologías *soft* a los productos metalmecánicos, automatización), enfocando la innovación; proyección de la diversificación del portafolio de productos y servicios, apalancándose en las capacidades tecnológicas desarrolladas; identificación del *core* del negocio y repensar la empresa; aprovechamiento de la apertura económica del país para identificar y establecer conexiones con aliados extranjeros, que permitan acceder a nuevas capacidades, y por ende, a nuevos mercados y a proyectos de mayor envergadura; evaluación de la posibilidad de tercerizar la producción con fabricantes chinos; sustitución de la importación de equipos, en los casos en los que resulta más económico fabricar que importar; pensar en la posibilidad de exportar gracias a los beneficios de la revaluación del dólar y las conexiones que se han establecido con el exterior; y fortalecer la relación con el cliente local aprovechando la proximidad. Muchas de estas medidas tienen un carácter

defensivo (Katz, 1999) y encuentra su explicación en la Teoría Básica del Emprendedor, que señala que los procesos de cambio innovadores inician cuando las empresas necesitan aprender de su situación para sobrevivir.

Todas las empresas reconocen la importancia estratégica que tiene la innovación; sin embargo, no todas hacen una verificación del grado de alineación de los proyectos de desarrollo de nuevos productos con su estrategia. En algunos casos, el bajo interés del cliente por la innovación frena el desarrollo de esta al interior de la empresa.

Monitoreo

Todas las empresas celebran reuniones para hacer seguimiento a la evolución de los proyectos, estas pueden ser formales o informales, programadas y no programadas, esto depende de las estructuras organizacionales y mecanismos de seguimiento establecidos explícita o implícitamente en la empresa. En algunas empresas, los asuntos de los proyectos de innovación se consideran en reuniones separadas a las reuniones de rutina que se realizan con mayor frecuencia para dar atención a imprevistos o fallas.

Los aspectos que reciben especial atención en el seguimiento de los proyectos son: el tiempo, las especificaciones del cliente y el presupuesto. Sin embargo, se debe aclarar que al inicio de un proyecto se desconocen por completo los tiempos y eventualidades que se pueden presentar en el desarrollo.

El cliente participa en el proceso de seguimiento del proyecto cuando el producto tiene un mayor grado de complejidad o se desconoce el desarrollo de este.

Control

La gerencia, de tres empresas, participa en todas las etapas del desarrollo de nuevos productos, hace parte del grupo de innovación. Esto puede tener implicaciones en la libertad para generar ideas, y posteriormente, en el proceso de filtrado y selección del concepto de producto o proyecto. De acuerdo con la Teoría Estratégica Básica, la actividad fundamental de la gerencia debe ser preparar las estrategias y promover en **toda** la empresa la creatividad y el desarrollo de ideas innovadoras (Sundbo, 1999).

Los sistemas o metodologías de gestión de la calidad influyen en los niveles de control del proceso de innovación, en la medida en que la empresa se ha adherido a estos sistemas, lo que se evidencia en las empresas [E3] y [E5]. La empresa [E5] tiene un proceso de innovación formalizado independiente del sistema de gestión de la calidad, en este proceso la gerencia no interviene en la fase creativa, pero existe toda una línea de gobierno, en la que participa el Comité de Innovación para evaluar los resultados de la fase de ideación, previo a la presentación del anteproyecto a la gerencia. La forma como las empresas [E3] y [E5] gestionan el desarrollo de nuevos productos se asemeja a la aplicada en el *Stage-Gate*.

Evaluación y toma de decisiones

La toma de decisiones, de acuerdo con los entrevistados, considera asuntos de: costos, factibilidad, reputación, riesgos, la estrategia, decisiones de la competencia, beneficios para el cliente, entre otros; no todas las empresas utilizan los mismos criterios. La empresa [E5] apoya el proceso de toma de decisiones realizando estudios de viabilidad financiera y técnica, y teniendo en cuenta el grado de importancia del mercado objetivo en la estrategia.

La mayoría de las empresas participantes no cuentan con un proceso sistemático de toma de decisiones, lo que es fundamental en las primeras etapas del proyecto, que se caracterizan por mayores niveles de incertidumbre y riesgo (Cohen & Whang, 1997).

Múltiples miradas y perspectivas enriquecen el proceso de toma de decisiones, pero también lo ralentizan; por lo tanto, se deben adoptar medidas que garanticen la efectividad y eficiencia del proceso, en ello interviene la gestión de la información. Además, la velocidad en la toma de decisiones se ve afectada por la cantidad de niveles jerárquicos que intervienen en el proceso de innovación y los protocolos que deben seguirse. Las empresas en las que el gerente es el dueño y su estructura organizacional es plana, la toma de decisiones es mucho más ágil.

Coordinación

El proceso de innovación convoca a diferentes áreas de la empresa para su desarrollo. La cantidad de participantes indica el grado de esfuerzos que deben realizarse en coordinación y comunicación, estos procesos se complejizan cuando participan entes

externos como los clientes o socios tecnológicos. Por lo general, un líder o gestor de proyectos se encarga de asumir estas funciones. Este líder de proyectos está presente desde el inicio del proyecto; en las empresas [E1] y [E3] el líder del proyecto es el ingeniero que visita al cliente y captura sus necesidades, está claramente identificado desde el inicio, esto concuerda con el enfoque del *Integrated Product Development* (Jayaram & Malhotra, 2010); en la empresa [E5] el líder del proyecto se conoce después de la aprobación de gerencia del pre-proyecto. Y en las empresas [E2] y [E4] no se identifica con claridad la existencia de un líder de proyecto, sino que después de la firma del contrato con el cliente se distribuyen las actividades de acuerdo con la competencia y responsabilidades de cada área, y gerencia pide los resultados. Las empresas [E3] y [E5] conocen con claridad el perfil del líder del proyecto, quien es diferente dependiendo del área de conocimiento principal que es demandada por el proyecto o el ingeniero que realizó los primeros contactos con la empresa.

En su mayoría, los grupos de innovación en las empresas se caracterizan por ser estructuras ad hoc, compuestas por varias áreas funcionales en las que intervienen diferentes empleados de acuerdo con las necesidades del proyecto, su alcance y complejidad. Aunque en la empresa [E5] se encuentra declarado formalmente el Grupo de Innovación y el Comité de Innovación, las personas que intervienen en el proceso cambian, no son las mismas, pero si son de diferentes áreas funcionales; este concepto de manejo separado del desarrollo de la innovación y la evaluación de la innovación se asemeja al utilizado en el *Stage-Gate*. Estas personas sincronizan sus actividades cotidianas con las resultantes de su participación en el proceso de innovación. La participación de grupos multidisciplinarios es fundamental de acuerdo con la Teoría Estratégica Básica, bajo la cual la innovación resulta de los esfuerzos de toda la organización (Sundbo, 1999).

Durante el proceso de desarrollo de un nuevo producto pueden presentarse situaciones conflictivas, en las empresas con menos personal, estas situaciones se reducen cuando los miembros del grupo de innovación tienen un conocimiento global del alcance y limitaciones de las áreas participantes; en una empresa más grande como [E5] se ha implementado la metodología de Planeación Colaborativa para la generación de sinergias interfuncionales; fomentar una cultura organizacional con valores compartidos que promuevan la innovación contribuye a establecer consensos y el desarrollo mediante esfuerzos conjuntos (Gaubinger et al., 2014), ese es uno de los mayores aportes del

Integrated Product Development, que busca la integración no de departamentos o áreas de la empresa sino de procedimientos, actitudes y metas (Lorenz, 2008).

Las empresas del estudio, hacen uso de mecanismos de comunicación formal e informal, algunos de estos son las reuniones, los protocolos o formatos de información, correos electrónicos, *whatsapp* y conversaciones directas. Los procesos de comunicación en las pequeñas empresas resultan más rápidos e informales.

5.3 Otros hallazgos

En el proceso de añadir mayor valor a la oferta, las empresas han traspasado los límites definidos para el sector metalmecánico, adquiriendo y desarrollando nuevos recursos y capacidades tecnológicas. El ambiente de competencia contribuye a hacer que las fronteras sectoriales sean cada vez más invisibles.

Los requerimientos propios del sector metalmecánico exigen que los líderes de proyectos en las pequeñas empresas tengan múltiples competencias, además de contar con conocimientos y habilidades ingenieriles, debe saber mercadear, debe saber formular y gestionar proyectos, debe actuar como coordinador y realizar actividades de seguimiento de la implementación.

En las pequeñas empresas de estudio se puede apreciar que la estrategia y el desarrollo de nuevos productos es prácticamente un reflejo de la personalidad de sus gerentes, particularmente de sus dueños.

Las metodologías brindan estructura para la ejecución de los procesos, para que estos se hagan con mayor eficiencia y efectividad; por lo tanto, estas afectan los resultados alcanzados en cada fase. Es imprescindible reconocer los alcances de las herramientas, su propósito, su función para el logro de los objetivos.

5.4 Aportes a la práctica

De acuerdo con los hallazgos de la investigación y la revisión bibliográfica se procede a formular las siguientes sugerencias sobre cómo abordar desarrollo de nuevos productos en el sector metalmecánico.

5.4.1 Aportes a la estrategia de la empresa

Resulta pertinente iniciar con los aportes al nivel estratégico de la organización o empresa debido a que sus procesos y enfoques son determinantes para el proceso de innovación (ver Tabla 5-2). Los aportes a este nivel son de aplicación general para empresas de diferentes actividades económicas.

Tabla 5-2: Nivel estratégico de la empresa

Asuntos claves	Objetivo	Acciones recomendadas	Metodologías/Instrumentos/técnicas de apoyo
Estrategia	Determinar la efectividad de la estrategia empresarial y de negocios	-Definir el posicionamiento que desea tener la empresa en mercado (identidad) -Revisión y ajuste de la estrategia de la empresa -Revisión y ajuste de la estrategia de negocios, análisis del portafolio actual de productos y servicios, establecimiento de metas para la renovación del portafolio de productos.	-Balance Scorecard (Norton y Kaplan) -Análisis prospectivo (caja de herramientas de Michel Godet) -Análisis PEST (Factores políticos, económicos, sociales y tecnológicos del entorno global o nacional) -Cinco Fuerzas de Porter (entorno de negocios-sectorial) -Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva -Revisión del artículo ¿Qué es estrategia? de Michael Porter (1996)
Modelo de negocios	Determinar la efectividad del modelo de negocios actual	Revisión del ajuste del modelo de negocios con las estrategias de la empresa	CANVAS (Alexander Osterwalder)
Capacidades internas	Reconocer la existencia de capacidades internas y su efectividad en la generación de ventaja competitiva	-Identificar qué recursos y procesos son estratégicos para la empresa por su intervención en la creación de valor para el cliente. -Examinar si se han generado articulaciones entre recursos para el desarrollo de capacidades y competencias que le permiten a la empresa generar ventaja competitiva	-Análisis de la cadena de valor interna, actividades primarias y de apoyo (Michael Porter) -Análisis de competencias medulares (Prahalad y Hamel) -Revisión del artículo ¿Qué es estrategia? de Michael Porter (1996)
Clientes claves	Determinar que clientes son claves y	-Revisión y evaluación de la cartera de clientes. ¿Qué clientes	-Análisis de la cartera de clientes (Pareto, relación 80%-20%, de

Asuntos claves	Objetivo	Acciones recomendadas	Metodologías/Instrumentos/técnicas de apoyo
	en qué grado se están satisfaciendo sus necesidades	son claves para el desarrollo y crecimiento de la empresa? Depurar. -Identificar clientes objetivo potenciales	acuerdo con los objetivos estratégicos de la empresa) -Análisis de segmentos de mercado con información secundaria y acercamiento directo a clientes potenciales atractivos para descubrir sus necesidades.
Aliados estratégicos	Reconocer la existencia de aliados potenciales	-Revisión de empresas e instituciones con recursos o capacidades complementarias a las de la empresa (tecnológicas, de producción, de mercadeo y distribución, etc.). -Evaluar la posibilidad de desarrollar cadenas de valor con clientes y proveedores (integración vertical). -Evaluar la posibilidad de aprovechar las economías de escala al unir esfuerzos con los competidores.	-Análisis de aliados -Esquemas de integración vertical y horizontal

Fuente: elaboración propia, 2016

5.4.2 Aportes al proceso de desarrollo de nuevos productos

Los aportes para abordar el desarrollo de nuevos productos en pymes del sector metalmecánicos se basan en las brechas identificadas durante el proceso de investigación. La Tabla 5-3, presenta las brechas en cada uno de los elementos considerados en el proceso de desarrollo de nuevos productos de este estudio, las acciones de mejora recomendadas y las metodologías, instrumentos y técnicas de apoyo sugeridas.

Tabla 5-3: Aportes al proceso de desarrollo de nuevos productos

Elementos claves	Brecha identificada	Acciones recomendadas	Metodologías/Instrumentos/técnicas de apoyo
Detonante	En algunas pymes del sector metalmecánico se evidencia actitudes de pasividad frente el desarrollo de nuevos productos, les es difícil visualizar las oportunidades y se encuentran varios	-Evaluación tecnológica de la empresa y análisis de oferta de productos metalmecánicos para diversas actividades económicas con el propósito de detectar oportunidades de desarrollo de productos para nuevos segmentos de mercado. -Evaluar la posibilidad de realizar adaptaciones tecnológicas en productos existentes para penetrar en segmentos de mercado con necesidades tecnológicas parcialmente satisfechas.	-Portafolio de tecnologías de tecnologías actuales. -Análisis de cadenas productivas. -NTC58000:2008 Requisitos para un proyecto de I+D+i

Elementos claves	Brecha identificada	Acciones recomendadas	Metodologías/ Instrumentos/ técnicas de apoyo
	pasos atrás del mercado.	<ul style="list-style-type: none"> -Desarrollo de capacidades para formular y gestionar proyectos de innovación para participar en convocatorias relacionadas. -Desarrollo de capacidades tecnológicas de producción, de diseño, de control de calidad y de manejo ambiental para abastecer a empresas mundiales y globales de maquinaria y equipos que buscan proveedores locales. 	
Restricciones	A diferencia de los repuestos, cuyos requerimientos técnicos son más fáciles de identificar, entender y reproducir, los equipos, máquinas y proyectos de montaje son más complejos y generan reprocesos	Implementar métodos que facilitan la captura de los requerimientos y necesidades del cliente y traducirlos en especificaciones técnicas; este cliente en la mayoría de los casos es un empresario o un industrial, por lo que atribuye especial importancia a la funcionalidad técnica (diseño, calidad) de los productos.	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Quality Function Deployment</i> (QFD) -Definir las fronteras de diseño dando respuesta a las seis preguntas del método 5W1H. -Estandarización de la calidad del producto (Six Sigma, AMEF).
Creatividad	La cantidad de ideas de algunas pymes del sector metalmeccánico es muy limitada y se carece de un proceso sistemático para su adecuada gestión.	<ul style="list-style-type: none"> -Construcción de redes internas y establecimiento de mecanismos de intercambio de conocimiento entre diferentes áreas funcionales (vínculos sólidos). -Monitoreo a las tendencias tecnológicas del sector metalmeccánico y a las tendencias tecnológicas de los sectores a los que pertenecen los clientes. -Involucrar a clientes y proveedores en el proceso creativo. -Participación en redes externas para encontrar soluciones a necesidades específicas (Ej. Red Solvers Colombia). Lo más importante no es el número de contactos externos sino su diversidad. -Definición clara de criterios de filtro para las ideas con base en los requerimientos del cliente y el potencial de éxito para el desarrollo. 	<ul style="list-style-type: none"> -<i>Brainstorming</i> y <i>brainstorming</i> reverso -Caja morfológica -Análisis de árboles de funciones y de componentes. -Co-creación -Reingeniería -Revisión de patentes -Ferias -Diseño para la manufactura. -Creación de escenarios -Desarrollo rápido de bosquejos.
Concepto de referencia	Las empresas de repuestos no requieren el desarrollo de múltiples conceptos de producto; sin embargo, las empresas que desarrollan artefactos, equipos, maquinaria y	<ul style="list-style-type: none"> -Ampliar la diversificación de los conceptos de producto (eso depende de la calidad y cantidad de ideas generadas en el proceso creativo). -Al seleccionar el concepto de referencia tener en cuenta los factores claves que son determinantes en la decisión de compra o adquisición de equipos o maquinaria de los clientes industriales/empresariales y las exigencias tecnológicas, de recursos que exige la 	<ul style="list-style-type: none"> -Caja morfológica -Desarrollo rápido de bosquejos. -Creación de escenarios -Evaluación de conceptos de producto. -Análisis función-costos

Elementos claves	Brecha identificada	Acciones recomendadas	Metodologías/ Instrumentos/ técnicas de apoyo
	efectúan montajes requieren generar varios conceptos.	implementación del concepto de producto en cuestión.	
Experimentación y validación	Algunas pymes del sector metalmecánico carecen de una metodología experimentación y entran en múltiples ciclos de ensayo y error	-Definición de la metodología de experimentación, las pruebas a realizar y las variables a medir. -Llevar un registro de la información del proceso de experimentación y validación, y analizar los resultados para tomar decisiones con mayor efectividad.	-Pruebas de concepto con el cliente -Pruebas de concepto con el área de producción.
Difusión interna	Las pymes del sector metalmecánico tienen dificultades en el manejo y difusión de la información generada del proceso de innovación.	Los diferentes niveles dentro de las empresas tienen diferentes necesidades de información. Por lo tanto, se debe seleccionar la información y la forma de presentación de esta, de acuerdo con los intereses y responsabilidades de cada nivel. Por ejemplo, en el nivel gerencial se debe presentar información relacionada con el cumplimiento de los objetivos y metas de innovación, y la información requerida para la toma de decisiones; por otro lado, en el nivel operativo se requiere de información relacionada con los procesos de manufactura, principalmente. Se deben establecer protocolos de reporte de la información.	-Informes breves y presentaciones con la información relevante del proyecto. -Fichas informativas (ej. tecnologías, segmentos de mercados, etc.) -Diagramas -Planos -Videos -Fotos -Protocolos de reporte.
Difusión externa	Algunas de las pymes tienen dificultades para comercializar sus productos, para concretar la venta.	-Diseñar la estrategia y el plan de comercialización. Selección de: los canales y el personal de ventas, espacios para demostraciones, los instrumentos de promoción y el mensaje que se comunica a los clientes, teniendo en cuenta las particularidades de cada segmento de mercado. El objetivo de la información comunicada debe ser el desarrollo de confianza del cliente en el producto y la empresa.	- <i>Marketing mix</i> -Plan de comercialización -Página web, blogs con contenidos tecnológicos relacionados con los productos ofertados por la empresa.
Ajuste estratégico	En algunas pymes del sector metalmecánico el desarrollo de productos no se encuentra fuertemente articulado con la estrategia sino que obedece a necesidades de sobrevivencia de corto plazo.	-La estrategia debe ser inspiradora pero al mismo tiempo alcanzable, debe regir las acciones y decisiones de la empresa. Efectuar acciones que no contribuyen al logro de la estrategia resulta contraproducente para la empresa en el mediano y largo plazo. -Embeber la estrategia de la empresa en cada una de las áreas y niveles de la organización requiere de la formulación de objetivos estratégicos claros, con iniciativas de acción definidas e indicadores que	<i>Balance Scorecard</i>

Elementos claves	Brecha identificada	Acciones recomendadas	Metodologías/ Instrumentos/ técnicas de apoyo
		permitan verificar el logro de dichos objetivos.	
Monitoreo	En algunas pymes del sector metalmeccánico no se ha establecido un proceso sistemático para hacer seguimiento al progreso del proyecto de innovación	-Identificar hitos en el proceso de innovación, que se convierten en puntos de verificación del avance del proyecto y de la calidad de los resultados de cada una de las etapas del proceso de desarrollo de nuevos productos. -Definir con claridad los resultados esperados de cada etapa del proceso de desarrollo del nuevo producto. -Emprender acciones correctivas en el caso que se requieran.	-Ciclos PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar). -Filosofía y herramientas <i>Kaizen</i> -Los resultados desfavorables pueden ser tratados como no conformidades.
Control	En la mayoría de las pymes del sector metalmeccánico el gerente hace parte del grupo de innovación	El gerente debe concentrarse, de forma exclusiva, en asuntos estratégicos, su participación el proyecto de innovación debe ser limitada a fin no restringir o influenciar el proceso creativo.	Manual de funciones y responsabilidades.
Evaluación y toma de decisiones	La mayoría de las pymes del sector metalmeccánico no cuentan con un proceso sistemático para la toma de decisiones durante la ejecución del proyecto de innovación	El entorno exige que las empresas actúen con rapidez y tomen decisiones acertadas, lo que es un reto dadas las condiciones de incertidumbre y riesgo de las primeras etapas del proceso de innovación; por lo tanto es imprescindible contar con un proceso de toma de decisiones. .	El proceso de toma de decisiones puede consistir en: 1. Identificar el asunto sobre el que se requiere una decisión. 2. Analizar del asunto en cuestión. 3. Definición y evaluación de diferentes alternativas. 4. Seleccionar la mejor alternativa. 5. Implementar la decisión. 6. Evaluar los resultados de la decisión.
Coordinación	En algunas pymes del sector metalmeccánico no se aprecia la existencia de un líder de innovación que coordine la realización de las actividades de las diferentes áreas funcionales y demás actores que intervienen en el proceso de innovación.	-Definición de un conjunto de valores que han de ser aplicados por quienes intervienen en el proyecto de innovación. -Definición del perfil del líder de innovación, este rol puede ser asumido por personas diferentes de acuerdo con las necesidades de proyecto. -Establecer los mecanismos de comunicación entre los participantes del proyecto.	-Técnicas de coordinación de grupos -Aportes de la psicología social al manejo de grupos.

Fuente: elaboración propia, 2016

6. Conclusiones

Tratar de examinar el proceso de desarrollo de nuevos productos desde la perspectiva de los actores que intervienen en él, permite comprender el proceso como parte de una realidad social en donde el sistema de valores, las motivaciones, miedos y aversiones emergen como factores determinantes en los resultados del proceso, lo que resalta la importancia del desarrollo de una cultura amigable con la innovación y el cambio, en la que se entienda que las equivocaciones son parte de un proceso de aprendizaje y que el riesgo puede, en cierta medida, controlarse; también, pone de manifiesto la relevancia que tiene la formación académica de quienes intervienen en el proceso debido a que la mayoría de los participantes de las pymes del sector metalmecánico no son plenamente conscientes de la existencia de un proceso de innovación en sus empresas, por lo tanto les es difícil reconocer las implicaciones que conlleva ejecutar dicho proceso con efectividad, por la falta de una adecuada fundamentación conceptual, teórica y metodológica en el tema. La ceguera que tienen algunas pymes respecto al proceso de innovación les impide reconocer el papel estratégico que este desempeña y por lo tanto no se le concede la importancia que merece, de hecho el concepto de estrategia tampoco ha sido completamente asimilado. Y en definitiva, se puede apreciar que el carácter desafiante de la innovación se opone al conjunto de prácticas, rutinas y hábitos tradicionales arraigados por años en las pymes del sector metalmecánico.

El proceso de desarrollo de nuevos productos en las pymes del sector metalmecánico es, en la mayoría de los casos, un conjunto mínimo de subprocesos, decisiones e interacciones poco articulados; que se encuentra condicionado, primordialmente, por la manera en que sus participantes ven e interpretan la realidad interna y externa de la empresa; y que avanza trastabillante hacia un destino poco claro por la falta de una estrategia definida, coherente y consecuente que guie su andar y por la ausencia metodologías que apoyen el desarrollo de cada uno de los pasos del proceso.

Las empresas que participaron en esta investigación han logrado, en cierta medida, trascender la cultura de búsqueda de resultados inmediatos, llevando a cabo las actividades principales que deben seguirse en el proceso de desarrollo de nuevos productos. Los niveles de incertidumbre y riesgo, en su mayoría, no son altos debido a que las innovaciones son incrementales, principalmente, y representan novedades para la empresa más no para el mercado. El desarrollo tiene una alta orientación al cliente porque la mayor parte de los proyectos son el resultado de pedidos de este, y no resulta difícil identificar sus necesidades y requerimientos. Los gerentes expresan su interés en el desarrollo de nuevos productos, pero son pocos los que han realizado esfuerzos por estructurar el proceso; la aversión al riesgo tecnológico y de mercado de algunos de ellos obstaculiza la innovación con mayores dosis de disrupción. La estructura organizacional horizontal que caracteriza a cuatro de las cinco empresas estudiadas, facilita la articulación e interacción entre las áreas involucradas; la empresa que tiene más niveles jerárquicos ha implementado metodologías que fomentan la cohesión entre sus áreas. Las empresas requieren despertar su sensibilidad para identificar oportunidades potenciales de desarrollo de nuevos productos que se gestan en el entorno. También se requiere mejorar los procesos de gestión de la innovación a fin de que estos aceleren los ciclos del proceso de desarrollo de nuevos productos y promuevan su frecuencia.

El sector metalmecánico actual, lleva a sus espaldas una carga histórica que no ha sido muy favorable con su desarrollo y sofisticación tecnológica. La baja disponibilidad de una amplia diversidad de materias primas de origen nacional condiciona el proceso creativo de búsqueda de diferentes soluciones de producto. Las importaciones tempranas de bienes de capital y la poca sofisticación tecnológica de las actividades económicas que jalonan al sector metalmecánico han incidido en que la industria nacional no se haya preocupado por desarrollar competencias tecnológicas que le permitan abordar competitivamente proyectos de innovación de mayor envergadura y complejidad. La infraestructura de transporte y logística constituye un reto importante para las empresas ubicadas en Bogotá D.C. que abastecen a clientes nacionales e internacionales. El sistema de protección de propiedad intelectual y los esquemas de actuación de la academia no facilitan el proceso de transferencia de conocimientos gestados en el país (la mayoría de las universidades no tienen oficinas de transferencia tecnológica, se presentan dificultades para hacer una adecuada valoración de las tecnologías, algunas carecen de abogados especializados en propiedad intelectual lo que obstaculiza la firma de acuerdos de licenciamiento, el

nacimiento de spin-off, entre otros). La mayoría de las pymes desconocen las líneas de financiación para proyectos de innovación y las que las conocen se les dificulta acceder a ellas porque los requerimientos resultan ser complicados de alcanzar. El comportamiento del valor del dólar y el cierre de la economía de Venezuela ha obligado a la búsqueda de nuevos mercados.

Como se puede apreciar son muchos los factores exógenos que condicionan el desarrollo de la innovación del sector metalmeccánico; sin embargo, es importante hacer una extrapolación al ámbito empresarial de una célebre frase de Jean-Paul Sartre que dice: “*cada hombre es lo que lo que hace con lo que hicieron de él*” que se traduciría en “*cada empresa del sector metalmeccánico es lo que hace con lo que hicieron de ella*”. Es el momento en el que las empresas del sector metalmeccánico se hagan responsables de sí mismas, eligiendo lo que quieren ser y a dónde quieren llegar, sorteando todos los retos que le impone el entorno, haciendo frente a falencias internas y dejando a un lado las justificaciones.

El enfoque metodológico y el método hermenéutico fenomenológico seleccionado permiten ir más allá de la descripción, promoviendo el diálogo constante entre el investigador y los hallazgos, con el propósito de interpretar las situaciones y llegar a la esencia de los asuntos que se estudian, resulta sencillo expresarlo; sin embargo, el método reta constantemente al investigador en el proceso mental de desentrañar lo esencial de lo que se encuentra bajo la superficie y en desarrollo de empatía con los participantes en un esfuerzo de ver las cosas como ellos las ven. Al desagregar el fenómeno en elementos o categorías facilitó la recolección, tratamiento y análisis de la información, lo que permitió identificar brechas y oportunidades de mejora puntuales. El método hermenéutico fenomenológico debe ser un método que debería usarse con más frecuencia en las ciencias de la gestión.

Las teorías de la innovación permiten comprender en gran medida el comportamiento, prácticas y rutinas en el desarrollo de nuevos productos de las empresas participantes, en especial, la Teoría Estratégica Básica permite un mejor acercamiento. En este sentido, y tomando en consideración que las empresas participantes operan en entornos principalmente estables, de moderado cambio tecnológico y con sistemas de gestión flexibles, el *Integrated Product Development* parece ser el más apropiado y equilibrado; se deben tener en cuenta las fortalezas en orientación al cliente del *Design Thinking* y las

fortalezas en el aseguramiento de la calidad de cada una de las etapas del proceso del *Stage-Gate*.

Dada la importancia que tiene el sector metalmeccánico en la economía y el desarrollo tecnológico de los demás sectores económicos del país, resulta fundamental el fortalecimiento de sus capacidades tecnológicas, de sus capacidades de innovación y de sus capacidades de formulación y gestión de proyectos de desarrollo de nuevos productos o nuevas tecnologías. Se requiere de una modernización tecnológica no solo de las máquinas y equipos sino también de los métodos y prácticas para conducir la innovación. Esta investigación hace una contribución significativa al respecto, en un esfuerzo de abrir la caja negra del desarrollo de nuevos productos en el sector y exponer en detalle tres opciones de modelos de procesos de innovación que han sido implementados por empresas exitosas en el mundo.

Esta investigación le permite a las empresas participantes reflexionar sobre el proceso de innovación, identificando mejores prácticas y entender las brechas existentes que obstaculizan el florecimiento de la innovación en sus empresas, cuya mejora depende del compromiso decidido y continuo de las organizaciones. Los aportes de esta investigación se pueden extender a todas las empresas del sector que vean reflejada su situación en los testimonios de los entrevistados, que en un 95% son pymes.

Dadas las características de enfoque cualitativo adoptado en la investigación resulta difícil establecer mediciones en los puntos críticos del proceso de desarrollo de nuevos productos y contar con una muestra significativa de empresas que permita realizar generalizaciones; aunque esta investigación no aborda el enfoque cuantitativo que se requiere para llevar a cabo las dos actividades señaladas, si da luces en la identificación de puntos críticos y en las prácticas utilizadas por algunas de pymes del sector metalmeccánico para el desarrollo de nuevos productos. Otras líneas sugeridas para futuras investigaciones se relacionan con las siguientes cuestiones: qué influencia tienen los sistemas de gestión organizacionales en la gestión de la innovación, cuál es el perfil del líder del proyecto de innovación en la pymes de sectores tecnológicos y no tecnológicos y cómo documentar con efectividad las entradas y salidas de información y el conocimiento generado en el proceso de innovación.

A. Anexo: Proceso de revisión bibliográfica

A continuación se describe el proceso de revisión bibliográfica que se siguió para la sección **1.3 Modelos de desarrollo de nuevos productos** que permitió posteriormente seleccionar los modelos *Integrated Product Development*, *Stage-Gate* y *Design Thinking*.

1. **Identificación de fuentes de información secundaria claves:** consulta de la base de datos *SCImago Journal & Country Rank* para reconocer las revistas más importantes en la publicación de investigaciones teóricas y empíricas sobre innovación, en general, y desarrollo de nuevos productos, en particular (ver Tabla 6-1).

Tabla 6-1: Ranking de revistas con artículos en innovación y desarrollo de nuevos productos

Rank	Title	ISSN	SJR Quartile	SJR	H index	Total Refs.	Total Cites (3years)	Cites/ Doc. (2years)	Ref./ Doc.	Country
1	Academy of Management Review	ISSN 03637425	Q1	11,91	178	3050	1025	7,58	95,31	United States
2	Academy of Management Journal	ISSN 00014273	Q1	9,398	205	7469	1532	6,35	95,76	United States
14	Journal of Product Innovation Management	ISSN 15405885	Q1	1,975	90	8860	733	2,25	65,63	United Kingdom
21	Technovation	ISSN 01664972	Q1	1,418	72	5119	639	3,08	56,88	United Kingdom
36	MIT Sloan Management Review	ISSN 15329194	Q1	0,822	65	466	279	1,49	9,71	United States
44	R and D Management	ISSN 14679310	Q2	0,687	64	3866	193	1,39	74,35	United Kingdom

Rank	Title	ISSN	SJR Quartile	SJR	H index	Total Refs.	Total Cites (3years)	Cites/ Doc. (2years)	Ref./ Doc.	Country
50	Industry and Innovation	ISSN 14698390	Q2	0,613	38	1254	143	0,99	48,23	United Kingdom
53	Harvard Business Review	ISSN 00178012	Q2	0,577	117	0	831	2,08	0	United States
55	European Journal of Innovation Management	ISSN 14601060	Q2	0,56	26	1457	115	1,23	63,35	United Kingdom
61	Creativity and Innovation Management	ISSN 14678691	Q2	0,482	6	2701	92	1,59	61,39	United Kingdom
88	International Journal of Product Development	ISSN 17418178	Q3	0,313	12	832	63	0,63	37,82	United Kingdom

Fuente: SCImago Journal & Country Rank, 2016

También se consultó la base de datos de *Scopus*, para reconocer a los autores con mayor número de publicaciones sobre los temas mencionados y conocer su estado del arte. Se diseñaron ecuaciones de búsqueda para acotar los resultados, teniendo en cuenta el año y el área de conocimiento, básicamente. A continuación se presenta un ejemplo de una búsqueda.

Ecuación de búsqueda

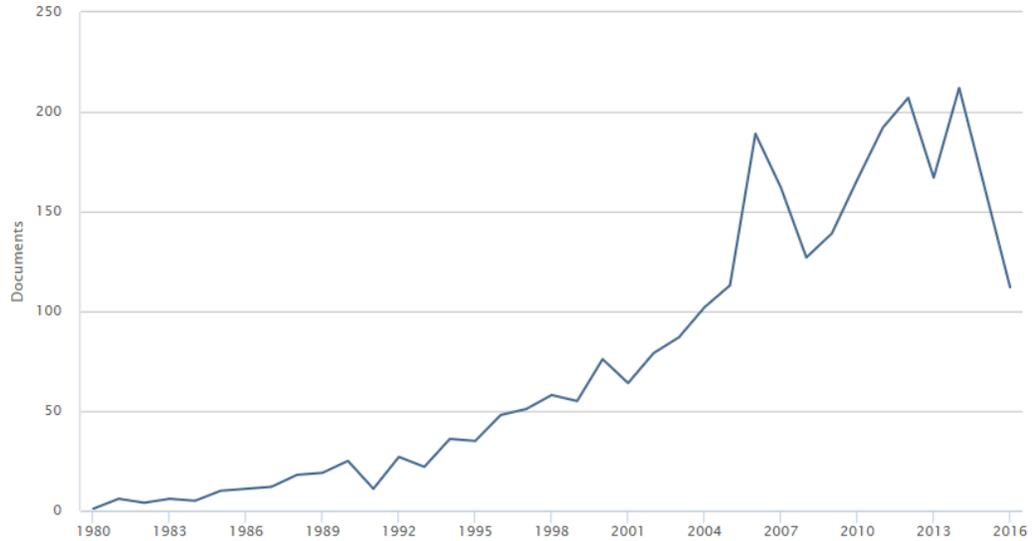
("new product development") AND ("process") AND (EXCLUDE(PUBYEAR, 1979) OR EXCLUDE(PUBYEAR, 1978) OR EXCLUDE(PUBYEAR, 1977)) AND (EXCLUDE(SUBJAREA, "COMP") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "DECI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ECON") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "SOCI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "MATH") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "AGRI") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "MATE") OR EXCLUDE(SUBJAREA, "ENVI"))

Resultados

Número de documentos: 2816

Figura 6-1: Producción bibliográfica desde 1980

Documents by year



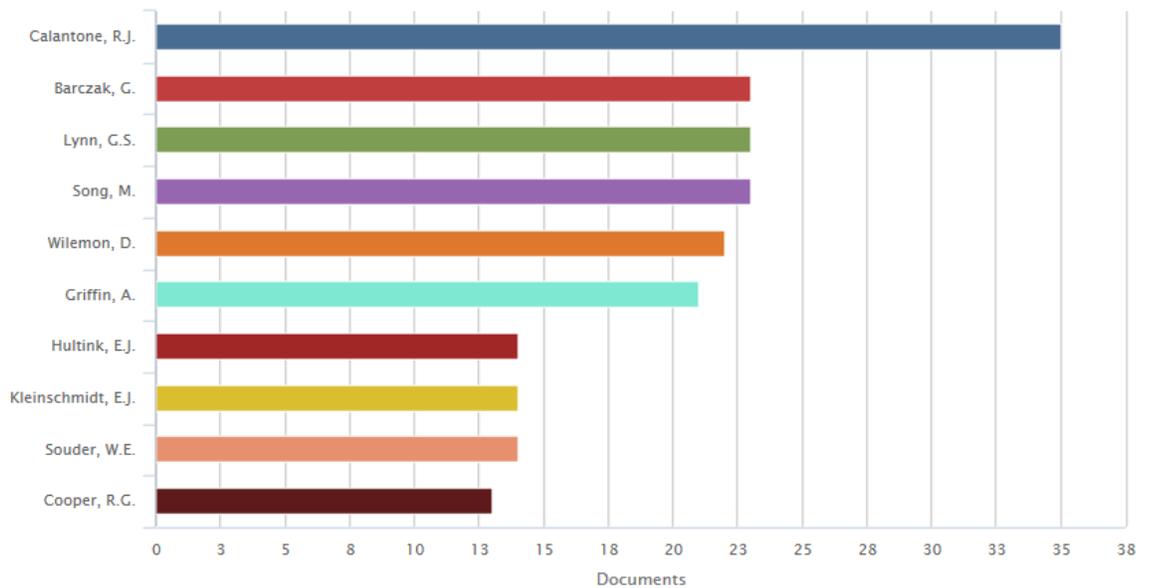
Fuente: Scopus, 2016

Aumento significativo de la producción bibliográfica a partir de 2001.

Figura 6-2: Autores con más publicaciones

Documents by author

Compare the document counts for up to 15 authors



Fuente: Scopus, 2016

Los diez autores con mayor número de documentos publicados en los últimos años.

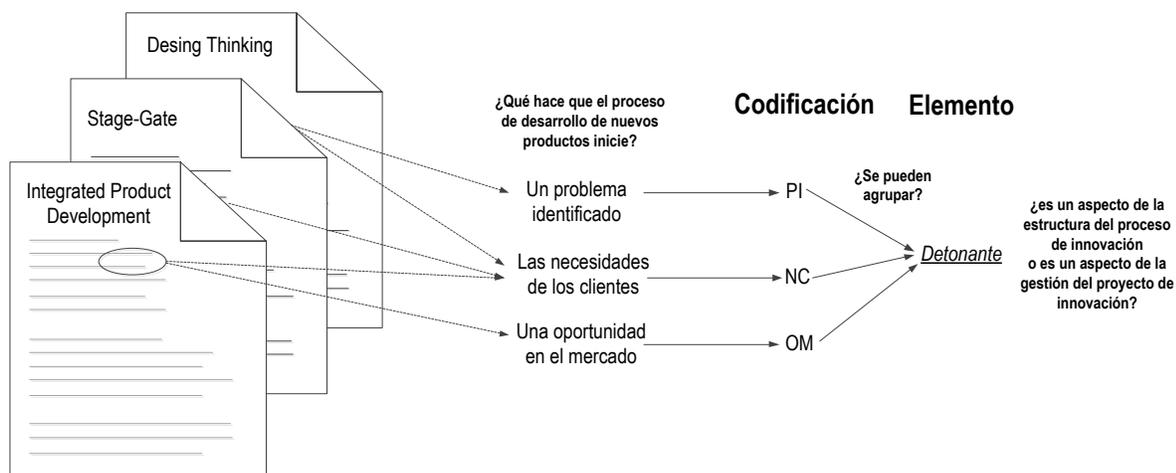
2. **Identificación de documentos claves:** para ello se realizó una primera revisión por pertinencia de los títulos, lo que constituyó un primer filtro. Luego, se realizó una segunda selección por pertinencia del contenido tras revisar el *abstract* de los documentos.
3. **Revisión *upstream* y *downstream*:** una vez identificados los documentos claves se procedió a revisar el contenido, se identificaron los autores citados más relevantes con el propósito de reconocer los documentos fuente y tener una visión más amplia de las ideas expresadas. También se revisaron los documentos que citaron al documento clave identificado previamente. Esta revisión permitió identificar los modelos de desarrollo de nuevos productos con mayor información descriptiva y las investigaciones empíricas que tuvieron en cuenta a dichos modelos, lo que facilitó el establecimiento de los criterios de selección de los modelos para esta investigación.
4. **Información complementaria:** debido a que los documentos consultados no fueron suficientes para detallar cada una de las fases de desarrollo de los tres modelos seleccionados, se realizó una búsqueda de información en *Google scholar*.

B. Anexo: Definición de los elementos del proceso de desarrollo de nuevos productos

El proceso para la definición de los elementos del proceso de desarrollo de nuevos productos a partir de los modelos seleccionados: *Integrated Product Development*, *Stage-Gate* y *Design Thinking* siguió las siguientes etapas:

1. **Descripción detallada de cada modelo:** construcción de un texto detallado que describa cada una de las fases de desarrollo del proceso de innovación para cada uno de los modelos seleccionados.
2. **Unificación de las etapas de ejecución del proceso de desarrollo de nuevos productos:** debido a que los tres modelos seleccionados proponen diferentes etapas para el desarrollo de nuevos productos, se decidió tomar las tres etapas genéricas de la cadena de valor de la innovación propuestas por Hansen y Birkinshaw (2007): generación de ideas, desarrollo y difusión.
3. **Análisis del texto:** lectura reflexiva y detenida del texto resultante para cada modelo. Tras una lectura inicial se descubrió la existencia de dos grandes categorías: la estructura del proceso de desarrollo de nuevos productos y la gestión del proyecto de innovación. Se realizaron lecturas posteriores para identificar microelementos o unidades de significado de cada párrafo, que se procedieron a agrupar por afinidad en elementos o conceptos más generales (ver Figura 6-3). Estos elementos se categorizaron, posteriormente, en elementos de la estructura del proceso de innovación o elementos de la gestión del proyectos de innovación.

Figura 6-3: Proceso de análisis de los modelos de desarrollo de nuevos productos seleccionados



Fuente: elaboración propia, 2016

4. **Conceptualización de los elementos:** asignación de una definición para cada elemento, que delimita y expone el factor de cohesión de las unidades de significado reunidas en el elemento (ver tabla 1-9).
5. **Validación de los elementos:** en este paso se realizaron dos procesos. Uno para determinar la existencia de otros elementos no contemplados, para lo cual se realizó una revisión de tres instrumentos de indagación y/o medición del proceso de desarrollo de nuevos productos (Encuesta del PDMA, *Innovation Compass* y *Activity model of product development process*, ver tabla 1-9). El segundo proceso que se realizó fue la retroalimentación con docentes investigadores en innovación tecnológica.

C. Anexo: Guía para la entrevista semiestructurada

FICHA TÉCNICA		
GENERALIDADES		
Instrumento	Cuestionario guía de la entrevista semiestructurada	
Descripción del instrumento	Este instrumento ha sido construido para conducir la entrevista de forma flexible, pero abordando todos los elementos claves derivados del Marco conceptual y teórico para el proceso de desarrollo de nuevos productos.	
Número de entrevistados	Seis (6) personas de cinco empresas del sector metalmeccánico.	
Descripción de los entrevistados	Gerentes de las empresas participantes o personal pertinente a cargo del proceso de innovación	
Duración de la entrevista	La duración estimada de la entrevista es de 30 min., pero esta puede prolongarse de acuerdo con la amplitud de las respuestas o interferencias durante el proceso de indagación	
Aplicación	Presencial	
Lugar	Instalaciones de las empresas	
DESCRIPCIÓN TÉCNICA		
Objetivo: Reconocer los procesos, acciones y decisiones en el desarrollo de nuevos productos en cinco pymes metalmeccánicas, tomando como base los elementos identificados del proceso descrito por algunos modelos teóricos.		
ESTRUCTURA		
Contextualización	Se informa a los entrevistados sobre la identidad del investigador, el propósito de la investigación y la entrevista y la duración estimada del proceso de indagación.	
Información general	Se adquiere información general sobre la empresa y el entrevistado.	
Preguntas	Se formulan las preguntas del cuestionario, en el orden en el que el entrevistado aborda asuntos claves; además se plantean preguntas adicionales durante la entrevista para profundizar sobre temas específicos.	
Cierre	Se agradece la participación del entrevistado	
Asuntos de indagación	Descripción	Preguntas
1. Proceso de desarrollo de nuevos productos	Se formulan preguntas globales sobre el proceso de desarrollo de nuevos productos.	1.1 ¿La empresa tiene un proceso de innovación formalizado (manual de procedimientos)? Por favor describa las etapas que sigue la empresa para el desarrollo de un nuevo producto. 1.2 ¿El proceso se adapta a los requerimientos del proyecto de innovación (nivel de complejidad, riesgo)?, ¿Cuál es la duración estimada del proceso? 1.3 ¿En qué fases del proceso participa el cliente?
2. Detonante	Se formulan preguntas sobre el origen de la decisión de innovar	2.1. ¿De dónde nace la decisión de desarrollar un nuevo producto o realizarle mejoras significativas (requerimiento de un cliente (a pedido), una oportunidad de negocio (nuevo mercado))?
3. Restricciones	Se formulan preguntas sobre los asuntos que	3.1 ¿Cómo se identifican las necesidades del cliente y como se traducen en especificaciones técnicas?

FICHA TÉCNICA		
	condicionan la innovación	3.2 ¿Cómo se balancean los requerimientos del cliente con las competencias de la empresa (tecnologías disponibles: maquinaria, equipo, software, conocimiento y experiencia)?
4. Creatividad	Se formulan preguntas sobre el origen de las ideas y las técnicas utilizadas	4.1 ¿De dónde nacen las ideas o posibles soluciones (internas (empleado, directivos) o externas (clientes, proveedores, competencia, instituciones de I+D))? 4.2 ¿Qué técnicas de creatividad se utilizan (<i>brainstorming</i> , caja morfológica, escenarios, etc.)?
5. Concepto de referencia	Se formulan preguntas sobre la selección del concepto de producto y los recursos para su desarrollo	5.1 ¿Qué criterios se utilizan para la selección del proyecto de innovación? 5.2 ¿Cómo se realiza la asignación de recursos para su desarrollo?
6. Experimentación y validación	Se formulan preguntas sobre prototipos, pruebas y validación	6.1 ¿Se desarrollan prototipos de los conceptos de producto? 6.2 ¿Qué pruebas se realizan sobre los conceptos de producto (técnicas-producción, validación con el cliente-mercado)?
7. Difusión interna	Se formulan preguntas sobre gestión del conocimiento y ajuste de los procesos	7.1 ¿Cómo se incorpora el nuevo producto en la empresa, ajuste en los procesos (producción, mercadeo)? 7.2 ¿Cómo se gestiona el nuevo conocimiento adquirido del proyecto innovación (procesos de aprendizaje interfuncionales)?
8. Difusión externa	Se formulan preguntas sobre lanzamiento y servicios posventa	8.1 ¿Qué actividades se realizan para el lanzamiento del producto al mercado (Estrategias, Planes)? 8.2 ¿qué servicios posventa se ofrecen al cliente (en los casos en donde no se realizan actividades de lanzamiento)?
9. Ajuste estratégico	Se formulan preguntas sobre la alineación de los proyectos de innovación con la estrategia	9.1 ¿Cuánta importancia tienen los proyectos de innovación en la estrategia de la empresa? 9.2 ¿Cómo se verifica que los proyectos se alineen con la estrategia de la empresa?
10. Monitoreo	Se formulan preguntas sobre los asuntos de seguimiento del proyecto de innovación	10.1 ¿Cómo se monitorea el progreso del proyecto? 10.2 ¿Qué criterios se vigilan (objetivos: técnicos, presupuesto, tiempo, nuevo conocimiento sobre el cliente)?
11. Control	Se formulan preguntas sobre la autonomía de las personas que participan en el proceso de innovación	11.1 ¿Qué grado de autocontrol y autogestión tiene el equipo que participa en el proyecto de innovación? 11.2 ¿En qué asuntos participa la gerencia?
12. Evaluación y toma de decisiones	Se formulan preguntas sobre la personas y los criterios para la evaluación y la toma de decisiones	12.1 ¿Quiénes participan en la evaluación de las etapas del proyecto? 12.2 ¿Qué criterios se utilizan para tomar decisiones en el proyecto de innovación (avanzar o detenerse)?
13. Coordinación	Se formulan preguntas sobre el grupo de innovación, la coordinación y la comunicación	13.1 ¿Qué áreas funcionales intervienen en el proceso de innovación (existe un área de I+D), participan en todo el proceso?, ¿los integrantes del equipo de innovación son los mismos para todos los proyectos o existen cambios? 13.2 ¿Cómo se coordina la realización de las tareas de innovación y cómo se resuelven los conflictos? 13.3 ¿Qué canales de comunicación se utilizan?

D. Anexo: Carta de solicitud de entrevista

Fecha

Estimados señores:

Mi nombre es Diana Katherine Triana Cuesta soy estudiante de último semestre de la Maestría de Administración de la Universidad Nacional de Colombia. Me encuentro adelantando mi tesis "Elementos de algunos modelos teóricos de desarrollo de producto aplicados por un grupo de empresas innovadoras del sector metalmecánico de Bogotá, D.C."⁷, dirigida por el profesor Christian Bruszies; con ella busco comparar la teoría (modelos de procesos de innovación ampliamente difundidos en la literatura) con la práctica en el sector metalmecánico.

Con este propósito, deseo entrevistar a los empresarios del sector, durante el mes de marzo, para identificar convergencias y divergencias en el desarrollo de nuevos productos que serán discutidas a la luz de la teoría.

La información recogida de las entrevistas será usada exclusivamente con fines académicos, guardando la reserva de comunicar la identidad de la empresa en el caso de ser requerida.

Muchas gracias por su atención y colaboración. Adjunto mis datos de contacto.

Cordial saludo,

DIANA KATHERINE TRIANA CUESTA

CC. 52.971.291

Ing. Industrial

Maestrante de Administración

Universidad Nacional de Colombia

E-mail:dianaunal@hotmail.com, dktrianac@unal.edu.co

Tel.: 321 431 1604 -7 84 40 26

⁷ Nombre original de la tesis

Bibliografía

- Aguwa, C. C., Monplaisir, L., & Turgut, O. (2012). Voice of the customer: Customer satisfaction ratio based analysis. *Expert Systems with Applications*, 39(11), 10112-10119.
- Aktiva. (2013). ¿Dos sectores pesados? La metalurgia y la metalmeccánica en Colombia. In E. sectoriales (Ed.).
- Arias, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. 5ta*: Fideas G. Arias Odón.
- Arias Valencia, M. M., & Giraldo Mora, C. V. (2011). El rigor científico en la investigación cualitativa. *Invest Educ Enferm*, 29(3), 500-514.
- Barceló, A. A. (2008). Los Enfoques Analítico y Sintético de las Funciones Lógicas. In S. Pinto (Ed.), *Bertrand Russell y el Análisis Filosófico a partir de "On Denoting"* (pp. 203-228). México: Instituto de Investigaciones Filosóficas.
- Beltrán Mora, L. N. (2011). *Cadenas competitivas industriales en Colombia: casos de los sectores de madera, metalmeccánica y aparatos eléctricos*. Bogotá: Universidad EAN.
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (Tercera ed.). Colombia: Prentice Hall.
- Bowen, H. K., Clark, K. B., Holloway, C. A., & Wheelwright, S. C. (1994). Development Projects: The Engine of Renewal. *Harvard business review*, 72(5), 110-120.
- Brem, A., & Voigt, K.-I. (2009). Integration of market pull and technology push in the corporate front end and innovation management—Insights from the German software industry. *Technovation*, 29(5), 351-367.
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard business review*, 86(6), 84.
- Bruszies, C. (2009). *Innovation Management*. Paper presented at the Maestría en Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Castano Giraldo, J. A. (2008). La investigación y el desarrollo como ejes centrales para la generación de bienes de capital. *El Cuaderno Ciencias Estratégicas*, 2(4), 223-238.
- Cohen, M. A., & Whang, S. (1997). Competing in product and service: a product life-cycle model. *Management Science*, 43(4), 535-545.
- Cooper, R. G. (1990). Stage-gate systems: a new tool for managing new products. *Business horizons*, 33(3), 44-54.
- Cooper, R. G. (2008). Perspective: The Stage-Gate® idea-to-launch process—Update, what's new, and NexGen systems*. *Journal of Product Innovation Management*, 25(3), 213-232.
- Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. J. (2002a). Optimizing the Stage-Gate Process: What Best-Practice Companies Do-Part I. *Research Technology Management*, 45(5), 21.
- Cooper, R. G., Edgett, S. J., & Kleinschmidt, E. J. (2002b). Optimizing the Stage-Gate Process: What Best-Practice Companies Do-PartII. *Research Technology Management*, 45(6), 43.

- Cooper, R. G., & Kleinschmidt, E. J. (1986). An investigation into the new product process: steps, deficiencies, and impact. *Journal of Product Innovation Management*, 3(2), 71-85.
- Cooper, R. G., & Kleinschmidt, E. J. (2011). *New products: The key factors in success*: Marketing Classics Press.
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing*: Springer.
- Cross, N. (2011). *Design thinking: Understanding how designers think and work*: Berg.
- Crotty, M. (1998). *The foundations of social research: Meaning and perspective in the research process*: Sage.
- Cruz Rincón, M. L., & Puente Castro, R. (2012). ¿Hay verdadera innovación en los lanzamientos de nuevos productos? Factores relevantes de éxito y fracaso en el caso colombiano. *Estudios Gerenciales*, 28(spe), 263-280.
- DANE. (2015). Metodología General Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera – EDIT.
- Denning, P. J. (2013). Design thinking. *Communications of the ACM*, 56(12), 29-31.
- Dinero. (2014, 2 de diciembre). ¿Quién quiere ensamblar carros en Colombia? *Dinero*.
- DNP. (2007). Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad In S. D. Sectoriales (Ed.), *Metalmeccánica y siderurgia*. Bogotá.
- DNP. (2015). Análisis Cadenas Productivas. from <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-empresarial/Paginas/analisis-cadenas-productivas.aspx>
- Dodgson, M., Gann, D., & Phillips, N. (2013). *The Oxford Handbook of Innovation Management*: Oxford University Press.
- Dougherty, D. (1992). A practice-centered model of organizational renewal through product innovation. *Strategic Management Journal*, 13(S1), 77-92.
- Ehrlenspiel, K., Kiewert, A., & Lindemann, U. (2013). *Kostengünstig entwickeln und konstruieren: Kostenmanagement bei der integrierten Produktentwicklung*: Springer-Verlag.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- Escobar Díaz, D. (2008). Los trabajadores del metal en Bogotá 1850-1930. *Revista Colombiana de Sociología*, 3(2).
- Fairlie-Clarke, T., & Muller, M. (2003). An activity model of the product development process. *Journal of Engineering Design*, 14(3), 247-272.
- Frambach, R. T., Prabhu, J., & Verhallen, T. M. (2003). The influence of business strategy on new product activity: The role of market orientation. *International journal of research in marketing*, 20(4), 377-397.
- Galanakis, K. (2006). Innovation process. Make sense using systems thinking. *Technovation*, 26(11), 1222-1232.
- Garcia, R., & Calantone, R. (2002). A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review. *Journal of Product Innovation Management*, 19(2), 110-132.
- Gaubinger, K., Rabl, M., Swan, S., & Werani, T. (2014). *Innovation and Product Management: A Holistic and Practical Approach to Uncertainty Reduction*: Springer.
- Gazabón, D. A. O., & Sepúlveda, P. A. A. (2014). Perfil innovador de la industria manufacturera colombiana. Caso del sector metalmeccánico de Barranquilla. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 13(25), 115-136.
- Gerpott, T. J. (2005). *Strategisches technologie-und innovationsmanagement*.

- Gerwin, D., & Barrowman, N. J. (2002). An evaluation of research on integrated product development. *Management Science*, 48(7), 938-953.
- Glen, R., Suci, C., & Baughn, C. (2014). The Need for Design Thinking in Business Schools. *Academy of Management Learning & Education*, 13(4), 653-667.
- Godin, B. (2006). The Linear model of innovation the historical construction of an analytical framework. *Science, Technology & Human Values*, 31(6), 639-667.
- González Morales, J. F., & García Gómez, S. A. (1996). *Estudio de los procesos de innovación tecnológica en la industria metalmecánica de Santafé de Bogotá*. (Ingeniero Mecánico), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Graner, M., & Mißler-Behr, M. (2013). Key determinants of the successful adoption of new product development methods. *European Journal of Innovation Management*, 16(3), 301-316.
- Griffin, A. (1997). PDMA research on new product development practices: Updating trends and benchmarking best practices. *Journal of Product Innovation Management*, 14(6), 429-458.
- Hagedoorn, J. (1996). Innovation and Entrepreneurship: Schumpeter Revisited. *Industrial & Corporate Change*, 5(3), 883-897.
- Hansen, M. T., & Birkinshaw, J. (2007). The innovation value chain. *Harvard business review*, 85(6), 121.
- Jaramillo, C. (2003). Evolución del sector metalmecánico en Colombia. *Ecos de Economía: A Latin American Journal of Applied Economics*, 3(9), 16-32.
- Jayaram, J., & Malhotra, M. K. (2010). The Differential and Contingent Impact of Concurrency on New Product Development Project Performance: A Holistic Examination. *Decision Sciences*, 41(1), 147-196. doi: 10.1111/j.1540-5915.2009.00262.x
- Jiménez Archila, A. (2009). Situación Actual de la Industria Metalmecánica ante los TLC. *Metal Actual*, 12, 6.
- Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (2013). Design thinking: past, present and possible futures. *Creativity and Innovation Management*, 22(2), 121-146.
- Kafle, N. P. (2013). Hermeneutic phenomenological research method simplified. *Bodhi: An Interdisciplinary Journal*, 5(1), 181-200.
- Katz, J. (1982). Cambio tecnológico en la industria metalmecánica latinoamericana: resultados de un programa de estudios de casos.
- Katz, J. (1999). Cambios estructurales y evolución de la productividad laboral en la industria latinoamericana en el período 1970-1996.
- Kline, S. J. (1985). Innovation is not a linear process. *Research management*, 28(4), 36.
- Kornbluh, M. (2015). Combatting Challenges to Establishing Trustworthiness in Qualitative Research. *Qualitative Research in Psychology*, 12(4), 397-414.
- Kosik, K. (1963). *Dialéctica de lo concreto*: Grijalbo.
- Kotter, J. P. (2008). *Corporate culture and performance*: Simon and Schuster.
- Krippendorff, K. (2005). *The semantic turn: A new foundation for design*: crc Press.
- Kuhn, T. S. (2011). *La estructura de las revoluciones científicas*: Fondo de cultura económica.
- Laverty, S. M. (2003). Hermeneutic Phenomenology and Phenomenology: A Comparison of Historical and Methodological Considerations. *International Journal of Qualitative Methods*, 2(3), 1.
- Lawson, B. (2006). *How designers think: the design process demystified*: Routledge.

- Lorenz, M. (2008). *Handling of strategic uncertainties in integrated product development*. Universität München.
- Lukaitis, S. (2012). *Applying Hermeneutic Phenomenology to Understand Innovation Adoption*.
- Lynn, G. S., Abel, K. D., Valentine, W. S., & Wright, R. C. (1999). Key factors in increasing speed to market and improving new product success rates. *Industrial Marketing Management*, 28(4), 319-326.
- Malaver Rodríguez, F., & Vargas Pérez, M. V. (2004). Los procesos de innovación en la industria colombiana: resultados de un estudio de casos. *Cuadernos de administración*, 17(28), 9-51.
- Martínez, M. (1998). *La investigación cualitativa etnográfica en educación*: Bogotá: círculo de lectura alternativa.
- Martínez, M. (2006). La investigación cualitativa (síntesis conceptual). *Revista de investigación en psicología*, 9(1), 123-146.
- McKelvey, M., & Holm, M. (2010). *Learning to compete in European universities: From social institution to knowledge business*: Edward Elgar Publishing.
- Mitchell, D. (2011). Balance Industrial 2011. Bogotá: DNP.
- Moldaschl, M. (2010). Why innovation theories make no sense. Chemnitz: Lehrstuhlpapiere // Professur für Innovationsforschung und Nachhaltiges.
- Muffatto, M., & Roveda, M. (2002). Product architecture and platforms: a conceptual framework. *International Journal of Technology Management*, 24(1), 1-16.
- Naveh, E. (2005). The effect of integrated product development on efficiency and innovation. *International Journal of Production Research*, 43(13), 2789-2808.
- Nellore, R., & Balachandra, R. (2001). Factors influencing success in integrated product development (IPD) projects. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 48(2), 164-174.
- Nordhaus, W. D. (1973). Some skeptical thoughts on the theory of induced innovation. *The Quarterly Journal of Economics*, 208-219.
- Ocampo, J. A., Bernal, J., Avella, M., & Errázuriz, M. (1987). La consolidación del capitalismo moderno (1945-1986). *Historia económica de Colombia*, 243-334.
- OCDE, E. (2005). Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. documento disponible en línea en http://www.conacyt.gob.sv/Indicadores%20Sector%20Academcio/Manual_de_Oslo%2005.pdf 5D.
- Ortiz, C. H., Uribe, J. I., & Vivas, H. (2009). Transformación industrial, autonomía tecnológica y crecimiento económico: Colombia 1925-2005. *Archivos de economía*, 352, 1-57.
- Payán Betancur, L. M., Echeverri Sánchez, S. M., & Sánchez Castro, J. J. (2008). Identificación de algunos aspectos de la capacidad de innovación de las empresas del sector metalmeccánico de Risaralda Colombia. *Scientia et Technica*, 3(40), 136-141.
- Pittaway, L., Robertson, M., Munir, K., Denyer, D., & Neely, A. (2004). Networking and innovation: a systematic review of the evidence. *International Journal of Management Reviews*, 5(3-4), 137-168.
- Plattner, H. (2010). An Introduction to Design Thinking Process Guide. *The Institute of Design at Stanford: Stanford*.
- Plattner, H., Meinel, C., & Leifer, L. (2010). *Design Thinking: Understand–Improve–Apply*: Springer Science & Business Media.

- Porta, L., & Silva, M. (2003). La investigación cualitativa: El Análisis de Contenido en la investigación educativa. *Red Nacional Argentina de Documentación e Información Educativa* <http://www.uccor.edu.ar/paginas/REDUC/porta.pdf> (Retrieved: 1-2-2010).
- Powell, T. C. (1992). Strategic planning as competitive advantage. *Strategic Management Journal*, 13(7), 551.
- Prahalad, C. K., & Hamel, G. (1990). The core competence of the corporation.
- Quintero Campos, L. J., & Cortés Amador, C. (2011). *Cultura innovadora. Estudios de caso: sociología de las pymes en Colombia*. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Radnor, Z., & Noke, H. (2002). Innovation compass: a self-audit tool for the new product development process. *Creativity and Innovation Management*, 11, 122-132.
- Ramirez, A. C., Suarez, J., & Lesmes, J. M. (2011). La cadena de valor siderúrgica y metalmecánica en Colombia: En la primera década del siglo XXI
- Rauniar, R., & Rawski, G. (2012). Organizational structuring and project team structuring in integrated product development project. *International Journal of Production Economics*, 135(2), 939-952.
- RICYT. (2001). *Manual de Bogotá: normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe*: Red Iberoamericana de Indicadores de de Ciencia y Tecnología (RICYT) y Organización de Estados Americanos (OEA).
- Rodríguez Pérez, E. A. (2002). *Estudio del despliegue de la función de calidad (QFD)*. (Ingeniero Mecánico), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Rountree, R., Guillen, A., & Lee, E. (1995). *Development and evolution of an Integrated Product Development System/Center at the Space and Missile Systems Center* Paper presented at the INCOSE International Symposium.
- Salgado Lévano, A. C. (2007). Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos. *Liberabit*, 13(13), 71-78.
- Sánchez Castro, J. J., Molina, G. K., & Arenas, C. (2009). La innovación como fuente de ventaja competitiva: un análisis del sector metalmecánico de pereira y dosquebradas. *Scientia et Technica*, 2(42).
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action* (Vol. 5126): Basic books.
- Shinkle, G. A., & McCann, B. T. (2014). New product deployment: The moderating influence of economic institutional context. *Strategic Management Journal*, 35(7), 1090-1101.
- Silva Calvo, J. A., & Sánchez Gómez, J. R. (1997). *Estudio de caso sobre innovación tecnológica en el Grupo Inducileman* (Ingeniero Mecánico), Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Solano Fuentes, G. (2008). *Empresa sapiens: la innovación en la empresa* Bogotá, D.C.: Universidad Manuela Beltrán.
- Strauss, A. L., & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*: Universidad de Antioquia.
- Sundbo, J. (1999). *The theory of innovation: entrepreneurs, technology and strategy*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Tan, A. R., McAloone, T. C., & Andreasen, M. M. (2006). *What happens to integrated product development models with produc/service-system approaches?* Paper presented at the IPD 2006: Proceedings of the 6th Workshop on Integrated Product Development, Magdeburg, Germany, 18.-20.09. 2006.
- Tidd, J., & Bessant, J. (2009). *Managing innovation: integrating technological, market and organizational change* (4th ed.): Wiley Chichester.

- Trujillo Lora, J. C., & Iglesias Pinedo, W. (2012). Determinantes del crecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas: el caso del sector metalmeccánico. *Semestre Económico*, 15(32), 41-76.
- van Manen, M. (1984). Practicing phenomenological writing. *Phenomenology+Pedagogy*, 2(1), 36-69.
- Vandenbosch, B., Saatcioglu, A., & Fay, S. (2006). Idea Management: A Systemic View*. *Journal of Management Studies*, 43(2), 259-288.
- Vargas, M., Malaver Rodríguez, F., & Zerda, A. (2003). *La innovación tecnológica en la industria colombiana*: Centro Editorial Javeriano. CEJA.
- Wattanasupachoke, T. (2012). Design thinking, innovativeness and performance: An empirical examination. *International Journal of Management and Innovation*, 4(1), 1-14.
- Weis, B. X. (2014). *From Idea to Innovation: A Handbook for Inventors, Decision Makers and Organizations*: Springer.
- Weiss, A. (1994). *La empresa colombiana entre la tecnocracia y la participación: del Taylorismo a la Calidad Total*: Universidad Nacional de Colombia.
- Wilson, H. S., & Hutchinson, S. A. (1991). Triangulation of qualitative methods: Heideggerian hermeneutics and grounded theory. *Qualitative Health Research*, 1(2), 263-276.