

MODELO DE DESARROLLO DE PRODUCTO PARA PROYECTOS ACADÉMICOS

PRODUCT DEVELOPMENT MODEL FOR ACADEMIC PROJECTS

Henry Montaña Quintero¹,

Edwin Rivas Trujillo²,

Nelson Rodríguez Montaña³

Universidad Distrital Francisco José De Caldas
Bogotá, Colombia

RESUMEN.

El desarrollo de producto NPD implica la aplicación de diferentes modelos para llevar un producto desde la idea hasta el lanzamiento al mercado, buscando reducir riesgos, ciclos y tiempos de desarrollo de producto PD. El PD generalmente se hace al interior de metodologías o buenas prácticas de gestión de proyectos, lo cual implica que se tengan

muchas opciones para seleccionar el modelo de PD, afectando directamente la planeación y secuenciación de actividades en la gestión del proyecto. Este artículo presenta los resultados de la investigación sobre modelos de desarrollo de producto, componentes conceptuales y fases con el objetivo de proponer un modelo que integra lo mejor de estos modelos y evaluar su aplicación en un ambiente de desarrollo académico. Se realiza una evaluación del modelo comparado con el modelo de referencia STAR, para observar el desempeño en cuanto a tiempos, recursos y ciclos de desarrollo, para lo cual se tomaron 16 grupos focales conformados por estudiantes de ingeniería, que aplicaron los dos modelos en el desarrollo de un producto específico, evidenciando un mayor desempeño con el modelo propuesto.

¹ HENRY MONTAÑA QUINTERO, Ingeniero Electrónico, M.Sc. Ingeniería Industrial, Profesor asociado en Universidad Distrital Francisco José de Caldas, hmontanaq@udistrital.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-0752-6315>

² EDWIN RIVAS TRUJILLO, Ingeniero Eléctrico, Ph.D. en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática, Profesor titular en Universidad Distrital Francisco José de Caldas, erivas@udistrital.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-2372-8056>

³ NELSON EDUARDO RODRÍGUEZ MONTAÑA, Ingeniero Industrial, M.Sc. Control Estadístico de la Producción, Profesor titular en Universidad Distrital Francisco José de Caldas, nerodriguezm@udistrital.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-5220-3382>

PALABRAS CLAVE: Desarrollo de producto, modelos de desarrollo, gestión del conocimiento, ciclo de vida, gestión de proyectos.

ABSTRACT.

The development of a product PD implies the application of different models to take a product from the idea to the market launch, seeking to reduce risks, cycles and times of PD product development. The PD is generally done within methodologies or good practices of project management, which implies that there are many options to select the PD model, directly affecting the planning and sequencing of activities in project management. This article presents the results of research on product development models, conceptual components and phases with the objective of proposing a model that integrates the best of these models and evaluate the application in the academic development environment. An evaluation of the model compared to the STAR reference model is carried out to observe the performance in terms of times, resources and development cycles, for which 16 focus groups conformed for engineering students were taken that applied the two models in the development of a specific product, evidencing a greater performance with the proposed model.

KEYWORDS: Product development, development models, knowledge management, life cycle, project management.

INTRODUCCIÓN

La American Marketing Asociación (A.M.A.) define Producto al “Conjunto de atributos (características, funciones, beneficios y usos) que le dan la capacidad para ser intercambiado dado que el producto existe para propósitos de intercambio y para la satisfacción de objetivos individuales y organizacionales (AMA 2016).

Un nuevo producto se define como: los productos originales, productos mejorados, productos

modificados y nuevas marcas desarrolladas a través de los esfuerzos de una organización de investigación y desarrollo, procurando: la reducción de costos; mejoras en los productos existentes; productos reposicionados; adiciones a las líneas de productos existentes; nuevas líneas de productos (Cengiz, Ayyldiz, and Kirkbir 1988).

El desarrollo exitoso de un producto involucra un gran número de variables, relacionadas con: el tiempo y costos (Karl T, Ulrich and Eppinger 2013), con la planificación, conceptualización, diseño básico, de detalle, protección de propiedad intelectual, pruebas, validación, producción, promoción, mercadotecnia y comercialización (Golbazzadeh and Homayounfar 2016).

En consecuencia, es importante identificar los componentes conceptuales de los modelos de PD con el fin de generar una propuesta que los unifique y facilite al equipo de gestión de proyectos realizar los procesos relacionados con definición de tareas y secuenciación de las mismas para la fase de desarrollo dentro de la gestión de proyectos. Para presentar el proceso metodológico que llevo a proponer el modelo, en este documento se hace una identificación de Modelos de desarrollo de producto, luego una Caracterización de modelos, seguido de la Propuesta del modelo y la Evaluación del mismo donde se presentan los resultados en los grupos focales.

MODELOS DE DESARROLLO DE PRODUCTO

En la literatura se identifican diversidad de modelos de PD, ampliamente conocidos y utilizados en todo el mundo por industrias de diferente tipo entre las que se encuentran la aeroespacial en el caso de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio NASA o la reconocida multinacional FORD MOTOR CO y la empresa XEROX, entre otras. Algunos de estos modelos son:

- Pah I. Chen (Chen 1970).
- Stage – Gate de Cooper (B. R. G. Cooper 2006).
- STAR (Gadde et al. 2012).
- Espiral (Boehm et al. 1987).
- Modelo para empresas de base tecnológica del área de electrónica de Brasil (Salgado et al. 2014).
- Modelo de pequeñas y medianas empresas (SME`s) Chinas (Lou, Southee, and Bohemia 2013),.
- Capability Maturity Model Integration (Development 2010).
- Modelo en V de Ford Motor CO (Lopez Avila 2014).

A continuación, se describen los modelos presentados.

A. Modelo de PD PAH I. CHEN

Pah I. Chen presenta una aproximación en su artículo de 1970 sobre un modelo de PD, en donde se reconocen 8 etapas de desarrollo, desde la necesidad de diseño hasta la manufactura del prototipo, este modelo incluye etapas de retroalimentación para la mejora del producto en la etapa de test, y se presenta un modelo mejorado que incluye una etapa adicional de definición de parámetros de confiabilidad (Chen 1970). Las etapas de este modelo son: Declaración de diseño, especificaciones de diseño, alternativas de diseño, asignar cargas en piezas/componentes, restricciones (costo, funcionalidad, seguridad, entre otras), optimización del rendimiento, prototipos/pruebas y por último fabricación.

B. Modelo de desarrollo de producto STAGE-GATE

En la Figura 1 se muestra el modelo presentado hacia los años 2000 (R. G. Cooper, Edgett, and Kleinschmidt 2002), este modelo evoluciono para adaptarse a las necesidades de desarrollo ágil mejorando los tiempos pero con dificultades en la implementación (R. G. Cooper 2019).



Figura 1. Modelo de desarrollo de producto Stage-gate. Tomado de (R. G. Cooper, Edgett, and Kleinschmidt 2002), adaptado por los autores.

C. **Modelo de desarrollo de producto STAR**

Este modelo (Gadde et al. 2012) Figura 2 derivado de la norma ISO 15288: 2008 Comprende siete procesos: definición de requisitos, análisis de requerimientos, partición del sistema, implementación, abastecimiento, validación e integración.

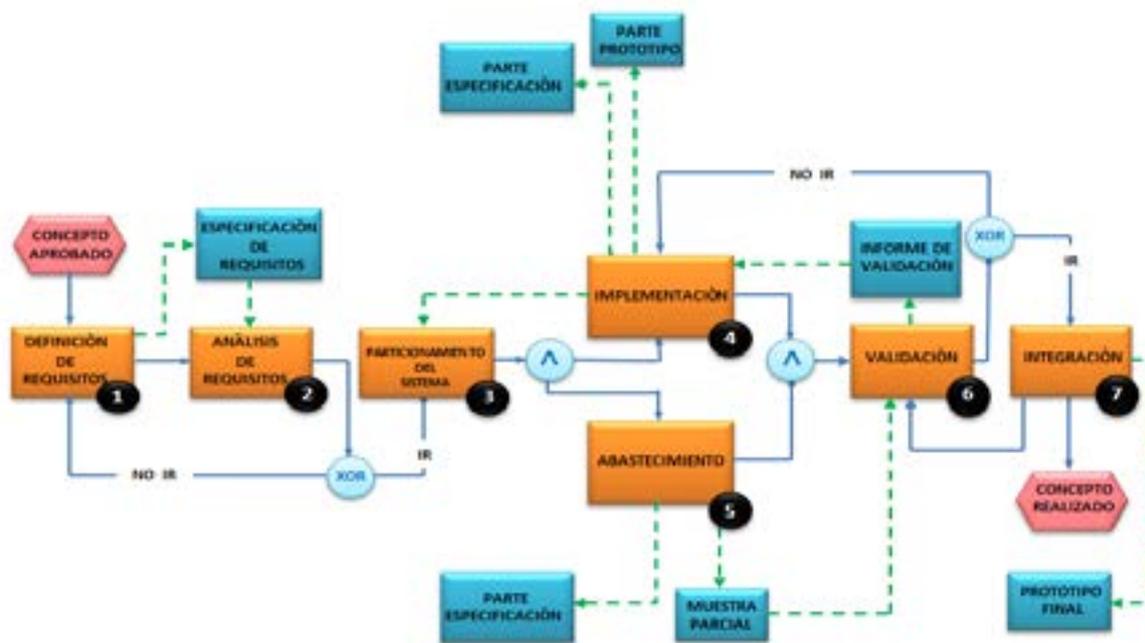


Figura 2. Modelo de desarrollo de producto, STAR. Tomado de (Gadde et al. 2012), adaptado por los autores.

D. **Modelo de desarrollo de producto en espiral**

El modelo en espiral propuesto por Boehm en 1987 (Boehm et al. 1987), es principalmente utilizado en el desarrollo de software. En este modelo, las etapas son repetitivas, pasando de una etapa a otra y regresando para hacer cambios en la planeación o diseño conceptual, repercutiendo en el diseño de detalle, posterior integración y test.

El proceso permite anticipar riesgos y causas potenciales. En La Figura 3 se presenta el modelo en espiral clásico propuesto por Boehm y una variación en la parte derecha que constituye una versión actual utilizada por la compañía XEROX INC en sus procesos de desarrollo de producto.



Figura 3. Modelo de desarrollo de producto en Espiral. Tomado de (Unger and Eppinger 2011)

E. Modelo de desarrollo de producto en empresas de base tecnológica (caso BRASIL)

El modelo de desarrollo de producto presentado por Salgado, Mello y Silva (Salgado et al. 2014) Figura 4 es resultado de la consulta en Brasil a un grupo de empresas de base tecnológica (TBC, Technology Based Companies) del área de electrónica, en el cual se contemplan 4 macro fases donde se incorporan elementos

de dirección estratégica de la organización que según los empresarios es la más importante dado que tiene que ver con la definición de los objetivos, metas, alcances, competidores y la definición de productos clave para la empresa.

El modelo de la figura 4 contempla macrofases y actividades que abordan fases de desarrollo y organizacionales.

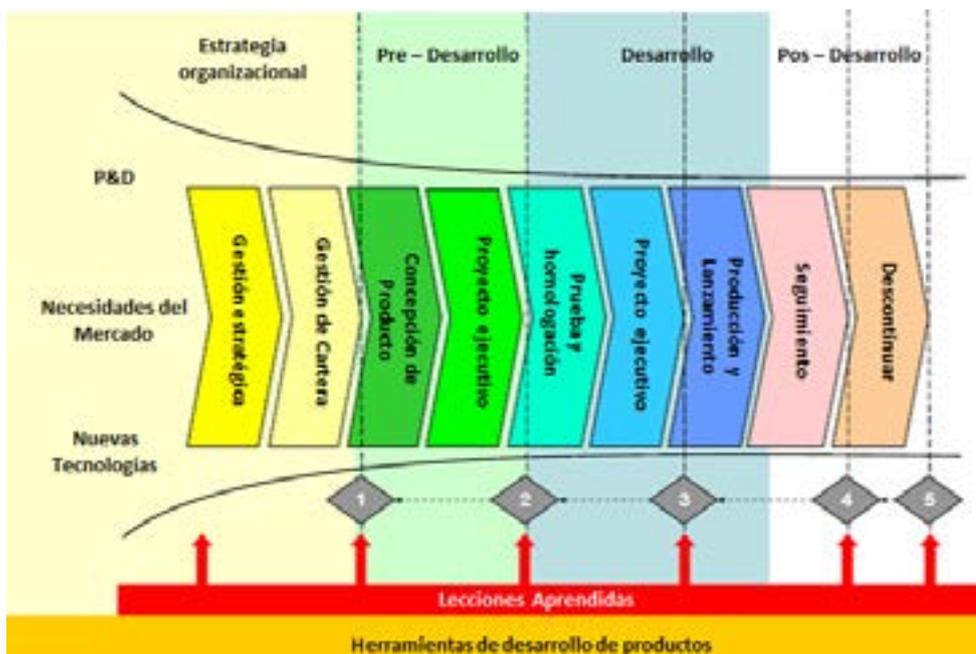


Figura 4. Modelo de desarrollo de producto en empresas de base tecnológica de Brasil. Tomado de (Salgado et al. 2014), adaptado por los autores.

F. Modelo de desarrollo de producto CMMI

El Modelo de madurez y capacidad integrado CMMI (Capability Maturity Model Integration) (Hollauer, Hornauer, and Lindemann 2016), es uno de los modelos más utilizados en diferentes industrias como: la aeroespacial, bancaria, de hardware informático, de software, la defensa, la fabricación de automóviles y las telecomunicaciones. Este modelo es adoptado

por empresas de electrónica, por agencias como la NASA, que desarrollan hardware y software (Development 2010) entre otras.

La Figura 5 presenta el modelo que está dividido en cinco áreas de proceso de ingeniería que, PI integración de producto, RD desarrollo de requisitos, TS solución técnica, VAL validación y VER verificación, basadas en el enfoque de mejora del proceso (Gibson, Goldenson, and Kost 2006)

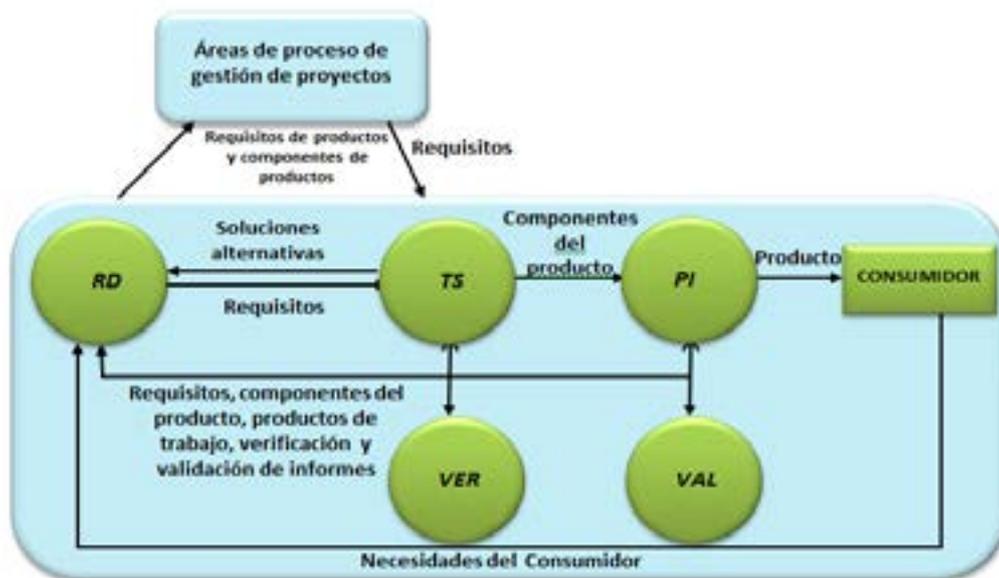


Figura 5. Modelo de desarrollo de producto CMMI. Tomado de (Development 2010), adaptado por los autores.

G. Modelo de desarrollo de producto pequeñas y medianas empresas CHINA

El modelo de desarrollo de producto presentado por (Lou, Southee, and Bohemia 2013), que se aproxima al utilizado por las pequeñas y medianas empresas Chinas (SME's) está basado en el Diseño como eje principal de desarrollo de la organización. que conduce a un modelo de proceso de innovación impulsado por el diseño, el cual se describe en el artículo Design-Driven Innovation Process Model (Acklin 2010).

Para este modelo es muy importante la gestión organizativa (Cheng and Yang 2019), e incorpora los siguientes elementos: Ideación, concepto de diseño, primera validación, diseño de detalle, segunda validación, creación de prototipos, tercera validación, lanzamiento y un elemento final muy importante relacionado con la gestión del conocimiento que configura un elemento de transformación cultural.

H. Modelo de desarrollo de producto EN V

El modelo que presenta (Lopez Avila 2014) Figura 6, condensa el proceso de desarrollo de

producto que lleva a cabo FORD México como centro satélite de ingeniería, y hace parte del modelo PD de FORD a nivel internacional. El modelo contempla las fases de desarrollo desde la gestión hasta el lanzamiento del producto al mercado.

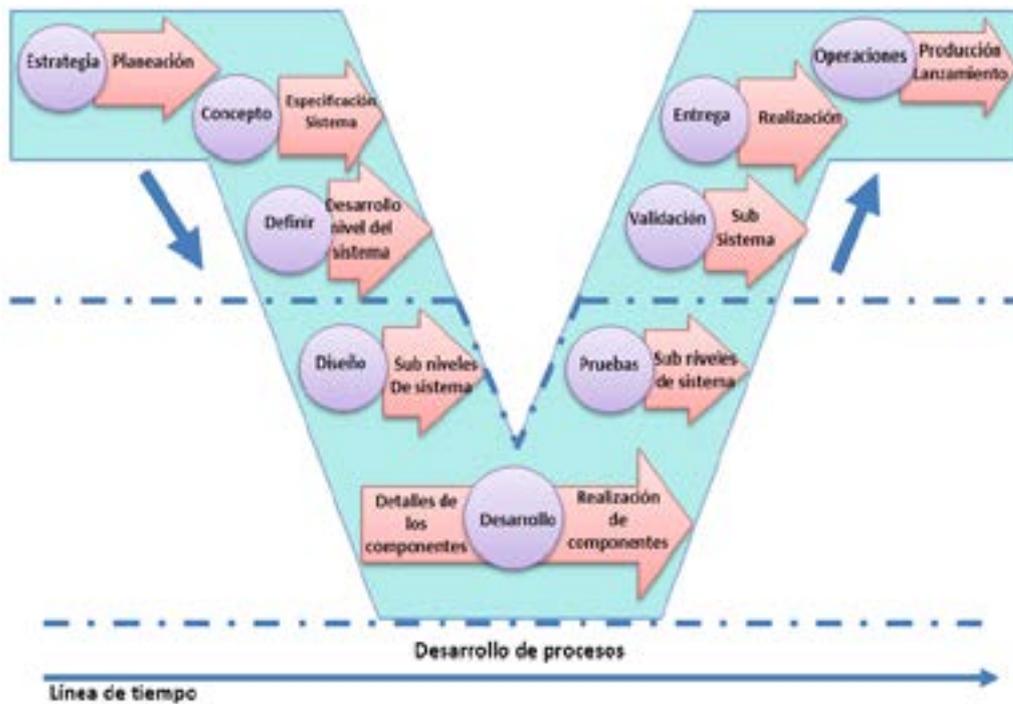


Figura 6. Modelo de desarrollo de producto de FORD México. Tomado de (Lopez Avila 2014), adaptado por los autores.

CARACTERIZACION DE MODELOS NPD

Para caracterizar los modelos de desarrollo se realiza una revisión integral de los modelos, sobre conceptos, variables y procesos que cada uno plantea, para obtener una imagen del espectro de acción de cada modelo frente a los demás (Tabla 1), y así identificar patrones en los procesos de desarrollo de producto que se puedan estandarizar y utilizar eventualmente para la formulación de un modelo.

Tabla 1. Caracterización modelos de desarrollo de producto. Fuente autores

MODELOS	PROCESO DE DESARROLLO DE PRODUCTO								
CMMI	DESARROLLO DE REQUISITOS	SOLUCIÓN TÉCNICA	INTEGRACIÓN DE PRODUCTO	VALIDACIÓN	VERIFICACIÓN	PRODUCTO AL CONSUMIDOR			
El modelo de Pah I. Chen	ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	ALTERNATIVAS DE DISEÑO	ASIGNACIÓN DE CARGAS EN PARTES Y COMPONENTES	LIMITANTES	OPTIMIZACIÓN	PROTOTIPO	MANUFACTURA		
Stage – Gate de Cooper	IDEA	ANÁLISIS PRELIMINAR	CASO DE NEGOCIO	DESARROLLO	PILOTO	LANZAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN	POST LANZAMIENTO		
STAR basado en la norma ISO 15288: 2008.	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	APRISIONAMIENTO DEL SISTEMA	IMPLEMENTACIÓN	VALIDACIÓN	INTEGRACIÓN	PROTOTIPO FINAL		
Modelo en espiral propuesto por Boehm.	PLANEACIÓN	DISEÑO CONCEPTUAL	DISEÑO POR NIVELES	DISEÑO DE DETALLE	INTEGRACIÓN	TEST	SALIDA		
Modelo para TBC del área de electrónica de Brasil.	GESTIÓN ESTRATÉGICA	GESTIÓN DE PORTAFOLIO	CONCEPTUALIZACIÓN DEL PRODUCTO	PREPARACIÓN DEL PROYECTO	PROYECTO EJECUTIVO	TEST Y HOMOLOGACIÓN	ACOMPANAMIENTO	DESCONTINUAR	
Modelo SME's Chinas.	IDEACIÓN	DISEÑO CONCEPTUAL	PRIMERA VALIDACIÓN	DISEÑO DE DETALLE	SEGUNDA VALIDACIÓN	PROTOTIPO	TERCERA VALIDACIÓN	LANZAMIENTO	TRANSFORMACIÓN CULTURA ORGANIZACIONAL
Modelo en V de FORD MOTOR	ESTRATEGIA	CONCEPTO	DEFINICIÓN	DISEÑO	DESARROLLO	EVALUACIÓN	VALIDACIÓN	ENTREGA PRODUCTO	PRODUCCIÓN

Con la caracterización realizada, se hace una compilación de los procesos de desarrollo de producto para tener en un solo instrumento y de forma resumida las características y conceptos utilizados por estos modelos. Al hacer una identificación de los conceptos se evidencia que, a pesar de la diferencia semántica en los términos, los conceptos son similares. Por lo anterior se realizó una homologación de términos y conceptos, llegando al resultado de la Figura 7.

GENERACION DE LA IDEA	DEFINICIÓN DE PRODUCTO	FACTIBILIDAD	PARTICIONAMIENTO DEL SISTEMA	HOMOLOGACIÓN	LANZAMIENTO
GESTIÓN ESTRATÉGICA	CONCEPTO	PLANEACIÓN	DISEÑO FUNCIONAL	PRUEBAS	RECICLADO
ESTUDIO DE MERCADO	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS	DESARROLLO	DISEÑO ESTRUCTURAL	VALIDACIÓN	TRANSFORMACIÓN CULTURA ORGANIZACIONAL
CONFORMACIÓN DE EQUIPO	ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS	DISEÑO GENERAL	DISEÑO ESQUEMÁTICO	PROTOTIPO	
INVESTIGACIÓN	RESTRICCIONES	DISEÑO CONCEPTUAL	DISEÑO DE DETALLE	INTEGRACIÓN	

Figura 7. Conceptos y variables clave en modelos de PD. Fuente: Autores

En la Figura anterior se pueden identificar varias Clases (conceptos y variables) relacionadas con un proceso general de desarrollo de producto estas son:

- **IDEACION Y GESTION**, donde se pueden agrupar los siguientes elementos: generación de la Idea, gestión estratégica, estudio de mercado, conformación del equipo de trabajo, investigación, definición de producto, concepto, definición de requerimientos, análisis de requerimientos, restricciones y factibilidad.
- **DESARROLLO FISICO DEL PROYECTO**, en donde se encuentran los siguientes elementos: planeación, desarrollo, diseño general, diseño conceptual, particionamiento del sistema, diseño funcional,

diseño estructural, diseño esquemático y diseño de detalle.

- **FUNCIONALIDAD**, con: homologación, pruebas, validación, prototipo e integración.
- **POSPRODUCTO**, donde se encuentran los procesos de lanzamiento, reciclado y transformación de la cultura organizacional.

PROPUESTA DE MODELO DE PD

Con los componentes conceptuales compilados se propone el modelo de desarrollo de producto objeto de esta investigación, presentado en la Figura 8.

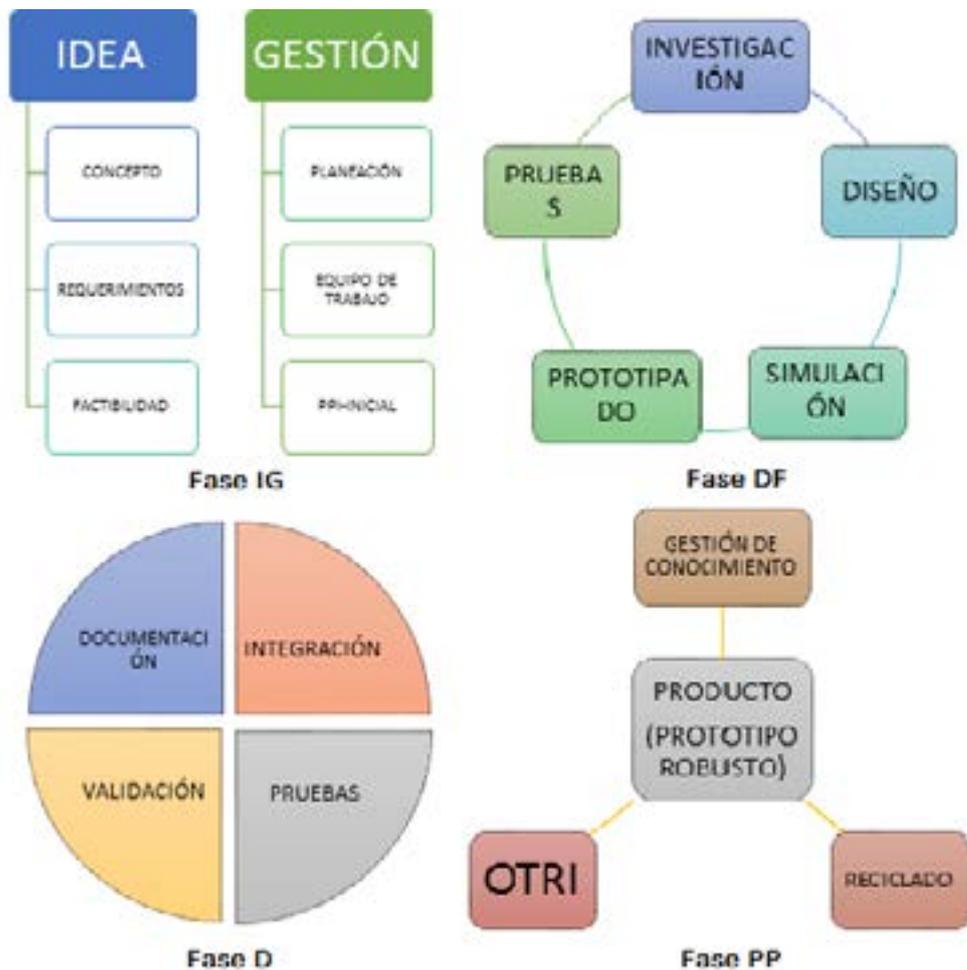


Figura 8. Fases del modelo de desarrollo de producto propuesto. Fuente: Autores

El modelo toma como inicio la fase IG donde se desarrolla la idea y se hace la gestión organizacional del proyecto de desarrollo (Cheng and Yang 2019), a continuación la fase DF hace una división del proyecto de desarrollo en componente (funcionales, estructurales y de presentación física), para de forma independiente pero articulada seguir los procesos de investigación, diseño, prototipado y pruebas de forma cíclica, dando paso a la fase F donde se hace una integración de los componentes funcionales para tener un prototipo robusto al que se hacen pruebas, validación (Mobin et al. 2019) y documentación.

Finalmente, en la fase PP se toma el prototipo robusto y se explota el potencial de este en términos de gestión de conocimiento, protección intelectual, transferencia y gestión del conocimiento resultado del desarrollo.

Las fases IG y DF generan interacciones internas que permiten la evolución de producto para pasar a la siguiente fase, realizando la integración de las Fases IG, DF, D y PP, mediante la interacción entre fases, se logra proponer un modelo de desarrollo de producto que se presenta en la Figura 9.

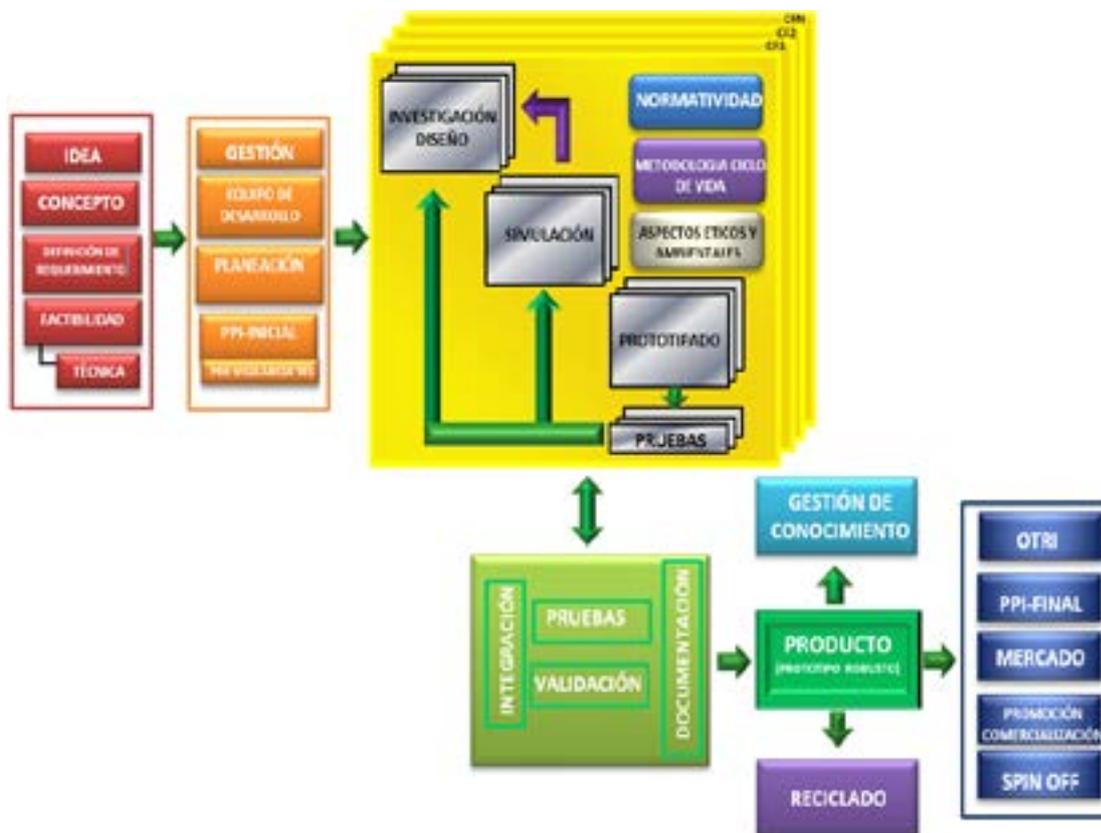


Figura 9. Modelo de desarrollo de producto propuesto. Fuente: Autores

EVALUACION DEL MODELO

Para esta etapa se propuso el desarrollo de un producto a 16 equipos de desarrollo conformados por estudiantes de IX semestre de ingeniería, la mitad de los equipos utilizó el modelo de desarrollo STAR y la otra mitad el modelo propuesto en esta investigación, finalmente se desarrolló un instrumento basado en las recomendaciones de (Hurtado 2012) para compilar los resultados respecto a tiempos, ciclos de desarrollo y uso de recursos.

Con los resultados obtenidos para los dos modelos, se hace una contrastación, a fin de verificar el desempeño de los modelos respecto a los parámetros definidos. En la Figura 10 se presenta una comparación entre los resultados obtenidos en lo referente a ciclos de desarrollo. Evidenciando que el modelo propuesto logra desarrollar los componentes funcionales en un porcentaje mayor que con el modelo de contraste.

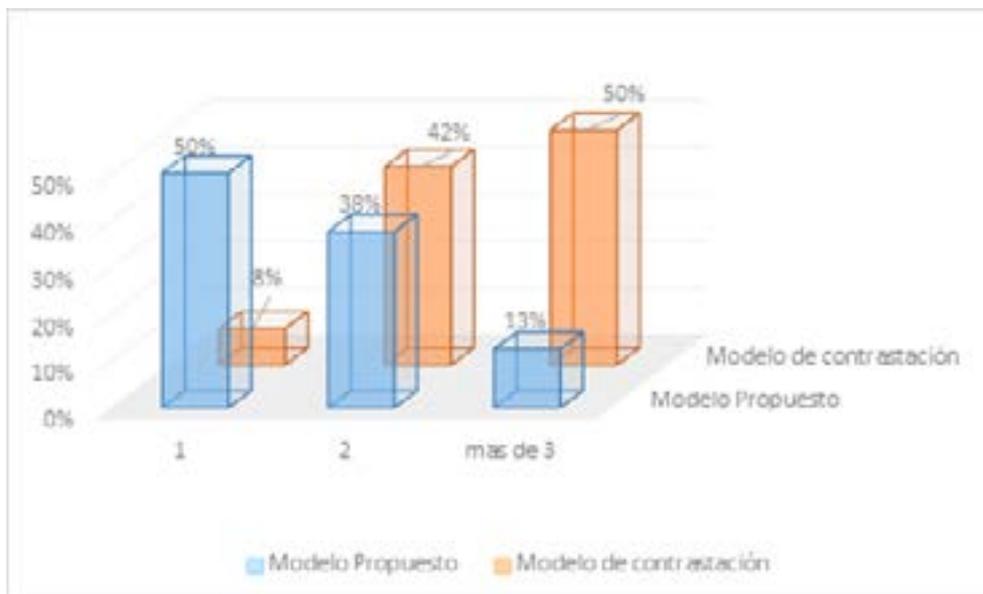


Figura 10. Comparación de desempeño de los modelos respecto a ciclos de desarrollo.
Fuente: Autores

En la Figura 11 se presenta la comparación entre los modelos para la integración final del producto, en donde el modelo propuesto en el 25% de los casos logró la integración en el primer ciclo de desarrollo, mientras que con el modelo de contraste solo fue posible obtener resultados luego del segundo ciclo de desarrollo.

152

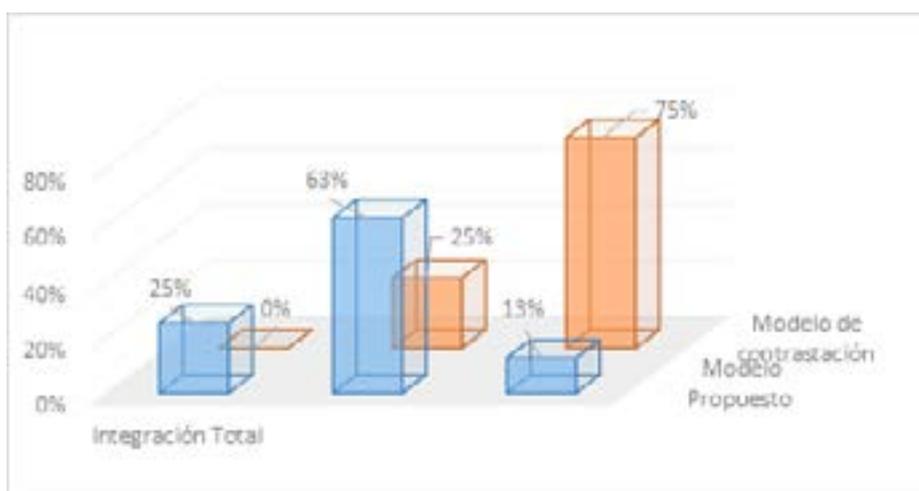


Figura 11. Comparación de desempeño de los modelos respecto a ciclos de desarrollo en la etapa de integración.

Fuente: Autores

Respecto a la utilización eficiente de los recursos, los resultados son uniformes, sin embargo, se nota una diferencia entre la eficiencia de los recursos técnicos y económicos del 3% y el 7% respectivamente. En la Figura 12 se presenta esta diferencia donde es posible concluir que el modelo propuesto conlleva a una eficiencia mayor.

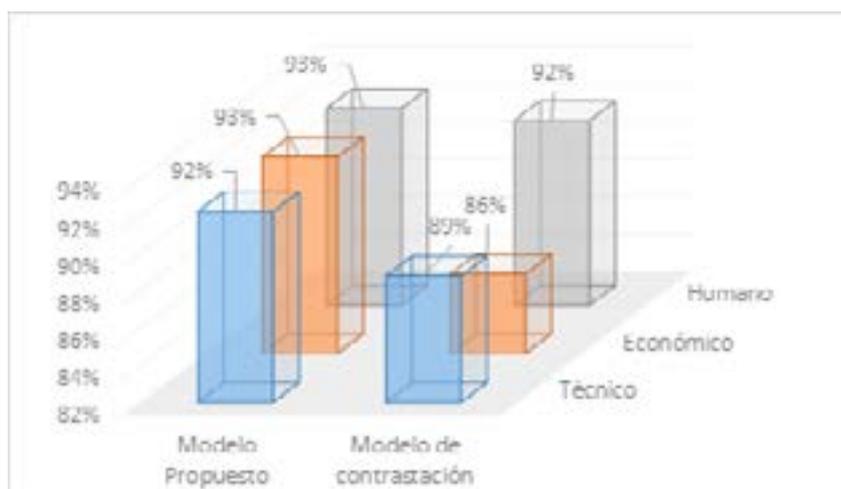


Figura 12. Diferencias en el indicador de eficiencia de recursos para los modelos.

Fuente: Autores

CONCLUSIONES

Se realizó una caracterización de los modelos de desarrollo de producto investigados que permitió identificar los componentes conceptuales más importantes, que en muchos casos están presentes en la mayoría de modelos y otros que se presentan de diferente forma semántica pero que en la aplicación son lo mismo, dando una base conceptual para el desarrollo de un meta modelo.

Se realizó la propuesta de un modelo de desarrollo de producto que incorpora elementos conceptuales pertinentes que implican procesos cíclicos para el desarrollo de producto optimizando tiempo y recursos e involucrando elementos normativos, medioambientales, de protección de propiedad intelectual, gestión de conocimiento y destinación final del producto luego del ciclo de vida.

Se comprobó con los grupos focales que el modelo propuesto disminuye en un 37% la realización de un tercer ciclo de desarrollo, aumentando en más del 40% el éxito de desarrollo del producto en el primer ciclo, aumentando el número de casos en que se logró una integración del producto en este mismo ciclo, lo cual se reflejó en una reducción de casi el 10% de recursos económicos para hacer el desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acklin, Claudia. 2010. "Design-Driven Innovation Process Model." *Design Management Journal* 5(1): 50–60. <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1948-7177.2010.00013.x> (October 29, 2017).

- AMA. 2016. "Definición de Producto." *American Marketing Association (AMA)*.
<http://www.marketing-dictionary.org/Product>.
- Boehm, Barry W. et al. 1987. "A Spiral Model of Software Development and Enhancement." *Computer* 21(May): 61–72.
http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=59%5Cnhttp://ieeexplore.ieee.org.ezproxy.herts.ac.uk/ielx1/2/6/00000059.pdf?tp=&arnumber=59&isnumber=6%5Cnhttp://ieeexplore.ieee.org.ezproxy.herts.ac.uk/xpls/abs_all.jsp?arnumber=59%5Cnhttp://ieeexplore.
- Cengiz, Ekrem, Hasan Ayyıldız, and Fazıl Kirkbir. 1988. "Critical Success Factors." *Distribution* 2(2): 20–23. <http://www3.interscience.wiley.com/journal/119051233/abstract>.
- Chen, Pah I. 1970. "A Product Development Model, From a Reliability Engineering Viewpoint." *IEEE TRANSACTION*.
- Cheng, Cong, and Monica Yang. 2019. "Creative Process Engagement and New Product Performance : The Role of New Product Development Speed and Leadership Encouragement of Creativity ☆ , ☆☆." *Journal of Business Research* 99(February): 215–25. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.02.067>.
- Cooper, By Robert G. 2006. "Formula for Success in New Product Development." *Marketing Management Magazine* (April).
- Cooper, Robert G. 2019. "The Drivers of Success in New-Product Development." *Industrial Marketing Management* 76(July 2018): 36–47. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2018.07.005>.
- Cooper, Robert G, Scott J Edgett, and Elko J Kleinschmidt. 2002. "Optimizing the Stage - Gate ® Process : What Best Practice Companies Are Doing (Part One)."
- Development, Cmmi. 2010. "CMMI® for Development, Version 1.3 CMMI-DEV, V1.3." (November).
- Gadde, Yeswanth, Prof Marcian Cirstea, Rob Toulson, and Edwin Allingham. 2012. "An Optimised Development Model for High Volume Electronic Products." : 1325–30.
- Gibson, Diane L, Dennis R Goldenson, and Keith Kost. 2006. "Performance Results of CMMI ® -Based Process Improvement." *Sei* (August): 124. <http://repository.cmu.edu/sei/386/>.
- Golbazzadeh, Parisa, and Mahdi Homayounfar. 2016. "New Product Development Model Dynamic Systems Approach." *International Journal of Humanities and cultural Studies* 3(2): 648–59.
- Hollauer, C, L A Hornauer, and U Lindemann. 2016. "Process Maturity Models for the Development of Mechatronic Products." : 1200–1204.
- Hurtado, Jacqueline. 2012. *Investigación Holística*. 4th ed. Caracas: SYPAL.
- Karl T, Ulrich, Steven D, and Eppinger. 2013. *Diseño y Desarrollo de Productos*. Quinta Ed. McGraw-Hill.
- Lopez Avila, Luis Armando. 2014. 1 Master of Science in Engineering and Management at the Massachusetts Institute of Technology *Incorporating the Innovation Process in a Product Development Organization*. MIT press.

Lou, Ke, Darren John Southee, and Erik Bohemia. 2013. "A Conceptual Designer-Led New Product Development Process Model for Chinese SMEs." *IEEE Transaction*.

Mobin, Mohammadsadegh, Zhaojun Li, S Hossein Cheraghi, and Gongyu Wu. 2019. "An Approach for Design Verification and Validation Planning and Optimization for New Product Reliability Improvement." *Reliability Engineering and System Safety* 190(May): 106518. <https://doi.org/10.1016/j.res.2019.106518>.

Salgado, E G, V A P Salomon, C H P Mello, and C E S D Silva. 2014. "A Reference Model for the New Product Development in Medium-Sized Technology- Based Electronics Enterprises." *IEEE Latin America Transactions* 12(8): 1341–48.

Unger, Darian, and Steven Eppinger. 2011. "Improving Product Development Process Design : A Method for Managing Information Flows , Risks , and Iterations." (October).