

**MAESTRÍA EN GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN
TECNOLÓGICA, COOPERACIÓN Y DESARROLLO
REGIONAL**

**Marco Ágil para dinamizar las prácticas de Innovación
en las Pymes del Sector TI de la ciudad de Medellín**

(Modalidad de trabajo Profundización)

Valentina Yepes Ardila

Director:

Jeronimo Rendón García
Magister en Ingeniería de Sistemas

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MEDELLÍN, COLOMBIA**

2025

Marco Ágil para dinamizar las prácticas de Innovación en las Pymes del Sector TI de la ciudad de Medellín

Valentina Yepes Ardila

Trabajo de grado presentada(o) como requisito para optar al título de:
Magíster en Gestión de la Innovación Tecnológica Cooperación y Desarrollo Regional

Director:

Jeronimo Rendón García
Magister en Ingeniería de Sistemas

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO
FACULTAD CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MEDELLÍN, COLOMBIA
2025**

A mi madre y a mi tía, las mujeres más valientes que conozco, por ser mi ejemplo de lucha y perseverancia. A todas las personas que alguna vez sintieron el peso de rendirse, que dudaron de sus capacidades, que enfrentaron obstáculos aparentemente insuperables: este trabajo está dedicado a ustedes. Porque sé que cada lágrima derramada en el camino, cada momento de frustración y cansancio, valió la pena. Porque he demostrado que los sueños se alcanzan con valentía, con fe y con la firme convicción de que, a pesar de todo, ¡sí se puede!

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi luz en los momentos más oscuros, por guiarme y darme fuerzas para seguir adelante. A mi madre y a mi tía, les agradezco por ser mi guía y por enseñarme el valor de la perseverancia y la determinación. A mi familia, por su amor incondicional y por entender mis ausencias en momentos importantes. A mi novio y compañero de maestría, por compartir conmigo el amor por la educación y por ser mi roca en los momentos de duda y cansancio, por impulsarme a seguir adelante y terminar esta etapa, gracias por estar siempre ahí, por creer en mí y por ser parte fundamental de este logro. A mi querida amiga y compañera de maestría, Paula Rodríguez Correa, le agradezco desde lo más profundo de mi corazón, por sus palabras de aliento, su sabiduría y su orientación la cual fue fundamental para sacar adelante este trabajo.

A todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron a la realización de este trabajo, les doy mi más sincero agradecimiento. Su apoyo y su aliento fueron la fuerza que me impulsó a seguir adelante.

RESUMEN

El sector de Tecnologías de la Información (TI) es altamente competitivo y requiere la aplicación de prácticas ágiles debido a la rápida evolución tecnológica y la demanda constante de innovación y responder eficientemente a los cambios del mercado y mejorar la adaptabilidad de los equipos. La innovación es crucial para la competitividad y el crecimiento sostenible de las pequeñas y medianas empresas (pymes) en este sector. Medellín ha sido considerada una de las ciudades más importantes para la inversión en TI, por lo que es fundamental que las organizaciones de este sector respondan a las demandas de la rápida evolución tecnológica. Diversos estudios recomiendan la implementación de marcos de trabajo ágiles para superar estos desafíos y mejorar las prácticas de innovación. Los antecedentes teóricos revelan la existencia de múltiples marcos ágiles orientados a la entrega de valor mediante diversas metodologías adaptadas a las necesidades específicas de cada compañía. Asimismo, se identifican modelos de innovación que sirven como guías para estructurar y optimizar el proceso. En este contexto, el objetivo general de esta investigación es proponer un marco ágil orientado a dinamizar las prácticas de innovación como mecanismo de competitividad para las pymes del sector TI en la ciudad de Medellín. Para lograr este objetivo, se plantea una metodología cualitativa de alcance exploratorio-descriptivo. Además, se propuso cuatro fases de investigación: 1. Identificar características clave. 2. Analizar las etapas del agilismo. 3. Diseñar un marco eficaz que se adapte a las dinámicas del sector TI en Medellín. 4. Validar esta propuesta mediante las percepciones y observaciones de expertos de la industria TI. Los hallazgos del estudio evidenciaron la identificación de características recurrentes como la satisfacción del cliente, la promoción de la colaboración entre equipos y partes interesadas, la resolución eficiente de problemas, el fomento de la innovación y la agilidad en los procesos. También se caracterizaron las etapas más comunes, como el desarrollo, prueba y validación, implementación, ideación, evaluación, planificación, identificación de requisitos y diseño. Con base en estos hallazgos teóricos, obtenidos a partir de una revisión de literatura, se plantea una propuesta de marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación en las pymes del sector TI de Medellín, compuesta de tres fases, etapas, características y generalidades. Esta propuesta fue validada por 10 expertos en el área, quienes hicieron recomendaciones de mejora y permitieron presentar una propuesta final orientada a generar un valor estratégico para las organizaciones.

Palabras clave: Innovación, agilismo, Pymes, metodologías ágiles, modelos de innovación, prácticas de innovación.

ABSTRACT

The Information Technology (IT) sector is highly competitive and requires the application of agile practices due to the rapid technological evolution and the constant demand for innovation and to respond efficiently to market changes and improve the adaptability of equipment. Innovation is crucial for the competitiveness and sustainable growth of small and medium-sized enterprises (SMEs) in this sector. Medellín has been considered one of the most important cities for IT investment, so it is essential for organizations in this sector to respond to the demands of rapid technological evolution. Several studies recommend the implementation of agile frameworks to overcome these challenges and improve innovation practices. The theoretical background reveals the existence of multiple agile frameworks aimed at delivering value through various methodologies adapted to the specific needs of each company. Likewise, innovation models are identified that serve as guides to structure and optimize the process. In this context, the general objective of this research is to propose an agile framework oriented to dynamize innovation practices as a competitiveness mechanism for SMEs in the IT sector in the city of Medellín. To achieve this objective, a qualitative methodology of exploratory-descriptive scope is proposed. In addition, four research phases were proposed: 1. Identify key characteristics. 2. Analyze the stages of agility. 3. Design an effective framework that adapts to the dynamics of the IT sector in Medellín. 4. Validate this proposal through the perceptions and observations of IT industry experts. The findings of the study evidenced the identification of recurring characteristics such as customer satisfaction, promotion of collaboration between teams and stakeholders, efficient problem solving, fostering innovation and agility in processes. The most common stages were also characterized, such as development, testing and validation, implementation, ideation, evaluation, planning, requirements identification and design. Based on these theoretical findings, obtained from a literature review, a proposal for an agile framework to dynamize innovation practices in SMEs in the IT sector in Medellín is proposed, composed of three phases, stages, characteristics and generalities. This proposal was validated by 10 experts in the area, who made recommendations for improvement and made it possible to present a final proposal aimed at generating strategic value for the organizations.

Keywords: Innovation, agile, SMEs, agile methodologies, innovation models, innovation practices.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABLAS	11
GLOSARIO	12
INTRODUCCIÓN	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
Antecedentes	19
Justificación	22
Preguntas de Investigación.....	26
OBJETIVOS	27
Objetivo General	27
Objetivos Específicos.....	27
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO	28
1.1. Contexto sector TI.....	29
1.2. Prácticas de agilidad e innovación	30
1.3. Conceptos básicos de agilidad.....	32
1.4. Metodologías ágiles	34
1.5. Marcos ágiles	35
1.5.1. Kanban	36
1.5.2. Extreme Programming (XP)	37
1.5.3. Feature-Driven Development (FDD)	39
1.5.4. Dynamic Systems Development Method (DSDM).....	40
1.5.5. Crystal	41
1.5.6. SCRUM.....	42
1.6. Concepto de Innovación y modelos de innovación.....	44
1.6.1. Modelos lineales.....	45
1.6.2. Modelos por etapas	47
1.6.3. Modelos interactivos o mixtos	47
1.6.4. Modelos integrados	48
1.6.5. Modelo en red	49

1.6.6.	Modelo de Gestión de Procesos de Innovación	51
1.6.7.	Modelo de desarrollo Stage-Gate.....	51
1.6.8.	Modelo de etapa y puerta con innovación abierta.....	53
1.6.9.	Modelo lean startup.....	53
CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO		56
2.1.	Fase 1 Identificación	57
2.1.1.	Identificación.....	58
2.1.2.	Selección	60
2.1.3.	Elegibilidad	60
2.1.4.	Inclusión.....	61
2.2.	Fase 2 Caracterización	62
2.3.	Fase 3 Propuesta.....	62
2.4.	Fase 4 Validación.....	63
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS FASE DE IDENTIFICACIÓN		66
3.1.	Introducción	66
3.2.	Resultados	68
3.2.1.	Análisis de marcos ágiles y modelos de innovación más recurrentes	69
3.2.2.	Análisis de características de las metodologías ágiles	71
CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS FASE DE CARACTERIZACIÓN		75
4.1.	Análisis de las etapas de métodos y metodologías más recurrentes.....	75
4.2.	Discusión.....	77
4.3.	Conclusiones	80
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS FASE DE PROPUESTA.....		82
5.1.	Introducción	82
	Análisis de mercado	83
	Necesidades del cliente	84
	Análisis de viabilidad.....	85
	Ideación.....	87
	Identificación de requisitos y diseño	88
	Creación y desarrollo de prototipos	90
	Fijación de precios	92
	Estimación de ahorros (optimización)	93

Prueba y validación	94
Desarrollo e implementación	95
Lanzamiento.....	97
Aceptación	99
5.3. Propuesta inicial del marco de agilismo para dinamizar las prácticas de innovación....	100
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS FASE DE VALIDACIÓN.....	105
6.1. Resultados	107
6.1.1. Fases del marco propuesto	107
6.1.2. Etapas del marco propuesto	109
6.1.3. Generalidades del marco propuesto	118
6.1.4. Visualización del marco propuesto	123
7. Conclusiones y recomendaciones	126
7.1. Conclusiones	126
7.2. Recomendaciones.....	128
Referencias.....	130
Anexo A. Información completa de los estudios seleccionados para el análisis	161
Anexo B. Información sobre los expertos de la fase de validación	175
Anexo C. Consentimiento informado de los expertos de la fase de validación	180

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología ágil Kanban. Fuente: Alaidaros et al. (2021).....	37
Figura 2. Metodología ágil XP. Fuente: Barraood et al. (2021).....	38
Figura 3. Metodología ágil FDD. Fuente: Permana (2023)	39
Figura 4. Metodología ágil DSDM. Fuente: Gall et al. (2005)	41
Figura 5. Metodología ágil Crystal. Fuente: Anwer et al. (2017)	42
Figura 6. Metodología ágil Scrum. Fuente: Lomelí (2023)	43
Figura 7. Modelo de innovación de empuje de la tecnología. Fuente: Velasco et al. (2003)	46
Figura 8. Modelo de innovación de tirón de la demanda. Fuente: Velasco et al. (2003).....	46
Figura 9. Modelo de innovación por etapas. Fuente: Velasco et al. (2003).....	47
Figura 10. Modelo de innovación Kline de enlaces en cadena o modelo cadena-eslabón. Fuente: Velasco et al. (2003)	48
Figura 11. Modelo de innovación integrado. Fuente: Velasco et al. (2003)	49
Figura 12. Modelo de innovación en red. Fuente: Velasco et al. (2003)	50
Figura 13. Modelo de innovación Stage-Gate. Fuente: Edgett (2015).....	52
Figura 14. Modelo de innovación Lean Startup. Fuente: Llamas Fernández y Fernández Rodríguez (2018).....	54
Figura 15. Estructura metodológica del estudio. Fuente: elaboración propia	57
Figura 16. Diagrama de flujo que representa el proceso de identificación y selección basado en PRISMA 2020.....	61
Figura 17. Métodos empleados más recurrentes. Fuente: elaboración propia	70
Figura 18. Fase inicial de la propuesta. Fuente: elaboración propia	93
Figura 19. Fase final de la propuesta. Fuente: elaboración propia.....	99
Figura 20. Propuesta inicial de marco ágil para la dinamización de las prácticas de innovación en las pymes del sector TI de Medellín	102
Figura 21. Fases de la propuesta de marco ágil propuesto para la dinamización de las prácticas de innovación en las pymes del sector TI de Medellín	108
Figura 22. Periodos y reuniones diarias del marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación propuesto. Fuente: elaboración propia	119
Figura 23. Visualización final validada del marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación en las pymes del sector TI de la ciudad de Medellín validado. Fuente: elaboración propia	125

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Firmantes Manifiesto Ágil.....	33
Tabla 2. Actividades propuestas para cada fase.....	63
Tabla 3. Criterios de inclusión y exclusión.....	59
Tabla 4. Lista de verificación de evaluación de calidad.....	68
Tabla 5. Características ágiles más recurrentes.....	72
Tabla 6. Etapas más recurrentes.....	75
Tabla 7. Descripción de las etapas del marco propuesto en términos de características, actividades y referentes.....	102
Tabla 8. Categorías y preguntas de estudio.....	106
Tabla 9. Fases, etapas, actividades, responsables y colaboradores del marco ágil propuesto para dinamizar las prácticas de innovación en su versión final validada.....	114

GLOSARIO

Símbolo	Termino
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
PYMES	Pequeñas y medianas empresas
TI	Tecnologías de información
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
PMV	Producto mínimo Viable

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la innovación se ha convertido en un factor fundamental para la supervivencia de las Pequeñas y Medianas Empresas (pymes). Estas deben enfrentar diversas dificultades y desafíos derivados de la competencia, el cambio tecnológico y las crisis recurrentes. Desde la perspectiva de las pymes, la innovación implica el desarrollo de nuevos productos o procesos que aborden las necesidades de los clientes de manera más competitiva y rentable que los existentes. Esto requiere la implementación de prácticas de innovación, es decir, la adopción efectiva de nuevas soluciones a los desafíos que enfrentan las pymes en términos de innovación de productos, servicios o procesos organizacionales; nuevos mecanismos de marketing; o nuevas prácticas administrativas para mejorar el trabajo y el rendimiento (Adam y Alarifi, 2021). Así, la globalización y el entorno empresarial actual demandan que las compañías incrementen sus niveles de competitividad, debido a los constantes desafíos que enfrentan para mantenerse vigentes y evolucionar (Ortiz-Villajos y Sotoca, 2018).

Medellín es reconocida mundialmente por su innovación en términos sociales (Smith et al., 2023). Además, la ciudad impulsa la innovación en las organizaciones a través del apoyo gubernamental y las políticas locales (Morisson y Doussineau, 2019). Por tanto, Medellín apuesta por la innovación, siendo reconocida como un Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia, y creando un ecosistema tecnológico (ACI Medellín, 2023). De esta manera, las pymes de Medellín, al igual que en el resto del mundo, enfrentan el reto de mantenerse competitivas en un mercado globalizado. Es necesario que estas fortalezcan sus prácticas de innovación, capacidad de adaptación y desarrollo de nuevas ideas, productos y servicios (Marulanda Grisales y Montoya Restrepo, 2015; Builes-Vélez et al., 2024).

El sector de las Tecnologías de la Información (en adelante TI) no es indiferente a las necesidades de innovación para mejorar su competitividad en el mercado. No obstante, los constantes cambios de la industria han generado la necesidad de innovar más rápido y reaccionar en consecuencia, por lo que es fundamental estudiar el papel de la agilidad en la

mejora de las prácticas de innovación de las organizaciones de este sector (Bhatti et al., 2021). Además, es necesario que las organizaciones del sector TI innoven para que apoyen progreso tecnológico y el crecimiento de las industrias en todos los sectores, por lo que es fundamental que las empresas de este sector incorporen el enfoque de innovación como parte de su gestión y fomentar la cultura de trabajo ágil (Meléndez y Dávila, 2022; Ajayi y Udeh, 2024).

Sin embargo, muchas empresas del sector TI pueden carecer de los recursos y estructuras necesarios para implementar procesos de innovación de manera efectiva (Ciric et al., 2018; Sharma et al., 2022; Ajayi y Udeh, 2024). Los marcos y metodologías ágiles se han utilizado como guías y herramientas valiosas para dinamizar las prácticas de innovación, permitiendo a las organizaciones del sector TI responder con mayor rapidez y flexibilidad a las demandas del mercado. Esto se logra ya sea integrando enfoques ágiles en un único proceso de innovación o añadiendo una ruta ágil parcialmente paralela, es decir, que funcione de forma complementaria a los procesos tradicionales de innovación, permitiendo iteraciones rápidas y ajustes continuos sin reemplazar por completo las fases establecidas. Estudios han demostrado que las empresas que han incorporado con éxito métodos ágiles en sus herramientas y adaptan sus enfoques de innovación según el tipo de innovación (incremental o revolucionaria) tienen un desempeño significativamente mejor que aquellas que siguen un enfoque de fase única, en otras palabras, un modelo en el que la innovación se desarrolla de manera lineal y secuencial, sin iteraciones ni retroalimentación continua, lo que puede limitar la capacidad de adaptación y respuesta a cambios en el mercado (Beaumont et al., 2017; Mata et al., 2024).

Por tanto, este trabajo de grado propone un Marco Ágil diseñado especialmente para dinamizar las prácticas de innovación en las Pymes del sector TI de la ciudad de Medellín a partir de antecedentes teóricos y consulta con expertos en el área. Por tanto, el trabajo de grado se encuentra dividido en una parte inicial que abarca el planteamiento del problema, la revisión de antecedentes sobre estudios previos, la justificación de la investigación y los objetivos del trabajo en el que se dibuja la hoja de ruta de la investigación. Después, el trabajo se estructura en tres capítulos. El primer capítulo comprende el marco teórico de la

investigación. En el segundo capítulo, se revisa el marco metodológico en el que se proponen fases de la investigación y la forma en la que se llevará a cabo el análisis de resultados. En el tercer capítulo del trabajo de grado, se da respuesta a los dos primeros objetivos específicos de investigación. En el cuarto capítulo, se busca resolver los dos últimos objetivos de investigación. El capítulo concluye con la propuesta definitiva del marco ágil. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones generales del estudio, se presentan las recomendaciones para futuros estudios y se resaltan las limitaciones del trabajo de grado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las TI han jugado un papel crucial en la transformación de los modelos de negocios a nivel global. Estas tecnologías, al ser altamente cautivadoras para la inversión, generan un valor agregado significativo en diversos sectores económicos, impactando positivamente la economía local y regional (MINTIC, 2015). Así, las TI se han convertido en herramientas fundamentales para ser más eficientes en la gestión empresarial, mejorando la productividad y optimizando los procesos y recursos internos, y así, estar preparadas para afrontar los desafíos de un mercado cambiante y altamente competitivo (Cano-Pita y García-Mendoza, 2018).

Según el censo del Directorio de Empresas Activas de la Industria del Software y Servicios Asociados con TI en Colombia, llevado a cabo por MinTIC en 2014, el país contaba con 4016 empresas de TI. De estas, el 80% se encontraban en la Región Centro, el 4% en la Región Norte, el 6% en la Región Occidente, el 4% en la Región Oriente, y el 6% restante estaba distribuido por otras áreas del país. Los resultados de este censo muestran que el servicio más ofrecido por las empresas encuestadas es el de data center, representando el 21.2%, seguido por el desarrollo y la fábrica de software con un 19.2%, y las mesas de ayuda con un 11.9% (MINTIC, 2015).

Por departamentos, los servicios de desarrollo/fábrica de software y los data centers son los más ofrecidos por las empresas del sector TI. En el departamento de Antioquia, para el año 2014, los productos y servicios más ofertados por número de empresas fueron: data centers con 129 empresas, desarrollo y fábrica de software con 119 empresas, mesas de ayuda con 91 empresas y *testing* de software con 63 empresas, entre otros. De acuerdo con este estudio, la inversión de las empresas en áreas de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) es notablemente baja (MINTIC, 2015), dato que también refuerza el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2021) que indica que la inversión en I+D+i en Colombia ha sido relativamente baja en comparación con otros países. En 2021, la

inversión total en I+D intramuros fue de 3,3 billones de pesos, de los cuales 1,9 billones provinieron de empresas.

En comparación, las empresas de Antioquia y Medellín, que representan una parte significativa del tejido empresarial del país, también muestran niveles de inversión en I+D+i considerablemente bajos, lo que refleja una tendencia general de bajo compromiso con la innovación en el sector privado colombiano (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2021; Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2021). Así pues, según la información del censo MinTIC de 2014, del 91% de las empresas encuestadas destinan solo el 7.5% a recursos a I+D+i (MINTIC, 2015).

En el sector TI de Colombia, los servicios están mayoritariamente dirigidos a actividades de información abarcando el 40.9% de las 401 empresas encuestadas. Un 10.4% de los servicios se enfocan en actividades financieras y de seguros, un 8.3% en servicios administrativos y de apoyo, y un 7.8% en actividades profesionales, científicas y técnicas. Las líneas de negocio con mayor participación son el desarrollo y fábrica de software con un 14%, seguido por el software como servicio con un 9%, y servicios profesionales para TI, *testing* de software, venta o licenciamiento de software, y *cloud computing*, cada uno con un 8% (MINTIC, 2015).

Según estudios realizados por MinTIC desde 2010, este el sector de las TI ha mostrado un crecimiento sostenido, reflejado en los indicadores económicos y el PIB del país. Este crecimiento subraya la necesidad de fortalecer el sector y dotar a las empresas con las herramientas necesarias para mantenerse a la vanguardia en servicios y desarrollar capacidades competitivas tanto en el mercado local como global (MINTIC, 2015).

Uno de los aspectos clave para la supervivencia y el éxito empresarial, es la innovación, la cual permite la optimización de procesos, la maximización de la productividad, el rediseño de estrategias que favorezcan la satisfacción del cliente, la adopción rápida a los cambios de mercado y las características únicas en los productos y servicios que marquen la diferencia y atraigan a potenciales clientes (Bernal Jiménez y Rodríguez Ibarra, 2019).

Ante las diferencias tecnológicas, los empresarios del sector TI enfrentan diversos obstáculos. Se destacan los costos elevados de innovación, la falta de fuentes de financiamiento especializadas, la escasez de personal calificado, la falta de conocimiento profundo sobre nuevas tecnologías y la limitada oferta de formación especializada. También señalan la reticencia de los clientes a adoptar nuevos productos o servicios, así como la falta de información sobre las condiciones y necesidades del mercado (MINTIC, 2015).

El mayor impedimento identificado por los empresarios es el costo asociado a la innovación, seguido por la falta de fuentes de financiamiento especializadas. De acuerdo con MINTIC (2015) “La innovación entraña incertidumbre y ésta en el sistema financiero se traduce en altas tasas de interés o en el desinterés por apalancar las ideas” (p. 222). A pesar de estos desafíos, las empresas de TI han logrado introducir innovaciones en el mercado, con el 48% generando productos o servicios nuevos o mejorados a nivel nacional, el 29% a nivel interno y el 23% en mercados internacionales.

En Colombia, las PYMES desempeñan un papel crucial en el desarrollo económico y financiero del país. Las TI han sido claves para estas organizaciones, ya que les ha permitido modificar operaciones convencionales, tomar las decisiones estratégicas y mejorar sus procedimientos. Sin embargo, a pesar de los beneficios obtenidos, como la agilización de procesos, la disminución de costos y la inserción en nuevos mercados, la brecha digital y social sigue siendo un serio desafío en el país. Las pymes, enfrentan dificultades para adoptar las TI en algunas áreas empresariales y operaciones debido a limitaciones de recursos, lo cual impide que estos actores compitan en un entorno empresarial cada vez más globalizado (Serrano et al., 2018).

El agilismo, ha demostrado ser una metodología efectiva en el desarrollo de software y en contextos empresariales, se basa en los valores y principios establecidos en el Manifiesto Ágil, que promueve la flexibilidad, la colaboración y la adaptabilidad como elementos clave para impulsar la innovación y mejorar la competitividad de las organizaciones (Manifiesto, 2001). Las metodologías ágiles son un apoyo para la estructuración de procesos que permitan

dar solución a diferentes necesidades desde la reducción de tiempo hasta la mitigación del riesgo (Zumba Gamboa, 2018).

A pesar de que la innovación y el agilismo son ampliamente reconocidos como elementos clave para el éxito empresarial, muchas organizaciones aún enfrentan desafíos a la hora de implementar prácticas ágiles e innovadoras. En este sentido, la incertidumbre en el mercado debido al aumento de la competencia respaldada por los avances tecnológicos y económicos emergentes, como la incapacidad de actuar de manera oportuna, representan desafíos significativos para las organizaciones (Dehgani y Jafari Navimipour, 2019). Como resultado, las compañías se ven en la necesidad de lanzar al mercado productos y servicios que ya no son relevantes o no satisfacen las necesidades de los clientes. Esta falta de adaptabilidad y agilidad puede afectar negativamente el éxito empresarial, la posición competitiva de las organizaciones y estar en riesgo su supervivencia.

Antecedentes

En el contexto de las metodologías ágiles, se destacan tres características clave: eficiencia, flexibilidad y un enfoque altamente iterativo, con una fuerte participación de las partes interesadas. En este sentido, Loforte Ribeiro y Timóteo Fernandes (2010) proponen un modelo para priorizar los sistemas de gestión disponibles, con el objetivo de ayudar a las pymes a enfrentar los desafíos de la competencia en el mercado actual de manera más efectiva. Además, estudios como el de Khan et al. (2010) recomiendan la implementación de marcos ágiles para el control de procesos, la mejora de la calidad y la medición de la capacidad de las pymes de software. Asimismo, sugieren adaptar la metodología de desarrollo ágil para lograr un rendimiento excelente en los pasos de certificación *CMM*.

Por su parte, el estudio realizado por Hannola et al. (2013) se enfoca en analizar los procesos de innovación y la aplicabilidad de métodos ágiles en el desarrollo de software. Como resultado, se evidencia que las prácticas ágiles e innovadoras favorecen las prácticas organizacionales, fomentan la transferencia de conocimiento y satisfacen las necesidades de

los clientes. Adicionalmente, los autores resaltan la importancia de las prácticas ágiles en la mejora del proceso de innovación desde la alta gerencia de las organizaciones, con el fin de contribuir a una cultura de innovación más efectiva. En este aspecto, la innovación pretende mitigar el riesgo y la incertidumbre de un producto o servicio en un ambiente estable, eficiente y sostenible (Biró et al., 2014).

Además de las metodologías ágiles, se han propuesto enfoques específicos para la fabricación ágil, que es una herramienta ampliamente utilizada y cuya aplicabilidad también se ha demostrado en las pymes. Moradlou y Asadi (2015) identificaron tres barreras para la implementación de esta herramienta en estas organizaciones. Descubrieron que las principales dificultades eran la falta de habilidades de gestión, las limitaciones tecnológicas y la falta de experiencia en la fuerza laboral.

Otros autores han propuesto estrategias para fortalecer las capacidades de innovación, como la formación y desarrollo del talento, el establecimiento de alianzas y colaboraciones, la cooperación con los clientes y la gestión eficiente de los recursos. Estas estrategias permiten enfrentar con éxito los desafíos empresariales de las organizaciones del sector TI (Morales Rubiano et al., 2016).

Las TI se han vuelto esenciales para desarrollar estrategias innovadoras y conservar la competitividad en el mercado. Mediante estrategias de innovación, las empresas pueden recopilar información y obtener un conocimiento profundo sobre sus clientes, competidores y el entorno empresarial en general. No obstante, para lograr una implementación exitosa de la innovación, es necesario contar con una planificación estratégica adecuada y fomentar una cultura organizacional receptiva al cambio (Bernal Jiménez y Rodríguez Ibarra, 2019).

A pesar de los innegables beneficios del agilismo, muchas organizaciones enfrentan obstáculos en la implementación y adopción de estas prácticas. Estas brechas surgen de la falta de conocimiento que impide una adopción efectiva, la resistencia al cambio y las barreras culturales y organizativas de la compañía, las cuales dificultan la incorporación de enfoques ágiles en el día a día de las empresas (Bernal Jiménez y Rodríguez Ibarra, 2019).

Por tanto, la aplicación de marcos ágiles en las pymes del sector TI ha sido explorada en el estudio de Chan et al. (2019). Estos investigadores argumentan que la innovación ágil disruptiva resulta beneficiosa para enfrentar los cambios ambientales y mitigar la rigidez organizacional. Además, permite desarrollar capacidades innovadoras y equilibrar la tensión de la ambidestreza organizacional frente a las limitaciones de recursos.

Yordanova et al. (2019) presentan un estudio orientado a la investigación, en el cual buscan crear una metodología de proyectos de innovación, basándose en diversas metodologías ágiles y partiendo de la consolidación de una metodología flexible para el desarrollo y gestión de proyectos innovadores en organizaciones científicas (FMIPSO). Por otro lado, Jusoh et al. (2019) llevaron a cabo un estudio de caso en pymes utilizando un marco de metodología ágil para organizar sus tareas de manera eficaz y lograr entregas frecuentes a las partes interesadas y usuarios.

En estudios anteriores, como el de Zastempowski y Cyfert (2023), los investigadores encontraron que existe una relación entre las capacidades de agilidad y la posición competitiva de una pyme. En ese sentido, aumentar la participación de las pymes del sector TI en el mercado requiere especial atención a la flexibilidad. Además, el impulso para aumentar la rentabilidad también exige una apreciación de la capacidad de respuesta y la competencia de las organizaciones.

Por otro lado, el estudio realizado por Tshabalala y Marnewick (2021) muestra la estrecha relación entre Ágil e innovación, donde la agilidad no solo respalda las estrategias de innovación, sino que también se convierte en un factor determinante para que las organizaciones puedan responder eficazmente a los cambios globales y a las demandas de un mercado en constante evolución. Además, establecen que el desarrollo ágil acelera la adopción de nuevos modelos de negocio, como la Industria 4.0, resaltando la importancia de la adopción de enfoques ágiles para impulsar la innovación y la transformación organizacional en un entorno empresarial cada vez más competitivo.

Otros estudios han propuesto herramientas de innovación ágil mediante un marco conceptual de “momentos de innovación”, con el objetivo de sintetizar las premisas teóricas clave de la

literatura sobre gestión del conocimiento, aprendizaje organizacional y capacidad de absorción (Vidmar et al., 2020). Además, Del Giudice et al. (2021) propusieron un modelo de autoajuste para pymes de fabricación inteligente mediante un enfoque ágil. En este contexto, se resalta la necesidad de proponer enfoques ágiles dentro de las pymes para incentivar la innovación y fortalecer la competitividad.

Justificación

Autores como Camacho Ramírez et al. (2018), manifiestan que en las últimas décadas las TI han experimentado un crecimiento exponencial en los países desarrollados, además, a nivel social existe una alta adopción de la tecnología en sus actividades rutinarias, lo que ha llevado a las organizaciones a reconocer la importancia de integrar las TI con mayor regularidad en las diferentes actividades y procesos de las organizaciones, con el fin de mejorar la competitividad, la eficiencia organizacional y el desarrollo de nuevos productos y servicios.

A nivel latinoamericano se mantiene la tendencia de considerar que las TI son elementos claves para el desarrollo de las organizaciones. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) destaca su contribución a la de innovación y su importancia en el desarrollo y evolución de las organizaciones. Por este motivo, la CEPAL promueve e incentiva la adopción de las TI y la creación de estrategias empresariales orientadas a maximizar el potencial tecnológico de las compañías con el propósito de obtener un desarrollo sostenible en la región (CEPAL, 2021).

Según cifras del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT, 2023), durante el primer trimestre del año, la fuerza económica colombiana se distribuyó de la siguiente manera: las grandes empresas representaron el 0,3%, las pymes el 4,4%, y las microempresas el 95,3%. Esto indica que solo el 0,3% de las empresas colombianas posee los recursos y herramientas adecuados en materia de TI. Dado que el 99,7% de las empresas son micro, pequeñas y medianas empresas, estas carecen de los recursos necesarios para adaptarse eficazmente a las demandas empresariales en el ámbito de las TI (Muñoz-Pinzón et al., 2024).

Lo anterior significa que las empresas grandes cuentan con recursos significativos para invertir en TI, lo que refleja madurez en la adopción y la integración de herramientas que les otorga a este tipo de empresas una ventaja competitiva en sus respectivos mercados (García Ramírez et al., 2018). Sin embargo, las pymes enfrentan diversos desafíos como limitaciones financieras para adquirir e implementar tecnologías avanzadas, falta de conocimiento especializado en TI, resistencia al cambio organizacional, dificultades para integrar las TI en los procesos existentes, y la falta de una estrategia clara para la adopción de tecnologías. Además, la falta de una cultura de innovación y agilidad en las pymes puede limitar su capacidad para adaptarse rápidamente a los cambios del mercado y aprovechar las oportunidades emergentes (Muñoz-Pinzón et al., 2024).

Esta situación evidencia la necesidad actual de que las PYMES adopten prácticas de gestión ágiles e innovadoras en el campo de las TI para aumentar su competitividad, dado que representan el 4,4% de las empresas del país (MINCIT, 2023). En el año 2018, el sector de TI en Colombia experimentó un importante crecimiento y desempeñó un papel crucial en la economía del país. Según el Observatorio de Competitividad de FEDESOFTE, se identificó un crecimiento del 6.8% en ventas del sector TI con respecto al año anterior reflejo la vitalidad y la relevancia de este sector en la generación de ingresos y la creación de empleo en Colombia (APC Consulting, 2019).

Es relevante destacar que las microempresas representaron casi la mitad de las empresas registradas (49.56%), lo que resalta la importancia de las TI como motor de emprendimiento y desarrollo empresarial en el país. Las pymes también jugaron un papel significativo, representando el 44.37% de las empresas del sector. Sin embargo y a pesar de que las grandes empresas representan un porcentaje menor estas fueron responsables de más del 80% de las ventas totales del sector, lo que muestra su contribución a la economía y su capacidad para generar ingresos significativos (APC Consulting, 2019).

En términos regionales, Bogotá se destacó como el epicentro principal de actividad en el sector de las TI, acaparando el 81.67% de las ventas totales, lo cual destaca el papel de la capital en la economía nacional como motor de innovación y crecimiento. Por su parte,

Antioquia, con un 9.39% de las ventas, demostró su relevancia como uno de los principales polos de desarrollo tecnológico en Colombia, seguido por otros departamentos como Valle del Cauca, Santander, Atlántico y Cundinamarca, que aportaron el restante 8.75%, lo cual destaca la importancia tecnológica en el país (APC Consulting, 2019).

Las empresas del sector TI dirigieron sus ventas principalmente hacia sectores como el de la educación (12.30%), el sector público (10.54%), el financiero (9.83%), la salud (9.40%), los servicios (5.68%), las telecomunicaciones (4.86%), el transporte (4.74%), la agricultura (4.19%), el sector textil (4.03%), impactando la economía nacional. Sin embargo, a pesar de su crecimiento y su impacto positivo en la economía el sector TI, este enfrenta desafíos importantes, como la brecha digital y la necesidad de adaptarse a un entorno empresarial cada vez más competitivo y cambiante (APC Consulting, 2019).

Según la investigación presentada por los autores Beaumont et al. (2017) las prácticas ágiles están siendo implementadas con éxito en sectores adicionales al del software, con el objetivo de mejorar la competitividad y eficiencia de las organizaciones. Los autores proponen dos enfoques para introducir agilismo en una organización: a través de un proceso de innovación o mediante una ruta ágil paralela a los procesos de innovación, teniendo como resultado que las empresas que adoptan prácticas ágiles e innovadoras logran mejores resultados que aquellas que siguen un enfoque tradicional a menudo denominado enfoque “en cascada” o “*Waterfall*”, sigue una metodología secuencial y planificada.

En el entorno empresarial actual, las TI ofrecen numerosos beneficios para que las compañías mejoren la agilidad de la cadena de suministro, reduzcan el ciclo de producción de productos o servicios y alcancen una eficiencia destacada en la comercialización (Radjou, 2003). Además, Dehgani y Jafari Navimipour (2019) destacan que la agilidad, las opciones digitales y el estado de alerta empresarial son tres capacidades organizacionales clave que influyen en el rendimiento de las empresas a través de las inversiones en TI. Por otra parte, es importante tener en cuenta que la competencia, los constantes cambios en avances e innovaciones tecnológicas, así como el ciclo de vida de los proyectos y servicios, representan una amenaza potencial que puede afectar el entorno empresarial.

La Alcaldía de Medellín (2021) reconoce las TI como un proceso moderno y ágil el cual permite avanzar hacia una ciudad inteligente. Por consiguiente, crea la secretaria de la innovación digital que busca satisfacer las necesidades de servicios de TI en los grupos de valor, a través de procesos eficientes basados en la innovación y en prácticas empresariales. Así formula el plan estratégico de tecnología de información (PETI) 2021-2024, el cual incorpora herramientas innovadoras y de co-creación enmarcados en los modelos de gestión tecnológica definidos en el modelo gestión y gobierno de TI de MinTIC. De esta manera, se evidencia el interés del gobierno local en fortalecer las capacidades innovadoras de las pymes de la ciudad, adoptando estrategias importantes para el sector TI como lo es el agilismo.

Así pues, las TI pueden representar una oportunidad crucial para la innovación, fomentando la competitividad de las organizaciones en este sector y contribuyendo al crecimiento sostenible de las pymes en el ámbito de los servicios de TI (Tshabalala y Marnewick, 2021). Adicionalmente, la mayoría de los estudios se han centrado en el esfuerzo de las empresas más grandes por ser ágiles, pocos han analizado cómo responden las pymes (Chan et al., 2019). Este enfoque es especialmente relevante para las pymes del sector TI en la ciudad de Medellín, ya que en los últimos años la ciudad ha avanzado en su estrategia de “Medellín Valle del Software” con el objetivo de convertirse en el epicentro de la industria TI en Latinoamérica (ACI Medellín, 2022). En este contexto, el sector TI de Medellín desempeña un papel fundamental para la economía local.

Dado que Medellín es reconocida como un centro de inversiones en TI, se destaca la necesidad de innovar, fortalecer el talento humano y atraer empresas de base tecnológica a la ciudad. Cabe mencionar que el sector de Software y Servicios TI representa el 6% del total de los montos de inversión extranjera (Rodríguez, 2023). Sin embargo, la ciudad también se enfrenta a desafíos en materia de innovación y agilidad, y debe abordar problemas relacionados con la rápida evolución tecnológica, la falta de recursos, la rigidez organizacional y la competencia global (García Pineda y Macías Urrego, 2023; Vivas-Martín et al., 2024). En este contexto, una propuesta de marco ágil orientado a dinamizar las prácticas de innovación en las pymes del sector TI podría contribuir significativamente a fortalecer la competitividad de estas organizaciones en la ciudad de Medellín.

Estudios anteriores han resaltado que las capacidades de agilidad, como la competencia, flexibilidad, capacidad de respuesta y velocidad, influyen en las posibilidades de mejorar la posición competitiva de las pymes, medida por su cuota de mercado y sus beneficios (Zastempowski y Cyfert, 2023). En ese sentido, la evidencia ha demostrado que un marco ágil puede ayudar a las pymes a adaptarse rápidamente a los cambios del mercado, mejorar la eficiencia operativa y ofrecer productos y servicios más innovadores (Marinho y Costa Melo, 2022). Al mismo tiempo, la adopción de prácticas ágiles puede fomentar una cultura de innovación constante, colaboración y mejora continua dentro de las Pymes (Sharma et al., 2022).

Preguntas de Investigación

Como se ha podido evidenciar la innovación y la adopción de nuevas tecnologías representan un factor importante en la competitividad de las compañías de TI. En este sentido, resulta relevante diseñar un marco de agilismo para dinamizar las prácticas de innovación en las Pymes del sector TI de la ciudad de Medellín.

¿Cómo diseñar un marco de agilismo para dinamizar las prácticas de innovación en las Pymes del sector TI de la ciudad de Medellín?

OBJETIVOS

Objetivo General

Proponer un marco ágil orientado a dinamizar las prácticas de innovación, como mecanismo de competitividad para las pymes del sector TI de la ciudad de Medellín.

Objetivos Específicos

1. Identificar las características del agilismo en las metodologías ágiles y los modelos de innovación mediante una revisión de literatura existente.
2. Caracterizar las etapas involucradas en las dinámicas de las prácticas de agilismo dentro de las metodologías ágiles y modelos de innovación mediante una revisión de la literatura.
3. Proponer los elementos de un marco de agilismo adaptado para las Pymes del sector TI en la ciudad de Medellín.
4. Validar el marco de agilismo diseñado para dinamizar las prácticas de innovación en las Pymes del sector TI en la ciudad de Medellín.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

El enfoque ágil, aplicado al desarrollo de proyectos, se ha reconocido como una práctica innovadora que ofrece beneficios a largo plazo, particularmente en el sector de TI, donde se ha convertido en una tendencia de gestión predominante (Muhammad et al., 2021). La agilidad se ha implementado en las organizaciones como una estrategia reactiva y proactiva frente a los cambios ambientales. Los pioneros en TI han navegado a través de una ola de cambios tecnológicos, dando lugar a entornos colaborativos que buscan capitalizar el conocimiento y los recursos colectivos de las empresas asociadas. Esto ha permitido la creación de una extensa red de recursos y capacidades de TI, fortaleciendo así la capacidad de responder de manera efectiva a las modificaciones del entorno (Awwad et al., 2022).

La mejora de los proyectos de TI se ha convertido en un objetivo global crucial, aunque representa un desafío significativo. Este desafío radica en la necesidad de flexibilidad en el diseño organizacional y autonomía en la toma de decisiones del equipo, lo que implica cambios sustanciales en las políticas y la gestión de las organizaciones del sector TI (Baxter et al., 2023). Dado que el sector TI es ahora una de las industrias líderes a nivel mundial, debe afrontar la realidad de que los ciclos de vida de los productos de TI son cada vez más cortos, lo que exige el desarrollo continuo de nuevas versiones o productos para satisfacer las demandas cambiantes de los clientes. Por lo tanto, se ha fomentado la adopción de modelos de desarrollo más ágiles, como *Waterfall* y *Agile*, que se seleccionan según las características específicas del producto y la estructura organizacional (Dima y Maassen, 2018).

Investigaciones recientes han demostrado que ciertos modelos son ejemplares en la evolución de los modelos de negocio en el desarrollo de productos de TI, estableciendo un fundamento para las estrategias futuras de desarrollo de productos. Esto se debe a la imperiosa necesidad de adaptación e innovación para mantenerse competitivos (Maassen, 2018). Por lo tanto, se sugiere que la agilidad estratégica es una oportunidad clave para crear y ampliar la ventaja competitiva en la industria (Lungu, 2020). Además, se reconoce una tercera variable crítica

para el éxito de las organizaciones de TI: la innovación generada a través de un enfoque ágil, aplicado en un ciclo de vida de gestión de proyectos más eficiente y reducido (Mergel, 2016).

1.1. Contexto sector TI

En la actualidad, la industria de las TI se destaca como una de las más influyentes y líderes a nivel global, gracias a su papel en el desarrollo de dispositivos y software innovadores que respaldan una amplia gama de sectores, incluyendo la medicina, los negocios, la educación y las redes sociales (Dima y Maassen, 2018). Específicamente, esta industria ha impulsado una cultura de innovación, potenciada por la era digital y el surgimiento de tecnologías emergentes como el *big data*, la inteligencia artificial (IA), el Internet de las Cosas (IoT) y la *blockchain*. Estas innovaciones han convertido al sector TI en un pilar fundamental para el crecimiento económico de las naciones (Huynh et al., 2021).

La relevancia de la industria de las TI se hizo patente durante la pandemia de Covid-19 en 2020. Las soluciones tecnológicas desempeñaron un papel crucial tanto en la respuesta inmediata como en la adaptación y recuperación a largo plazo, acelerando la reactivación de las empresas y maximizando el potencial de las pymes (Al-Sakhnini, 2022). En consecuencia, una amplia gama de naciones, desde economías avanzadas hasta mercados emergentes, han enfocado esfuerzos en robustecer esta industria, fomentando su expansión a través de las pymes y reconociéndola como una atractiva oportunidad de inversión (Shukhratovch, 2019).

Colombia se está consolidando como un destino atractivo para la inversión en el sector TI, lo cual ha tenido un impacto positivo en el desarrollo económico del país. Este avance es notable especialmente en las áreas de comunicaciones, servicios, software y hardware. Las pymes colombianas han descubierto en las TIC una herramienta para optimizar sus procesos y actividades comerciales. Además, la adopción de estas tecnologías es clave para fortalecer y estimular la economía nacional dentro de la industria 4.0 (Parra-Sánchez et al., 2021; Riascos Erazo et al., 2016). Informes indican que el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) se ha comprometido a implementar las medidas necesarias para desarrollar una política estatal de gestión de TI (Morales Moreno y Torres Paez, 2013). Esto refleja la trascendencia del sector TI en Colombia y la urgencia de

potenciarlo, particularmente en el contexto de las pymes, que deben progresar en la utilización y adopción de TIC avanzadas para manejar eficientemente la información y el conocimiento, y así impulsar la industria a nivel local, regional y global (Marulanda Echeverry et al., 2013).

Medellín se ha destacado como una de las ciudades colombianas más comprometidas con el fortalecimiento de la industria TI, viendo en este sector una oportunidad excepcional para el desarrollo económico. Este compromiso ha llevado a Medellín a ser reconocida como una “ciudad inteligente”, con un enfoque de productividad orientado hacia clústeres estratégicos como los negocios digitales. Esto ha fomentado una visión regional y la creación de nuevas sinergias basadas en el conocimiento y la capacidad de innovación, agregando valor a diversos sectores productivos. En respuesta, el gobierno nacional ha implementado programas enfocados en la conectividad y el uso de las TIC, transformando a Medellín en un referente de “Ciudad Digital” tanto a nivel nacional como internacional (Smith et al., 2023).

Además, estudios recientes como el de García Pineda y Macías Urrego (2023) han analizado el sector TI de Medellín para determinar el grado de integración de las tecnologías de la Industria 4.0. A pesar de que algunas empresas aún no incorporan completamente estos elementos en sus operaciones, es crucial que fortalezcan sus capacidades en la asignación de recursos y la planificación estratégica alineadas con las tecnologías 4.0. Dichos estudios también han examinado las variables que influyen en la identificación e integración de capacidades de innovación en las empresas TI de Medellín. Dado que la ciudad alberga un número significativo de empresas dedicadas a este sector, el desarrollo de capacidades de innovación es esencial para mejorar su competitividad, teniendo en cuenta las transformaciones que afectan a esta industria y la contribución económica significativa que el sector TIC aporta a la ciudad y al país (García Pineda y Macías Urrego, 2022).

1.2. Prácticas de agilismo e innovación

Estudios recientes han revelado que los métodos convencionales de gestión de proyectos enfrentan dificultades significativas para cumplir con los objetivos de proyectos innovadores,

que demandan productos con características novedosas, procesos inéditos o soluciones alternativas a problemas existentes. Los métodos tradicionales, que se basan en una planificación exhaustiva previa al proyecto, a menudo no son adecuados para proyectos de esta naturaleza debido a la complejidad de los requisitos y la incertidumbre inherente a la innovación, sumado a la escasez de información sobre proyectos y resultados previos similares (Malik et al., 2021). En contraste, el enfoque ágil se presenta como un estilo de gestión proactivo que optimiza el uso de recursos humanos y se adapta con rapidez a los cambios, con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente de manera efectiva. A diferencia de los métodos tradicionales, el enfoque ágil permite una mayor flexibilidad y respuesta ante las variaciones del entorno (Heilmann et al., 2020).

Con el objetivo de hacer frente a las dificultades inherentes a entornos cambiantes y abordar las incertidumbres, la agilidad ha sido incorporada en la gestión de la innovación. Aunque se ha enfatizado la importancia de la innovación y la agilidad en las organizaciones, su integración aún se considera poco explorada en la literatura. Según Brand et al. (2021), la agilidad en el contexto de la innovación engloba tres capacidades que se han desglosado en las siguientes definiciones:

- Capacidad de responder con rapidez y flexibilidad ante cambios o incertidumbres.
- Capacidad de impulsar proactivamente el cambio.
- Capacidad de integración con el entorno.

Por lo tanto, los estudiosos del tema recomiendan la aplicación del enfoque ágil dentro de las prácticas de innovación, lo que implica desarrollar habilidades de adaptación en el equipo, fomentar un liderazgo colaborativo y adoptar un enfoque “de abajo hacia arriba” para respaldar la generación de ideas creativas (Malik et al., 2021). En este sentido, la agilidad organizacional capacita para desenvolverse en contextos que presentan requisitos altamente inciertos, permite experimentar con nuevas tecnologías de desarrollo y colaborar con clientes dispuestos a explorar cómo un producto en evolución puede contribuir a sus objetivos comerciales. Esto contrasta con los enfoques tradicionales, que tienden a buscar una solución

óptima, predecible y reutilizable para cada problema, con el objetivo de hacer que el proceso sea eficiente y predecible (Findsrud, 2020).

Para las pymes, estos desafíos son especialmente relevantes, ya que constantemente se enfrentan a un entorno altamente desafiante en una economía del conocimiento en rápida evolución. La capacidad de adaptación es crucial, y la innovación ágil está emergiendo como una tendencia en la gestión organizacional de proyectos (Vidmar et al., 2020). Por lo tanto, más allá de utilizar la agilidad para el desarrollo de nuevos productos, las pymes podrían implementar este enfoque para innovar en procesos, servicios y modelos de negocio, logrando un equilibrio entre procesos estructurados y ágiles para aprovechar los beneficios de ambos enfoques. Como señala Lichtenthaler (2020a), las empresas pueden utilizar enfoques de innovación estructurados y ágiles de la siguiente manera:

- Implementando procesos de innovación ad hoc.
- Dando un énfasis estratégico a los procesos de innovación estructurados.
- Priorizando estratégicamente los procesos de innovación ágiles y flexibles.
- Combinando la agilidad con la estructura para optimizar resultados.

1.3. Conceptos básicos de agilismo

Lambert y Cooper (2000) argumentaron que la competitividad y la rentabilidad se potencian cuando las actividades empresariales se ejecutan de manera estructurada, reflejándose esto en la eficiencia de la cadena de suministro a través de la coordinación organizacional. En un sentido complementario, Sambamurthy (2003) identificó la agilidad como un “factor crucial de innovación”, señalando que las empresas que integran las TI en sus procesos mejoran tanto la gestión como la acumulación de conocimiento. Además, destacaron que el rendimiento empresarial se origina en la estrategia, el desarrollo de capacidades y la adaptación tecnológica. En la actualidad, el agilismo trasciende las fronteras de las industrias tecnológicas, alcanzando a diversas organizaciones que deben navegar en un entorno de cambio constante, marcado por desafíos y oportunidades que pueden inyectar un valor

considerable a las empresas y sus clientes mediante una mejora continua y acelerada (Denning 2016).

En palabras de Haneberg (2011) la agilidad es “la eficiencia con la que las organizaciones responden al cambio continuo adaptándose consistentemente.” Por su parte, Conner (1998) define la agilidad como “la capacidad de una organización para tener éxito consistentemente en ambientes impredecibles y disputados implementando cambios de manera más eficiente y efectiva que sus competidores.” Por tanto, las definiciones de la agilidad se enmarcan en la capacidad organizacional de adaptarse rápidamente a los cambios del entorno, lo que requiere de una fuerza laboral ágil organizada, dinámica y flexible (Heilmann et al., 2020).

El concepto de agilidad en la gestión de proyectos fue introducido en 2001 por un grupo de diecisiete profesionales, conocidos como los “firmantes” del Manifiesto Ágil que se exponen en la Tabla. Estos individuos, autores y gestores de proyectos en la industria del software, compartían un descontento con las metodologías tradicionales, las cuales consideraban que entorpecían los procesos debido a la excesiva documentación y burocracia organizacional que limitaba la interacción efectiva (Manifiesto, 2001). Con el objetivo de optimizar el desarrollo de software en términos de tiempo y eficiencia, se estableció el Manifiesto Ágil (Mkoba y Marnewick 2020). Beedle y colaboradores (2001) fueron los encargados de redactar este manifiesto, que se compone de cuatro valores fundamentales y doce principios orientados al desarrollo de software ágil, buscando así mejorar los procesos mediante una entrega de valor más eficiente.

Tabla 1

Firmantes Manifiesto Ágil

Firmantes Manifiesto Ágil		
Kent Beck	James Grenning	Robert C Martin
Mike Beedle	Jim Highsmith	Steve Mellor
Arie van Bennekum	Andrew Hunt	Ken Schwaber
Alistair Cockburn	Ron Jeffries	Jeff Sutherland
Ward Cunningham	Jon Kern	Dave Thomas

Martin Fowler

Brian Marick

Fuente: Manifiesto (2001).

Fernandes y Almeida (2010) destacan que los métodos ágiles se fundamentan en el desarrollo incremental. Los diecisiete precursores del Manifiesto Ágil establecieron los siguientes valores como esenciales para esta filosofía: Individuos e interacciones por encima de procesos y herramientas; Software funcional sobre documentación exhaustiva; Colaboración con el cliente más que negociación de contratos; y Responder al cambio sobre seguir un plan establecido. Estos principios han fomentado una mentalidad ágil, especialmente en las organizaciones dedicadas al desarrollo de software. El interés en los métodos ágiles ha ido en aumento, y con él, la aparición de diversas metodologías que expanden esta visión (Ozkan et al., 2020).

1.4. Metodologías ágiles

Según Mkoba y Marnewick (2020) las metodologías ágiles están estructuradas alrededor de principios fundamentales que incluyen prácticas dinámicas, evaluaciones métricas y procesos de toma de decisiones orientados a la optimización del desarrollo de productos y la gestión eficiente de proyectos. Las prácticas dinámicas permiten la adaptabilidad a cambios en los requerimientos y el entorno (Daraojimba et al., 2024); las evaluaciones métricas proporcionan indicadores clave de desempeño para monitorear avances y ajustar estrategias (Huss et al., 2023); y los procesos de toma de decisiones se centran en responder rápidamente a desafíos, mejorar la eficiencia operativa y maximizar el valor entregado al cliente (Itzik y Roy, 2023). Se distinguen por su implementación rápida y la presencia de equipos autónomos que se destacan por su rendimiento, motivados por la eficiencia operativa.

En el contexto de la revolución 4.0 y tras superar una pandemia global, la agilidad ha cobrado mayor importancia. Las empresas han reconocido la necesidad de reestructurarse para fomentar una mejora continua y alcanzar una competitividad empresarial más efectiva (Al-Saqqa, et al., 2020).

Las metodologías ágiles se caracterizan por su capacidad para adaptarse a diversas solicitudes de los clientes, proporcionando valor desde etapas iniciales mediante el uso de modelos de productos mínimos viables. Esta flexibilidad permite a las empresas obtener un retorno significativo, hasta un 50% mayor, al introducir sus productos al mercado con rapidez, lo que les confiere una ventaja competitiva (Pócsová et al., 2020). Pueden evaluar y ajustar sus productos o servicios de forma dinámica, en contraste con las metodologías tradicionales, que se basan en objetivos y actividades fijos desde el comienzo del proyecto y suelen resistirse a cambios que puedan incrementar el presupuesto previamente establecido (Rigby et al., 2016).

En la historia de la gestión de proyectos, el paradigma tradicional, conocido por su rigidez y disciplina, presupone que los proyectos son predecibles y lineales, lo que lleva a seguir el plan inicial sin desviaciones. Por otro lado, las metodologías ágiles son dinámicas e incrementales, destacando por su capacidad de no adherirse a un esquema fijo y adaptarse continuamente a las necesidades cambiantes (Amorim et al., 2021). Las metodologías ágiles facilitan la organización de tareas, la resolución de problemas y la prevención de fallos, tomando en cuenta factores críticos como el tiempo, el alcance y el costo. Este enfoque asegura que el diseño del proyecto evolucione eficientemente, perfeccionando el contenido progresivamente hasta alcanzar, e idealmente superar, los objetivos planteados por el equipo (Tavera Romero et al., 2021).

1.5. Marcos ágiles

Mientras que una metodología ágil es un conjunto de principios, prácticas y reglas que guían la gestión de proyectos de manera flexible y adaptable (Flores-Cerna et al., 2022). En cambio, un marco ágil (*framework*) es una estructura más general que proporciona directrices y conceptos clave para la implementación de metodologías ágiles, sin definir procesos estrictos (Böhmer et al., 2016). Con esto presente, se entiende que mientras una metodología establece pasos específicos, un marco ágil permite mayor personalización según las necesidades de la organización o el proyecto (Almeida y Espinheira, 2021).

El enfoque de los marcos ágiles se centra en la entrega de valor mediante diversas metodologías adaptadas a las necesidades específicas de cada compañía, considerando aspectos como la estructura organizacional, el nivel de experiencia, la calidad, la flexibilidad y la capacidad de respuesta. La adopción de estos marcos es cada vez más común debido a los beneficios que ofrecen, entre los que se incluyen retroalimentación continua, preparación para manejar imprevistos, entregas regulares, mantenimiento de la calidad, y una comunicación constante dentro del equipo de trabajo. Estas ventajas contribuyen a minimizar los riesgos asociados al producto o servicio ofrecido (Arias Bareño, 2020).

Entre los marcos de trabajo del agilismo se destacan Kanban, Extreme Programming (XP), Feature-Driven Development (FDD), Dynamic Systems Development Method (DSDM), Crystal y SCRUM, siendo este último uno de los más adoptados en la industria. Estos marcos ágiles están alineados con los pilares y principios del Manifiesto Ágil, considerando la planificación y las etapas críticas de los proyectos que culminan en la entrega de un producto o servicio. Su implementación busca acelerar y flexibilizar los procesos, lo que facilita el éxito de los proyectos y, por ende, asegura la calidad dentro de la organización (Otero et al., 2020). A continuación, se detallan los marcos ágiles más aplicados en las organizaciones y estudiados en la literatura.

1.5.1. Kanban

La metodología Kanban fue diseñada para gestionar la producción siguiendo el principio de *Just-In-Time* (JIT), es decir, ejecutar la producción en el momento preciso, como se ilustra en la Figura 1. Se caracteriza por ser un enfoque que sincroniza el avance mediante la adaptabilidad y la priorización de las tareas necesarias (Alaidaros et al., 2021). De esta manera, minimiza la inversión de tiempo y esfuerzo superfluos en las actividades, facilitando a los participantes el monitoreo del estado actual del proyecto y sus próximos pasos (Şarlak, 2020).

El sistema *Kanban* se apoya en un tablero visual para el seguimiento de proyectos, el cual divide las tareas en tres fases clave: análisis, desarrollo y puesta en marcha. Cada fase se desglosa en dos etapas: “en curso”, que indica que el equipo está activamente trabajando en las tareas asignadas, y “en lista”, que señala que las tareas de la fase han sido completadas y

están pendientes de ser procesadas por el sistema para avanzar a la siguiente fase. Este método es eficaz para identificar cuellos de botella en el desarrollo de productos y procesos (Bermejo 2011).

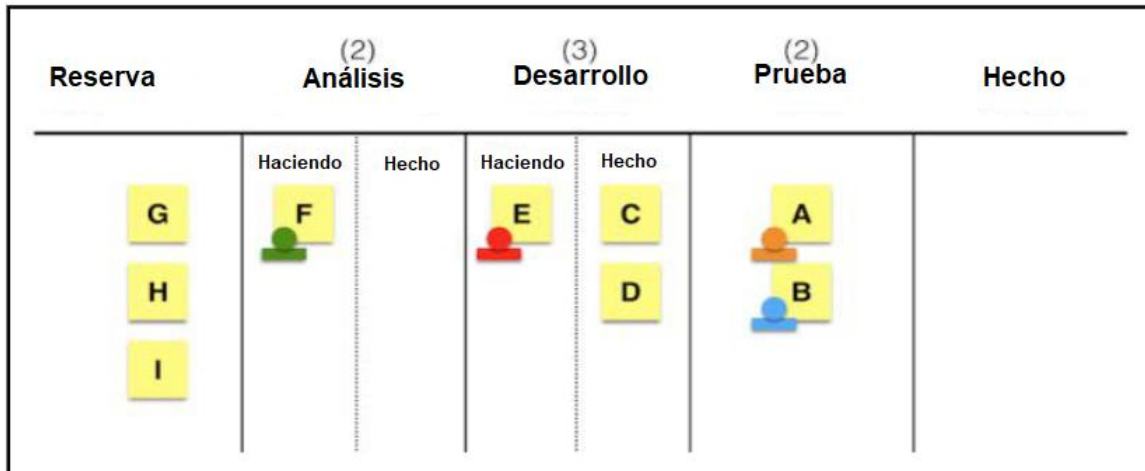


Figura 1. Metodología ágil Kanban. Fuente: Alaidaros et al. (2021)

Liker y Meier (2006) explican que esta metodología tiene diversos beneficios como la mejora de la visibilidad ya que permite una visibilidad clara del trabajo en progreso. También, se resalta la flexibilidad porque la metodología permite ajustar y reordenar tareas según las prioridades y necesidades cambiantes. Además, las tarjetas y tableros visibles mejoran la comunicación entre los miembros del equipo. No obstante, la metodología *Kanban* depende de la disciplina y compromiso del equipo para actualizar y gestionar el tablero regularmente. Además, trabajar con “*just-in-time*” puede llevar a problemas si hay una demanda inesperada o cuellos de botella en la producción (Sutherland, 2011).

1.5.2. Extreme Programming (XP)

Este enfoque se enfoca en el desarrollo y entrega continuos al cliente, fomentando la colaboración, un ambiente laboral positivo y el fortalecimiento de las habilidades técnicas de los desarrolladores mediante formaciones, talleres, diplomados y certificaciones (Ver Figura 2). Se sustenta en un diálogo constante entre el cliente y el equipo de desarrollo, lo que facilita la implementación de soluciones sencillas y efectivas. Es una metodología óptima para proyectos dinámicos que requieren ajustes frecuentes y enfrentan un elevado riesgo técnico (Letelier y Penadés, 2006). Sus principios fundamentales son la mejora continua y la iteración, promoviendo un enfoque de trabajo simplificado (Şarlak, 2020).

El marco de trabajo *XP* se compone de seis etapas: exploración, planificación de entregas, iteraciones, producción, mantenimiento y finalización del proyecto (Barraood et al., 2021). Estas etapas se apoyan en doce prácticas específicas para el desarrollo de software, como la planificación iterativa, entregas incrementales, pruebas de aceptación del cliente, diseño simple, programación en parejas, desarrollo dirigido por pruebas, refactorización, integración continua, propiedad colectiva del código, estándares de codificación, uso de metáforas y un ritmo de trabajo sostenible. De esta manera, se reduce el riesgo asociado al incremento de costos debido a cambios imprevistos, permitiendo que el diseño evolutivo sea efectivo (Letelier y Penadés, 2006).



Figura 2. Metodología ágil XP. Fuente: Barraood et al. (2021)

Los expertos coinciden en que *XP* promueve la entrega temprana y frecuente de software funcional, al mismo tiempo, es altamente adaptable a los cambios en los requisitos del proyecto y, además, fomenta una comunicación constante y abierta entre todos los miembros del equipo. En términos de desventajas, la metodología *XP* requiere de una participación constante del cliente (Navarro Cadavid et al., 2013). Adicionalmente, la formación y la implementación de *XP* del personal pueden requerir una inversión inicial significativa en términos de tiempo y recursos. Finalmente, esta metodología puede ser menos efectiva en proyectos muy grandes debido a la necesidad de una comunicación constante y la gestión de cambios frecuentes (Džanić et al., 2022).

1.5.3. Feature-Driven Development (FDD)

El Desarrollo Basado en Funcionalidades, una metodología flexible, se apoya en iteraciones breves y lanzamientos sistemáticos. Se enfoca en garantizar la calidad del proceso e incorpora una vigilancia constante del proyecto y se puede visualizar en la Figura 3. Este enfoque incluye cinco procesos esenciales: el Desarrollo del Modelo Global, la Construcción de Características, la Planificación, el Diseño y la Construcción. Resulta particularmente adecuado para equipos con habilidades avanzadas de diseño y adaptación, ya que exige una documentación exhaustiva para cada función del modelo de software (Permana, 2023). Durante el desarrollo del modelo, equipos multidisciplinarios, compuestos por desarrolladores, expertos en el dominio y arquitectos, trabajan en áreas asignadas del dominio. Posteriormente, integran sus hallazgos en un modelo global unificado (Vanegas Cerra y Zapata Uribe, 2018).

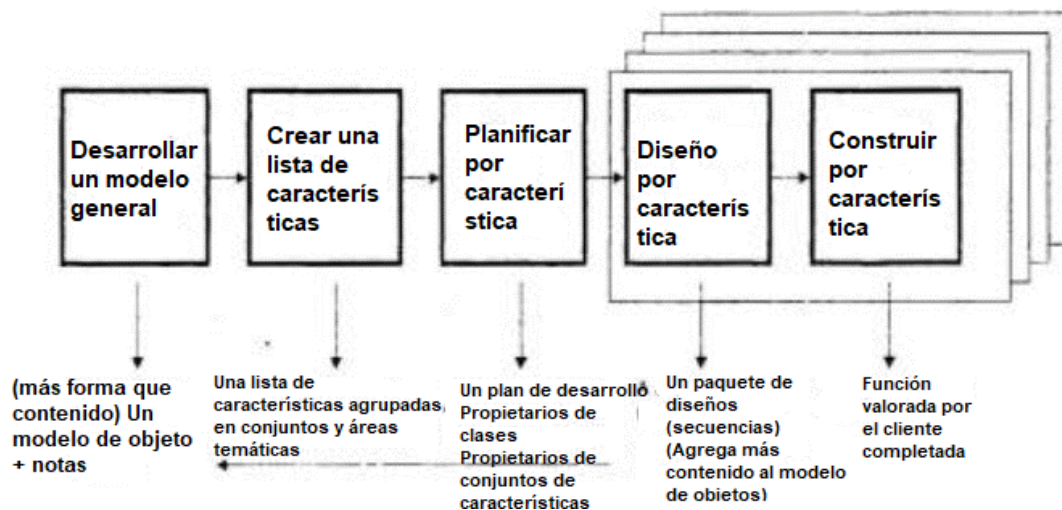


Figura 3. Metodología ágil FDD. Fuente: Permana (2023)

Una de las ventajas que ofrece es que FDD se centra en la entrega de funcionalidades tangibles en iteraciones cortas, lo que permite obtener retroalimentación temprana y ajustar el desarrollo según sea necesario. Además, sus funcionalidades ayudan a ahorrar tiempo y mejorar la comprensión del proyecto. También, facilita la gestión del proyecto y permite un progreso más rápido. Dentro de las desventajas que se han identificado, se resalta el

requerimiento de disciplina y compromiso, la dependencia de la experiencia del equipo de trabajo y la dificultad para aplicar en proyectos grandes (Merzouk et al., 2017).

1.5.4. Dynamic Systems Development Method (DSDM)

El Método de Desarrollo Dinámico de Sistemas se fundamenta en la capacidad de revisar y modificar el proyecto, asegurando que los cambios sean reversibles (Gall et al., 2005). Este enfoque garantiza que los proyectos se alineen con los objetivos estratégicos de la empresa, apoyándose en ocho principios fundamentales: enfocarse en las necesidades del negocio, cumplir con los plazos establecidos, fomentar la colaboración, mantener la calidad sin concesiones, construir progresivamente sobre bases sólidas, desarrollar de manera iterativa, comunicarse de manera constante y transparente, y ejercer un control efectivo. Estos principios son esenciales para lograr los objetivos del proyecto y una gestión eficaz. Su visualización se puede ver en la Figura 4.

Además, el método define tres ciclos distintos: el Estudio de Viabilidad, el Estudio de Negocios y la Iteración del Modelo Funcional. También contempla dos actividades críticas: el Diseño y la Construcción de Iteración, y la Implementación. Estas fases y actividades son clave para agregar valor al ciclo de vida del proyecto, permitiendo una rápida adaptación y una efectiva mitigación de riesgos (Voigt, 2004).

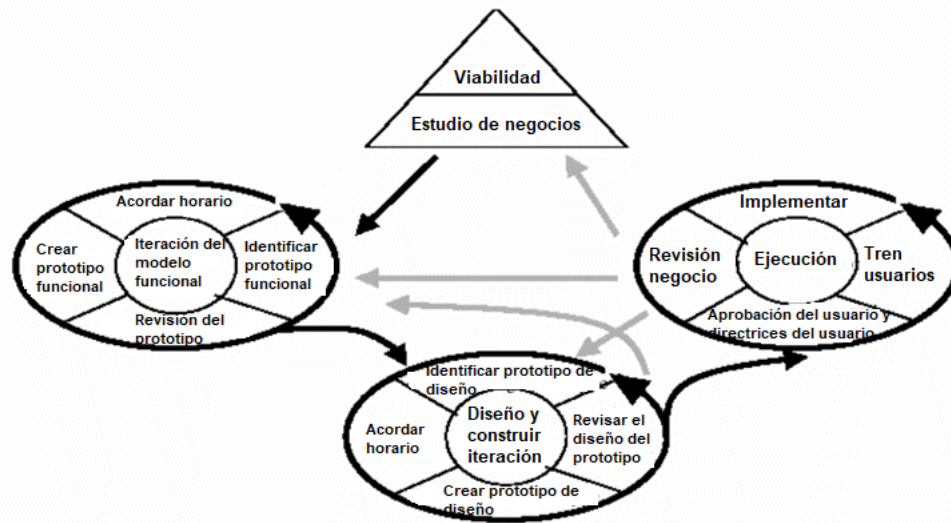


Figura 4. Metodología ágil DSDM. Fuente: Gall et al. (2005)

En ese sentido, esta metodología se centra en proporcionar soluciones de software que generen un valor real para el negocio y los usuarios finales, permite que las entregas se hagan a tiempo, promueve la colaboración y el compromiso continuo de los interesados e integra actividades de prueba y aseguramiento de calidad en todo el ciclo de vida del proyecto (Džanić et al., 2022). Cabe resaltar que la metodología *DSDM* requiere que el equipo siga un conjunto de prácticas recomendadas y mantenga una disciplina estricta, además, la efectividad también depende en gran medida de la experiencia y habilidades del equipo y también tiene dificultades para aplicar en proyectos muy grandes (Anwer et al., 2017).

1.5.5. Crystal

Crystal es en realidad un conjunto de metodologías ágiles que comprende variantes como *Crystal Clear*, *Crystal Yellow*, *Crystal Orange* y *Crystal Red*, entre otras. Cada una de estas metodologías se elige en función de distintos factores, tales como los atributos del proyecto, su tamaño, complejidad, criticidad, el nivel de habilidad del equipo, la tecnología disponible y la cantidad de integrantes del equipo. Por ejemplo, *Crystal Clear* está diseñada para proyectos pequeños, mientras que *Crystal Red* se adapta a proyectos más complejos y robustos. Esto indica que, a medida que se avanza en la escala de colores, también se incrementan las características y requisitos de la metodología, lo cual se puede apreciar en la

Figura 5. Una de las ventajas de *Crystal* es su adaptabilidad, permitiendo ajustarse a las necesidades cambiantes de un proyecto. Además, los métodos *Crystal* priorizan la colaboración y la comunicación efectiva entre los miembros del equipo por encima de los procesos en sí (Anwer et al., 2017).

Entre las ventajas que ofrece esta metodología, se puede resaltar que es altamente adaptable a diferentes tamaños y tipos de proyectos, prioriza la comunicación efectiva y la colaboración entre los miembros del equipo, permite la flexibilidad en los procesos y prácticas y promueve la entrega continua de software funcional (Ibrahim et al., 2020). Por otra parte, también es una metodología que tiene algunas desventajas como que requiere que el equipo siga un conjunto de prácticas recomendadas y mantenga una disciplina estricta, que la efectividad depende en gran medida de la experiencia y habilidades del equipo y también tiene dificultad para aplicar en proyectos con mucha envergadura (Anwer et al., 2017).

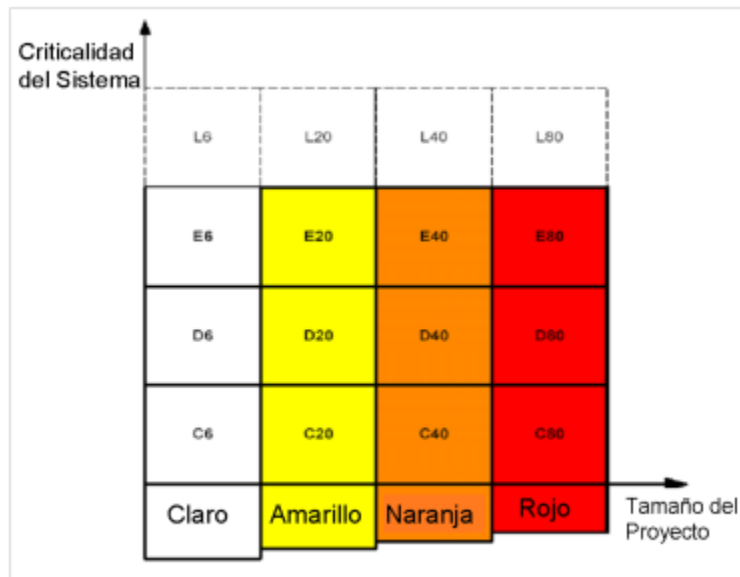


Figura 5. Metodología ágil Crystal. Fuente: Anwer et al. (2017)

1.5.6. SCRUM

Scrum es un marco de trabajo que se fundamenta en un proceso iterativo, permitiendo a individuos, equipos y organizaciones abordar y gestionar problemas adaptativos complejos

de manera eficiente, entregando productos de alto valor. El concepto de *Scrum* fue introducido en 1986 y hoy en día es reconocido como una de las metodologías ágiles más empleadas a nivel global (Otero et al., 2020) y se visualiza en la Figura 6. Dentro de *Scrum*, se definen roles clave con responsabilidades específicas:

- **Propietario del Producto (*Product Owner*):** Asegura que se cumplan las prioridades del proyecto y defiende los intereses del cliente.
- **Maestro Scrum (*Scrum Master*):** Supervisa el avance del proyecto, organiza reuniones regulares para identificar y resolver obstáculos, contribuyendo así a la productividad y eficiencia de las iteraciones del equipo.
- **Equipo de Desarrollo:** Incluye a todos los profesionales involucrados en el diseño, producción y lanzamiento del producto.
- **Equipo Scrum:** Compuesto por los roles anteriores, este equipo se encarga de inspeccionar y evaluar los resultados obtenidos (Schwaber y Sutherland, 2020)."

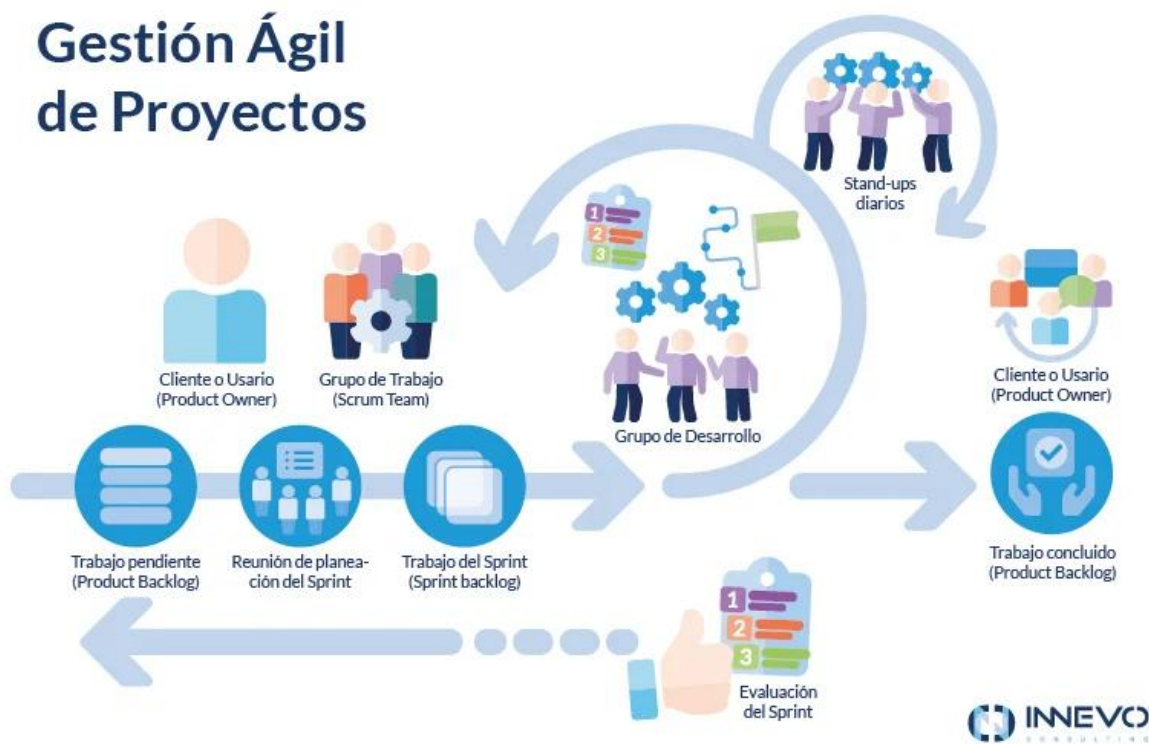


Figura 6. Metodología ágil Scrum. Fuente: Lomelí (2023)

Esta metodología destaca por su flexibilidad y adaptabilidad, puesto que permite ajustar los planes y prioridades en cada iteración y promueve la mejora continua a través de las retrospectivas. También, se resalta que se centra en entregar valor al cliente de manera frecuente y temprana y fomenta una comunicación abierta y constante entre los miembros del equipo y los interesados. En cuanto a los aspectos por mejorar, se ha identificado que requiere que el equipo siga estrictamente las prácticas y roles definidos y al igual que las metodologías anteriores, se limita a las capacidades y experiencia del equipo y tiene dificultades para aplicarse en grandes proyectos (Gumiński et al., 2023).

1.6. Concepto de Innovación y modelos de innovación

El concepto de innovación ha sido ampliamente debatido, y numerosos autores y organizaciones han intentado definirlo. Según Granstrand y Holgersson (2020), la innovación se concibe como el fruto de un proceso que se distingue por dos rasgos definitorios: la novedad de un cambio y la utilidad o éxito en la implementación de algo inédito. La novedad, un tema de debate recurrente en la literatura académica, se refiere a algo que puede ser nuevo para el mundo, una nación o una empresa. Por su parte, el Manual de Oslo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2007) describe la innovación como un cambio basado en el conocimiento que genera valor y representa una novedad (p. 31). En el Manual de Oslo del 2018 de Manual de Oslo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2018) se describe la innovación como:

“Una innovación es un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de ambos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que se ha puesto a disposición de usuarios potenciales (producto) o ha sido puesto en uso por la unidad (proceso)” (p. 20).

Numerosos autores concuerdan en que la innovación juega un rol crucial en la generación de valor dentro de las organizaciones y en la preservación de una ventaja competitiva sostenible. Más aún, la innovación trasciende el ámbito corporativo, extendiéndose a los países, donde se convierte en un elemento estratégico esencial para mantener una posición competitiva en el escenario global, dado que implica consideraciones políticas y estratégicas de gran

relevancia (Baregheh et al., 2009). En este contexto, como sostienen Quintane et al. (2011), es vital para los líderes empresariales y gubernamentales comprender la naturaleza innovadora de sus organizaciones. Esto implica definir con claridad qué constituye una innovación, lo cual es fundamental para fomentar un flujo constante de innovaciones.

La innovación representa la concreción de una idea en un producto o servicio que impulsa el crecimiento económico y el avance social de las comunidades a través de su comercialización o la consecución de objetivos específicos. Este fenómeno, cada vez más relevante en diversas industrias, se considera un concepto económico en ascenso. Aunque no existe un modelo de innovación que sea universalmente aplicable, ya que estos se adaptan y personalizan según las necesidades particulares de cada empresa (Velasco et al., 2003)

En este sentido, aunque existen multitudinarios modelos de innovación los más usados a lo largo del tiempo son: Modelos lineales Impulso de la tecnología y tirón de la demanda, Modelos por etapas, Modelos interactivos o mixtos, Modelos integrados, Modelo en red, Modelo de gestión de procesos de innovación, Modelo de desarrollo *Stage-Gate*, Modelo de etapa y puerta con innovación abierta, *Modelo Lean Startup* (Velasco et al., 2003). A continuación, se extiende la información sobre los modelos de innovación existentes y más utilizados en la literatura.

1.6.1. Modelos lineales

Los modelos lineales de innovación, que incluyen el modelo de impulso tecnológico y el modelo de tirón de la demanda, han sido fundamentales para entender cómo se inicia y se desarrolla la innovación, dichos modelos se ilustran en la Figura 7 y Figura 8. Estos modelos sugieren que la innovación es un proceso secuencial y predecible que puede ser impulsado tanto por avances tecnológicos como por las necesidades del mercado. El modelo de impulso tecnológico se despliega en una secuencia que comienza con la investigación básica, seguida por el diseño e ingeniería, la producción, el marketing y finalmente la comercialización. Por otro lado, el modelo de tirón de la demanda se inicia con la identificación de una necesidad en el mercado, lo que lleva al desarrollo de un producto o servicio, seguido por la producción y la comercialización.

Sin embargo, estos modelos tienen limitaciones en entornos empresariales actuales que son altamente dinámicos y complejos. Los modelos lineales pueden no capturar la naturaleza iterativa y a menudo caótica de la innovación moderna, donde la retroalimentación y la adaptación continua son cruciales. Por ello, se han desarrollado modelos más dinámicos y flexibles que intentan reflejar mejor la realidad de la innovación en las organizaciones contemporáneas (Velasco et al., 2003). Estos modelos reconocen que la innovación no siempre sigue un camino lineal y que puede ser influenciada por una variedad de factores internos y externos.



Figura 7. Modelo de innovación de empuje de la tecnología. Fuente: Velasco et al. (2003)



Figura 8. Modelo de innovación de tirón de la demanda. Fuente: Velasco et al. (2003)

En ese sentido, los modelos lineales tienen la ventaja de que son enfoques estructurados que siguen una secuencia fija de etapas para desarrollar y lanzar nuevos productos o servicios. Así pues, proporcionan una guía clara y estructurada para el proceso de innovación, lo que facilita la planificación y la gestión de proyectos. También, permiten un mayor control sobre el proceso y mejoran la previsibilidad de los resultados, ya que cada etapa se completa antes de pasar a la siguiente y facilitan la evaluación y el seguimiento del progreso, ya que las etapas y los hitos son bien definidos (Barreto Ferreira y Petit Torres, 2017). No obstante, pueden ser demasiado rígidos y no permitir la flexibilidad necesaria para adaptarse a cambios rápidos en el entorno o en las necesidades del mercado, ya que la secuencia fija de etapas puede resultar en demoras en la implementación de ideas innovadoras, ya que cada etapa debe ser completada antes de avanzar (Velasco et al., 2003).

1.6.2. Modelos por etapas

Los modelos por etapas de innovación describen una secuencia de fases diferenciadas, que abarcan desde la concepción inicial de ideas hasta la comercialización final de productos o servicios. Cada fase está diseñada con actividades y metas propias, y se considera que el avance exitoso a través de una etapa facilita la transición a la siguiente. Por ejemplo, la investigación básica puede conducir a avances científicos y tecnológicos que, a su vez, se traducen en la investigación aplicada para el desarrollo y prueba de prototipos (López et al., 2008).

A pesar de su estructura organizada, los modelos por etapas han recibido críticas por su enfoque simplista y por no reflejar adecuadamente la complejidad inherente a los procesos de innovación. No obstante, continúan siendo herramientas valiosas para entender las distintas etapas que la innovación debe recorrer en su camino hacia una implementación efectiva (Barreto Ferreira y Petit Torres, 2017). La representación visual de este modelo se puede evidenciar en la Figura 9.



Figura 9. Modelo de innovación por etapas. Fuente: Velasco et al. (2003)

Este modelo se distingue por proporcionar una guía clara y estructurada para el proceso de innovación. También, permite un mayor control sobre el proceso y mejoran la previsibilidad de los resultados y facilita la evaluación y el seguimiento del progreso, ya que las etapas y los hitos son bien definidos. No obstante, pueden ser también demasiado rígidos y pueden limitar la creatividad y la innovación espontánea (Barreto Ferreira y Petit Torres, 2017).

1.6.3. Modelos interactivos o mixtos

En contraste con los modelos lineales, los enfoques interactivos o mixtos subrayan la relevancia de la colaboración, el intercambio de retroalimentación y el aprendizaje mutuo entre las distintas partes interesadas (ver Figura 10). Estos modelos reconocen que la innovación emerge de la interacción dinámica entre empresas, instituciones de investigación, usuarios finales y otros actores esenciales (Yang et al., 2023). Además, resaltan cómo el contexto socioeconómico y político externo ejerce una influencia significativa en el proceso

de innovación, proporcionando una visión más integral y holística de la innovación al considerar tanto las interacciones internas como el impacto del entorno en su desarrollo (Velasco et al., 2003).

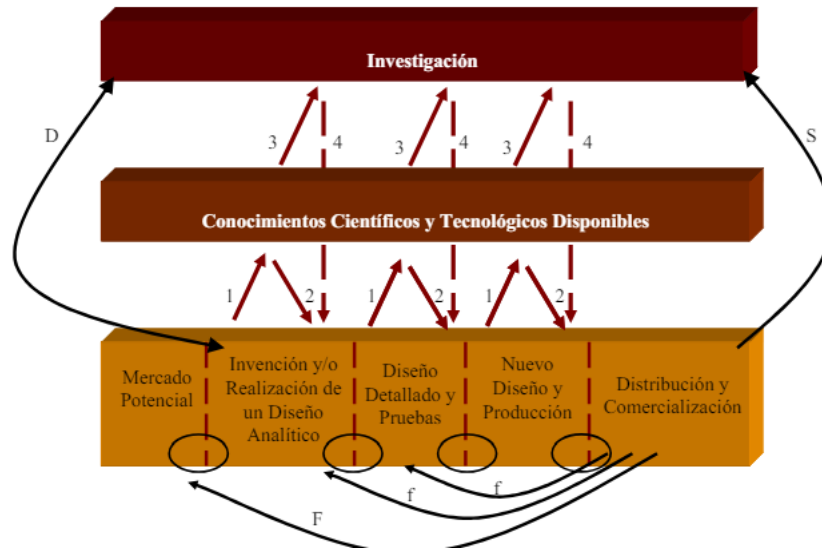


Figura 10. Modelo de innovación Kline de enlaces en cadena o modelo cadena-eslabón. Fuente: Velasco et al. (2003)

Contrario a los modelos anteriores, los modelos mixtos o integrativos permiten una mayor flexibilidad y adaptabilidad, ya que integran retroalimentación continua entre las diferentes etapas del proceso de innovación, esto a su vez, facilita la mejora continua del proceso y los productos, permitiendo ajustes rápidos y eficientes. Así pues, se permite la colaboración entre diferentes disciplinas y departamentos. Sin embargo, también es un tipo de modelo que presenta limitaciones como que la integración de múltiples etapas y retroalimentaciones puede aumentar la complejidad del proceso, además de requerir recursos adicionales en términos de tiempo, personal y financiamiento, con el riesgo de caer en un bucle de retroalimentación interminable (Kline y Rosenberg, 1986).

1.6.4. Modelos integrados

Los modelos integrados de innovación abarcan una amplia gama de factores y dinámicas interconectadas, como se visualiza en la Figura 11. Estos modelos trascienden el enfoque unidimensional centrado únicamente en la tecnología o la demanda, para considerar una diversidad de elementos como la investigación y desarrollo, las capacidades organizativas,

la colaboración entre empresas y los factores contextuales (Rose et al., 2016). Reconocen que la innovación es el resultado de la interacción entre estos diversos componentes y que su combinación efectiva puede catalizar la creación y adopción de innovaciones exitosas. Al integrar distintas perspectivas y dimensiones, los modelos integrados ofrecen un marco más completo y realista para entender y manejar los procesos de innovación dentro de entornos empresariales que son tanto dinámicos como complejos (Velasco et al., 2003).

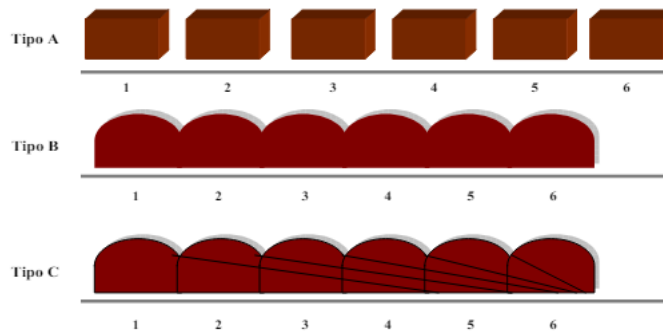


Figura 11. Modelo de innovación integrado. Fuente: Velasco et al. (2003)

Dentro de las ventajas de estos modelos se destaca la facilidad para integrar diferentes áreas de conocimiento y prácticas, así como la mejora en la eficiencia operativa al unificar metodologías y procesos. Al mismo tiempo, estos modelos permiten incrementar la motivación del personal al proporcionar una visión clara y coherente de los objetivos y procesos de la organización. Finalmente, ayudan a reducir el número de conflictos internos al establecer programas y metodologías comunes. En cuanto a las desventajas, estos modelos podrían hacer que las empresas incurran en mayores costos iniciales debido a la necesidad de formación y ajustes organizacionales, además de tiempo, personal y financiamiento. Además, la integración podría aumentar la complejidad del proceso de gestión, dificultando su coordinación y seguimiento (Barreto Fereira y Petit Torres, 2017).

1.6.5. Modelo en red

El modelo en red se distingue como un enfoque progresivo para entender los procesos de innovación, fundamentado en la premisa de que la innovación emerge de una red de interacciones y colaboraciones entre múltiples actores, tanto internos como externos a la organización. Un ejemplo del modelo en red se puede visualizar en la Figura 12. Este modelo se aleja de la secuencia lineal de etapas tradicionales y, en cambio, pone énfasis en la importancia de las conexiones y relaciones entre los participantes del ecosistema de

innovación (Vidmar et al., 2020). Los actores involucrados pueden ser empresas, instituciones de investigación, proveedores, clientes, socios estratégicos y comunidades de usuarios. El modelo en red valora la generación de ideas, el intercambio de conocimientos y la creación de valor que se producen a través de la interacción dinámica de estos actores dentro de una red colaborativa. Al abordar la interconectividad y la interdependencia, el modelo en red proporciona una comprensión más completa y dinámica de los procesos de innovación, adecuada para el entorno actual (Velasco et al., 2003).

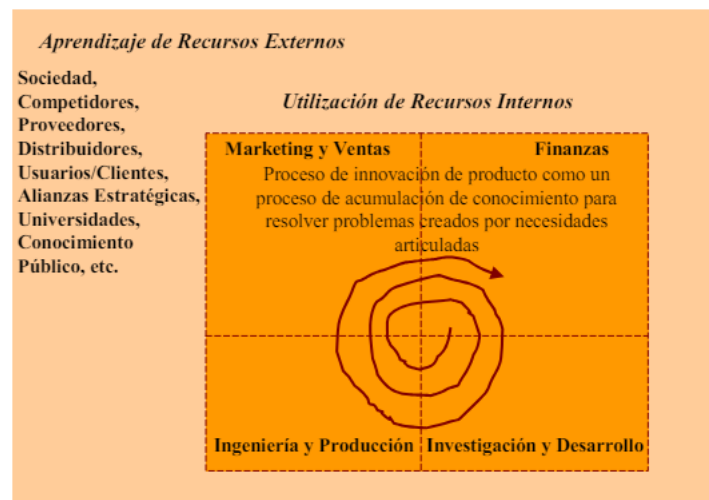


Figura 12. Modelo de innovación en red. Fuente: Velasco et al. (2003)

De acuerdo con Barreto Ferreira y Petit Torres (2017) el modelo en red a las organizaciones en red a adaptarse rápidamente a los cambios del mercado o del entorno. Además, estas pueden compartir recursos y competencias, maximizando la utilización de los mismos y reduciendo costos. Por lo que la colaboración permitiría fomentar la innovación y la creatividad y mejorar la calidad de las decisiones al proporcionar a los tomadores de decisiones acceso a una mayor variedad de datos. En cuanto a las limitaciones de este modelo, se resalta una alta dependencia en la tecnología que puede ser riesgosa. Además, al ser menos jerárquica, la gestión puede enfrentar desafíos para mantener el control y la coherencia en las políticas y prácticas, por lo que es importante determinar responsabilidades claras entre las entidades (Ventajas, s.f.).

1.6.6. Modelo de Gestión de Procesos de Innovación

Este modelo se enfoca en la planificación, organización y supervisión de los procesos de innovación en una entidad, subrayando la necesidad de un método sistemático y estructurado. Implica la identificación de oportunidades de innovación, la definición de metas y objetivos claros, la asignación de recursos apropiados, la gestión de riesgos y la garantía de una implementación efectiva de iniciativas innovadoras (Mergel, 2016). Además, se centra en el monitoreo y la mejora continua de los procesos para amplificar el impacto de la innovación en la organización. Busca promover una cultura de innovación que se nutre de la generación, desarrollo y adopción de ideas novedosas, con el fin de impulsar la competitividad y el crecimiento de la organización (Velasco et al., 2003).

Este modelo cuenta con la ventaja de que facilita la adaptación a los cambios tecnológicos, sociales y económicos que se producen a un ritmo acelerado. Además, proporciona una ventaja competitiva para las organizaciones, mejora la eficiencia operativa y aumenta el ahorro de costos. Por último, impulsa el crecimiento de los ingresos al abrir nuevos mercados y expandir la base de clientes. No obstante, genera costos elevados en etapas de experimentación, puede romper con ciertas rutinas y patrones, causando confusión en los empleados y reduciendo su productividad y los intentos fallidos y la adaptación a nuevos cambios pueden afectar negativamente la moral de los empleados (Barreto Ferreira y Petit Torres, 2017).

1.6.7. Modelo de desarrollo Stage-Gate

El modelo *Stage-Gate* se fundamenta en la premisa de que la innovación se realiza en etapas claramente definidas, donde cada una está asociada con una serie de pasos y criterios específicos, y está delimitada por puertas o puntos de control que sirven para evaluar el avance del proyecto. Este modelo facilita una gestión más eficaz y eficiente de los proyectos de innovación al establecer hitos claros y criterios de evaluación para cada etapa (Paluch et al., 2020). Las puertas funcionan como puntos de decisión críticos donde se determina si el proyecto debe proceder a la siguiente etapa, adaptarse o, en algunos casos, finalizarse. Esto contribuye a minimizar riesgos y a asignar recursos de manera más estratégica (ver Figura

13). Además, el modelo *Stage-Gate* fomenta la colaboración y el intercambio de retroalimentación entre los equipos de desarrollo y los tomadores de decisiones, lo que impulsa la mejora continua y maximiza el valor de las innovaciones dentro de la organización (Velasco et al., 2003).

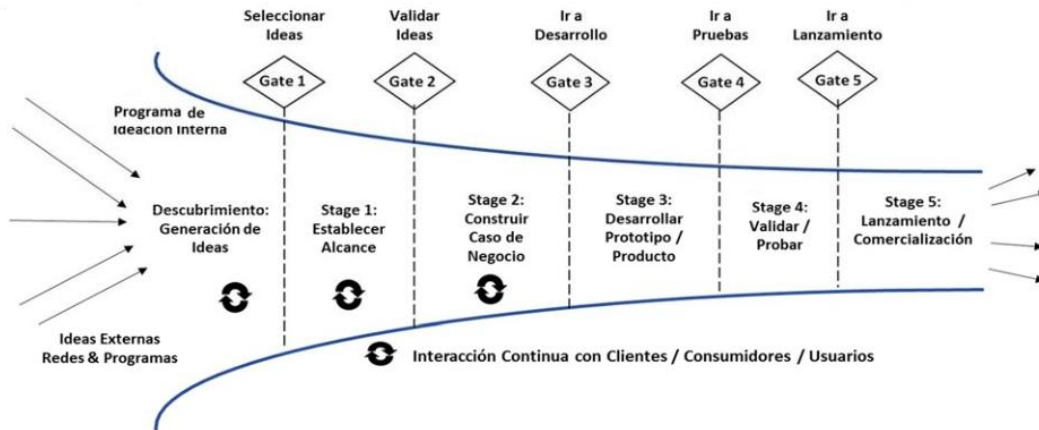


Figura 13. Modelo de innovación Stage-Gate. Fuente: Edgett (2015)

Según Paluch et al. (2020), los enfoques de etapas y puertas, así como los híbridos, buscan minimizar la incertidumbre al inicio del proceso de innovación. En contraste, la innovación ágil es más apropiada para ambientes dinámicos, donde se espera una solución más única, lo que puede resultar en una innovación más radical. Dentro del contexto ágil, el modelo *Stage-Gate* ofrece un esquema general para la selección de proyectos y, una vez elegidos, define las etapas clave, las actividades de mejores prácticas y los roles y responsabilidades que forman parte del proyecto (Brock et al., 2015).

Recientemente, se ha reconocido la aplicabilidad de este modelo en combinación con enfoques ágiles. Aunque los métodos ágiles de desarrollo se han utilizado tradicionalmente en proyectos de nuevos productos de software, se ha propuesto que el modelo híbrido *Agile-Stage-Gate* ofrece beneficios potenciales significativos para los fabricantes de productos físicos, abarcando desde equipos industriales pesados hasta alimentos y juguetes, lo que demuestra su versatilidad (Cooper y Sommer, 2016). Este modelo híbrido surge de la necesidad de las organizaciones de implementar un sistema más fluido y adaptable. En consecuencia, el modelo híbrido resulta en un sistema que es adaptable y flexible y que prospera ante el cambio; su componente central es una definición de producto en constante

evolución que emerge a través de una planificación dinámica a corto plazo (Cooper y Sommer, 2018).

1.6.8. Modelo de etapa y puerta con innovación abierta

Este modelo híbrido combina los principios del modelo de etapa y puerta con la filosofía de la innovación abierta, que promueve la colaboración y la apertura hacia fuentes externas de conocimiento e ideas. En lugar de limitarse a los recursos internos, este enfoque busca capitalizar el potencial de socios externos como clientes, proveedores, instituciones de investigación y startups para fomentar la generación de ideas y el desarrollo de proyectos innovadores (Vidmar et al., 2020). Las “puertas” de evaluación en cada etapa posibilitan decisiones informadas, mientras que la innovación abierta permite incorporar una amplia gama de perspectivas externas. Este modelo fomenta la agilidad y la colaboración, expandiendo así el alcance y las posibilidades de la innovación dentro de la organización (Velasco et al., 2003).

Este modelo destaca por su flexibilidad y adaptabilidad, ya que se pueden incorporar ideas externas en cualquier etapa del proceso. Además, la innovación abierta facilita el acceso a talentos y conocimientos externos, al mismo tiempo que permite la incorporación de ideas y tecnologías externas puede acelerar el proceso de desarrollo, permitiendo a las empresas llegar al mercado más rápidamente (Cooper, 1990). Pese a sus beneficios, este modelo también cuenta con algunas desventajas como los problemas de propiedad intelectual y la repartición de beneficios. También, al haber colaboración existe el riesgo de filtrado de información confidencial de las organizaciones, además de que la gestión y coordinación de múltiples socios y entidades puede ser compleja y llevar a retrasos en el proceso de innovación (Chesbrough, 2003).

1.6.9. Modelo lean startup

El modelo Lean Startup se distingue de los métodos tradicionales por su proceso ágil y adaptable, que comienza con la creación de un “producto mínimo viable.” Este enfoque se desarrolla a través del ciclo iterativo de “construir-medir-aprender” (ver Figura 14), que busca mitigar riesgos y maximizar el aprendizaje mediante la interacción continua con los

clientes (Ghezzi y Cavallo, 2020). Centrándose en la gestión eficiente de los recursos y el aprendizaje constante, el modelo Lean Startup permite una rápida adaptación y el desarrollo de soluciones que satisfacen de manera efectiva las necesidades del mercado, aportando así un valor significativo para los clientes (Velasco et al., 2003).

En la literatura se resaltan las bondades del modelo lean startup. De acuerdo con Ries (2011) al probar ideas rápidamente con clientes reales, se reduce el riesgo de invertir tiempo y recursos en productos que no tienen demanda. Además, el modelo enfatiza la creación de producto mínimo viable para obtener retroalimentación temprana, lo que ayuda a optimizar el uso de recursos. Por otra parte, la metodología puede ser menos efectiva si no se puede obtener retroalimentación clara y precisa de los clientes. Esto dificulta su aplicación en productos que requieren una planificación y desarrollo más extensos (Blank, 2013).

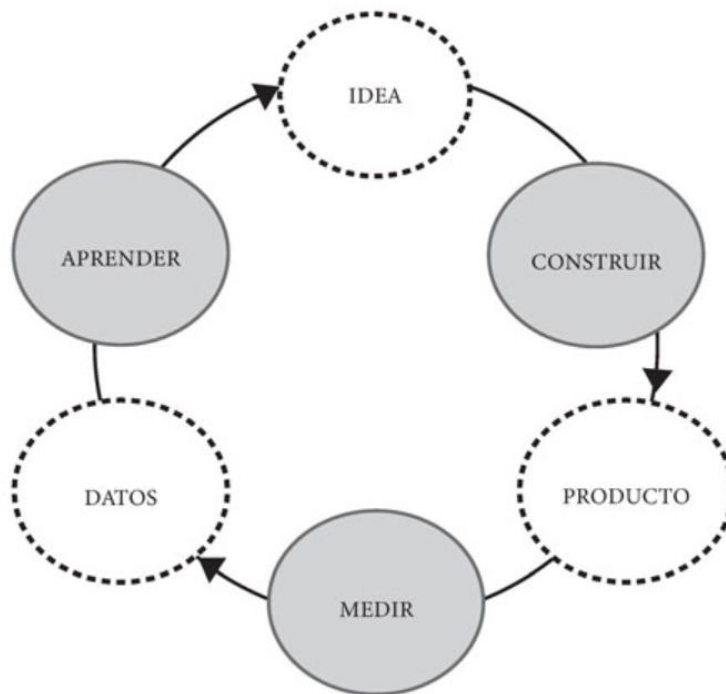


Figura 14. Modelo de innovación Lean Startup. Fuente: Llamas Fernández y Fernández Rodríguez (2018)

Teniendo en consideración toda la información sobre marcos ágiles y modelos de innovación, se establece que el agilismo como enfoque de gestión y desarrollo dentro de las organizaciones, prioriza la adaptabilidad, la entrega de valor continua y la colaboración entre

equipos (Kohnová et al., 2023). Su importancia radica en su capacidad para ofrecer mayor flexibilidad y adaptabilidad, tener un enfoque en el cliente, tanto sus necesidades como deseos, mejorar la eficiencia y productividad en las organizaciones al mejorar procesos, optimizar recursos y eliminar desperdicios, incentivar una cultura de colaboración y transparencia entre los equipos de trabajo y reducir la incertidumbre y riesgos al detectar errores o desviaciones en una etapa temprana de los procesos de innovación (Brand et al., 2021).

En este sentido, la conexión entre los modelos de innovación y los marcos ágiles se basa en la integración de dos enfoques para la mejora de la eficiencia operativa, a la vez que fomenta la innovación mediante la experimentación rápida y la entrega incremental de valor (Dabić et al., 2021). Además, como explican Guo et al. (2023), la ventaja competitiva de una empresa depende de una capacidad organizativa específica, conocida como capacidad dinámica, que implica la habilidad de integrar, crear y reconstruir el conocimiento interno y externo para adaptarse a los cambios del entorno, y esta capacidad dinámica juega un rol crucial en las innovaciones organizativas. En consecuencia, el agilismo ayuda a las organizaciones a adquirir nuevos conocimientos y tecnologías de manera eficiente, abrir nuevos mercados, desarrollar nuevos modelos de negocio y proporcionar ideas y soluciones frente a las actividades y desafíos de gestión existentes.

CAPÍTULO 2: MARCO METODOLÓGICO

Para lograr el objetivo principal de la tesis, que es diseñar un marco de trabajo ágil que impulse las prácticas de innovación y mejore la competitividad en las Pymes del sector TI en Medellín, se adoptó un enfoque metodológico cualitativo con un alcance exploratorio y descriptivo. En este aspecto, Hernández-Sampieri et al. (2014a), indican la importancia de los estudios exploratorios y descriptivos partiendo de la identificación de variables promisorias y detallando las características relevantes del fenómeno a abordar. En el mismo sentido Hernández Sampieri (2014b), manifiesta que los estudios exploratorios son usados para profundizar un tema que cuenta con poca información y los estudios descriptivos permiten detallar las características relevantes del fenómeno a estudiar.

Considerando el planteamiento anterior, en este estudio se exploran las características del ágilísimo orientado a dinamizar las prácticas de innovación a partir de un marco que responda a la relación lógica de las etapas y características identificadas. En este sentido, se estructura la metodología de este trabajo bajo la definición de cuatro fases principales basadas en cada uno de los objetivos específicos propuestos en este estudio que se pueden apreciar en la Figura 15.

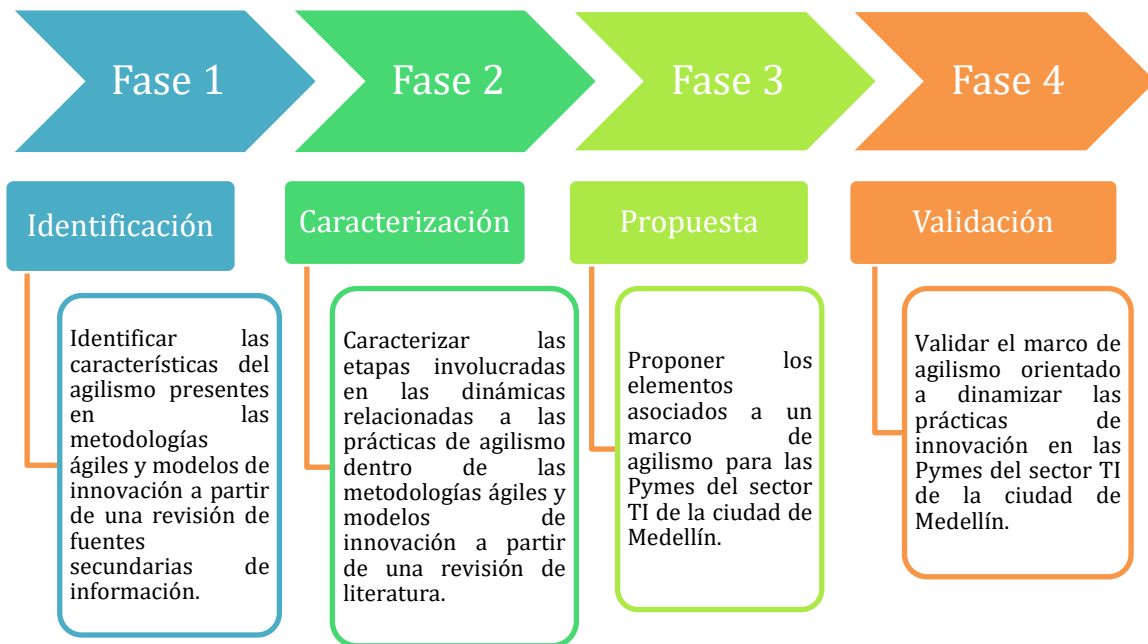


Figura 15. Estructura metodológica del estudio. Fuente: elaboración propia

Asimismo, se presentan las actividades propuestas para cada fase, en las cuales se resalta el uso de instrumentos y/o herramientas, como se puede apreciar en la Tabla 2.

2.1. Fase 1 Identificación

En esta etapa, se busca obtener como producto principal una revisión de literatura a partir de la revisión de fuentes secundarias de información, la cual facilite identificar y relacionar en la literatura las características del agilismo en las metodologías ágiles y modelos de innovación, para posteriormente seleccionar: I. Metodologías recurrentes, II. Modelos de innovación recurrentes, y III. Características del agilismo en la innovación más recurrentes, buscando trazar la ruta hacia el cumplimiento de los demás objetivos propuestos en este trabajo. La revisión de literatura consistirá en la búsqueda de palabras claves que permitan revelar antecedentes, guías, métodos, modelos, teorías y/o ideas vinculadas con el tema de investigación. En ese sentido, a partir de las palabras claves se diseñará una ecuación de búsqueda la cual contenga los términos de agil*, method*, innovat* y model, en el título y en las palabras claves usando el asterisco (*) para dar soporte a la construcción de la ecuación

de búsqueda. Se pretende aplicar en la base de datos Scopus y Web of Science. De esta manera, se elabora la siguiente ecuación de búsqueda:

En Scopus: TITLE-ABS-KEY-AUTH ((agil* AND method*) AND innovat* AND model)

En Web of Science: ((agil* AND method*) AND innovat* AND model) (Title) OR ((agil* AND method*) AND innovat* AND model) (Abstract) OR ((agil* AND method*) AND innovat* AND model) (Author Keywords)

La revisión de literatura es un eslabón fundamental en la investigación, ya que, al realizar búsquedas en fuentes de información confiables, permite la obtención de diferentes indicadores que generan conocimiento. La revisión permitirá identificar las características del agilismo en modelos, metodologías, y/o teorías de innovación.

Este enfoque se caracteriza por ser un proceso estructurado de recuperación de información, diseñado para analizar el estado del conocimiento en un área específica. En este sentido, se han seguido los parámetros establecidos en la declaración PRISMA (*The Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*) (Rethlefsen et al., 2021). El propósito es asegurar que la revisión realizada para los investigadores del ámbito de agilismo e innovación sea transparente, exhaustiva y precisa (Page et al., 2021).

La declaración PRISMA incluye un diagrama de flujo compuesto por cuatro fases y una lista de verificación que consta de 27 ítems. Estas fases, según la metodología, son: identificación, selección, elegibilidad e inclusión (Selçuk, 2019). A continuación, se proporciona una descripción detallada de cada una de estas etapas.

2.1.1. Identificación

Para iniciar esta fase, se desarrollan criterios de inclusión y exclusión con el objetivo de alinear la selección de estudios conforme a los objetivos y preguntas de investigación establecidos. En este sentido, los expertos recomiendan la creación de criterios de elegibilidad (Welch et al., 2016), los cuales se presentan de manera detallada en la Tabla 2 de este estudio. De manera específica, la investigación se centra en la inclusión exclusiva de

estudios que aborden enfoques de agilidad para la gestión de la innovación en el contexto organizacional.

Tabla 3

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Los estudios tienen un enfoque hacia la agilidad como práctica organizacional	Los estudios no abordan la agilidad desde un enfoque organizacional
Los estudios aplican la agilidad para la gestión de la innovación	Los estudios no incluyen el enfoque de la innovación
Los estudios aplican una metodología ágil o un modelo de innovación	Los estudios no aplican una metodología ágil o modelo de innovación
Los estudios se aplican dentro del contexto organizacional	Los estudios se aplican dentro de contextos diferentes al organizacional
Los estudios son actualizados	Los estudios se publicaron antes del 2010

Fuente: elaboración propia

Es crucial destacar que se requiere que los estudios aplicados en este análisis utilicen una metodología ágil o un modelo de innovación que permita la identificación de características y fases aplicadas en la gestión de la innovación dentro de las organizaciones. Asimismo, se busca mantener una perspectiva actualizada, motivo por el cual se ha decidido incluir únicamente publicaciones a partir del año 2010.

Adicionalmente, se establece la inclusión de publicaciones de diversos tipos, tales como artículos, capítulos de libros y actas de conferencia. Sin embargo, se excluyen revisiones, cartas editoriales, notas y otros tipos de publicaciones que no cumplan con los criterios de elegibilidad previamente definidos. Este enfoque de selección se orienta a garantizar la coherencia y relevancia de la literatura incluida en el análisis.

A continuación, se procede con la selección de las fuentes de información, optando en este caso por las reconocidas bases de datos Scopus y Web of Science. Estas plataformas se destacan como las principales herramientas para la búsqueda de publicaciones científicas de alta calidad, siendo ampliamente respaldadas y adoptadas por una extensa colección de revistas (Page et al., 2016). Con este respaldo, se implementó una estrategia de búsqueda fundamentada en la combinación de palabras clave relevantes, como de *agil**, *method**,

innovat* y model, aplicadas en los campos de título, resumen y palabras clave del autor. Este enfoque permitió la formulación de una ecuación de búsqueda precisa. Así, se llevaron a cabo las siguientes ecuaciones de búsqueda:

En Scopus: TITLE-ABS-KEY-AUTH ((agil* AND method*) AND innovat* AND model)

En Web of Science: ((agil* AND method*) AND innovat* AND model) (Title) OR ((agil* AND method*) AND innovat* AND model) (Abstract) OR ((agil* AND method*) AND innovat* AND model) (Author Keywords)

2.1.2. Selección

Con la implementación de las ecuaciones de búsqueda en la base de datos Scopus, se logró recuperar un total de 977 documentos, mientras que de la base de datos Web of Science se obtuvieron 331. Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de depuración para eliminar las publicaciones duplicadas, identificándose 238 registros duplicados mediante una revisión en la herramienta ofimática Microsoft Excel®.

2.1.3. Elegibilidad

Tras excluir los documentos duplicados, se procedió al análisis de 1069 publicaciones. Se realizó una revisión de título y resumen para identificar si las publicaciones cumplían con los criterios de elegibilidad, en caso de que cumplieran, se realizaba una revisión de texto completo. En una primera etapa, se depuraron las publicaciones que no cumplían con los criterios de elegibilidad, tales como erratas, reseñas de conferencias y notas que no se alineaban con el objeto de estudio. En segundo lugar, se excluyeron aquellas publicaciones anteriores al año 2010. En tercer lugar, se realizaron depuraciones eliminando registros que no abordaban la agilidad e innovación como temas centrales de investigación.

Adicionalmente, en una cuarta etapa, se excluyeron publicaciones que, aunque abordaban los temas de agilidad e innovación, no aplicaban una metodología ágil o un modelo de innovación, optando en su lugar por un análisis descriptivo o de medición de variables utilizando Modelos de Ecuaciones Estructurales. En quinto lugar, se eliminaron publicaciones que se desviaban del enfoque organizacional/empresarial, enfocándose más en

áreas como la educación, biología o salud aplicada. Finalmente, no se incluyeron aquellos documentos a los que no se pudo acceder o que estaban redactados en un idioma diferente al inglés o español. Este proceso de depuración garantiza la calidad y relevancia de las publicaciones seleccionadas para el análisis.

2.1.4. Inclusión

Después de la aplicación de los criterios de elegibilidad el número resultante de publicaciones seleccionadas fue de 60 (ver Figura 16).

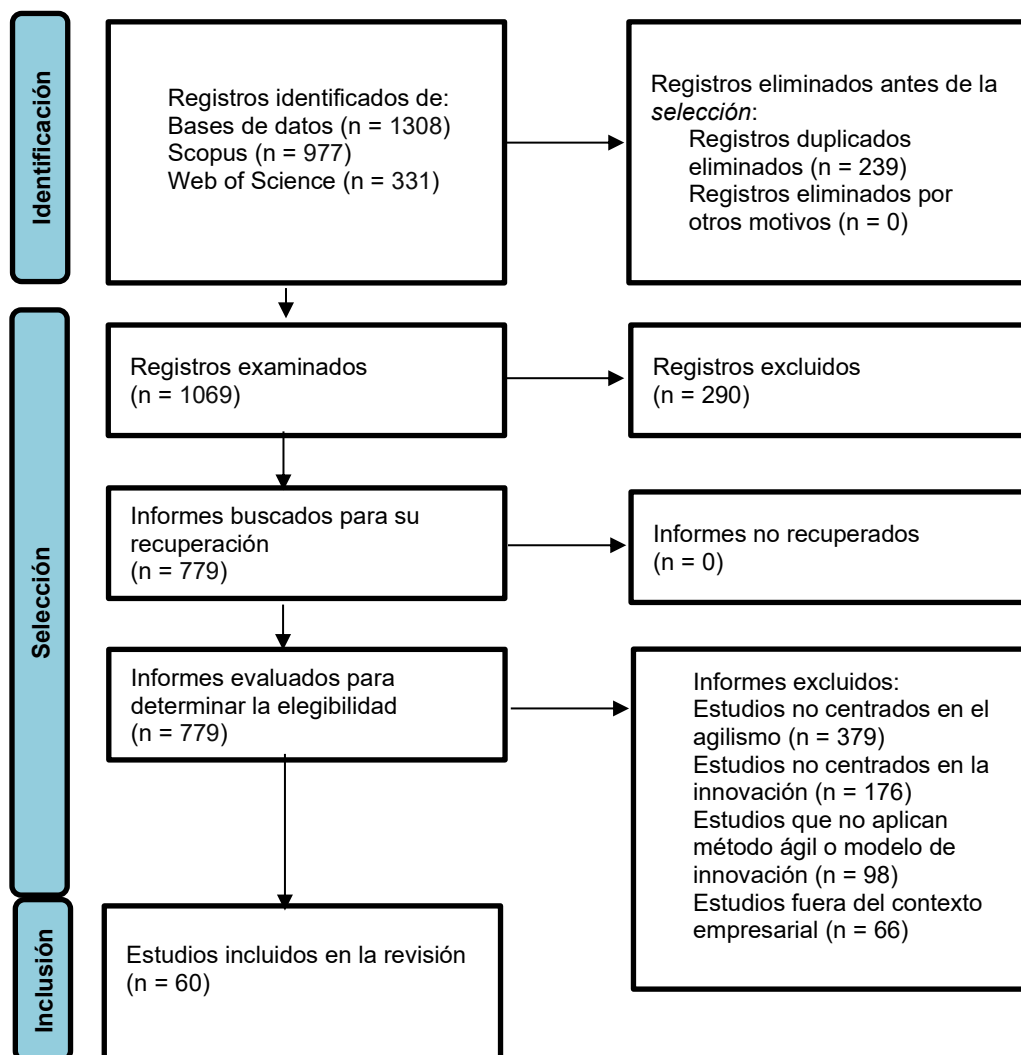


Figura 16. Diagrama de flujo que representa el proceso de identificación y selección basado en PRISMA 2020

2.2. Fase 2 Caracterización

El propósito es caracterizar las etapas que se relacionan en las practicas del agilismo y la innovación en las organizaciones a partir de una revisión literatura, la cual facilitará la recopilación y análisis de información pertinente, permitiendo la conexión entre las características que se alinean con las prácticas ágiles y la innovación. Esta fase será fundamental para definir las etapas que se relacionan en los marcos de agilismo y la innovación en las Pymes del sector TI, las cuales faciliten la construcción de la propuesta.

Así pues, al revisar la literatura existente, se establecerá una base teórica sólida que sustentará las prácticas de agilismo y su integración con la innovación. Esto es crucial para entender cómo se han desarrollado y aplicado estas prácticas en diferentes contextos organizacionales. La revisión permitirá identificar las mejores prácticas y etapas críticas que han demostrado ser efectivas en la implementación de metodologías ágiles y modelos de innovación. Esto proporciona un marco de referencia para adaptarlas específicamente a las Pymes del sector TI en Medellín. En ese sentido, se espera que este proceso permita una comprensión profunda de cómo se pueden integrar eficazmente estas prácticas, sino que también proporcionará las bases necesarias para desarrollar un marco ágil específico que impulse la innovación y competitividad en las Pymes del sector TI en Medellín.

2.3. Fase 3 Propuesta

El objetivo de esta fase es diseñar y desarrollar una propuesta de marco de agilismo basada en los elementos orientadores y los vínculos entre los modelos de innovación y las prácticas ágiles. Las fases preliminares de la investigación, que incluyen una exhaustiva revisión de la literatura y el análisis de fuentes secundarias, son cruciales para estructurar una propuesta sólida y bien fundamentada. Este enfoque permitirá identificar los componentes clave y las mejores prácticas que serán adaptadas específicamente a las necesidades de las Pymes del sector TI en Medellín. Además, la propuesta será evaluada por expertos para asegurar su relevancia y aplicabilidad, garantizando así que el marco desarrollado no solo impulse la

innovación y la competitividad, sino que también esté alineado con las particularidades y desafíos del contexto local.

2.4. Fase 4 Validación

El objetivo de esta fase es validar la propuesta de un marco ágil orientado a dinamizar las prácticas de innovación, producto de las fases descritas anteriormente. Para lograrlo, se contará con un panel de expertos seleccionados por su experiencia laboral, conocimiento y trabajo previo en innovación, así como su dominio en el ámbito del agilismo. Es imprescindible tener en cuenta las observaciones del panel de expertos con el fin de incorporar sus sugerencias a la propuesta y, de esta manera, brindar seguridad en el objeto de estudio.

Una vez seleccionados los expertos, se les enviará por correo electrónico el consentimiento informado para su firma, junto con un vídeo explicativo de la metodología a validar. La idea es obtener respuestas de al menos 5 expertos. Finalmente, se recibirán los juicios y observaciones emitidos por los expertos, y se realizarán los ajustes pertinentes para la entrega de una propuesta final. En este sentido, el resumen de las actividades, instrumentos y resultados se puede apreciar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

En el consentimiento informado, se describe que la participación en la entrevista es voluntaria. Además, se asegura que no existe ningún riesgo asociado a la participación en la entrevista, ya que las respuestas son de carácter anónimo. Se detalla que no existen respuestas correctas o incorrectas, y estas serán utilizadas con fines académicos e investigativos. Asimismo, se especifica que las entrevistas serán grabadas y transcritas en su totalidad.

Tabla 2

Actividades propuestas para cada fase

Fase	Actividades	Instrumento/Herramienta	Producto
Identificación	Revisión de la literatura	Base de datos académicas (Scopus y Web of Science) y Ecuación de búsqueda.	Lista de características de agilismo en modelos de innovación.

	Identificación de características de agilismo en metodologías ágiles y modelos de innovación	Revisión de literatura	
Caracterización	Revisión de la literatura	Base de datos académicas (Scopus y Web of Sciences) y Ecuación de búsqueda.	Lista de etapas que se relacionan en las practicas del agilismo y la innovación en el sector TI.
	Identificación de etapas de agilismo en metodologías ágiles y modelos de innovación	Revisión de literatura	
Propuesta	Identificación de metodologías ágiles y modelos de innovación que se ajusten a las estrategias de agilísimo para promover la competitividad en las Pymes del sector TI.	Lectura analítica	Propuesta de elementos orientadores que permitan incorporar prácticas de agilísimo en los modelos de innovación.
	Selección de la metodología ágil y modelo de innovación más apropiados para fortalecer e impulsar la competitividad en las pymes con prácticas de agilísimo.	Lectura analítica	
	Propuesta de los elementos orientadores que permitan incorporar prácticas de agilismo en las prácticas de innovación.	Lectura analítica	
Validación	Definición de los criterios de selección de expertos para la validación del marco ágil propuesto.	Instrumento para la selección de expertos basado en los criterios definidos.	Propuesta de marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación validado
	Selección expertos para la validación del marco ágil propuesto.		
	Elaboración de una entrevista semiestructurada a personas con cargos estratégicos en las pymes del sector TI y a docentes expertos	Entrevistas semiestructuradas (Directivos, jefes de área y/o coordinadores de innovación) Teams - Google Meet	
	Transcripción de las entrevistas	Procesador de texto (Word)	
	Validación de la propuesta por el panel de expertos.		



Evaluación de los ajustes sugeridos por parte del panel de expertos en la propuesta. Matriz de validación de propuesta del marco de trabajo ágil propuesto.

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE RESULTADOS

FASE DE IDENTIFICACIÓN

3.1. Introducción

En la actualidad, la economía global ha impulsado a las organizaciones a centrarse en la producción de bienes físicos, la prestación de servicios y la optimización de procesos. A lo largo del tiempo, los modelos de innovación han evolucionado para abarcar tanto bienes tangibles como intangibles, incluyendo innovaciones en servicios, procesos y modelos de negocio (OECD, 2018). Sin embargo, algunos enfoques tradicionales de innovación han puesto mayor énfasis en la mejora del rendimiento y la materialidad, particularmente en sectores industriales y manufactureros (Tidd y Bessant, 2020).

En contraste, la industria del software y la alta tecnología han adoptado enfoques ágiles para la innovación, caracterizados por ciclos iterativos y un desarrollo flexible (Mills et al., 2020). Esto plantea un desafío: ¿pueden estos enfoques ser efectivos más allá del sector de alta tecnología? ¿Es posible integrar los principios ágiles en modelos de innovación más amplios, incluyendo aquellos enfocados en la producción de productos y servicios basados en información? (Abid et al., 2020; Mills et al., 2020).

Las metodologías ágiles se fundamentan en el diseño de métodos que comparten el objetivo común de proporcionar valor rápido al cliente mediante un desarrollo incremental e iterativo. Según explican Hannola et al. (2013), la premisa básica de las metodologías ágiles es que un equipo pequeño, ubicado en el mismo lugar, trabaja en estrecha colaboración con los clientes. Este equipo crea un producto de alto valor de manera rentable mediante iteraciones cortas y continuas. En este contexto, el proceso de innovación comparte fases similares al modelo tradicional de desarrollo de software. Estos métodos están diseñados para lograr una mayor productividad y calidad en las soluciones informáticas, además de lidiar con requisitos volátiles (Chan y Thong, 2009).

En consecuencia, debido a estas características, los enfoques ágiles se han incorporado en los procesos de innovación. En el estudio de Niever et al. (2021), se identificaron algunos principios básicos para el desarrollo ágil. Entre ellos, se destaca que los perfiles de producto, la invención y el modelo de negocio son componentes esenciales del proceso de innovación. Además, para brindar un apoyo adaptado a la situación y las necesidades de cada proyecto de desarrollo, los métodos y procesos deben ser escalables, fractales y adaptables. Algunos modelos de innovación ágil, como *Agile-Stage-Gate*, *Agile* e *Hybrid*, se utilizan para describir enfoques prescriptivos para el proceso de innovación (Mills et al., 2020). De esta manera, tanto en la literatura como en la industria, se ha logrado una integración exitosa entre el proceso de innovación y los enfoques ágiles.

Sin duda, la aplicación de las metodologías ágiles ha sido un tema abordado por estudiosos desde diversas perspectivas, trascendiendo el ámbito exclusivo del desarrollo de software. Se ha afirmado que las metodologías ágiles tienen el potencial de ser un exitoso esfuerzo de cambio en algunas organizaciones. En este sentido, se han explorado estrategias para que las organizaciones logren el éxito en sus iniciativas ágiles, basándose en revisiones de estudios previos (Naslund y Kale, 2020). Algunos ejemplos de esta integración incluyen prácticas como *Sprints*, *Lean Startup*, *Scrum* y *Design Thinking*. Por ejemplo, en el estudio de Lichtenthaler (2020a), se proporciona una visión general de diferentes formas de combinar procesos de innovación ágiles y estructurados, basada en una revisión exhaustiva de la literatura.

En la revisión de Edison et al. (2022) se comparan los principales métodos a gran escala, a saber, *SAFe*, *LeSS*, *Scrum-at-Scale*, *DAD* y el modelo *Spotify*. Dentro de las lagunas de investigación identificó un vacío en la teoría de la innovación en las practicas agiles a fin de analizar y ayudar a fortalecer la profundidad conceptual de estas metodologías. Así pues, en la revisión de Brand et al. (2021) se resalta la necesidad de acelerar el proceso de innovación en las organizaciones. Por lo que identifica habilitadores de agilidad en la primera etapa del proceso de innovación. Así pues, se confirma en el estado del arte la aplicación ágil el proceso de desarrollo de la innovación en las organizaciones y su gestión de proyectos (Yordanova, 2021).

Bajo el contexto de esta investigación, se impulsa el desarrollo del presente capítulo cuyo objetivo primordial consiste en la identificación de las características del agilismo en los modelos de innovación. En este sentido, se plantean las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son las metodologías ágiles más empleadas en procesos de innovación?
2. ¿Cómo pueden los principios y prácticas del agilismo influir en los procesos de innovación?
3. ¿De qué manera los enfoques ágiles pueden integrarse en los modelos de innovación para mejorar su flexibilidad y adaptabilidad?

3.2. Resultados

El análisis de los 60 documentos se lleva a cabo siguiendo las recomendaciones de Herrera-Franco et al. (2020), que propone el diseño de una lista de verificación para evaluar la calidad de los estudios de investigación seleccionados (n = 60). La mencionada lista se detalla en la Tabla 4. Dicha herramienta de evaluación se centra en cinco ítems, los cuales se utilizan para medir la relevancia de los estudios para el objetivo de la investigación, asignando puntuaciones de: 1, 2 o 3. En este contexto, se asigna la puntuación de 1 a aquellos documentos menos relacionados, como aquellos que no enfatizan en la innovación o no aplican una metodología reconocida. La puntuación de 2 se reserva para estudios relevantes que no se centran en un modelo de innovación específico. Finalmente, la puntuación de 3 se otorga a documentos altamente alineados con el objetivo de la investigación de este capítulo y que incorporan modelos de innovación.

Tabla 4

Lista de verificación de evaluación de calidad

Ítem	Pregunta
1	¿Está bien especificado el diseño metodológico utilizado?
2	¿Está bien especificado las características del método de análisis utilizado?
3	¿Se especifica el objetivo de investigación?
4	¿Se especifica el tipo de innovación?
5	¿Se incluyen etapas o fases del método de análisis utilizado?

Fuente: elaboración propia con base en Herrera-Franco et al. (2020)

La recopilación de todos los estudios seleccionados se encuentra detallada en el Anexo A. En este anexo se proporciona información sobre el método o metodología ágil empleado en cada estudio, las características inherentes a estos métodos, el objetivo específico de la investigación, el tipo de innovación que aborda el estudio, las etapas o fases del método examinado y, por último, el puntaje asignado conforme a la lista de verificación de evaluación de calidad.

3.2.1. Análisis de marcos ágiles y modelos de innovación más recurrentes

En la Figura 17 se presenta una representación visual de las metodologías y métodos más frecuentemente empleados en los estudios analizados (n=60). Se observa que la gran mayoría de estos estudios optaron por utilizar una metodología ágil, así como un modelo de innovación propio. Entre esos modelos de innovación propios que no se consideran modelos de innovación tradicionales se destaca: Despliegue de Función de Calidad, el Modelo Ágil de Madurez de Ingeniería de Requisitos para la Industria 4.0, *MDSIC* y *MDSIC-M*, *Smart Service Engineering*, *ASD – Agile Systems Design* y Sistema de Producto-Servicio. El enfoque Lean Startup se posiciona como el segundo más empleado, seguido por la metodología *SCRUM*, el enfoque *Agile* y *Stage-Gate*.

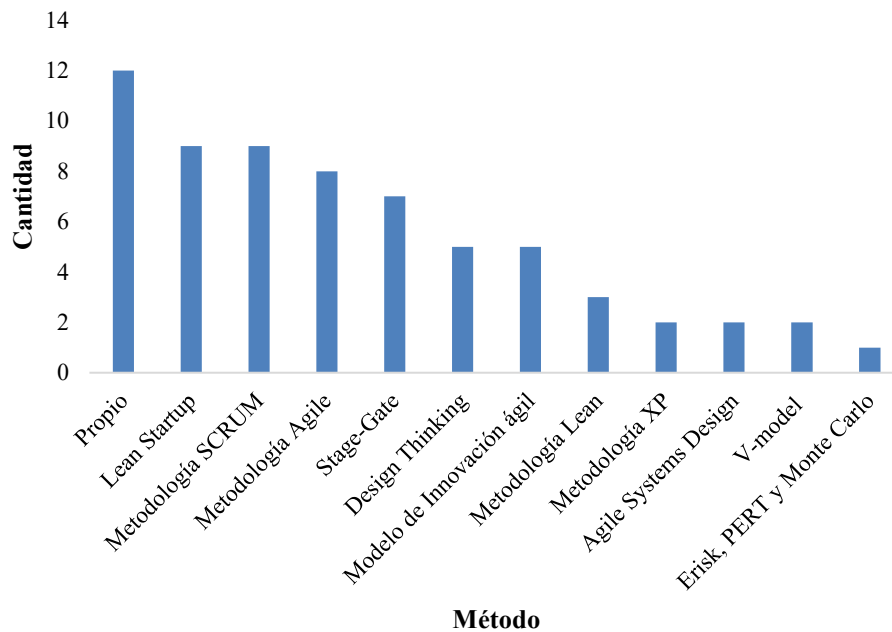


Figura 17. Métodos empleados más recurrentes. Fuente: elaboración propia

El enfoque *Lean Startup* y el desarrollo ágil se encuentran enmarcados en el contexto de la agilidad estratégica, caracterizada por un proceso de experimentación y validación basado en el método científico. Durante las fases de *Lean Startup*, se enfatiza la Innovación del Modelo de Negocio (Ghezzi y Cavallo, 2020). En este contexto, los *startups* adoptan este enfoque con el propósito de ganar agilidad, gestionar la innovación y validar sus modelos de negocio a través de iteraciones rápidas y pruebas empíricas. Este proceso contribuye a la reducción de incertidumbres asociadas a proyectos de innovación (Silva et al., 2020). Estudios como el de Lichtenthaler (2020b) destacan que la aplicación del enfoque *Lean Startup* es clave para maximizar los beneficios de la innovación ágil, permitiendo a las organizaciones adaptarse con mayor rapidez a los cambios del mercado y mejorar la eficiencia en la toma de decisiones.

Otro enfoque relevante es la *metodología scrum*, uno de los principales marcos ágiles que se ha demostrado apropiado para el desarrollo de proyectos innovadores (Fernandes et al., 2021). Los *sprints* de esta metodología favorecen la creación de un entorno propicio para la introspección, el aprendizaje y la adaptabilidad, conduciendo así a un ambiente de trabajo innovador y creativo (Bagiu et al., 2018). Este enfoque ágil resulta particularmente útil en

proyectos de innovación aplicada, como el desarrollo y optimización de nuevos servicios. En este contexto, las capacidades de Scrum pueden emplearse de manera integral para analizar una situación, identificar oportunidades de mejora y evaluar el valor generado para el cliente a través del servicio (Görzig et al., 2019).

La literatura ha destacado la imperiosa necesidad de emplear la metodología *Agile* para lograr una gestión eficaz en proyectos de desarrollo de tecnologías de información. Adoptar el enfoque *Agile* se erige como una valiosa oportunidad para potenciar la innovación en todas las funciones del negocio (Peege y Tshabalala, 2021). En palabras de Ximenes et al. (2015), *Agile* proporciona la estructura esencial para coordinar el desarrollo e implementación de proyectos, permitiendo así la innovación y el establecimiento de una sólida relación del producto con los usuarios. De esta manera, la aplicación sistemática de *Agile* emerge como un medio efectivo para generar resultados innovadores (Breitschuh et al., 2018).

El empleo del método *Stage Gate* ha sido alineado con el modelo de innovación lineal, como evidenciado en el estudio de Kubo et al. (2017), destacando la aplicabilidad de la integración de enfoques ágiles con modelos de innovación. En este contexto, la aplicabilidad de *Stage Gate* se focaliza en potenciar la eficacia de los procesos de innovación con el propósito de llevar al mercado nuevas tecnologías de manera rápida y exitosa (Tura et al., 2017). Los autores argumentan que el marco *Stage Gate* es fundamental para lograr una innovación exitosa, ya que se fundamenta en el pensamiento crítico. Esto resulta en un proceso de comercialización exitoso, dado que contribuye a acelerar procesos, priorizar la asignación de recursos y reducir el riesgo de fracaso para la incubadora de tecnología (Kruachottikul et al., 2023).

3.2.2. Análisis de características de las metodologías ágiles

En la Tabla 5, se destacan las características más frecuentes entre las metodologías ágiles examinadas. La asignación de las características ágiles se realizó a partir de una revisión detallada de la literatura, en la que se identificaron y analizaron descripciones proporcionadas por diversos autores en los estudios revisados. Este proceso permitió reconocer elementos directamente vinculados con el Manifiesto Ágil, así como otras características que, si bien

no están explícitamente mencionadas en dicho manifiesto, han sido descritas en la literatura como principios, prácticas o enfoques alineados con la filosofía ágil. La categorización y selección final de estas características fue una decisión del autor, basada en el análisis comparativo de las fuentes y en la interpretación de cómo estos elementos contribuyen a la agilidad dentro del contexto de innovación y gestión de proyectos.

Estas metodologías comparten un conjunto de atributos que se centran en la entrega incremental de productos o servicios. En primer lugar, la *satisfacción del cliente* ocupa una posición preeminente, ya que, según la investigación de Wicaksono et al. (2020), la capacidad de respuesta y agilidad de las organizaciones incide significativamente en la satisfacción del cliente. Asimismo, la *colaboración* se erige como un aspecto esencial del agilismo tanto entre los miembros del equipo de desarrollo como con los *stakeholders* (interesados). Este enfoque tiene el propósito de asegurar una comprensión compartida de los objetivos y requisitos, contribuyendo así a garantizar la calidad en el desarrollo (Cendejas Valdez et al., 2019).

Tabla 5

Características ágiles más recurrentes

Características	Recurrencia
Satisfacción del cliente	13
Colaboración	12
Resolución de problemas	11
Fomento de la innovación	10
Agilidad	9
Rapidez - Reducción de tiempos	8
Respuesta al cambio	8
Creación de valor	7
Satisfacción de necesidades del mercado	5
Eficiencia	5
Simplicidad	5
Calidad	5
Enfoque estratégico	5
Flexibilidad	4
Asignación óptima de tareas	3
Reducción de costos	3
Priorización de requisitos	3
Aprendizaje	3
Efectividad	3
Creatividad	3
Orientación a las personas	3

Adaptación	2
Reducción de la incertidumbre	2
Eficacia	2
Liderazgo	2
Comunicación efectiva	2
Practicidad	2
Trabajo en equipo	2
Confiabilidad	2

Fuente: elaboración propia

La *resolución de problemas* se destaca como una de las características fundamentales del agilismo, ya que, según la afirmación de Breitschuh et al. (2018), estos enfoques ágiles se consideran episodios de resolución concentrada de problemas con recursos limitados. En paralelo, el *fomento de la innovación* emerge como una característica crucial en las metodologías ágiles examinadas en este estudio. En este sentido, académicos como Kopytko et al. (2023) han dedicado esfuerzos a concebir un modelo que incorpore tecnologías de gestión ágil con el objetivo de fomentar la innovación. Además, la *agilidad* en los procesos se presenta como una característica de importancia significativa en estos métodos, con un enfoque particular en el proceso de gestión de la innovación (Dolganova, 2021).

Otra característica esencial del agilismo es la *rapidez y la reducción de tiempos* como respuesta a la creciente optimización de procesos para satisfacer las demandas del mercado (Salazar Dorn y Knüvener, 2021). Destaca también la capacidad de *respuesta al cambio*, dado que el entorno se encuentra en constante evolución, generando la necesidad de adaptar rápidamente los cambios durante las etapas de desarrollo (Bagiu et al., 2018). Asimismo, la *creación de valor* se posiciona como un pilar fundamental en el agilismo. Los modelos de creación de valor describen cómo la empresa genera el valor definido para el cliente (Asmar et al., 2018).

Así pues, los principios y prácticas del agilismo influyen en los procesos de innovación al fomentar la colaboración, la resolución de problemas y la capacidad de respuesta al cambio, lo que permite a las organizaciones adaptarse rápidamente a entornos dinámicos y satisfacer las necesidades del mercado de manera eficiente. La entrega incremental de productos o servicios y el enfoque en la satisfacción del cliente garantizan que la innovación se oriente a generar valor de manera continua, optimizando tiempos y reduciendo la incertidumbre.

Además, la flexibilidad y el aprendizaje constante impulsan la creatividad y la efectividad en la gestión de la innovación, facilitando la integración de nuevas tecnologías y metodologías ágiles para mejorar los procesos innovadores.

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS DE RESULTADOS

FASE DE CARACTERIZACIÓN

Este capítulo se desarrolla con la finalidad de cumplir con el objetivo específico número 2 de esta tesis de investigación cuya finalidad es el análisis detallado de las etapas más recurrentes involucradas en las metodologías ágiles y modelos de innovación. Este capítulo sigue la revisión de literatura desarrollada en el capítulo anterior. También, ofrece una discusión de los resultados encontrados en ambos capítulos.

4.1. Análisis de las etapas de métodos y metodologías más recurrentes

Las etapas desempeñan un papel fundamental en las metodologías ágiles y los modelos de innovación al dar forma a su estructura funcional, proporcionando visibilidad, adaptabilidad y control en el proceso de desarrollo (Hannola et al., 2013). Tal como se presenta en la Tabla 6, se destacan las etapas más recurrentes en los métodos y metodologías utilizadas en los estudios seleccionados para esta revisión.

En primer lugar, la etapa de *desarrollo* se revela como crucial en el contexto de la innovación, siendo un objetivo fundamental tanto previo como posterior a esta etapa (Nicoletti, 2014). La *prueba y validación* también emergen como etapas de gran relevancia dentro del marco de la agilidad en los proyectos de innovación. Estas fases posibilitan la realización de correcciones y mejoras interactivas en el producto, servicio o proceso, dando como resultado una versión comercial, un producto mínimo viable y/o un modelo de negocio (Kruachottikul et al., 2023).

Tabla 6

Etapas más recurrentes

Etapa	Recurrencia
Desarrollo	17

Prueba y validación	15
Implementación	15
Ideación	14
Evaluación	11
Planificación	10
Identificación de requisitos	9
Diseño	9
Análisis	8
Creación de prototipos	7
Lanzamiento	6
Búsqueda de problemas y necesidades	6
Creación de una empresa/modelo de negocio	5
Construcción	4
Creación de atributos	4
Asignación de equipos	3
Análisis de brechas	3
Análisis de resultados	2
Retroalimentación	2
Integración	2
Mantenimiento de patrones	2
Cierre	2
Ejecución	2
Plan de comercialización	2
Descripción de requisitos	2
Experimentación	2

Fuente: elaboración propia

En tercer lugar, cabe resaltar la etapa de *implementación*, la cual posibilita el despliegue del producto en un entorno controlado, así como la monitorización y recopilación de datos previos a la comercialización. En consecuencia, esta fase conlleva habitualmente la planificación del producto, la implementación de componentes, la planificación de procesos y la planificación de la producción (Wicaksono et al., 2023).

Una de las fases iniciales en la aplicación del enfoque ágil a proyectos de innovación implica la *ideación*. En esta fase, se busca generar ideas para abordar problemas específicos y llevar a cabo proyectos innovadores mediante prácticas ágiles (Buffardi, 2018). Además, destaca la fase de *evaluación*, que posibilita llevar a cabo un análisis de viabilidad técnica y económica, una evaluación del impacto en los usuarios y en el mercado, así como la priorización de ideas basada en criterios estratégicos. También permite medir el rendimiento de cada equipo ágil (Anes et al., 2023).

En las etapas iniciales, resulta esencial llevar a cabo una *planificación* minuciosa y reuniones diarias para potenciar la capacidad del equipo de responder de manera ágil a los desafíos emergentes, permitiendo así a los miembros del equipo crear un sprint backlog. En este sentido, es crucial definir objetivos y metas, establecer una hoja de ruta de desarrollo, y realizar la asignación de equipos y recursos de manera eficiente (Cendejas Valdez et al., 2019).

En cuanto a la *identificación de requisitos*, se destaca su importancia fundamental en la calidad del producto final. Por consiguiente, esta fase se presenta como un componente recurrente en los procesos ágiles de proyectos de innovación (Ignaim et al., 2023). Además, merece atención la fase de *diseño*, la cual se distingue por su enfoque en la creación de *wireframes* y prototipos, así como por su participación activa en los procesos de retroalimentación y validación con expertos y usuarios del producto final (Seyedhosseini y Keyghobadi, 2014).

En ese sentido, los enfoques ágiles pueden integrarse en los modelos de innovación para mejorar su flexibilidad y adaptabilidad mediante la estructuración de sus etapas en ciclos iterativos y colaborativos, permitiendo ajustes continuos en función del aprendizaje obtenido. Desde la ideación hasta la implementación, el agilismo favorece la experimentación, la retroalimentación temprana y la validación de productos o servicios, asegurando que las soluciones desarrolladas sean viables y alineadas con las necesidades del mercado. La planificación ágil y la identificación de requisitos optimizan la asignación de recursos y equipos, mientras que metodologías como el desarrollo incremental y la creación de prototipos facilitan la rápida adaptación a cambios y la reducción de incertidumbre, maximizando así el impacto de la innovación.

4.2. Discusión

La integración de metodologías ágiles con la innovación no es nueva, en los últimos años, han aumentado las investigaciones alrededor de este tema. Investigaciones como la de Niever et al. (2021) identificaron y evaluaron 51 métodos de coaching que fomentan procesos ágiles

de desarrollo de productos al lograr agilidad en el trabajo de los equipos de desarrollo. Así pues, al igual que en este capítulo, se resaltan las principales fases de modelos de innovación: gestionar proyectos, validar y verificar, gestionar modificaciones, gestionar el conocimiento, gestionar una organización ágil de procesos, impartir comprensión de los métodos, dirigir el desarrollo del equipo, promocionar estructuras de red, manejar el pensamiento ambidiestro.

En el estudio realizado por Almeida et al. (2021), se llevó a cabo una revisión de literatura con el objetivo de identificar las prácticas más apropiadas para combinar y promover el desarrollo ágil y flexible de nuevos productos mediante el uso de fabricación aditiva. De manera similar a lo encontrado en este capítulo, Zapata-Roldan (2017) identificó, desde una perspectiva teórica, un conjunto de capacidades tecnológicas e innovadoras utilizadas en la etapa de diseño de productos de desarrollo de software, explorando cuáles de estas capacidades son comunes al diseño de productos tangibles. Además, también se encontraron metodologías ágiles aplicables en este proceso.

En otro estudio, Bhatia et al. (2017) resaltaron las características clave de los modelos *Agile* y *Stage-Gate* para mejorar la eficacia. Este estudio subrayó la importancia de estas metodologías ágiles en los procesos de innovación. Por otro lado, Silva et al. (2020), a través de una revisión, encontraron potencial en la metodología ágil Lean Startup para la innovación en modelos de negocio, coincidiendo con los hallazgos de este estudio. Finalmente, en el trabajo de Ciric et al. (2018), se exploraron los desafíos y beneficios potenciales de la metodología ágil en los procesos de innovación y desarrollo de productos. En este caso, se describieron las características y ventajas de las metodologías ágiles, en línea con lo que se abordó en el presente capítulo.

Las contribuciones de esta revisión de literatura pueden describirse desde dos perspectivas. En primer lugar, desde un enfoque teórico, se ofrece una visión sobre la integración de las metodologías ágiles en los procesos de innovación. En particular, se analiza cómo estas metodologías facilitan la gestión iterativa, la adaptabilidad y la colaboración en entornos de innovación, permitiendo a las organizaciones responder de manera más eficiente a la incertidumbre y al cambio.

Entre los hallazgos más relevantes, se identifica el uso de *Scrum* como un marco que permite la gestión iterativa y colaborativa de los recursos en proyectos innovadores. Asimismo, el modelo Lean Startup se destaca por su aplicación en la validación y ajuste de modelos de negocio a través de ciclos de retroalimentación rápidos. Por otro lado, la metodología *Agile* se reconoce por su contribución a la optimización de procesos de desarrollo, promoviendo un enfoque flexible y orientado a la mejora continua dentro de las organizaciones.

Estos resultados permiten comprender de qué manera las metodologías ágiles pueden integrarse en los procesos de innovación, proporcionando un marco para su aplicación práctica en distintos contextos organizacionales.

Desde una perspectiva aplicativa, los hallazgos de este capítulo proporcionan información valiosa para la validación de las metodologías ágiles en entornos reales de procesos de innovación. Esto respalda la efectividad de estos enfoques. Además, los resultados ofrecen percepciones valiosas para mejorar la elicitación de requisitos en el desarrollo ágil de software. En última instancia, este conocimiento puede utilizarse como insumo para tomar decisiones acertadas sobre la aplicabilidad de estos métodos en proyectos de innovación, ya sea en productos, servicios, procesos u organizaciones.

Finalmente, se presentan las limitaciones de este capítulo. En primer lugar, se utilizaron dos bases de datos que, aunque son las más comunes en este tipo de revisiones, podrían no abarcar todas las investigaciones valiosas relacionadas con el tema de investigación. Por lo tanto, en futuros estudios, sería recomendable considerar el uso de bases de datos adicionales, como IEEE, Emerald Insight o Google Académico.

Además, se sugiere explorar más aspectos relacionados con la innovación, como la relación con modelos de innovación y su asociación con la innovación. Estos elementos podrían proporcionar una comprensión más completa y profunda del fenómeno estudiado. Por otro lado, se invita a otros investigadores a explorar variables de medición relacionadas con la aplicabilidad de las metodologías ágiles en la innovación. Un enfoque cuantitativo permitiría realizar correlaciones significativas y respaldaría aún más la efectividad de estas metodologías en contextos innovadores.

4.3. Conclusiones

La dinámica de la economía global ha llevado a las organizaciones a centrarse en la producción, servicios y optimización de procesos, con una tradicional orientación hacia bienes tangibles. Sin embargo, los enfoques ágiles, originarios de la industria del software, han emergido como un método eficaz para la innovación, desafiando la noción convencional al basarse en ciclos iterativos y desarrollo flexible. A pesar de la concepción inicial limitada a la alta tecnología, la integración de metodologías ágiles en procesos de innovación ha demostrado ser exitosa y escalable, superando las barreras sectoriales. Estudios recientes destacan la importancia de componentes como perfiles de producto, invención y modelo de negocio en el proceso de innovación ágil, promoviendo adaptabilidad y calidad. Esta integración, explorada desde diversas perspectivas, trasciende el ámbito del desarrollo de software, abarcando prácticas como *Sprints*, *Lean Startup*, *Scrum* y *Design Thinking*, subrayando la versatilidad y el potencial de cambio exitoso en diversas organizaciones.

Este capítulo tuvo como objetivo identificar las metodologías ágiles para analizar en detalle sus características y fases esenciales. Para ello, se concentró en el análisis de 60 estudios seleccionados sobre el tema. Se destaca la aplicación de marcos ágiles en el proceso de innovación. Las innovaciones a las que se apuntan con estos métodos están principalmente centradas en la innovación de productos. Además, se ha observado que el enfoque *Lean Startup* se utiliza en la innovación organizacional. Asimismo, se ha encontrado aplicación en la innovación de servicios y procesos, e incluso en la innovación abierta.

De acuerdo con los hallazgos de este capítulo, se destaca entonces la aplicación de los métodos *Lean Startup*, *SCRUM*, *Agile*, *Satge-Gate* y *Design Thinking*. Además, se resaltan las principales características de estos: satisfacción del cliente, colaboración, resolución de problemas, fomento de la innovación, agilidad, rapidez, reducción de tiempos, respuesta al cambio, creación de valor, eficiencia, calidad, enfoque estratégico, flexibilidad, asignación óptima de tareas, entre otros. En lo que concierne a las etapas o fases más comunes, se encontraron: desarrollo, prueba y validación, implementación, ideación, evaluación,

planificación, identificación de requisitos, diseño, análisis, creación de prototipos, lanzamiento y búsqueda de problemas y necesidades.

Finalmente, este capítulo aporta significativamente desde una perspectiva teórica al contribuir al conocimiento actual sobre las metodologías ágiles aplicadas a los procesos de innovación. Destacando las características y etapas clave, como el uso efectivo de *Scrum* y el potencial del modelo Lean Startup, ofrece una visión integral que contribuye al conocimiento existente. Desde un punto de vista aplicativo, los hallazgos respaldan la efectividad de las metodologías ágiles en entornos reales de innovación. Este conocimiento se presenta como una herramienta crucial para la toma de decisiones informadas en proyectos de innovación, abarcando diversas áreas. Sin embargo, se reconocen las limitaciones relacionadas con las bases de datos utilizadas y se sugiere la consideración de fuentes adicionales en futuras investigaciones. Además, se plantea la necesidad de explorar aspectos más profundos de la innovación, como su relación con modelos e innovación disruptiva, invitando a otros investigadores a abordar variables de medición mediante enfoques cuantitativos para respaldar aún más la efectividad de las metodologías ágiles en contextos innovadores.

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE RESULTADOS

FASE DE PROPUESTA

5.1. Introducción

Estudios previos han sugerido métodos para evaluar los procesos de innovación, destacando que, en la gestión tecnológica y la creación de productos y servicios de TI, es esencial la rapidez y la alineación de los resultados con las expectativas de los consumidores (Dolganova, 2021). En consecuencia, se recomienda el uso de una herramienta o metodología ágil que, apoyándose en teorías existentes, permita optimizar los tiempos de desarrollo e implementación de proyectos innovadores (Anes et al., 2023).

Los modelos de innovación y las metodologías ágiles constituyen pilares fundamentales para la formulación de nuevas propuestas en el ámbito del desarrollo. Un ejemplo destacado es el enfoque presentado por Ojasalo y Ojasalo (2018), quienes introdujeron un modelo de innovación de servicios lean inspirado en la metodología Lean. Esta última ganó popularidad en el desarrollo de software a principios del milenio. A diferencia de los enfoques tradicionales, este modelo se distingue por su proceso iterativo que integra a los clientes en todas las etapas, facilitando así la identificación del valor que realmente buscan.

SCRUM se destaca como una de las metodologías ágiles más adoptadas en la industria del software, sirviendo de inspiración para la propuesta de Bagiu et al. (2018). Esta propuesta tiene como objetivo el desarrollo de una plataforma abierta para la colaboración e innovación, y sugiere un modelo que comprende fases clave como el inicio del proyecto, la planificación y estimación, y la implementación. Además, otros estudios han explorado modelos como Lean Startup para crear modelos de negocio (Ghezzi y Cavallo, 2020; Ximenes et al., 2015; Xu y Koivumäki, 2019), *Stage-Gate* para el desarrollo de productos y servicios innovadores (Brandl et al., 2018; Lehnen et al., 2016) y *XP* para crear sistemas de alta calidad (Reyes Chirino y Delgado Fernández, 2021), cada uno aportando distintas perspectivas y enfoques al proceso de innovación.

Como señalan Pearson et al. (2020), al proponer modelos o enfoques de innovación que se fundamenten en la agilidad, resulta crucial considerar tanto los aspectos técnicos como los comerciales del proceso. Esto implica atender a los factores de empuje tecnológico y atracción del mercado, así como definir claramente las etapas, funciones, características y aplicabilidad del modelo. Bajo esta premisa, en este capítulo se plantea un marco de agilismo para revitalizar las prácticas de innovación, sirviendo como un mecanismo para potenciar la competitividad empresarial del sector TI de la ciudad de Medellín. Este marco se sustenta en la teoría previa y propone etapas específicas, junto con sus características distintivas.

A continuación, se puede identificar en la sección 5.2 las fases y características propuestas para el esquema de agilismo y en la sección 5.3 se presenta la propuesta inicial del marco de agilismo para dinamizar las prácticas de innovación antes de presentarse a los expertos para su respectiva validación.

5.2 Fases y características del marco de agilismo para dinamizar las prácticas de innovación

Análisis de mercado

La fase de identificación de análisis de mercado resulta de la búsqueda de necesidades y problemas e implica adaptabilidad y la capacidad de responder a cambios del entorno para reducir la incertidumbre, siguiendo principios de agilidad estratégica que priorizan la simplicidad (Plazas, 2023). Para implementar esto, las empresas pueden realizar estudios de mercado específicos, utilizando herramientas como encuestas, grupos focales y análisis de datos, además de seguir tendencias emergentes en tecnología a través de reportes de la industria y conferencias.

La identificación de necesidades también puede lograrse mediante entrevistas estructuradas con clientes y partes interesadas, talleres de co-creación y sesiones de retroalimentación. Adicionalmente, un mapeo de la cadena de valor puede revelar áreas de mejora y

oportunidades de innovación, ayudando a identificar puntos críticos donde se puede añadir valor o reducir costos.

En Medellín, el sector TI demanda capacitación y desarrollo del talento humano para posicionar a la ciudad como un núcleo de la industria TI en América Latina (García González et al., 2017). Además, se busca atraer empresas tecnológicas para fomentar un ambiente de negocios e innovación, incrementar la inversión en el sector TI y fortalecer la infraestructura, apoyado por el reconocimiento de Medellín como Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación y su papel como anfitrión del primer Centro para la Cuarta Revolución Industrial en la región (ACI Medellín, 2023).

Necesidades del cliente

Investigadores como Link y Lewrick (2014) resaltan que en fases iniciales del proceso de innovación es crucial satisfacer las necesidades de los clientes y usuarios desde el principio del proyecto de desarrollo. Así pues, las investigaciones anteriores destacan la importancia de comprender y anticipar las necesidades de los clientes para lograr una agilidad exitosa. Según Peege y Tshabalala (2021), la identificación de necesidades de las partes interesadas y preocupaciones de la organización es crucial en el diseño de soluciones. Castro (2023) señala que esta fase inicial permite identificar oportunidades, desafíos, necesidades y deseos de los clientes, facilitando la interacción con usuarios y la recopilación de retroalimentación. En la práctica, esta etapa se centra en la comprensión de las necesidades y requisitos del cliente (Baena-Navarro et al., 2024).

En el apoyo de esta etapa es crucial la planificación para identificar y traducir los requisitos del cliente en requisitos técnicos para el negocio (Wicaksono et al., 2023). Esta fase suele enfrentar escasez de datos e incertidumbre, y la agilidad es recomendada para manejar estas complejidades, requiriendo una comunicación transparente entre tareas (Krause y Nyhuis, 2021). La planificación ágil permite al equipo enfrentar desafíos emergentes y crear un “cartera de periodos” con todos los requisitos que el equipo de desarrollo debe abordar (Ignaim et al., 2023).

En esta fase de identificación de las necesidades del cliente, es esencial establecer objetivos y metas del proyecto, trazar un plan de desarrollo con un calendario definido y asignar los recursos necesarios. Considerar la experiencia previa del equipo y capacitarlos para tomar decisiones en situaciones complejas es fundamental. Esto les permite adaptarse a circunstancias cambiantes y responder efectivamente a las condiciones dinámicas del mercado (Rodríguez-Espíndola et al., 2022).

La agilidad en la planificación requiere flexibilidad para adaptarse a cambios y nuevas oportunidades, identificando y priorizando los requisitos clave para el éxito del proyecto. También es crucial distribuir eficientemente las tareas entre los miembros del equipo según sus habilidades y recursos disponibles. La metodología *SCRUM* apoya esta estructura de planificación (Ignaim et al., 2023). Al seguir la metodología *SCRUM*, las organizaciones del sector TI en Medellín pueden asegurar una identificación de necesidades del cliente y planificación efectiva y adaptable, respondiendo de manera ágil a los desafíos emergentes del mercado.

Análisis de viabilidad

Después de identificar las necesidades de los clientes en una fase inicial, es necesario evaluar la conveniencia de los productos y la perspectiva comercial en términos de viabilidad. Esto requiere agilidad operativa debido al aumento de la complejidad en productos y procesos (Link y Lewrick, 2014). En este contexto, las fases iniciales del marco propuesto incluyen un análisis de viabilidad, considerando la factibilidad y conveniencia para la implementación y validación inicial del proyecto (Hostettler et al., 2017). La metodología Design Thinking sugiere responder a las siguientes preguntas: ¿podemos hacer esto? (factibilidad), ¿el cliente quiere esto? (deseabilidad) y ¿deberíamos hacer esto? (viabilidad) (Schuh et al., 2018).

En el contexto del marco ágil, los expertos recomiendan realizar un análisis integral de viabilidad que abarque varios aspectos cruciales. Primero, es fundamental llevar a cabo un análisis de viabilidad financiera para evaluar la factibilidad comercial del producto en el mercado, asegurando que sea rentable y atractivo para los inversores (Rajiv et al., 2014; Scott et al., 2021). Además, se debe considerar la viabilidad técnica, que implica verificar que la arquitectura del sistema es compatible y que existe una solución efectiva y práctica para el

problema identificado (Kalinowski et al., 2020). Esto asegura que el producto no solo es viable desde un punto de vista teórico, sino que también puede ser implementado con los recursos y tecnologías disponibles.

La viabilidad legal es otro componente crítico, especialmente en el desarrollo ágil de sistemas de información. Esto incluye el cumplimiento de las normativas de protección de datos y privacidad, garantizando que el producto cumple con todas las regulaciones legales pertinentes antes de proceder a la fase contractual (Hoeren y Pinelli, 2018; Kroener et al., 2018). Finalmente, la viabilidad administrativa debe ser evaluada para asegurar que los procesos y estructuras organizacionales están en su lugar para apoyar el desarrollo y lanzamiento del producto. Esto incluye la gestión de recursos humanos, la estructura organizativa y la capacidad de la empresa para adaptarse y responder a los cambios y desafíos que puedan surgir durante el desarrollo del proyecto.

Anes et al. (2023) sugieren evaluar el desempeño de cada equipo ágil en relación con las tareas del proyecto, considerando factores operativos y de innovación que pueden afectar el tiempo de ejecución. Las actividades de evaluación deben estar bien guiadas. Según Dolganova (2021), existen múltiples enfoques y métodos para evaluar y mejorar los procesos de negocio, incluyendo modelos como *ISO/IEC 15504-2*, clasificadores de procesos como PCF APQC, y modelos de referencia como *COBIT* para procesos TI y *SCOR* para cadenas de suministro.

El proceso de evaluación puede abordarse desde dos perspectivas: comparando el proceso actual con modelos de referencia y mejores prácticas del sector, y usando modelos de evaluación de madurez o de oportunidades para identificar áreas de mejora (Dolganova, 2021). Esta etapa requiere un enfoque estratégico que asegure la satisfacción del cliente, eficiencia y calidad en la ejecución, y se basa en modelos como *Agile-Stage-Gate* (Dolganova, 2021; Rehder et al., 2023; Salazar Dorn y Knüvener, 2021). Además, seguir los lineamientos para el uso de prácticas ágiles en sistemas de gestión de la calidad basados en la norma ISO 9001 (Adam, 2023).

Ideación

La ideación es una fase primordial en la elaboración de estrategias dentro de una unidad de I+D. Representa la estrategia corporativa y, por lo tanto, se recomienda encarecidamente tener una estrategia de ideación clara. Según Meier y Kock (2023), la claridad en la ideación implica alinear las actividades de generación y procesamiento de ideas con la estrategia de innovación de la unidad de I+D.

Autores como Bellis et al. (2024) sostienen que las actividades para fomentar las ideas no deben realizarse apresuradamente ni gestionarse en micromomentos. En cambio, requieren tiempo, inmersión y reflexión. En ese sentido, cuando se pasa de la etapa de ideación a la ejecución, los líderes deben cambiar su enfoque. En lugar de centrarse en las interacciones humanas y la dinámica del equipo, deben crear entornos que faciliten una rápida alineación y retroalimentación durante la ejecución (Bellis et al., 2024). De esta manera, la etapa de ideación implica sesiones creativas para generar ideas, filtrar y seleccionar las más prometedoras, y crear una reserva de ideas. Además, esta fase se caracteriza por fomentar la innovación, la creatividad, la colaboración con el cliente y la orientación hacia las personas. Esta etapa se contempla en marcos como *Stage-Gate*, *Lean Startup*, *Design Thinking* y *XP* (Kruachottikul et al., 2023; Pieskä et al., 2019).

Para las organizaciones del sector TI de la ciudad de Medellín, esta etapa se puede llevar a cabo mediante la implementación de metodologías y entornos que fomenten la creatividad y la alineación estratégica. En primer lugar, las empresas pueden organizar sesiones creativas regulares utilizando técnicas como el *Design Thinking* o *Lean Startup* para generar un flujo constante de ideas innovadoras.

En segundo lugar, para facilitar la transición de la ideación a la ejecución, los líderes deben crear entornos que promuevan una rápida alineación y retroalimentación continua. Esto puede incluir la utilización de marcos como *Stage-Gate* o *XP*, que permiten un filtrado sistemático de ideas y la selección de las más prometedoras. El *Design Thinking*, en este sentido, también aporta valor al promover la interacción con los clientes y otros actores clave desde las primeras etapas, asegurando que las soluciones propuestas sean factibles, deseables y viables. Fomentar una cultura de colaboración con los clientes y la orientación hacia las

personas asegura que las ideas no solo sean innovadoras sino también relevantes y valiosas para el mercado. En el contexto de la ciudad de Medellín, la cual es conocida por su impulso a la innovación y su reconocimiento como Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación, esta etapa de ideación puede potenciar la capacidad de las empresas TI para crear soluciones disruptivas y posicionarse como líderes en el sector tecnológico de América Latina. El uso de *Design Thinking* en este ecosistema innovador permite a las empresas TI desarrollar productos y servicios que resuelvan problemas reales de manera creativa, mejorando su competitividad en el mercado global.

Identificación de requisitos y diseño

Los estudiosos de la agilidad han identificado los requisitos necesarios para que los proyectos alcancen niveles óptimos de agilidad dentro de las organizaciones. Estos requisitos pueden considerarse como el impacto de la agilidad. Entre ellos, destacan tres competencias clave orientadas al conocimiento que las empresas que buscan agilidad deben poseer:

- **Capacidad en tiempo real:** La habilidad para adaptarse y responder rápidamente a los cambios del entorno.
- **Capacidad de transformación:** La capacidad de reinventarse y adaptarse a nuevas circunstancias.
- **Opiniones estratégicas:** La habilidad para tomar decisiones informadas y estratégicas.

En el contexto del desarrollo de software, Jarzębowicz y Weichbroth (2021) señalan que, aunque se presta mucha atención a las características del sistema documentadas como requisitos funcionales (que definen los comportamientos o acciones respaldados por el sistema), también es crucial considerar los requisitos no funcionales. Estos últimos se refieren a las propiedades del sistema que no afectan directamente las características proporcionadas por el sistema.

En el proceso de identificación de requisitos, los investigadores destacan las prácticas más comunes basadas en la interacción con los interesados. Estas prácticas incluyen entrevistas con el cliente, observaciones y talleres. Se enfatiza que la ingeniería de requisitos ágil es

efectiva y contribuye a resolver muchos problemas inherentes a la ingeniería de requisitos (Jarzębowicz y Weichbroth, 2021). Esta etapa también se ha aplicado en marcos de trabajo como *SCRUM* (Ignaim et al., 2023) y *Lean* (Ojasalo y Ojasalo, 2018). Además, se plantean características como la satisfacción del cliente para asegurar que los requisitos identificados se alineen con las necesidades y expectativas de este. También, identificar de manera eficiente los requisitos esenciales para el proyecto y evitar la complejidad innecesaria al definir los requisitos. Esto permitirá una reducción de la incertidumbre y la ambigüedad en el proyecto de innovación.

En el ámbito de la agilidad, se ha prestado recientemente una atención especial al diseño adaptable. Según explican Varl et al. (2022), este paradigma de diseño tiene como objetivo crear diseños y productos que puedan adaptarse fácilmente a diversas necesidades. Se considera un método innovador y prometedor que aumenta el potencial de reutilización de la información de diseño. La adaptabilidad se manifiesta tanto en el diseño como en el producto final. Cuando un diseño es adaptable, gran parte de él puede utilizarse para crear nuevos productos o modificarse para ajustarse a nuevas tecnologías y demandas. Esto se basa en la premisa de que, en la industria inteligente, los procesos dinámicos de negocios e ingeniería permiten cambios de último momento en el diseño y la producción. Además, brindan la flexibilidad necesaria para responder a interrupciones y fallas en nombre de los proveedores (Varl et al., 2018).

Por tanto, la etapa de diseño que se propone para el marco ágil debe enfocarse en la creación de diagramas visuales y prototipos flexibles y adaptables, también debe haber iteración en el diseño basada en retroalimentación y se deben validar los diseños con usuarios y expertos. Además, se espera que esta etapa cumpla con las características de creación de valor para diseñar soluciones que agreguen valor tanto para la organización como para los usuarios. Por tanto, es fundamental diseñar productos y servicios que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente. La agilidad en este caso es esencial para iterar rápidamente en el diseño para adaptarse a los cambios y retroalimentación. Así mismo, se debe trabajar en equipo para generar y refinar diseños efectivos, colaborando con el cliente. Esto, se evidencia

como referencia en los modelos *Lean* (Córdoba et al., 2016) modelo V (Seyedhosseini y Keyghobadi, 2014), *Design Thinking* y *Agile* (Karagiannis et al., 2022).

Creación y desarrollo de prototipos

La etapa de desarrollo se centra en la implementación iterativa e incremental de las soluciones propuestas, aprovechando metodologías ágiles como *Scrum* o *Kanban* para gestionar el trabajo de manera eficiente y adaptable (Navarro Cadavid et al., 2013). Durante esta fase, se prioriza la integración continua y la realización de pruebas automatizadas para garantizar la calidad del producto en cada iteración, permitiendo una retroalimentación rápida y una mejora continua del producto. Esta etapa se sustenta a partir de marcos como *Stage-Gate*, *Lean Startup* y *Design Thinking* (Kruachottikul et al., 2023), modelo de innovación adaptativa (Andriyani et al., 2024) y *Agile-Stage-Gate* (Dolganova, 2021).

En ese sentido, se espera que esta etapa cumpla con características tales como agilidad para desarrollar productos, servicios, procesos o modelos de negocio de manera iterativa e incremental para adaptarse a los cambios y retroalimentación. También, es fundamental la rapidez para desarrollar soluciones de manera eficiente para reducir los tiempos de entrega. Al mismo tiempo, es necesaria la eficiencia para utilizar los recursos de manera efectiva para desarrollar soluciones de alta calidad. Finalmente, es necesario desarrollar soluciones que cumplan con los estándares de calidad establecidos. Esta etapa se logra exitosamente con el apoyo de una buena identificación de requisitos y planeación del proyecto (Navarro Cadavid et al., 2013).

La etapa de desarrollo puede aplicarse implementando metodologías ágiles como *Scrum* o *Kanban* para gestionar el trabajo de manera eficiente y adaptable. En la práctica, esto implica dividir el proyecto en ciclos iterativos e incrementales, conocidos como *sprints* (periodos) en *Scrum*, donde cada ciclo incluye tareas de desarrollo específicas que son priorizadas y gestionadas de forma ágil. Las empresas pueden establecer procesos de integración continua y pruebas automatizadas para asegurar que el producto se mantenga de alta calidad en cada iteración. Esto no solo permite una retroalimentación rápida y ajustes inmediatos, sino que también asegura que cualquier error se identifique y se corrija de manera oportuna, mejorando continuamente el producto final.

Además, las organizaciones pueden beneficiarse de marcos como *Stage-Gate*, *Lean Startup* y *Design Thinking* para estructurar y guiar el desarrollo. Estos marcos proporcionan una estructura flexible que facilita la innovación adaptativa y la toma de decisiones informadas durante todo el proceso de desarrollo. Por ejemplo, utilizando el enfoque *Lean Startup*, las empresas pueden desarrollar un producto mínimo viable que se prueba rápidamente en el mercado, recolectando datos reales de usuarios para iterar y mejorar el producto. De esta manera, las empresas del sector TI en Medellín pueden desarrollar productos, servicios, procesos o modelos de negocio de manera rápida y eficiente, asegurando que las soluciones finales no solo cumplan con los estándares de calidad, sino que también se adapten a las necesidades cambiantes del mercado y las expectativas de los clientes. Esta combinación de agilidad, rapidez y eficiencia permite a las organizaciones mantenerse competitivas y responder proactivamente a los desafíos del entorno empresarial dinámico.

Según la explicación de Zink et al. (2017), la creación de prototipos proporciona un mayor conocimiento que permite realizar pruebas interactivas con los usuarios. En función de la situación específica, se emplean diferentes tipos de prototipos, que varían desde modelos sencillos en papel o cartón hasta diseños completamente funcionales. Estas variaciones dependen de decisiones específicas que se deben tomar. Para cada decisión, se utiliza un tipo de prototipo particular, cada uno con objetivos distintos. Siguiendo las recomendaciones de Riesener et al. (2019), las especificaciones del producto, que son fundamentales para el proyecto de desarrollo en general, se definen y validan mediante los primeros prototipos. De esta manera, los prototipos se crean de manera planificada a lo largo del proceso de desarrollo para especificar y validar gradualmente el producto con los clientes y otras partes interesadas.

La creación de prototipos es una etapa que se ha empleado en marcos ágiles como *Scrum* (Görzig et al., 2019), *v-model* (Seyedhosseini y Keyghobadi, 2014) y *Lean Startup* (Berg et al., 2020). Por tanto, la propuesta de este estudio enmarcar actividades esenciales para la creación de prototipos alta calidad, pruebas de usabilidad y ajustes y, retroalimentación con el equipo de desarrollo. Por tanto, es necesario prototipar rápidamente para probar ideas y conceptos. Además, crear prototipos que sean efectivos para comunicar y probar soluciones.

Al mismo tiempo, usar prototipos para comunicar ideas de manera clara y comprensible y, tener la capacidad de iterar y ajustar los prototipos según la retroalimentación recibida.

La metodología *Scrum*, por ejemplo, puede ser utilizada para gestionar este proceso de prototipado iterativo, facilitando reuniones de revisión y ajuste constante basadas en la retroalimentación de los usuarios y otras partes interesadas. Además, al aplicar marcos como *Lean Startup*, las organizaciones pueden enfocarse en finalizar un producto mínimo viable que se pruebe en el mercado real para recolectar datos y aprender rápidamente sobre la viabilidad de la solución. Además, que demuestre que, el producto pensado brinda solución a las necesidades del cliente. Al iterar y ajustar los prototipos según la retroalimentación recibida, las empresas pueden minimizar los riesgos asociados con el desarrollo del producto y garantizar que las soluciones finales sean efectivas y alineadas con las necesidades del cliente, para su aceptación. Este enfoque iterativo y colaborativo no solo mejora la calidad del diseño y desarrollo del producto, sino que también fortalece la capacidad de las organizaciones para innovar y adaptarse rápidamente a los cambios del mercado.

Fijación de precios

Según Megahed et al. (2015), en el sector de TI existe una necesidad de obtener estimaciones tempranas y ágiles tanto del costo como del precio de los nuevos productos, utilizando un conjunto básico de datos de alto nivel para el contrato. En metodologías ágiles como Scrum, se ha recomendado mejorar la eficacia y la idoneidad de las decisiones de fijación de precios (Endres et al., 2022). Por lo tanto, es fundamental considerar elementos clave para la venta, como el diseño de la oferta, la habilitación de ventas y la ejecución de precios (Miller, 2023).

En ese sentido, la etapa de fijación de precios se centra en determinar la estrategia de precios adecuada para maximizar ingresos y competitividad en el mercado. Esta fase incluye un análisis exhaustivo del mercado y la competencia, segmentación de clientes y evaluación de su disposición a pagar, y el cálculo de costos de producción y márgenes de beneficio necesarios. Esto implica estimar un valor de esfuerzo y un componente de estimación de costos, así como el tiempo (Turek et al., 2017). Para este caso, cada una de las organizaciones deberá establecer un método de fijación de precios dependiendo de sus necesidades e intereses (Kautz, 2010).

Para esto, se plantea entonces evaluar diferentes estrategias de precios mediante simulaciones de escenarios y pruebas en mercados seleccionados, ajustando según la retroalimentación y datos recopilados. El objetivo es establecer un precio final que refleje el valor percibido por los clientes, sea competitivo y esté alineado con los objetivos estratégicos de la empresa, manteniendo flexibilidad para adaptarse a cambios en las condiciones del mercado. Además, la fijación de precios de proyectos de software ágiles distribuye los riesgos de manera uniforme entre los socios y, a su vez, fomenta la contribución eficiente y de alta calidad de ambas partes (Book et al., 2012). En la Figura 18, se puede evidenciar el proceso de las primeras etapas de la propuesta.

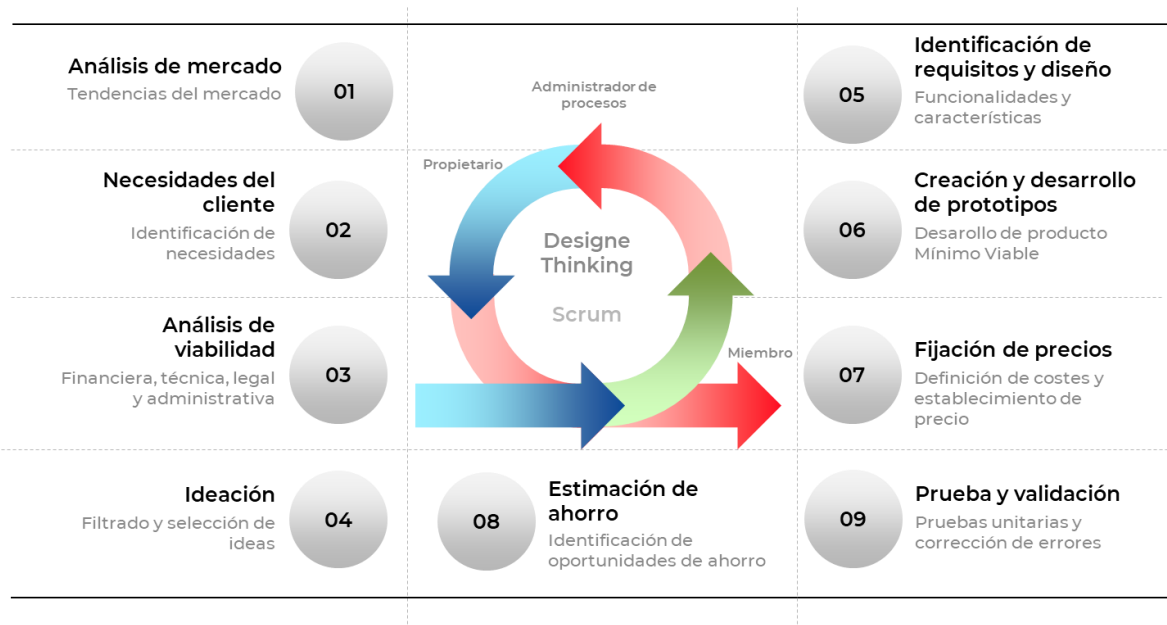


Figura 18. Fase inicial de la propuesta. Fuente: elaboración propia

Estimación de ahorros (optimización)

Una estimación de ahorros y un análisis de optimización permitirían a los directores de proyecto contar con un presupuesto claro y controlar la ejecución del proyecto en términos de coste y tiempo. Además, facilitaría la estimación de ahorros (Hassanien y Hassanein, 2020). La optimización podría reducir los riesgos en un proyecto, lo cual es fundamental para el proceso ágil. Por tanto, se recomienda prestar atención a la desviación del alcance, las expectativas poco realistas y la falta de coordinación o comunicación, aspectos que a menudo

se pasan por alto en la metodología ágil (Prakash y Viswanathan, 2021). Así, una fase de estimación de ahorros para optimizar el proyecto requiere un análisis de procesos, recolección de datos, identificación de oportunidades de ahorro, propuesta de mejoras e implementación de las mismas.

En ese sentido, la fase propuesta se centra en identificar y realizar mejoras en los procesos y operaciones para generar ahorros significativos y aumentar la eficiencia. Esta fase comienza con un análisis exhaustivo de los procesos actuales y la recolección de datos financieros y operativos, seguido de la identificación de oportunidades de ahorro y el desarrollo de propuestas de optimización. Para implementar estrategias de ahorro, se propone un modelado y simulación de escenarios, que se busca evalúen los impactos potenciales para que posteriormente, se implementan las mejoras seleccionadas, con un monitoreo continuo que permitirá asegurar su efectividad. Por otra parte, la medición y verificación de los ahorros alcanzados, de la mano con una revisión y ajuste constante, permitirán mantener y mejorar los resultados del proyecto, alineando las iniciativas de ahorro con los objetivos estratégicos de la organización y del equipo compuesto por propietario, administrador de procesos y miembro.

Prueba y validación

Investigadores como Batliner et al. (2022) han afirmado que las pruebas son una parte integral del proceso de desarrollo de productos y un elemento clave en el enfoque ágil. Con la llegada de tecnologías que permiten la creación rápida de prototipos, como la impresión 3D y la digitalización, la accesibilidad y la velocidad de fabricación han aumentado, al tiempo que se han reducido los costos asociados con los prototipos y las pruebas en las primeras etapas. Por lo tanto, es crucial integrar actividades de prueba y validación, ya que muchas prácticas de desarrollo de software ágil se basan en pruebas. Además de las implicaciones para la calidad del producto, la efectividad de las pruebas en un contexto ágil puede determinar el éxito de un esfuerzo de desarrollo (Hellmann et al., 2012).

Esta fase se ha establecido en diversos marcos de trabajo, como *Stage-Gate*, *Lean Startup*, *Design Thinking* (Kruachottikul et al., 2023), *Scrum*, *Kanban*, *Agile at Scale* (Souza y Romero, 2021) y *XP* (Reyes Chirino y Delgado Fernández, 2021). En consecuencia, se

proponen actividades como pruebas unitarias, de integración y de aceptación, evaluación continua con los usuarios, corrección de errores y mejoras iterativas. Para lograrlo, es fundamental cumplir con las características de adaptabilidad para ser receptivos a los cambios y ajustes necesarios basados en los resultados de las pruebas. Además, se requiere una actitud de adaptación para ajustar las soluciones según la retroalimentación obtenida durante las pruebas. La satisfacción del cliente también es crucial para que las soluciones cumplan con sus necesidades y expectativas. Por lo tanto, la calidad es esencial para llevar a cabo pruebas exhaustivas que garanticen la fiabilidad y calidad de las soluciones.

La fase en cuestión es decisiva. Si, después de un análisis de satisfacción, el cliente decide que el producto responde a sus necesidades y es viable financiera, técnica, legal y administrativamente tras el desarrollo de un Producto Mínimo Viable, y además está de acuerdo con la fijación del precio y los procesos de estimación de ahorro para la optimización del proyecto, se puede continuar con la fase de implementación. De lo contrario, será necesario regresar a las etapas anteriores y repetir el proceso de prototipado, aplicando nuevamente metodologías ágiles como *Scrum* y *Design Thinking*, pues como se ha manifestado con anterioridad, la satisfacción del cliente es una característica fundamental para el desarrollo de marcos de innovación y agilidad.

Desarrollo e implementación

La etapa de desarrollo e implementación se enfoca en el despliegue del producto en un entorno controlado, donde se lleva a cabo la monitorización y recopilación de datos para evaluar su rendimiento y funcionalidad (Rasnacis y Berzisa, 2017). Durante este proceso, se realizan ajustes finales basados en la retroalimentación recibida y en los datos recopilados, con el objetivo de garantizar que el producto esté completamente preparado antes del lanzamiento oficial al mercado. Este enfoque permite una transición suave y exitosa del desarrollo a la entrega del producto final, asegurando su calidad y satisfacción del cliente (Plotnikov et al., 2023).

En la etapa de implementación, es crucial determinar quién financiará el desarrollo del proyecto. Esto implica un análisis detallado de los recursos disponibles y, en algunos casos, la priorización de proyectos. Los gerentes responsables de las decisiones de financiación

tienden a seguir enfoques tradicionales, basándose en un alcance, costo y cronograma bien definidos (Cao et al., 2022). Si el propietario del producto no financia el proyecto o no se dispone de recursos financieros suficientes para la fase de desarrollo e implementación, se deberá buscar financiamiento externo. En este sentido, el modelo de la *Triple Hélice* facilita la interacción entre universidades, industria y gobierno, promoviendo la generación de conocimiento y el desarrollo tecnológico a través de la cooperación estratégica. Esto puede incluir acuerdos de cooperación con universidades y organizaciones gubernamentales, adoptando el modelo clásico de innovación de la *Triple Hélice*, que promueve la adaptabilidad, el intercambio de experiencias y la co-innovación en las pymes del sector TI (Khan et al., 2022).

Para asegurar la eficiencia y escalabilidad en la implementación, se pueden utilizar escaladas sprint con entregas periódicas y escalables. Este enfoque permite iterar rápidamente, ajustando y mejorando el producto en función de la retroalimentación continua. La entrega periódica de incrementos funcionales no solo facilita la gestión del proyecto, sino que también permite una mejor utilización de los recursos y una mayor flexibilidad para responder a cambios en el entorno del proyecto.

Esta etapa ha demostrado su relevancia en el Modelo de Innovación Adaptativa (Andriyani et al., 2024), *Scrum* (Kopytko et al., 2023) y *Agile-Stage-Gate* (Peege y Tshabalala, 2021). Por lo tanto, su implementación requiere agilidad para responder de manera rápida y eficiente a las demandas del mercado. Además, la colaboración entre los actores de la *Triple Hélice* fomenta la innovación abierta y facilita la implementación de soluciones con un impacto significativo en la competitividad del sector TI. Asimismo, es fundamental implementar soluciones de manera efectiva utilizando los recursos disponibles de forma óptima, generando valor y satisfaciendo las necesidades del cliente. Los acuerdos de cooperación entre empresas, instituciones académicas y entidades gubernamentales pueden facilitar la transferencia de conocimiento y la financiación de proyectos estratégicos, impulsando el desarrollo tecnológico en el ecosistema local.

Esta etapa se considera crucial para asegurar el éxito del proceso de desarrollo y lanzamiento de productos y servicios. Así pues, en la práctica, esta etapa podría llevarse a cabo mediante la ejecución controlada del despliegue del producto en un entorno real, donde se monitorea su rendimiento y funcionalidad. Al recopilar datos y retroalimentación durante esta fase, las organizaciones pueden realizar ajustes finales para optimizar el producto antes de su lanzamiento oficial al mercado. Esto garantiza que el producto esté completamente preparado para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente, contribuyendo así a su satisfacción y generando valor estratégico para la empresa del sector TI.

Además, la implementación exitosa requiere agilidad para adaptarse rápidamente a las demandas del mercado y aprovechar de manera óptima los recursos disponibles. Al adoptar enfoques ágiles como *Scrum* y *Agile-Stage-Gate*, las organizaciones pueden responder eficientemente a los cambios y realizar ajustes según sea necesario para maximizar el retorno de la inversión y minimizar los costos de implementación. De manera complementaria, la integración de estrategias colaborativas basadas en el modelo de la *Triple Hélice* fortalece el ecosistema de innovación, permitiendo sinergias entre los distintos actores involucrados. Al final, esta etapa no solo asegura la calidad del producto, sino que también fortalece la competitividad de la empresa al ofrecer soluciones que se ajusten a las necesidades del mercado en constante evolución del sector TI en Medellín.

Lanzamiento

La etapa de lanzamiento se ha implementado en modelos como el *Stage-Gate*, que abarca el inicio de la producción y las ventas del producto final. En este proceso, se tienen en cuenta aspectos de marketing y ventas (Cooper y Sommer, 2016). Además, se ha observado su presencia en la metodología ágil de desarrollo *XP* (Reyes Chirino y Delgado Fernández, 2021). La base principal se encuentra en el marco *Stage-Gate*, que propone un sistema de idea-lanzamiento original. En este enfoque, se plantea la generación de ideas para un lanzamiento más adaptable, flexible, sencillo, dinámico y significativamente acelerado. Bajo esta premisa, el proyecto puede adaptarse a los requisitos cambiantes y a los diseños en evolución, al tiempo que proporciona el nivel adecuado de control y soporte para cada proyecto (Cooper, 2017).

En consecuencia, la etapa de lanzamiento propuesta comprende actividades relacionadas con el lanzamiento oficial al mercado del producto. Para lograrlo, es necesario integrar estrategias de marketing y comunicación, así como llevar a cabo un monitoreo posterior al lanzamiento y gestionar la retroalimentación recibida. La satisfacción del cliente juega un papel fundamental para garantizar que el lanzamiento cumpla con sus necesidades y expectativas. Durante esta etapa, es crucial liderar el proceso de lanzamiento de manera efectiva para asegurar el éxito. En este sentido, la comunicación efectiva desempeña un papel esencial al transmitir claramente los beneficios y características de la solución a los clientes y a los interesados. Además, se debe considerar la practicidad para que el lanzamiento sea accesible y práctico para los usuarios finales.

En ese sentido, esta etapa podría llevarse a cabo mediante la ejecución de estrategias de marketing y comunicación efectivas que promuevan el producto en el mercado local y regional. Además, el monitoreo posterior al lanzamiento y la gestión proactiva de la retroalimentación recibido permitirían a las organizaciones ajustar y mejorar continuamente sus productos para satisfacer las necesidades y expectativas cambiantes de los clientes en el dinámico entorno tecnológico de Medellín.

Además, el liderazgo efectivo durante esta etapa es esencial para coordinar todas las actividades relacionadas con el lanzamiento y garantizar su éxito. Esto implica una comunicación clara y transparente tanto interna como externamente, para garantizar que todos los miembros del equipo estén alineados y comprometidos con los objetivos del lanzamiento. Al mismo tiempo, se debe priorizar la practicidad para asegurar que el lanzamiento sea accesible y fácil de usar para los usuarios finales, lo que contribuirá a la adopción y aceptación del producto en el mercado de Medellín.

Así pues, se presenta una etapa de desarrollo denominada desarrollo e implementación que comprende la implementación y lanzamiento en donde ya con un producto validado, el proyecto está listo para realizar su inserción al mercado. Las etapas finales de la propuesta se pueden visualizar en la Figura 19.



Figura 19. Fase final de la propuesta. Fuente: elaboración propia

Aceptación

La última etapa comprende un análisis del comportamiento del producto final en el mercado. Durante esta fase, se lleva a cabo una evaluación exhaustiva del producto en términos de rentabilidad, aceptación en el mercado y duración de uso. Investigaciones previas han demostrado que realizar un estudio de aceptación del producto después de su lanzamiento es crucial para lograr el éxito.

En este contexto, los estudios anteriores han dedicado esfuerzos a investigar los factores que influyen en la aceptación en el mercado y el valor agregado en la práctica. Sin embargo, este proceso a menudo se considera un desafío, ya que contribuye a la integración sostenible de métodos ágiles en los procesos de desarrollo e innovación (Heimicke et al., 2021). Los expertos en el tema han aplicado teorías del comportamiento humano, como el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM, por sus siglas en inglés), para comprender cómo mejorar la aceptación y la experiencia del usuario con software desarrollado mediante metodologías ágiles (Armouti et al., 2023). Además, otros estudios han utilizado la Teoría del Comportamiento Planificado (TPB, por sus siglas en inglés) (Börstler et al., 2024) para explorar la necesidad de comprender la adopción y la intención de uso de productos

provenientes de proyectos del sector de TI que han aplicado metodologías ágiles en su proceso de desarrollo.

En ese sentido, la etapa de Aceptación es crucial para asegurar que el producto final no solo funcione correctamente desde el punto de vista técnico, sino que también cumpla con las expectativas del mercado y los usuarios. Inicialmente, se realizan pruebas de chequeo y validación para verificar el funcionamiento técnico del producto en condiciones reales y evaluar los resultados finales frente a los objetivos establecidos. Para entender la aceptación en el mercado, se llevan a cabo estudios de adopción tecnológica y comportamiento del consumidor, mediante encuestas y entrevistas, que permiten identificar factores de aceptación, patrones de uso y niveles de satisfacción. Además, se miden índices clave como la rentabilidad post-lanzamiento, la aceptación del mercado reflejada en ventas y participación, y el tiempo de uso del producto por parte de los usuarios finales. Se plantea una retroalimentación continua esencial para realizar ajustes y mejoras que aseguren una mejor adaptación y aceptación del producto.

Finalmente, la recopilación y análisis de datos es fundamental para generar un informe detallado que documente los resultados de las pruebas, estudios y análisis. Este informe no solo presenta las conclusiones sobre la aceptación del producto, sino que también incluye recomendaciones para futuras innovaciones. Las características clave de esta etapa incluyen la satisfacción del cliente, calidad del producto, eficacia en el logro de resultados, y la flexibilidad para realizar mejoras continuas basadas en la retroalimentación del mercado. También, se reconocen características fundamentales como la comunicación efectiva con los miembros del proyecto y el enfoque estratégico para alinear los resultados del producto con los objetivos de la organización que también elementos críticos para el éxito del proyecto.

5.3. Propuesta inicial del marco de agilismo para dinamizar las prácticas de innovación

Una vez que se han definido las etapas y características del marco, se propone una guía para dinamizar las prácticas de innovación en el sector de TI de la ciudad de Medellín, con un

enfoque centrado en el cliente. Este sector está compuesto por diversos *stakeholders*, es decir, las partes interesadas entre los que se encuentran:

- **Miembro individual del equipo de desarrollo o proyecto:** Este profesional/es asume la responsabilidad de la ejecución del proyecto. Su papel es crucial para llevar a cabo las tareas específicas y garantizar que se cumplan los objetivos establecidos.
- **Administrador de procesos:** Este rol desempeña la función de líder servidor y facilitador del equipo del proyecto. Su objetivo es apoyar al equipo en la gestión eficiente de los procesos y en la toma de decisiones adecuadas.
- **Propietario del producto:** Esta parte interesada es responsable del trabajo pendiente del producto, incluyendo los requisitos del producto. Su labor es esencial para asegurar que el producto final cumpla con las expectativas del cliente y satisfaga sus necesidades.

En esta propuesta, la comunicación efectiva entre estos tres miembros es fundamental. Deben trabajar en estrecha colaboración para garantizar que se cumplan los requisitos correctos del producto y que se logre la satisfacción del cliente (Cooper y Sommer, 2016). Con esto en mente, la conceptualización gráfica del marco propuesto se puede visualizar en la Figura 20.

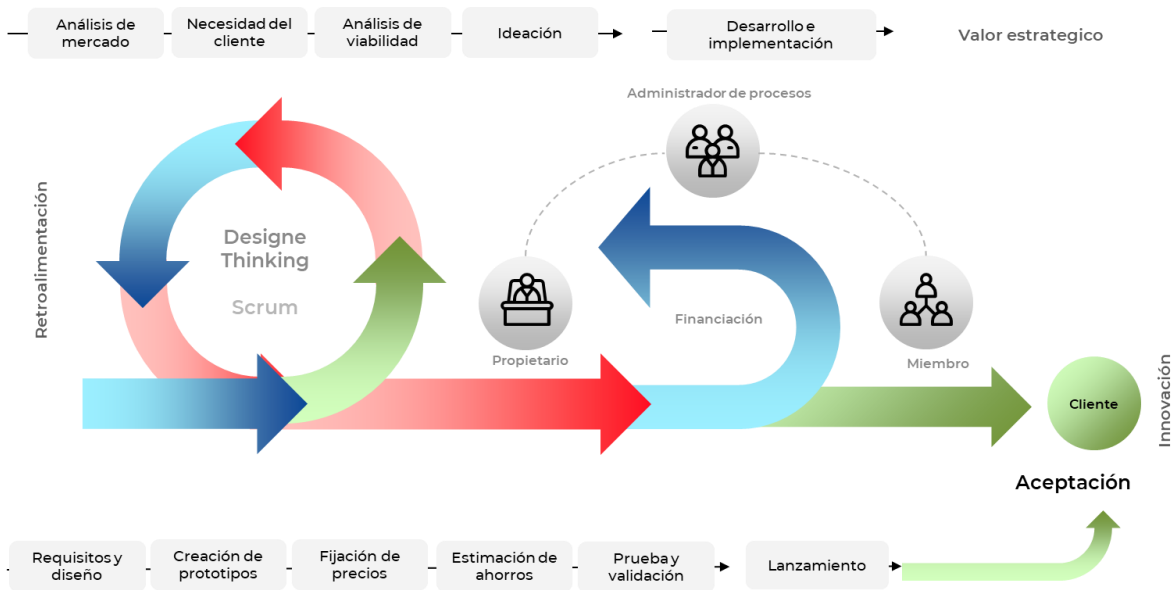


Figura 20. Propuesta inicial de marco ágil para la dinamización de las prácticas de innovación en las pymes del sector TI de Medellín

Además, en la Tabla 7, se presentan las etapas propuestas en el marco, junto con las etapas consideradas. Cada etapa se describe en términos de sus características, y se ofrece una propuesta de actividades específicas. Además, se indican las metodologías ágiles relevantes para cada una de estas etapas.

Tabla 7

Descripción de las etapas del marco propuesto en términos de características, actividades y referentes

Fase	Etapas	Características	Actividades	Referencias
Inicial	Análisis de mercado	Resolución de problemas	Investigación de mercado y análisis de tendencias	Marco Agile, scrum
		Satisfacción de necesidades del mercado	Definición de objetivos y metas	
	Necesidades del cliente	Reducción de la incertidumbre	Identificación de oportunidades y desafíos	
Inicial	Necesidades del cliente	Satisfacción del cliente	Interacción con clientes	Scrum
		Agilidad - flexibilidad	Establecimiento de una hoja de ruta de desarrollo	
	Análisis de viabilidad	Asignación óptima de tareas	Talleres de evaluación de viabilidad integral	Design Thinking

	Flexibilidad	Prototipado inicial y pruebas de concepto	
	Satisfacción del cliente	Auditoría y revisión de cumplimiento	
Ideación	Fomento de la innovación	Sesiones creativas para generar ideas	<i>Stage-Gate, Lean Startup, Design Thinking y XP</i>
	Creatividad Colaboración	- Filtrado y selección de ideas prometedoras	
	Orientación a las personas	Creación de una lista de ideas	
Identificación de requisitos y diseño	Satisfacción del cliente	Desglose de funcionalidades y características	<i>Lean, V-model, Scrum, Design Thinking y Agile</i>
	Eficiencia simplificación	- Creación de historias de usuario y definición de criterios de aceptación	
	Reducción de la incertidumbre	Validación con las partes interesadas	
	Creación de valor	Creación de esquemas y prototipos de baja fidelidad	
	Colaboración	Iteración en el diseño basada en la retroalimentación	
	Agilidad	Validación del diseño con usuarios y expertos	
Desarrollo y creación de prototipos	Agilidad y flexibilidad	Implementación iterativa e incremental.	<i>Stage-Gate, Lean Startup, Design Thinking, Scrum, V-model, modelo de innovación adaptativa y Agile-Stage-Gate</i>
	Rapidez	Uso de metodologías ágiles como Scrum o Kanban	
	Eficiencia - calidad	Integración continua y pruebas automatizadas	
	Reducción de tiempos	Desarrollo de prototipos de alta fidelidad	
	Comunicación efectiva	Pruebas de usabilidad y ajustes	
	Efectividad	Retroalimentación con el equipo de desarrollo	
Fijación de precios	Satisfacción del cliente	Análisis de la competencia	<i>Scrum</i>
	Reducción de incertidumbre	Segmentación de clientes	
	Creación de valor	Costeo del producto	
	Comunicación efectiva	Determinación de estrategias de precios	
	Eficiencia	Simulación de escenarios	
Estimación de ahorros (optimización)	Reducción de costos	Análisis de procesos actuales	<i>Scrum</i>
	Adaptación	Recolección de datos	
	Calidad	Identificación de oportunidades de ahorro	

		Enfoque estratégico	Propuesta de mejoras	
		Comunicación efectiva	Implementación de mejoras	
	Prueba y validación	Respuesta al cambio	Pruebas unitarias, de integración y de aceptación	<i>Stage-Gate, Lean Startup, Design Thinking, Scrum, Kanban, Agile at Scale y XP</i>
		Satisfacción del cliente	Evaluación continua con los usuarios	
		Adaptación - calidad	Corrección de errores y mejoras iterativas	
	Desarrollo e implementación	Satisfacción del cliente	Despliegue del producto en un entorno controlado	<i>Modelo de innovación ágil, Design Thinking, Agile-Stage-Gate</i>
		Reducción de costos	Monitorización y recopilación de datos	
		Agilidad - eficiencia	Ajustes finales antes del lanzamiento	
Final	Lanzamiento	Liderazgo practicidad	Lanzamiento oficial al mercado	<i>Stage Gate - Boost Gate, Agile Systems Design</i>
		Satisfacción del cliente	Estrategias de marketing y comunicación	
		Comunicación efectiva	Monitoreo post-lanzamiento y manejo de retroalimentación	
	Aceptación	Satisfacción del cliente	Pruebas de chequeo y validación	<i>Stage-gate, XP, Lean Startup, Lean manufacturing</i>
		Calidad	Estudios de adopción tecnológica	
		Adaptación	Medición de índices clave	
		Enfoque estratégico	Retroalimentación continua	
		Comunicación efectiva	Informe de aceptación	

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS

FASE DE VALIDACIÓN

Este capítulo se realiza con el fin de cumplir con el cuarto objetivo específico de este trabajo de grado el cual busca validar el marco de agilidad diseñado para dinamizar las prácticas de innovación en las Pymes del sector TI en la ciudad de Medellín por parte de expertos. Así pues, se aplicó una metodología cualitativa de alcance exploratorio para validar la propuesta del marco ágil destinado a dinamizar las prácticas de innovación en las pymes del sector TI de la ciudad de Medellín, con la participación de expertos en áreas de TI e innovación. Para validar el marco ágil propuesto, se seleccionaron personas consideradas idóneas para esta tarea. Los expertos fueron seleccionados en función de su experiencia en el sector TI y su conocimiento en el área de innovación. A continuación, se detallan los criterios de selección:

- Experiencia en cargos administrativos o estratégicos en organizaciones del sector TI de la ciudad de Medellín
- Experiencia en el uso de metodologías ágiles en el sector TI de la ciudad de Medellín
- Conocimiento sobre modelos de innovación y su aplicabilidad en las empresas del sector TI

Con esto en mente, se entrevistaron a 10 expertos: un facilitador ágil, un coach ágil, un gerente de producto, un asesor de dirección de TI en el municipio de Itagüí, un arquitecto de software, un director de maestría en gestión de la innovación tecnológica, cooperación y desarrollo regional, un docente universitario del programa de ingeniería de sistemas, un desarrollador de *Machine Learning* y un líder de innovación y producto. Todos los expertos seleccionados trabajan en una pyme de la ciudad de Medellín, en una institución universitaria o en una entidad municipal del departamento de Antioquia. Para más detalle de los expertos ver Anexo B.

La metodología cualitativa permitió comprender el tema de esta investigación desde la perspectiva de las personas que trabajan en el sector TI de la ciudad de Medellín y que entienden sus propias necesidades para innovar de manera más ágil dentro de las organizaciones. Se plantearon preguntas que ayudaron a reconstruir la realidad tal como la observan los sujetos en cuestión (Murillo Torrecilla, 2006). Por tanto, se establecieron cuatro categorías de estudio: fases del marco ágil, etapas del marco ágil, visualización del marco ágil y generalidades. A los entrevistados se les formularon cuatro preguntas fijas, que podían responder libremente, resultando en entrevistas más dinámicas, flexibles y abiertas, como se recomienda en la literatura (Lopezosa, 2020). En la Tabla 8 se pueden observar las categorías establecidas con sus respectivas preguntas.

Tabla 8

Categorías y preguntas de estudio

Categorías	Preguntas	Observaciones
Fases	1. Teniendo en cuenta el conocimiento que tienes en empresas de TI ¿considera que las fases propuestas son adecuadas y por qué?	
Etapas	2. Teniendo en cuenta el conocimiento que tienes en empresas de TI ¿considera que las etapas propuestas son adecuadas, así como sus respectivas actividades y por qué?	Previamente, a los expertos se les hizo una presentación del marco propuesto
Visualización	3. Teniendo en cuenta el conocimiento que tienes en empresas de TI ¿considera adecuadas las características, el enfoque y en general el marco y por qué?	
Generalidades	4. Teniendo en cuenta el conocimiento que tienes en empresas de TI ¿considera adecuada la visualización del marco y por qué?	

Fuente: elaboración propia

Antes de realizar las preguntas en la entrevista, se presentó y explicó el marco propuesto a los expertos. Se tuvieron en cuenta los aspectos éticos de la investigación, por lo que se les leyó y firmaron un consentimiento informado (ver Anexo C). Este documento detallaba el título del trabajo de grado, el objetivo de la investigación, el procedimiento, la duración aproximada de la entrevista y la participación voluntaria. Se informó a los participantes que su participación era completamente voluntaria y que podían retirarse en cualquier momento

sin consecuencias. Además, se aclaró que no habría pago ni beneficio económico por su participación.

También se informó sobre la confidencialidad del estudio, asegurando que la información proporcionada sería confidencial y utilizada únicamente para cumplir con el objetivo del estudio. Las respuestas y grabaciones de las entrevistas se usarían exclusivamente con fines académicos y se difundirían mediante informes científicos. Las publicaciones no incluirían nombres ni información que pudiera identificar a los participantes, garantizando su anonimato y confidencialidad, conforme al marco normativo de *Habeas Data* y la Ley 1581 de 2012 y sus decretos reglamentarios. Los participantes autorizaron la recopilación, almacenamiento, uso y eliminación de sus datos personales para fines académicos e investigativos.

6.1. Resultados

Los resultados se presentan en función de las categorías seleccionadas en el estudio, considerando las recomendaciones de los expertos a fin de mejorar su calidad y garantizar la validación.

6.1.1. Fases del marco propuesto

En términos generales, las fases propuestas en el marco tuvieron una buena aceptación entre los expertos. Un experto menciona que “considero las fases adecuadas, creo que va completamente de la mano con lo que hacen las empresas de este estilo...” (experto 3). Otro experto considera que “las fases son adecuadas porque siguen el modelo típico de un proceso de desarrollo...” (experto 4).

No obstante, surgieron algunas recomendaciones en cuanto a la forma de distinguir las tres fases propuestas, por ejemplo, un experto mencionaba “recomiendo cambiar el nombre de la primera fase, porque leo prototipado y me imagino una caja de cereal pintado o un PMV... me veo más orientado a partirla en dos ... oportunidades y prototipado” (experto 1). Otro experto argumentaba que “yo creo que la etapa de prototipado engloba muchas... le podrías buscar un nombre que realmente englobe esas fases, no sé, exploración de oportunidades, mapeo de innovación, caza de oportunidades, no sé, algo así... La parte de prototipado me la

llevaría incluso para la parte de desarrollo e implementación porque en esencia es PMV...” (experto 4). Además, un experto recomienda “... mirar Dual-Track Agile que caza toda esa parte de prototipado y tiene una parte de delivery que encaja con el desarrollo y lanzamiento... prototipado iría más como un discovery... implementación es más de delivery” (experto 8).

En ese sentido, se contemplan tres fases dentro del marco, de acuerdo con las recomendaciones de los expertos. La primera fase está orientada a la exploración de oportunidades en el mercado, identificando las necesidades del cliente para descubrir un producto que solucione los problemas o demandas del mercado y las necesidades del cliente, determinando qué es lo que se necesita construir. Esta fase se enfocará en desarrollar la capacidad de descubrir, idear y validar productos, servicios o características antes de su implementación, siguiendo los principios de la metodología ágil de doble vía (Dual-track agile). Además, se llevará a cabo la entrega de productos a la implementación técnica y el despliegue de los resultados identificados en el descubrimiento de producto en paralelo (Trieflinger et al., 2021). Por su parte, la etapa de aceptación se orientó más a la aceptación en el mercado. De esta manera, las fases se pueden contemplar en la Figura 21.

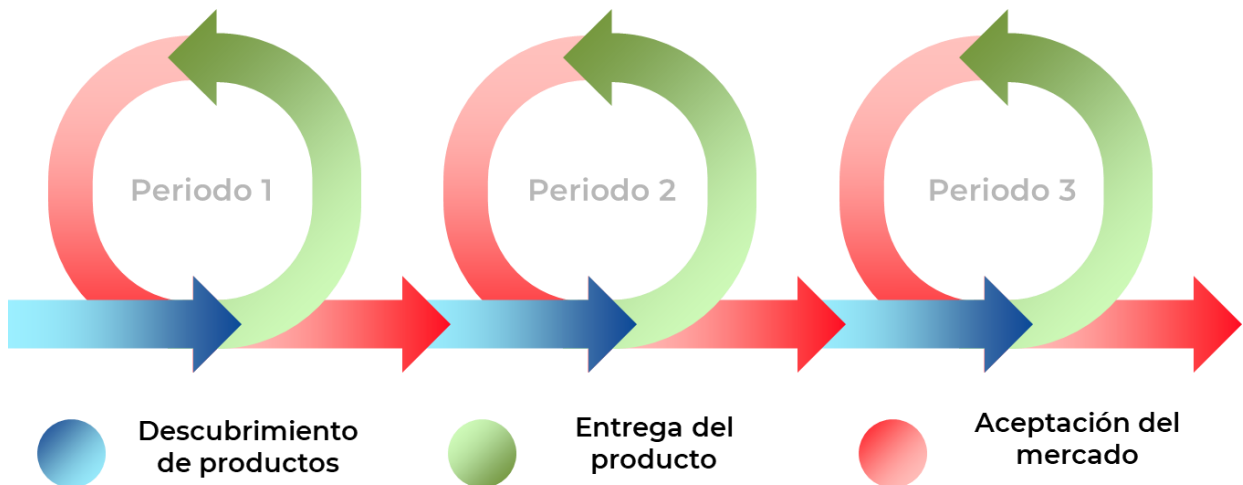


Figura 21. Fases de la propuesta de marco ágil propuesto para la dinamización de las prácticas de innovación en las pymes del sector TI de Medellín

6.1.2. Etapas del marco propuesto

Las etapas recibieron algunas recomendaciones de mejora por parte de los expertos y algunos reconocen la pertinencia de estas y sus respectivas actividades: “las actividades las veo completamente lógicas, seguidas, que están enlazadas” (experto 3). Uno de ellos sugirió que en las etapas tempranas se incluya un análisis de costo-riesgo: “Un punto muy importante es la mantenibilidad que uno le otorga al cliente... Primero, es muy caro; segundo, va a requerir mucho esfuerzo de muchos desarrolladores y, finalmente, eso no va a ser sostenible para la empresa como tal. Entonces, desde etapas tempranas, identificar ese costo-riesgo, eso va desde los inicios” (experto 2). Por lo tanto, para incorporar la recomendación de los expertos sobre el costo-riesgo y la mantenibilidad desde las etapas tempranas en el marco ágil, se incluyen actividades de evaluación de costo-riesgo y mantenibilidad en las etapas de necesidades del cliente, análisis de viabilidad, desarrollo y creación de prototipos, y prueba y validación.

En cuanto a las etapas iniciales, se recomienda incluir la metodología de objeciones para reconocer de manera más clara las necesidades del cliente: “en necesidades del cliente... una metodología ágil son las objeciones... y se valida cuáles son las objeciones principales ... esa validación de objeciones me permite a mi como metodología digamos ser efectivo con el cliente” (experto 5). Por tanto, se incluye dentro de las actividades dicha recomendación.

Además, a fin de fortalecer el marco de innovación y asegurar que esté fundamentado en un análisis estratégico sólido, un experto recomendó incluir un análisis del entorno *PESTEL*, es decir, análisis políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales, así como la definición de una estrategia clara de innovación, por lo que, en las etapas iniciales, se tienen en cuenta estas sugerencias: “siento que falta un aspecto crucial en todos los modelos de innovación que he revisado. En mi opinión en un mundo en constante cambio. La innovación puede surgir tanto de la exploración como de la explotación, y esto debe estar alineado con un análisis exhaustivo del entorno, como el análisis *PESTEL*. Estos análisis no solo pueden impulsar la innovación, sino que también permiten que las empresas se preparen adecuadamente para innovar. Siguiendo esta lógica, es fundamental contar con una estrategia

clara antes de implementar cualquier marco de innovación, como el que estás proponiendo” (experto 10).

La sugerencia anterior, coincide con la sugerencia de otro experto quien destaca que “me falta algo... en todos los modelos de innovación que yo he revisado ... no existe la estrategia antes de todo... yo siempre he creído que a todos los modelos de innovación le hace falta una etapa anterior... estrategia ... cuadro externo que se llame estrategia o valor o visión ... Ponle una caja por fuera que se llame manifiesto y ese manifiesto es perseguir estrategias...” (experto 1). En este sentido, teniendo en cuenta estas consideraciones, se incluye una etapa anterior de “estrategia de la organización y análisis *PESTEL*”. Esta etapa se incorpora para establecer una base sólida que permita comprender el entorno externo de la organización antes de implementar el marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación. El análisis *PESTEL* ofrece una evaluación detallada de los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales que podrían influir en la estrategia organizacional. Al realizar este análisis previamente, se asegura que las decisiones estratégicas estén bien fundamentadas y alineadas con las oportunidades y desafíos que promuevan la innovación dentro de la organización. De esta manera, se crea un entorno propicio para la innovación, asegurando que las iniciativas futuras estén en sintonía con las tendencias y cambios del entorno.

Además, este experto sugiere que “las etapas 1, 2 y 3 es cómo lo mismo, eso se podría nombrar de alguna forma mercados, necesidades y viabilidad” (experto 1), por lo que se hacen los renombramientos necesarios considerando que este mismo experto opina que “la etapa 3 me preocupa, porque volvemos a la lentitud de los proyectos... es una de las quejas siempre ... está muy pesado... entonces si le sigo el ritmo a lo financiero, legal y técnico voy a seguir haciendo cosas sobre lo mismo... no sé si eso valla alineado con el mundo del agilismo, yo más bien pensaría en un análisis de oportunidad. Yo vería esos análisis cerca del *pricing* (proceso de establecer los precios) ... entonces fijar precios sumado a esos análisis... ...me preocupa la viabilidad como análisis de oportunidad... sobre eso habla esa viabilidad, si hablamos de agilismo no podemos meterle un estudio así antes de la ideación” (experto 1).

Los expertos también recomiendan “en la parte de software he visto las buenas prácticas, manejo de repositorio... pruebas unitarias con todos los estándares de calidad...” (experto 2). Por tanto, se integra la recomendación sobre buenas prácticas en el manejo de repositorios y pruebas unitarias con estándares de calidad en la propuesta de este estudio en las etapas desarrollo y creación de prototipos, prueba y validación, y desarrollo e implementación. En esa misma línea, este experto mencionó que “las etapas me parece que están bien, considerando que el prototipado conlleva requisitos... hablando más desde el desarrollo, recomiendo incluir más desde la parte interna, más desarrolladores, más equipos... hacer pruebas unitarias” (experto 2), por tanto, se incorporaron nuevas actividades en las etapas ideación, creación y desarrollo de prototipos, prueba y validación.

En cuanto a las etapas de la fase de desarrollo e implementación, el experto recomendó lo siguiente: “incluir lo de desarrollo en ambas etapas (prototipado y desarrollo). En la etapa de prototipado claro para todos... por ejemplo un *onboarding* (proceso de integración de un nuevo empleado a una empresa), clara la forma de trabajar, si se va a trabajar con el productor en *Giffie* (alias o proyecto), listo, sigamos las buenas prácticas... va a haber una rama para *hosting* (alojamiento), *Treasure Data* (plataforma de gestión de datos en la nube) y una rama para cada cosa, con el propósito de mantener una rama de desarrollo impecable, en producción. Y en la parte de desarrollo e implementación ... tener en cuenta cómo se va a trabajar y qué metodología vas a tener en cuenta hagamos código de calidad, sigamos las buenas prácticas, testemos y hagamos pruebas unitarias, hagamos pruebas de integración... manejemos mensajes concisos cuando hagamos *cover* (cobertura de código) en el repositorio, tengamos comunicación activa entre todos los miembros...” (experto 2). De esta manera, se agregaron nuevas actividades a las etapas de creación y desarrollo de prototipos y desarrollo e implementación.

Además, expertos coinciden en que la etapa de identificación de requisitos y diseño debería ir antes de la ideación: “yo pensaría que en la etapa de prototipado... me queda un poco la duda entre la etapa de identificación de requisitos y la anterior de ideación, en mi lógica sería al contrario... Yo pensaría ¿Cuáles son esos requisitos que el cliente tiene? Posiblemente no estoy en el diseño ahí mismo, sino que a partir del recopilado de requisitos entro al diseño”

(experto 3) y “me gustaría que la etapa 4 pasara a donde está el 5 y el 5 a donde está el 4 porque ... yo encuentro primero los requisitos de diseño para luego realizar ideación sobre un marco más concreto... está más orientado al *Design Thinking* ... porque después de la ideación yo ya puedo empezar a crear el prototipo”. En ese sentido, se atiende a esta recomendación.

Este mismo experto, hizo recomendaciones oportunas sobre la gestión de la propiedad intelectual argumentando que “el tema de propiedad intelectual es importante... porque el tema en software y desarrollo es cuestión de hacer un trámite, y muchas de las empresas no hacen registro... lo haría en una de las etapas de desarrollo e implementación, incluso desde la etapa de prototipado tú puedes empezar con el esquema de propiedad intelectual... por ejemplo, mediante esquemas de secretos empresariales o registro” (experto 3). Por tanto, se incluyen actividades relacionadas en las etapas de Descubrimiento de productos y Entrega de productos.

También, se recomendó incluir en la etapa de creación y desarrollo de prototipos considerar la experiencia de usuario: “¿en algún momento metiste *UX* (Experiencia de usuario) en las etapas? Lo veo en una de estas etapas anterior a estas ... en creación y desarrollo de prototipo...” (experto 1). Adicionalmente, se recomendó considerar un lenguaje más técnico utilizado en el sector TI “en la etapa 2 revisa cosas del mundo del software, está el desarrollo, implementación y no sé si el escalamiento Falta una de escalamiento... no sé si en este modelo tengo la necesidad, tengo los requisitos... todo el tema del *testing* (pruebas) ... pruebas de seguridad... *pretesting* (pruebas previas) ... luego podrías hacer escalamiento que podría ser en lanzamiento” (experto 1).

Considerando esta recomendación, se incluye una nueva etapa de escalamiento y pruebas finales para fortalecer la etapa de Entrega de producto tratando de asegurar que el producto no solo esté técnicamente completo, sino también listo para ser implementado a gran escala. De esta manera, se abordan los aspectos necesarios para un lanzamiento exitoso. Seguidamente, bajo la consideración de “no hay una etapa de despliegue ... una cosa es tener

la solución ... no sé si eso vaya en la etapa 3 como despliegue y escalamiento” (experto 1) se agrega una etapa de escalamiento dentro de esta misma etapa.

En cuanto a la etapa de lanzamiento, un experto mencionó que “me pareció cortico... de pronto no como la presencia ... lanzamiento es muy importante ... pero en la definición del marco no tiene la importancia que se quiere transmitir ...” (experto 4). Por tanto, se fortaleció esta etapa con nuevas actividades. Otro experto menciona sobre la etapa de aceptación que “las etapas las veo bien ... la etapa de aceptación que no se llame aceptación la fase y la etapa, podrían tener otro nombre, para que no sea la misma” (experto 5), por tanto, la fase de aceptación pasa a llamarse aceptación del mercado y la etapa se queda como análisis de aceptación.

Uno de los expertos recomendó realizar cambios en cuanto a las pruebas de unitarias y de integración en algunas etapas argumentando que “la etapa de prototipado también tiene pruebas automatizadas ... Las pruebas unitarias y automatizadas irían en el desarrollo e implementación La prueba y validación es más como del cliente... entonces ahí irían pruebas de aceptación y no pruebas unitarias y de integración” (experto 5), por lo que se realizan los cambios correspondientes. Además, también se mencionó que “sería valioso también incluir los *TRL* (niveles de madurez de la tecnología) en la etapa de prototipado. Además, un experto sugiere que antes de la etapa de lanzamiento “hacer esto, pero probarlo con una pequeña cantidad de personas con un prototipo, con un público determinado poquito al final, antes del lanzamiento” (experto 7).

Por su parte, otro experto recomienda incluir la secuencia de datos que fluye a través de un programa dentro de la etapa de desarrollo e implementación: “*Stream programing* funciona muy bien pero dentro del desarrollo e implementación más que en prototipado... más enfocado en las buenas prácticas” (experto 8). Finalmente, dentro de las sugerencias principales para las etapas y etapas, era definir roles y responsables de las actividades, así como más partes interesadas: “incluye también a las *partes interesadas* externos... creo que es importante el público objetivo o los expertos de un dominio” (experto 4), “recomiendo definir quienes se encargarían de las actividades... mencionar los roles en la metodología,

no son los mismos que hacen la investigación de mercados que los que hacen el desarrollo” (experto 5).

En ese sentido, en la Tabla 9 se presentan las etapas del marco ágil propuesto, junto con sus respectivas etapas modificadas y las actividades incluidas, de acuerdo con las recomendaciones de los expertos. Se añadieron nuevas etapas y actividades, y se renombraron algunas etapas. Además, se asignaron responsables y colaboradores para cada una de las etapas.

Tabla 9

Fases, etapas, actividades, responsables y colaboradores del marco ágil propuesto para dinamizar las prácticas de innovación en su versión final validada.

Fase	Etapas	Actividades	Responsable	Colaboradores
Desubrimiento de producto	Mercado*	Investigación de mercado y análisis de tendencias	Administrador de procesos y propietario del producto	Propietario del producto, Miembro individual del equipo, Administrador de procesos.
		Definición de objetivos y metas		
		Identificación de oportunidades y desafíos		
		Realización de un análisis <i>PESTEL</i> * Desarrollo de una estrategia de innovación*		
	Necesidades del cliente	Interacción con clientes	Propietario del producto, Miembro individual del equipo y Administrador de procesos	Miembro individual del equipo, Propietario del producto, Administrador de procesos y Maestro Scrum
		Aplicación de metodología de objeciones*		
		Establecimiento de una hoja de ruta de desarrollo orientado a TRL*		
		Análisis de costo-riesgo*		
	Análisis de oportunidad*	Talleres de evaluación de viabilidad integral	Administrador de procesos y Miembro individual del equipo	Propietario del producto, Scrum Master y Miembro individual del equipo
		Evaluación de costo-riesgo y mantenibilidad*		
		Prototipado inicial y pruebas de concepto		
		Auditoría y revisión de cumplimiento		
	Identificación de requisitos y diseño	Desglose de funcionalidades y características	Propietario del producto, Miembro individual del equipo y	Miembro individual del equipo, Propietario del producto, Maestro Scrum y Administrador de procesos
		Creación de historias de usuario y definición de criterios de aceptación		
		Validación con las partes interesadas		

	<p>Creación de esquemas visuales y prototipos de baja fidelidad</p> <hr/> <p>Iteración en el diseño basada en retroalimentación</p> <hr/> <p>Validación del diseño con usuarios y expertos</p> <hr/> <p>Evaluación inicial de TRL*</p>	Administrador de procesos	
Ideación	<p>Sesiones creativas para generar ideas</p> <hr/> <p>Filtrado y selección de ideas prometedoras</p> <hr/> <p>Creación de un backlog de ideas</p> <hr/> <p>Desarrollo de una estrategia de innovación*</p> <hr/> <p>Evaluación y gestión de propiedad intelectual*</p> <hr/> <p>Evaluación de la capacidad interna de desarrollo*</p>	Maestro Scrum, Propietario del producto y Administrador de procesos	Miembro individual del equipo, Propietario del producto y Maestro Scrum
Desarrollo y creación de prototipos	<p>Proceso de integración de nuevos usuarios y definición de la forma de trabajo*</p> <hr/> <p>Asignación y escalabilidad de equipos de desarrollo*</p> <hr/> <p>Implementación de pruebas unitarias con enfoque colaborativo*</p> <hr/> <p>Implementación iterativa e incremental</p> <hr/> <p>Uso de metodologías ágiles como <i>Scrum</i> o <i>Kanban</i></p> <hr/> <p>Experiencia de usuario (UX)*</p> <hr/> <p>Integración continua y pruebas automatizadas</p> <hr/> <p>Desarrollo de prototipos de alta fidelidad</p> <hr/> <p>Pruebas de usabilidad automatizadas*</p> <hr/> <p>Retroalimentación con el equipo de desarrollo</p> <hr/> <p>Implementación de buenas prácticas en el manejo de repositorios*</p> <hr/> <p>Ejecución de pruebas unitarias con estándares de calidad*</p> <hr/> <p>Evaluación continua de la mantenibilidad*</p> <hr/> <p>Evaluación de progresión de TRL*</p>	Maestro Scrum, Administrador de procesos, Miembro individual del equipo y Administrador de procesos	Miembro individual del equipo, Propietario del producto y Maestro Scrum
Proceso de establecer el	<p>Análisis de la competencia</p> <hr/> <p>Segmentación de clientes</p> <hr/> <p>Costeo del producto</p>	Administrador de procesos y	Propietario del producto, Administrador

	precio de venta *	Determinación de estrategias de precios Simulación de escenarios	Propietario del producto	de procesos y Miembro individual del equipo
	Estimación de ahorros (optimización)	Análisis de procesos actuales Recolección de datos Identificación de oportunidades de ahorro Propuesta de mejoras Implementación de mejoras	Administrador de procesos y Miembro individual del equipo	Miembro individual del equipo, Administrador de procesos y Propietario del producto
	Pruebas previas y pruebas	Pruebas de aceptación* Evaluación continua con los usuarios Corrección de errores y mejoras iterativas Coordinación entre equipos para pruebas de integración* Verificación de cumplimiento de estándares de calidad en pruebas unitarias* Evaluación de mantenibilidad del sistema*	Miembro individual del equipo y Propietario del producto	Propietario del producto, Miembro individual del equipo, Administrador de procesos y Maestro Scrum
Entrega de producto	Desarrollo e implementación	Definición clara de la metodología de trabajo*	Miembro individual del equipo, Propietario del producto y Administrador de procesos	Maestro Scrum, Propietario del producto, Miembro individual del equipo y Administrador de proceso
		Implementación de secuencia de datos <i>Stream Programming</i> *		
		Escalado de equipos para implementación y pruebas*		
		Despliegue del producto en un entorno controlado		
		Monitorización y recopilación de datos		
		Monitoreo y revisión de pruebas unitarias*		
		Validación de prototipo con público reducido*		
		Ajustes finales antes del lanzamiento		
		Monitoreo y mejora continua de las buenas prácticas en repositorios*		
		Automatización del proceso de registro de propiedad intelectual*		
Despliegue*	Configuración del entorno de despliegue	Miembro individual del equipo y Administrador de procesos	Administrador de procesos, Miembro individual del equipo y Maestro Scrum	
	Ejecución del despliegue			
	Validación post-despliegue			
	Monitorización y soporte			

Escalamiento y pruebas finales*	Revisión de requisitos para escalamiento	Miembro individual del equipo y Propietario del producto	Administrador de procesos y Miembro individual del equipo
	Validación y optimización del despliegue		
	Pruebas de seguridad (<i>Security Testing</i>)		
	Pruebas de rendimiento (<i>Performance Testing</i>)		
	Pruebas de pre-lanzamiento (<i>Pre-Launch Testing</i>)		
Lanzamiento	Estrategia de Pre-Lanzamiento*	Propietario del producto, Marketing Manager y Administrador de procesos	Administrador de procesos, Miembro individual del equipo, Marketing Manager, equipo de ventas, Scrum Master, miembro individual del equipo, Soporte al cliente, Analista de datos y diseñador de UX / UI
	Lanzamiento oficial al mercado		
	Estrategias de marketing y comunicación		
	Monitoreo post-lanzamiento y manejo de retroalimentación		
	Revisión continua de métricas de éxito*		
	Implementación de mejoras basadas en la experiencia del usuario*		
Aceptación del mercado	Pruebas de chequeo y validación	Miembro individual del equipo, Administrador de procesos y Maestro Scrum	Scrum Master, Ingeniero/a de control de calidad, analista de datos, Propietario del producto, usuarios y Maestro Scrum
	Estudios de adopción tecnológica		
	Medición de índices clave		
	Retroalimentación continua		
	Informe de aceptación		

Nota: * significa cambios realizados en las etapas existentes, inclusión de nuevas etapas e inclusión de nuevas actividades. Fuente: elaboración propia.

De esta manera, se definen los siguientes roles:

- **Miembro individual del equipo de desarrollo o proyecto:** encargado de la ejecución técnica, desarrollo de código, pruebas unitarias, y prototipado.
- **Administrador de procesos:** responsable de la planificación estratégica, análisis de riesgos, auditorías, y procesos relacionados con la eficiencia operativa.
- **Propietario del producto:** define la visión del producto, prioriza el backlog, y colabora en la definición de objetivos estratégicos.
- **Maestro Scrum:** facilita la metodología *Scrum*, elimina impedimentos y garantiza la adherencia a las prácticas ágiles. Organiza sesiones creativas y retrospectivas, y fomenta la comunicación entre el equipo.

6.1.3. Generalidades del marco propuesto

Los expertos realizaron recomendaciones sobre aspectos generales a considerar en el marco ágil propuesto en este trabajo de grado. Algunos destacaron la importancia de establecer tiempos específicos para demostrar la agilidad del marco. Uno de ellos mencionó: “Otra cosa importante, dale un tiempo a este producto porque con esto se fija la agilidad... por ejemplo, identificación de oportunidad en tres semanas, y si usted se pasa de eso, ya no es ágil... dale tiempo para que se lea que es ágil” (experto 1). Esta recomendación se basa en la literatura que sugiere construir un motor de innovación en 90 días y está alineada con el enfoque de *los startups lean*. Se recomienda incluir un “sistema de innovación mínimo viable” que, en lugar de requerir años de trabajo, permita fomentar ideas innovadoras, identificarlas, compartirlas, revisarlas, priorizarlas, dotarlas de recursos y desarrollarlas en un tiempo más corto (Anthony et al., 2014).

Frente a esta recomendación, otro experto resalta que “el tiempo de 90 días es muy retador dependiendo del producto... lo que se logra en tres *sprints* (periodos) son productos pequeños y sin desarrollo completo... entonces, con esos productos pequeños se podría ayudar a validar la aceptación del cliente... sería más pertinente pensar en una reducción de tiempo más que en un tiempo específico” (experto 9). Por tanto, el marco recomendará la aplicación de un sistema de innovación mínimo viable en 90 días, dependiendo de la complejidad del producto o proyecto de innovación que las organizaciones del sector TI de Medellín lleven a cabo. Esto con el fin de reducir los tiempos de creación de una función de innovación confiable y estratégicamente enfocada, que no requiera años de trabajo.

Otra recomendación importante se orienta a las reuniones del equipo de trabajo. Un experto menciona que es crucial “... incluir un *feedback* (retroalimentación) - vamos a tener un *daily* (reunión diaria) todos los días, reuniones de retrospectiva...” (experto 2). Otro experto coincide en “incluir información sobre las reuniones, tipo *scrum*...” (experto 5). Además, otro experto sugiere “mirar lo de refinamiento de *scrum*... eso nos ayuda a revisar y refinar lo que se va a trabajar... son necesarios esos espacios para hacer ajustes y no esperar solo el *feedback*... también analizar a nivel táctico, estratégico y técnico los cambios que se pueden

hacer...” (experto 7). En ese sentido, en la Figura 22 se presenta una visualización de los periodos planteados en el marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación, así como la propuesta de reuniones diarias (*Daily Meet*) para revisar los avances del producto o proyecto innovador que se esté desarrollando dentro de la organización.

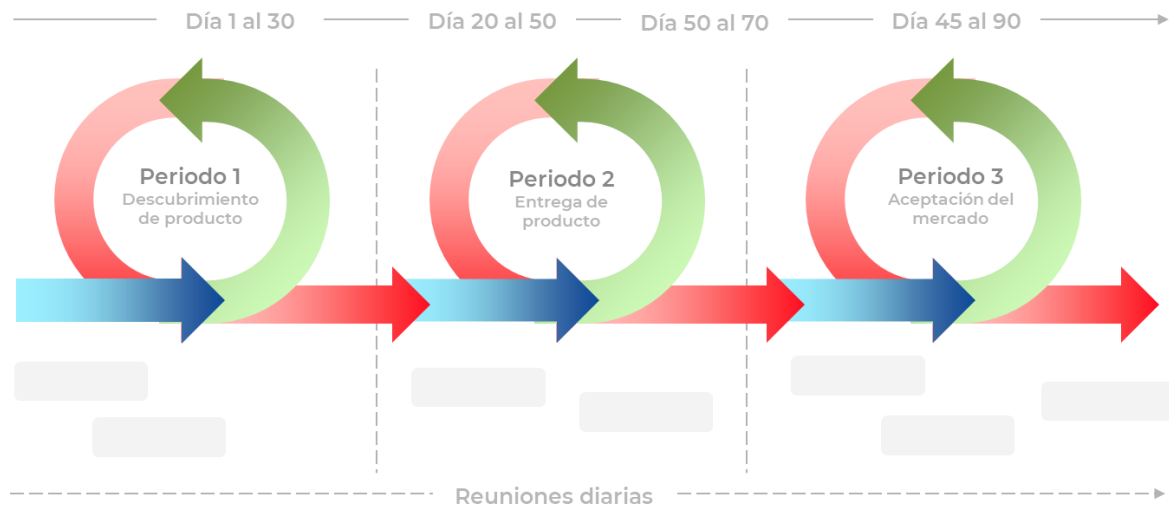


Figura 22. Periodos y reuniones diarias del marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación propuesto.
Fuente: elaboración propia

De esta manera, se establece dividir las etapas del marco propuesto en un plazo de 90 días teniendo en consideración los tiempos sugeridos y cómo se pueden organizar en periodos. El marco para construir un motor de innovación en 90 días propuesto por Anthony et al. (2014) propone:

- **Día 1 al 30:** definir áreas de innovación para identificar y definir las áreas de innovación prioritarias. Este periodo iniciaría en la actividad de investigación de mercado y análisis de tendencias e iría hasta el establecimiento de una hoja de ruta de desarrollo orientado a TRL.
- **Día 20 al 50:** concentrarse en algunas áreas de oportunidad estratégica para priorizar y desarrollar soluciones para las áreas estratégicas identificadas. Este periodo comprendería desde la etapa prototipado inicial y pruebas de concepto hasta la evaluación continua de la mantenibilidad y progresión de TRL.

- **Día 20 al 70:** formar un equipo pequeño multidisciplinario y dedicado para desarrollar las innovaciones y realizar entregas incrementales. Este periodo inicia con la formación del equipo dedicado e iría hasta la preparación y ejecución de pruebas de escalamiento y pre-lanzamiento.
- **Día 45 al 90:** crear un mecanismo para guiar proyectos y establecer un marco de trabajo para la implementación y escalamiento de innovaciones. Inicia con el lanzamiento oficial al mercado hasta la retroalimentación continua y análisis de aceptación.

Adicionalmente, se proponen unas reuniones para planear y revisar avances en el producto o proyecto de innovación. En el periodo 1 se establecen reuniones enfocadas a: 1. Definir los objetivos del periodo, áreas de enfoque, y asignación de roles. 2. Revisar el progreso y resolver impedimentos. 3. Presentación de los hallazgos y validación de las áreas de innovación identificadas. 4. Reflexionar sobre el periodo, lecciones aprendidas, y mejoras para el siguiente periodo.

En el periodo 2 se proponen reuniones con el fin de: 1. Definir las actividades y objetivos para el desarrollo y entrega del producto. 2. Realizar seguimiento diario del progreso, revisión de tareas y resolución de problemas. 3. Realizar una revisión intermedia del progreso, ajustes de prioridades y redirección si es necesario. 4. Presentar los prototipos, pruebas realizadas y validación de los resultados. 5. Evaluar la efectividad del equipo, identificando mejoras para el periodo final.

En el periodo 3 se proponen, además, reuniones con el fin de: 1. Planificar actividades clave para el lanzamiento, escalamiento, y aceptación del producto en el mercado. 2. Monitorear diariamente el progreso hacia el lanzamiento y aceptación del producto. 3. Evaluar la preparación del mercado, ajustes finales antes del lanzamiento. 4. Revisar el desempeño en el mercado, satisfacción del cliente, y retroalimentación post-lanzamiento. 5. Reflexionar sobre todo el proceso de los 90 días, identificando éxitos y áreas de mejora para futuros proyectos. La periodicidad para cada una de las reuniones de cada periodo debería ser definida por el equipo de partes interesadas de acuerdo con sus necesidades.

Otro aspecto que se ha abordado dentro de las generalidades del marco propuesto tiene que ver con la financiación, pues un experto opina que “yo colocaría como transversal no solo en el desarrollo e implementación el análisis de financiación... es transversal a todo... evaluar qué factibilidad hay de darle más presupuesto... reevaluar la asignación presupuestaria... es lo único que le cambiaría a cómo lo veo...” (experto 8), otro experto coincide en que se debe “considerar las vigencias futuras del año fiscal de las entidades públicas... en financiación recomiendo la banca multilateral que patrocina muchos desarrollos ... banco interamericano de desarrollo, banco mundial...” (experto 6). Además, un experto recomienda sobre este aspecto “lo que hablabas de presupuestos anualizados hay algo que se llama presupuestos flexibles. Incluso hay un modelo que se llama *Lean Portfolio Management* que realmente se hacen análisis trimestrales de ejecución de presupuestos y a que le voy a apuntar a lo que sigue... Marco de escalado *SAfe*” (experto 8).

Por tanto, se asume que, en el contexto de los proyectos y productos de innovación, la financiación siempre será un punto crítico que debe considerarse no solo en una etapa de desarrollo, sino que es transversal a todas las etapas y etapas del marco. Así pues, este marco de estudio propone integrar la financiación como un elemento transversal, abarcando todas las fases desde la planificación inicial hasta la implementación y escalamiento. Con esto presente, se plantea un análisis desde el inicio de las oportunidades en el mercado para identificar la forma de financiación del producto o proyecto de innovación, ya sea mediante financiación externa por entidades financieras como el Banco Interamericano o el Banco Mundial, otras entidades financieras que apoyan proyectos de TI mediante la búsqueda y participación en convocatorias de financiación, la colaboración bajo el modelo de la *triple hélice*, recursos propios o financiación independiente con entidades bancarias.

Otro experto sugiere que se deben hacer algunas claridades. La primera se refiere a la distinción entre producto o proyecto de innovación, pues en el marco no es claro: “ahí habría que validar desde un inicio si es un proyecto o un producto de TI... los proyectos trabajan más con metodologías tradicionales y los productos con metodologías ágiles... entonces hacer diferenciación entre proyectos y productos” (experto 7). Por tanto, se aclara como aspecto general que el marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación en las pymes

del sector TI de la ciudad de Medellín, propuesto en este trabajo de grado, se orienta tanto a proyectos de innovación como a productos de innovación, considerando que cada uno es diferente y conlleva tiempos diferentes de ejecución. La propuesta de marco busca generar recomendaciones generales que se acoplen a la ejecución de cada uno, ya sea proyecto o producto.

También, los expertos sugieren que se realice una distinción entre cliente y usuario, dado que son diferentes y se podría confundir en el marco, ya que muchas veces, el cliente no necesariamente es el usuario final: “en estos tipos de marcos, más que hablar de clientes, hablar de usuarios para no confundir” (experto 9). En función de acoger esta recomendación, en este marco se considera el cliente como la entidad o persona que financia, patrocina o adquiere el producto o servicio. También, quien toma la decisión de compra o de inversión y, en muchos casos, el cliente tiene un interés estratégico o comercial en el éxito del proyecto. Mientras tanto, el usuario sería a persona que interactúa directamente con el producto o servicio desarrollado, es decir, el usuario final del producto quien utilizará el producto en su día a día, y su experiencia y satisfacción son cruciales para el éxito del proyecto. Para ambos roles, se resalta la necesidad de retroalimentación dentro del marco propuesto.

Finalmente, un experto resalta que sería muy valioso incluir indicadores de innovación dentro del marco propuesto en este trabajo de grado. Este experto menciona que “me gustan todas las etapas propuestas; sin embargo, considero que es necesario incluir indicadores. Es fundamental medir el impacto de la innovación, ya sea a nivel general o de manera específica, puedes medir el impacto de la innovación en este marco o el impacto del agilismo en la innovación ya tú validas lo que sea más pertinente” (experto 10).

Considerando esta recomendación, se plantea que en las últimas fases de avance del proyecto o producto se puedan identificar indicadores de innovación, ya sea, económicos, del proceso ágil, de eficiencia, de cultura o de intensidad de acuerdo con los objetivos y necesidades de la organización de medir estos índices. En ese sentido, al final la organización podría generar informes de:

- Tasas de innovación, es decir, a proporción de nuevos productos o mejoras significativas lanzadas al mercado en comparación con el total de productos ofrecidos por la organización.
- ROI de innovación, es decir, Retorno de la Inversión en Innovación, para calcular el retorno financiero directo de las iniciativas de innovación.
- La tasa de adopción de nuevas tecnologías o productos por parte de los usuarios y clientes.
- La eficiencia del equipo de desarrollo, es decir, la cantidad de trabajo completado en cada periodo.
- El ciclo de vida de ideas, es decir, el tiempo promedio desde la generación de una idea hasta su implementación efectiva.
- La proporción de pruebas de usabilidad o calidad que son aprobadas versus aquellas que requieren retrabajo.
- Las oportunidades de innovación han sido identificadas en comparación con las expectativas establecidas al inicio del proyecto.
- La viabilidad de las ideas, es decir, las ideas que se consideran viables y alineadas con los objetivos estratégicos.
- La calidad del producto final, como el número de defectos encontrados post-lanzamiento y la satisfacción del usuario con el producto.

6.1.4. Visualización del marco propuesto

Por último, en esta categoría se destacan las recomendaciones de los expertos en cuanto a cómo se ve y se percibe la visualización del marco propuesto (ver Figura 20). En términos generales, la visualización cumple con las expectativas de los expertos. Por ejemplo, uno menciona “el marco lo veo muy bien, muy ordenado, tiene una estructura lógica, está organizado de manera consecutiva” (experto 6), no obstante, también hay aspectos que se pueden mejorar. Algunos expertos recomiendan una orientación más a los clientes y usuarios transversales al marco propuesto: “el cliente debería estar en todas las etapas y que siempre haya una retroalimentación con el cliente...” (experto 5), otro experto complementa “siento

que el marco es muy lineal y normalmente cuando nosotros hablamos de una empresa centrada en el usuario, centrada en el cliente, que así debería ser pues todas las empresas, el cliente no debería aparecer solo al final, debería aparecer en todas las etapas.... todo el tiempo yo le debería estar preguntando al cliente para asegurar la aceptación de la innovación... por lo que el cliente debería de estar visible” (experto 9).

Otra recomendación de mejora de la visualización se basa en las figuras utilizadas dado que “la parte de desarrollo e implementación me genera confusión ... diría que también es fuerte en el marco de trabajo scrum y se dibuja más como estaba en prototipado... esa es la única parte que me confunde...” (experto 8) y “creo la parte más iterativa es la última etapa... porque uno llega al mercado con un producto pequeño y a ese producto hay que mejorarle funcionalidades ... solo se ve iterativa en la parte de financiación” (experto 9). En ese sentido, la visualización plantea las figuras en formas interactivas para cada una de las etapas, de acuerdo con las recomendaciones de los expertos. Los cambios, se pueden visualizar en la Figura 23.

Así, considerando las recomendaciones de todos los expertos entrevistados, se presenta la visualización final del marco ágil validado para dinamizar las prácticas de innovación en las pymes del sector TI de la ciudad de Medellín. Todas las fases (periodos) muestran un comportamiento dinámico orientado a la aceptación por parte del usuario final. Además, se incluyeron más partes interesadas, como el Maestro Scrum, los usuarios finales y el cliente, lo que permite una retroalimentación continua con todos ellos a lo largo de las etapas del marco propuesto. Finalmente, se incorpora la financiación como una actividad transversal en todo el marco. También se incluye la innovación abierta como un eje que podría guiar el desarrollo, junto con un análisis preliminar (análisis PESTEL) de las pymes del sector TI de la ciudad de Medellín.

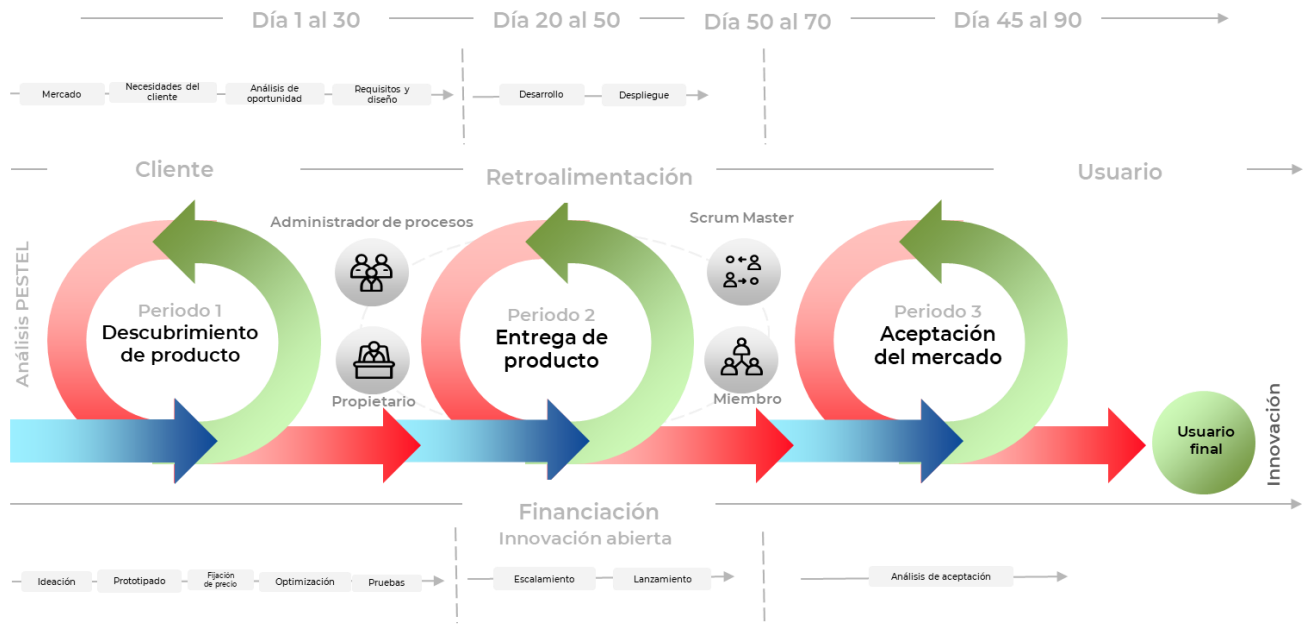


Figura 23. Visualización final validada del marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación en las pymes del sector TI de la ciudad de Medellín validado. Fuente: elaboración propia

Así pues, con base en la recomendación de los expertos activos en el mercado que conocen de cerca la necesidad de la industria, se concluye con la propuesta final del marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación en las pymes del sector TI de la ciudad de Medellín propuesto con base en antecedentes teóricos y validado mediante la consulta con expertos en el área.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones

El sector TI en Colombia ha experimentado en los últimos años, un crecimiento significativo que lo ha llevado a asumir un papel importante en la transformación de los modelos de negocio de las organizaciones y el crecimiento económico del país. Dada su importancia, en la actualidad, este sector debe enfrentar numerosos desafíos relacionados con la innovación y adopción de prácticas ágiles. Las pymes, son las organizaciones que mayores retos podrían enfrentar frente a la globalización y lo cambios constantes de las necesidades de los clientes. En ese sentido, con el fin de superar estos retos y mantener su competitividad en un mercado global cada vez más dinámico, es fundamental que las empresas de este sector inviertan en investigación y desarrollo, adopten metodologías ágiles para dinamizar sus prácticas de innovación.

Además, la implementación de estrategias de innovación y metodologías ágiles se ha convertido en un factor crucial para el éxito y la competitividad de las empresas del sector TI, sobre todo en el caso de las pymes. No obstante, la implementación de metodologías y marcos ágiles y la adopción de prácticas de innovación presenta desafíos como la resistencia al cambio, la falta de conocimiento y las limitaciones de recursos. Por tanto, es fundamental que las pymes fomenten una cultura de innovación, inviertan en la formación de su personal, establezcan alianzas estratégicas y adapten las metodologías ágiles a sus contextos específicos.

Este estudio abordó la necesidad de dinamizar las prácticas de innovación en las pymes del sector TI de Medellín mediante el desarrollo de un marco ágil que sirviera como mecanismo de competitividad. A partir de una revisión de literatura y la consulta con expertos, se logró estructurar un modelo que integra metodologías ágiles y enfoques de innovación para optimizar los procesos dentro de estas organizaciones.

Los hallazgos evidenciaron que tanto las metodologías ágiles como los modelos de innovación comparten características esenciales, como la orientación a la satisfacción del

cliente, la colaboración entre equipos, la resolución eficiente de problemas y la capacidad de adaptación a entornos dinámicos. Además, se identificó que su implementación favorece la reducción de tiempos de desarrollo, la mejora en la calidad de productos y servicios, y la generación de valor estratégico para las organizaciones.

En cuanto a las dinámicas de implementación del agilismo, se identificaron las etapas más recurrentes en estos procesos, incluyendo desarrollo, prueba y validación, implementación, ideación, evaluación, planificación, identificación de requisitos y diseño. Se evidenció que estructurar los procesos en etapas definidas permite a las organizaciones optimizar su capacidad de innovación, mejorar la gestión de proyectos y responder de manera ágil a las demandas del mercado.

A partir de este análisis, se propuso un marco ágil compuesto por tres fases principales: prototipado, desarrollo e implementación, y aceptación. Dentro de estas fases se incluyeron diversas etapas clave, como el análisis del mercado, la identificación de necesidades del cliente, la evaluación de viabilidad, el desarrollo de prototipos, la fijación de precios, la validación y el escalamiento. Dicho marco se caracterizó por su énfasis en la flexibilidad, la optimización de tareas, la reducción de la incertidumbre y la generación de valor estratégico para las organizaciones.

Para validar la propuesta, se realizó una consulta con 10 expertos en innovación y metodologías ágiles, quienes aportaron recomendaciones clave sobre la estructura y las fases del marco. Como resultado de este proceso, se realizaron ajustes y refinamientos en la nomenclatura de las fases y etapas, incorporando nuevos elementos como el análisis de oportunidad, el proceso de asignación de precios y la evaluación de aceptación de mercado. Además, se identificaron mejoras en la gestión de tiempos, el análisis de financiación y la inclusión de partes interesadas dentro del proceso de innovación.

En definitiva, el desarrollo de este marco ágil representa un aporte significativo para las pymes del sector TI de Medellín, ya que les proporciona una estructura metodológica flexible y adaptable para potenciar sus prácticas de innovación. La combinación de principios ágiles con un enfoque estratégico permite a estas empresas mejorar su competitividad en un entorno

dinámico y altamente exigente, consolidando su posicionamiento dentro del ecosistema tecnológico de la región.

7.2. Recomendaciones

Si bien este estudio propone un marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación, es importante reconocer sus limitaciones. Una posible limitación del estudio radica en la redacción de los objetivos específicos, ya que uno de ellos emplea el mismo verbo del objetivo general. Por tanto, se recomienda tener en cuenta este aspecto para futuros estudios. Adicionalmente, la ecuación de búsqueda utilizada en la fase de revisión de literatura no incluyó el término *framework*, lo que pudo limitar la búsqueda de estudios relevantes sobre el tema de investigación.

En la misma línea de revisión de literatura, se destaca el número de documentos analizados, ya que la aplicación de criterios de exclusión rigurosos redujo significativamente el conjunto final de estudios considerados. Aunque este enfoque permitió un análisis más focalizado y detallado, podría haber introducido un sesgo al limitar la diversidad de perspectivas incluidas. Así mismo, la revisión de literatura no ofrece un proceso de innovación con sus fases del ciclo ordenadas y en su lugar, se presentan en forma de recurrencia. En cuanto al análisis cualitativo de los expertos, se destaca que no se hizo uso de alguna herramienta de análisis, por lo que también se convierte en una recomendación para futuros estudios.

En cuanto a la propuesta, esta enfrenta desafíos significativos en la aceleración de proyectos o productos innovadores dentro de las organizaciones. Implica retos organizacionales que no se exploran a fondo en este trabajo de grado, como la transversalización y el cambio de dinámicas dentro de las empresas del sector TI. Estas organizaciones deben colaborar estrechamente para lograr el objetivo del marco, considerando que las actividades planteadas en el tiempo recomendado requieren de un equipo amplio y capacitado (que quizás las pymes no tengan en cantidad). Por tanto, futuros estudios podrían abordar este aspecto en la propuesta de marcos ágiles orientados a la innovación.

Otra limitación se relaciona con la diversidad de actividades económicas dentro del sector TI. Es crucial considerar estas diferencias al aplicar el marco propuesto, ya que no todas las organizaciones del sector se enfocan en la comercialización de productos y servicios como el desarrollo de software. Algunas empresas, como las *Fintech*, utilizan sistemas de información para ofrecer productos y servicios distintos. Por lo tanto, futuras propuestas podrían tener en cuenta esta variedad de modelos de negocio dentro del sector TI.

La fijación de precios también es un tema para considerar de acuerdo con la naturaleza de la organización. Además, el marco está diseñado específicamente para las pymes del sector TI de Medellín, lo que podría limitar su aplicabilidad en otros contextos geográficos o en empresas de diferentes tamaños. Por tanto, futuras investigaciones podrían aplicar el marco propuesto en otras regiones y adaptarse a las necesidades específicas de cada una. Y en esta misma línea, se destaca otra limitación y es que se validó teóricamente con expertos, pero no se realiza una implementación práctica en empresas reales, lo que podría representar oportunidades de investigación previstos en su aplicación.

En consecuencia, el marco se basa en gran medida en una revisión de literatura, lo que podría no capturar completamente las realidades actuales del mercado. Por tanto, se resalta la necesidad de aplicar el marco ágil propuesto en un entorno real y documentarlo en futuras investigaciones. Finalmente, además de la mención que se realiza a los indicadores de innovación, en la propuesta no se mencionan métricas específicas para medir el éxito de la implementación del marco en términos de mejora de las prácticas de innovación. De esta manera, futuros estudios se podrían complementar con este aspecto.

Referencias

- Abid, A., Jie, S., Aslam, W., Batool, S., y Lili, Y. (2020). Application of structural equation modelling to develop a conceptual model for smallholder's credit access: The mediation of agility and innovativeness in organic food value chain finance. *PLoS ONE*, 15(8), e0235921. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235921>
- ACI Medellín (2022). *Medellín, capital del desarrollo TI de América Latina*. Recuperado de https://acimedellin.org/wp-content/uploads/2022/08/Technology__ACI_ebook.pdf
- ACI Medellín (2023). *Medellín: capital del sector ti en Colombia y centro de inversiones para proyectos de tecnología a nivel global*. Recuperado de <https://acimedellin.org/informe-medellin-capital-del-talento-stem-en-colombia/>
- ACI Medellín (2023). *Oficialmente Medellín es Distrito de Ciencia, Tecnología e innovación en Colombia*. Recuperado de <https://acimedellin.org/oficialmente-medellin-es-distrito-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-en-colombia/>
- Adam, N. A., y Alarifi, G. (2021). Innovation practices for survival of small and medium enterprises (SMEs) in the COVID-19 times: the role of external support. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 10, 15. <https://doi.org/10.1186/s13731-021-00156-6>
- Adam, P. A. (2023). *Agile in ISO 9001. How to Integrate Agile Processes into Your Quality Management System*. Springer.
- Ajayi, F. A., y Udeh, C. A. (2024). Agile Work Cultures in It: A Conceptual Analysis Of Hr's Role in Fostering Innovation Supply Chain. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, 6(4), 1138-1156. <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i4.1004>
- Al-Sakhnini, M. M. (2022). The Impact Of Covid-19 On The Information Technology Sector In Egypt And Uae (Challenges And Opportunities). *Journal of Positive School Psychology*, 6(8), 7611-7621.

- Al-Saqqa, S., Sawalha, S., y Abdelnabi, H. (2020). Agile Software Development: Methodologies and Trends. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 14(11), pp. 246–270. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i11.13269>
- Alaidaros, H., Omar, M., y Romli, R. (2021). The state of the art of agile kanban method: challenges and opportunities. *Independent Journal of Management & Production*, 12(8), 2535-2550. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v12i8.1482>
- Alcaldía de Medellín (2020). *Plan de Desarrollo Medellín Futuro*. Recuperado de https://www.medellin.edu.co/wp-content/uploads/Librilloresumen_PlanDesarrolloMedellin2020-2023_MedellinFuturo.pdf
- Alcaldía de Medellín (2021). *Plan Estratégico Secretaría de Innovación Digital de Tecnologías de la Información 2021 – 2024*. Recuperado de https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/NuestroGobierno/PlanesInstitucionalesyEstrategicos/Shared%20Content/Documentos/2021/PETI_Anexo1.pdf
- Almeida, F., y Espinheira, E. (2021). Large-Scale Agile Frameworks: A Comparative Review. *Journal of Applied Sciences, Management and Engineering Technology*, 2(1), 16-29.
- Almeida, J. F. d., Amaral, D. C., y Coelho, R. T. (2021). Innovative Framework to manage New Product Development (NPD) Integrating Additive Manufacturing (AM) and Agile Management. *Procedia CIRP*, 103, 128-133. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.10.020>
- Albers, A., Heimicke, J., Walter, B., Basedow, G. N., Reiß, N., Heitger, N., Ott, S., y Bursac, N. (2018). Product Profiles: Modelling customer benefits as a foundation to bring inventions to innovations. *Procedia CIRP*, 70, 253-258. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.02.044>
- Amorim, A. C., Mira da Silva, M., Pereira, R., y Gonçalves, M. (2021). Using agile methodologies for adopting COBIT. *Information Systems*, 101, 101496. <https://doi.org/10.1016/j.is.2020.101496>
- Andriyani, Y., Suropto, Yohanitas, W. A., Kartika, R. S., y Marsono (2024). Adaptive innovation model design: Integrating agile and open innovation in regional areas innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(1), 100197. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100197>

- Anes, V., Abreu, A., Dias, A., y Calado, J. (2023). A New Approach for Agile Teams' Allocation in Open Innovation Projects. *Administrative Sciences*, 13(2), 62. <https://doi.org/10.3390/admsci13020062>
- Anthony, S. D., Duncan, D. S., y Siren, P. M. A. (2014). *Build an Innovation Engine in 90 Days*. *Harvard Business Review*. Recuperado de <https://hbr.org/2014/12/build-an-innovation-engine-in-90-days>
- Anwer, F., Aftab, S., Waheed, U., y Muhammad, S. S. (2017). Agile Software Development Models TDD, FDD, DSDM, and Crystal Methods: A Survey. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering*, 8(2), 1-10.
- APC Consulting (2019). *Caracterización y evolución del sector TI 2016-2018*. Fedesoft. Recuperado de <https://cenisoft.org/wp-content/uploads/2021/02/Estudio-Characterizacion-Sector-TI-2016-2018.pdf>
- Arbussa, A., Bikfalvi, A., y Marquès, P. (2017). Strategic agility-driven business model renewal: the case of an SME. *Management Decision*, 55(2), 271-293. <https://doi.org/10.1108/MD-05-2016-0355>
- Arias Bareño, E. O. (2020). Integración de Lean, Design Thinking y Agile en la gestión de proyectos. *SIGNOS - Investigación En Sistemas De gestión*, 12(2), 161-174. <https://doi.org/10.15332/24631140.5942>
- Armouti, M., Alhajhassan, S., & Alsamara, K. (2023). *An Adapted Technology Acceptance Model (TAM 5) Framework to Enhance User Acceptance and Experience*. The Eurasia Proceedings of Science Technology Engineering and Mathematics, 26, 190-201.
- Asmar, L., Rabe, M., Low, C. R., Yee, J., Kühn, A., y Dumitrescu, R. (2018). Framework for the agile development of innovative Product-Service-Systems for existing physical rehabilitation systems. *Procedia Manufacturing*, 24, 147-152. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.06.047>
- Awwad, A. S., Ababneh, O. M. A., y Karasneh, M. (2022). The Mediating Impact of IT Capabilities on the Association between Dynamic Capabilities and Organizational Agility: The Case of

- the Jordanian IT Sector. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 23, 315-330. <https://doi.org/10.1007/s40171-022-00303-2>
- Ayunda, P. L., y Budiardjo, E. K. (2020). *Evaluation of Scrum Practice Maturity in Software Development of Mobile Communication Application*. 2020 3rd International Conference on Computer and Informatics Engineering (IC2IE), Yogyakarta, Indonesia. <https://doi.org/10.1109/IC2IE50715.2020.9274625>
- Baena-Navarro, R., Vergara-Villadiego, J., Carriazo-Regino, Y., Crawford-Vidal, R., y Barreiro-Pinto, F. (2024). Challenges in implementing free software in small and medium-sized enterprises in the city of Montería: a case study. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 13(1), 586-597. <https://doi.org/10.11591/eei.v13i1.6710>
- Bagiu, N., Avasilcăi, S., y Alexa, L. (2018). An "agile" approach to develop a crowdsourcing platform: the case of Cre@tive.biz. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 400(6), 062003. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/400/6/062003>
- Baregheh, A., Rowley, J., y Sambrook, S. (2009). Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management Decision*, 47(8), 1323-1339. <https://doi.org/10.1108/00251740910984578>
- Barraood, S. O., Mohd, H., y Baharom, F. (2021). A Comparison Study of Software Testing Activities in Agile Methods. *Knowledge Management International Conference (KMICe)*, 130-137.
- Barreto Ferreira, J. R., y Petit Torres, E. E. (2017). Modelos explicativos del proceso de innovación tecnológica en las organizaciones. *Revista Venezolana de Gerencia*, 22(79), 387-405.
- Batliner, M., Boës, S., Heck, J., y Meboldt, M. (2022). Linking Testing Activities with Success in Agile Development of Physical Products. *Procedia CIRP*, 109, 146-154. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.228>
- Baxter, D., Dacre, N., Dong, H., y Ceylan, S. (2023). Institutional challenges in agile adoption: Evidence from a public sector IT Project. *Government Information Quarterly*, 40(4), 101858. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101858>

- Beaumont, M., Thuriaux-Alemán, B., Prasad, P., y Hatton, C. (2017). Using Agile approaches for breakthrough product innovation. *Strategy & Leadership*, 45(6), 19-25. <https://doi.org/10.1108/SL-08-2017-0076>
- Beedle, M., Bennekum, A. V., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Schwaber, K., Sutherland, J., y Thomas, D. (2001). *Manifiesto por el Desarrollo Ágil de Software*. Recuperado de <http://agilemanifesto.org/iso/es/manifiesto.html>
- Bellis, P., Cunial, M., y Trabucchi, D. (2024). Mastering hybrid worlds through digital leadership: The role of agility in fostering innovation. *Business Horizons*. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2024.04.002>
- Berg, V., Birkeland, J., Nguyen-Duc, A., Pappas, I. O., y Jaccheri, L. (2020). Achieving agility and quality in product development - an empirical study of hardware startups. *Journal of Systems and Software*, 167, 110599. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110599>
- Bermejo, M. (2011). *El Kanban*. Universitat Oberta de Catalunya.
- Bernal Jiménez, M. C., y Rodríguez Ibarra, D. L. (2019). Las tecnologías de la información y comunicación como factor de innovación y competitividad empresarial. *Scientia Et Technica*, 24(1), 85–95. <https://doi.org/10.22517/23447214.20401>
- Berre, A. J. (2012). An Agile Model-Based Framework for Service Innovation for the Future Internet. En M. Grossniklaus, y M. Wimmer, (Eds.). *Current Trends in Web Engineering. ICWE 2012. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 7703, pp. 1-4). Berlin Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35623-0_1
- Bhatia, A., Cheng, J., Salek, S., Chokshi, V., y Jetter, A. (2017). *Improving the Effectiveness of Fuzzy Front End Management: Expanding Stage-Gate Methodologies through Agile*. 2017 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), Portland, OR, USA. <https://doi.org/10.23919/PICMET.2017.8125390>
- Bhatti, S. H., Santoro, G., Khan, J., y Rizzato, F. (2021). Antecedents and consequences of business model innovation in the IT industry. *Journal of Business Research*, 123, 389-400. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.003>

- Biazzo, S., Panizzolo, R., y de Crescenzo, A. M. (2016). Lean Management and Product Innovation: A Critical Review. En A. Chiarini, P. Found y N. Rich (Eds.). *Understanding the Lean Enterprise. Measuring Operations Performance* (pp. 237-260). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19995-5_11
- Blanc, S., Merlino, V. M., Versino, A., Mastro Monaco, G., Sparacino, A., Massaglia, S., y Borra, D. (2022). The Role of Chocolate Web-Based Communication in a Regional Context: Its Implication for Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(2), 84. <https://doi.org/10.3390/joitmc8020084>
- Blank, S. G. (2013). *The Startup Owner's Manual: The Step-by-Step Guide for Building a Great Company*. Wiley.
- Böhmer, A., Richter, C., Hostettler, R., Schneider, P., Plum, I., Böhrer, D., Lindemann, U., Conradt, J., y Knoll, A. (2016). *Think. make. start.-an agile framework*. DS 84: Proceedings of the DESIGN 2016 14th International Design Conference.
- Book, M., Gruhn, V., y Striemer, R. (2012). adVANTAGE: A Fair Pricing Model for Agile Software Development Contracting. In: C. Wohlin (Eds.). *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming. XP 2012. Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 111, pp. 193-200). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30350-0_15
- Börstler, J., Ali, N. B., Petersen, K., y Engström, E. (2024). Acceptance behavior theories and models in software engineering — A mapping study. *Information and Software Technology*, 172, 107469. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2024.107469>
- Bouwman, H., Heikkilä, J., Heikkilä, M., Leopold, C., y Haaker, T. (2017). Achieving agility using business model stress testing. *Electronic Markets*, 28, 149-162. <https://doi.org/10.1007/s12525-016-0243-0>
- Brand, M., Tiberius, V., Bican, P. M., y Brem, A. (2021). Agility as an innovation driver: towards an agile front end of innovation framework. *Review of Managerial Science*, 15, 157-187. <https://doi.org/10.1007/s11846-019-00373-0>

- Brandl, F. J., Kagerer, M., y Reinhart, G. (2018). A Hybrid Innovation Management Framework for Manufacturing – Enablers for more Agility in Plants. *Procedia CIRP*, 72, 1154-1159. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.04.022>
- Breitschuh, J., Albers, A., Seyb, P., Hohler, S., Benz, J., Reiß, N., y Bursac, N. (2018). *Scaling agile practices on different time scopes for complex problem solving*. DS 91: Proceedings of NordDesign 2018, Linköping, Sweden.
- Brock, K., Ouden, E. d., Langerak, F., y Podoynitsyna, K. (2020). Front End Transfers of Digital Innovations in a Hybrid Agile-Stage-Gate Setting. *Journal of Product Innovation Management (JPIM)*, 37(6), 506-527. <https://doi.org/10.1111/jpim.12556>
- Buffardi, K. (2018). *Tech Startup Learning Activities: A Formative Evaluation*. 2018 IEEE/ACM International Workshop on Software Engineering Education for Millennials (SEEM), Gothenburg, Sweden.
- Builes-Vélez, A. E., Escobar, L. M., Villamil-Mejia, C. (2024). Are Innovation and Creative Districts New Scenarios for Sustainable Urban Planning? Bogota, Medellin, and Barranquilla as Case Studies. *Sustainability*, 16, 3095. <https://doi.org/10.3390/su16073095>
- Bushuyev, S., Bushuyeva, N., Bushuieva, V., y Bushuiev, D. (2022). *Integrated Intelligence Model for Managing IT Projects*. Proceedings of the 7th International Conference on Digital Technologies in Education, Science and Industry (DTESI 2022), Almaty, Kazakhstan.
- Camacho Ramírez, W. M., Vera Castro, Y. K., y Mendez Palomeque, E. D. (2018). TIC: ¿Para qué? Funciones de las tecnologías de la información. *Recimundo*, 2(3), 680-693. [https://doi.org/10.26820/recimundo/2.\(3\).julio.2018.680-693](https://doi.org/10.26820/recimundo/2.(3).julio.2018.680-693)
- Cano-Pita, G. E., y García-Mendoza, M. J. (2018). Las TICs en las empresas: evolución de la tecnología-a y cambio estructural en las organizaciones. *Dominio De Las Ciencias*, 4(1), 499–510. <https://doi.org/10.23857/dc.v4i1.762>
- Cao, L., Mohan, K., Ramesh, B., y Sarkar, S. (2013). Adapting funding processes for agile IT projects: an empirical investigation. *European Journal of Information Systems*, 22(2), 191-205. <https://doi.org/10.1057/ejis.2012.9>

- Castro, L. (2023). An Agile Systems Engineering Process for Stakeholder Needs Identification and Solution Concept Design. *INSIGHT*, 26(2), 39-44. <https://doi.org/10.1002/inst.12444>
- Cendejas Valdez, J. L., Ferreira Medina, H., Vanegas Contreras, G. A., Cortes Morales, G., y Ginori González, A. H. (2019). Collaborative Integrated Model in Agile Software Development (MDSIC/MDSIC–M)-Case Study and Practical Advice. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, 10(7), 424-432. <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2019.0100759>
- CEPAL (2021). *Datos y hechos sobre la transformación digital: informe sobre los principales indicadores de adopción de tecnologías digitales en el marco de la Agenda Digital para América Latina y el Caribe*. CEPAL. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46766-datos-hechos-la-transformacion-digital-informe-principales-indicadores-adopcion>
- Chan, C. M. L., Teoh, S. Y., Yeow, A., y Pan, G. (2019). Agility in responding to disruptive digital innovation: Case study of an SME. *Information Systems Journal*, 34(3), 436-455. <https://doi.org/10.1111/isj.12215>
- Chan, F. K. Y., y Thong, J. Y. L. (2009). Acceptance of agile methodologies: A critical review and conceptual framework. *Decision Support Systems*, 46(4), 803-814. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2008.11.009>
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business Press.
- Ciric, D., Lalic, B., Gracanin, D., Palcic, I., y Zivlak, H. (2018). *Agile Project Management in New Product Development and Innovation Processes: Challenges and Benefits Beyond Software Domain*. 2018 IEEE International Symposium on Innovation and Entrepreneurship (TEMS-ISIE), Beijing, China. <https://doi.org/10.1109/TEMS-ISIE.2018.8478461>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social (2021). *Documento CONPES*. Departamento Nacional de planeación. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4023.pdf>

- Cooper, R. G. (1990). Stage-gate systems: A new tool for managing new products. *Business Horizons*, 33(3), 44-54. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(90\)90040-I](https://doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-I)
- Cooper, R. G. (2014). What's Next?: After Stage-Gate Progressive companies are developing a new generation of idea-to launch processes. *Research-Technology Management*, 20-31. <https://doi.org/10.5437/08956308X5606963>
- Cooper, R. G. (2017). Idea-to-Launch Gating Systems: Better, Faster, and More Agile Leading firms are rethinking and reinventing their idea-to-launch gating systems, adding elements of Agile to traditional Stage-Gate structures to add flexibility and speed while retaining structure. *Research-Technology Management*, 60(1), 48-52. <https://doi.org/10.1080/08956308.2017.1255057>
- Cooper, R. G., y Sommer, A. F. (2016). Agile-Stage-Gate: New idea-to-launch method for manufactured new products is faster, more responsive. *Industrial Marketing Management*, 59, 167-180. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.10.006>
- Cooper, R. G., y Sommer, A. F. (2018). Agile–Stage-Gate for Manufacturers. Changing the Way New Products Are Developed. Integrating Agile project management methods into a Stage-Gate system offers both opportunities and challenges. *Research-Technology Management*, 61(2), 17-26. <https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1421380>
- Córdoba, A., Aguayo González, F., Lama Ruiz, J. R., y de las Heras, A. (2016). Innovation in Lean Manufacturing by Kansei-Chisei Engineering. En *Materials Science Forum* (Vol. 853, pp. 48–51). Trans Tech Publications, Ltd. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/msf.853.48>
- Conner, D. R. (1998). *Leading at the edge of chaos: how to create the nimble organization*. John Wiley.
- Dabić, M., Stojčić, N., Simić, M., Potocan, V., Slavković, M., y Nedelko, Z. (2021). Intellectual agility and innovation in micro and small businesses: The mediating role of entrepreneurial leadership. *Journal of Business Research*, 123, 683-695. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.013>

- Damodharan, S., Muralidharan, V., y Muralidharan, V. (2020). *Feature Driven Agile Product Innovation Management Framework*. 2020 IEEE Technology & Engineering Management Conference (TEMSCON), Novi, MI, USA.
- Daraojimba, E. C., Nwasike, C. N., Adegbite, A. O., Ezeigweneme, C. A., y Gidiagba, J. O. (2024). Comprehensive Review of Agile Methodologies in Project Management. *Computer Science & IT Research Journal*, 5(1), 190-218. <https://doi.org/10.51594/csitrj.v5i1.717>
- Dehgani, R., y Jafari Navimipour, N. (2019). The impact of information technology and communication systems on the agility of supply chain management systems. *Kybernetes*, 48(10), 2217-2236. <https://doi.org/10.1108/K-10-2018-0532>
- Del Giudice, M., Scuotto, V., Papa, A., Tarba, S. Y., Tarba, S., y Warkentin, M. (2021). A Self-Tuning Model for Smart Manufacturing SMEs: Effects on Digital Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 38(1), 68-89. <https://doi.org/10.1111/jpim.12560>
- Denning, S. (2016). *What Is Agile?* Forbes. Recuperado de <https://www.forbes.com/sites/stevedenning/2016/08/13/what-is-agile/?sh=3f3c5e526e3d>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2021). *Encuesta de Inversión en Investigación y Desarrollo I+D*. Tecnología e innovación. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-inversion-en-investigacion-y-desarrollo-i-d?highlight=WyJzZWN0b3JlcyIsInNIY3RvciIsImRlIiwZFx1MDBIOSIsInNlcnZpY2lvcyI sInNlcnZpY2lvcyI0=>
- Departamento Nacional de Planeación (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. Plan Nacional de Desarrollo. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Resumen-PND2018-2022-final.pdf>
- Dima, A. M., y Maassen, M. A. (2018). From Waterfall to Agile software: Development models in the IT sector, 2006 to 2018. Impacts on company management. *Journal of International Studies*, 11(2), 315-326. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2018/11-2/21>
- Dolganova, O. (2021). Process of Technological Innovation Management in a Manufacturing Company: Assessment and Improvement. En E. Zaramenskikh, A. y Fedorova (Eds). *Digital*

- Transformation and New Challenges. Lecture Notes in Information Systems and Organisation* (Vol. 45, pp. 31-41). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-71397-3_3
- Džanić, A., Toroman, A., y Džanić, A. (2022). Agile Software Development: Model, Methods, Advantages and Disadvantages. *Acta Technica Corviniensis*, 15(4), 95-100.
- Edgett, S. J. (2015). *El modelo de proceso de Idea-a-Lanzamiento (Stage-Gate®): Una Visión Integral*. Disponible en <https://www.stage-gate.la/wp-content/uploads/2018/06/wp10spanish.pdf>
- Edison, H., Wang, X., y Conboy, K. (2022). Comparing Methods for Large-Scale Agile Software Development: A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 48(8), 2709-2731. <https://doi.org/10.1109/TSE.2021.3069039>
- Elnagar, S., Weistroffer, H., y Thomas, M. (2019). Agile Requirement Engineering Maturity Framework for Industry 4.0. En M. Themistocleous, y P. Rupino da Cunha (Eds) *Information Systems. EMCIS 2018. Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 341, pp 405-418). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11395-7_31
- Endres, M., Bican, P. M., y Wöllner, T. (2022). Sustainability meets agile: Using Scrum to develop frugal innovations. *Journal of Cleaner Production*, 347, 130871. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130871>
- Espinoza, J., Loarte, P., Espinoza, C., Paz, F., y Arenas, J. (2018). A New Software Development Model: Innovation Through Mobile Application with UCD. En A. Marcus, y W. Wang (Eds.). *Design, User Experience, and Usability: Theory and Practice. DUXU 2018. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 10918, pp. 673–692). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91797-9_47
- Fernandes, F., Belfort, R., y Campos, F. (2021). Agile CMII: A Methodology for Assessing Social Project Impacts Within Agile Contexts. En: J. I. Kantola, S. Nazir, y V. Salminen (Eds). *Advances in Human Factors, Business Management and Leadership. AHFE 2021. Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 267, pp. 356–362). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80876-1_45

- Fernandes, J. M., y Almeida, M. (2010). *Classification and Comparison of Agile Methods*. 2010 Seventh International Conference on the Quality of Information and Communications Technology. <https://doi.org/10.1109/QUATIC.2010.71>
- Findsrud, R. (2020). An Agile Approach to Service Innovation: Creating Valuable Service Innovation with Agile Resource Integration. *Journal of Creating Value*, 6(2), 190-207. <https://doi.org/10.1177/2394964320961886>
- Flores-Cerna, F., Sanhueza-Salazar, V-M., y Valdés-González, H-M. (2022). Metodologías ágiles: un análisis de los desafíos organizacionales para su implementación. *Revista científica*, (43), 38-49. <https://doi.org/10.14483/23448350.18332>
- Gall, D., Svensson, R. B., y Johansson, J. (2005). Dynamic Systems Development Method and Rapid Application Development. *Dynamic Systems Development Method and Rapid Application Development*, 1-15.
- García González, M. O., Sepúlveda Castaño, J. M., y Montoya Suárez, L. M. (2017). Metodologías Ágiles de Desarrollo, un Caso de Aplicación en Medellín, Colombia 2016 – 2017. *Lámpsakos*, (18), 58-63. <http://dx.doi.org/10.21501/21454086.2521>
- García Pineda, V., y Macías Urrego, J. A. (2022). Analysis of the Variables Leading to the Identification and Incorporation of Innovation Capabilities by Firms in the Colombian ICT Sector. *Innovar*, 32(84), 159-174. <https://doi.org/10.15446/innovar.v32n84.99867>
- García Pineda, V., y Macías Urrego, J. A. (2023). Identification of the information and communication technology (ICT) sector in the city of Medellín through innovation capacities and elements of Industry 4.0. *International Journal of Technology, Policy and Management*, 23(2), 216-244. <https://doi.org/10.1504/IJTPM.2023.131376>
- Ghezzi, A., y Cavallo, A. (2020). Agile Business Model Innovation in Digital Entrepreneurship: Lean Startup Approaches. *Journal of Business Research*, 110, 519-537. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.06.013>
- Gonzalez, W. (2014). Applying Agile Project Management to Predevelopment Stages of Innovation. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 11(4), 1450020. <https://doi.org/10.1142/S0219877014500205>

- Görzig, D., Kärcher, S., y Bauernhansl, T. (2019). Capability-Based Implementation of Digital Service Innovation in SMEs. En F. Ameri, K. Stecke, G. von Cieminski, y D. Kiritsis (Eds.). *Advances in Production Management Systems. Production Management for the Factory of the Future. APMS 2019. IFIP Advances in Information and Communication Technology* (Vol. 566, pp. 502–509). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30000-5_62
- Granstrand, O., y Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90-91, 102098. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2019.102098>
- Gumiński, A., Dohn, K., y Oloyede, E. (2023). Advantages And Disadvantages of Traditional and Agile Methods in Software Development Projects – Case Study. *Organization and Management Series*, (188), 191-206. <http://dx.doi.org/10.29119/1641-3466.2023.188.11>
- Guo, R., Yin, H., y Liu, X. (2023). Coopetition, organizational agility, and innovation performance in digital new ventures. *Industrial Marketing Management*, 111, 143-157. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2023.04.003>
- Haneberg, L. (2011). Training for agility. *T+ D*, 65(9), 50-55.
- Hannola, L., Friman, J., y Niemimuukko, J. (2013). Application of agile methods in the innovation process. *International Journal of Business Innovation and Research (IJBIR)*, 7(1), 84-98.
- Hassanein, A. E., y Hassanien, S. A. (2020). Cost Efficient Scrum Process Methodology to Improve Agile Software Development. *International Journal of Computer Science and Information Security (IJCSIS)*, 18(4), 123-131.
- Heilmann, P., Forsten-Astikainen, R., y Kultalahti, S. (2020). Agile HRM practices of SMEs. *Journal of Small Business Management*, 58(6), 1291-1306. <https://doi.org/10.1111/jsbm.12483>
- Heimicke, J., Kaiser, S., y Albers, A. (2021). Agile product development: an analysis of acceptance and added value in practice. *Procedia CIRP*, 100, 768-773. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.046>

- Hellmann, T. D., Sharma, A., Ferreira, J., y Maurer, F. (2012). *Agile Testing: Past, Present, and Future -- Charting a Systematic Map of Testing in Agile Software Development*. 2012 Agile Conference, Dallas, TX, USA. <https://doi.org/10.1109/Agile.2012.8>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, M. D. P. (2014a). *Metodología de la Investigación* (6ta edición). McGrawHill.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014b). Definición del alcance de la investigación que se realizará: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo. En R., Hernández-Sampieri, C., Fernández-Collado, y P., Baptista-Lucio. *Metodología de la Investigación* (6 ed., pp. 88-101). México: McGraw-Hill.
- Herrera-Franco, G., Montalván-Burbano, N., Carrión-Mero, P., Apolo-Masache, B., y Jaya-Montalvo, M. (2020). Research Trends in Geotourism: A Bibliometric Analysis Using the Scopus Database. *Geosciences*, 10(10), 379. <https://doi.org/10.3390/geosciences10100379>
- Hoeren, H., y Pinelli, S. (2018). Agile programming – Introduction and current legal challenges. *Computer Law & Security Review*, 34(5), 1131-1138. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2018.04.004>
- Hostettler, R., Böhmer, A. I., Lindemann, U., y Knoll, A. (2017). *TAF agile framework reducing uncertainty within minimum time and resources*. 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), Madeira, Portugal. <https://doi.org/10.1109/ICE.2017.8279962>
- Huss, M., Herber, D. R., y Borky, J. M. (2023). Comparing Measured Agile Software Development Metrics Using an Agile Model-Based Software Engineering Approach versus Scrum Only. *Software*, 2(3), 310-331. <https://doi.org/10.3390/software2030015>
- Huynh, H. T. N., Trieu, H. D. X., Nguyen, P. V., Tran, T. G., y Lam, L. N. H. (2021). Explicating Brand Equity in the Information Technology Sector in Vietnam. *Administrative Sciences*, 11(4), 128. <https://doi.org/10.3390/admsci11040128>
- Ibrahim, M., Aftab, S., Bakhtawar, B., Ahmad, M., Iqbal, A., Aziz, N., Javeid, M. S., y Ihnaini, B. N. S. (2020). Exploring the Agile Family: A Survey. *International Journal of Computer*

- Science and Network Security*, 20(10), 163-179.
<https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2020.20.10.22>
- Ignaim, K., Al Khatib, S. M., Alkharabsheh, K., y Fernandes, J. M. (2023). Approach to attributed feature modeling for requirements elicitation in Scrum agile development. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 101(9), 3338-3350.
- Igartua, J. I., Retegi, J., y Ganzarain, J. (2018). IM2, a Maturity Model for Innovation in SMEs. *Dirección y Organización*, 64, 42-49.
- Itzik, D., y Roy, G. (2023). Does agile methodology fit all characteristics of software projects? Review and analysis. *Empirical Software Engineering*, 28, 105.
<https://doi.org/10.1007/s10664-023-10334-7>
- Jarzębowski, A., y Weichbroth, P. (2021). A Qualitative Study on Non-Functional Requirements in Agile Software Development. *IEEE Access*, 9, 40458-40475.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3064424>
- Jiménez Chaves, V. E. (2012). El estudio de caso y su implementación en la investigación. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 8(1), 141-150.
- Jusoh, Y. Y., Abdullah, S., Ali, I. M., Noh, M. H. M., Mazlan, M. H., Bouh, C. S., y Sheng, T. Z. (2019). *Adoption of Agile Software Methodology Among the SMEs Developing an IOT Applications*. 2019 6th International Conference on Research and Innovation in Information Systems (ICRIIS), Johor Bahru, Malaysia.
<https://doi.org/10.1109/ICRIIS48246.2019.9073678>
- Jussen, P., Kuntz, J., Senderek, R., y Moser, B. (2019). Smart Service Engineering. *Procedia CIRP*, 83, 384-388. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.089>
- Kalinowski, M., Lopes, H., Furtado Teixeira, A., da Silva Cardoso, G., Kuramoto, A., Itagyba, B., et al., Goulart, W. (2020). Lean R&D: An Agile Research and Development Approach for Digital Transformation. En M. Morisio, M. Torchiano, A. Jedlitschka (Eds). *Product-Focused Software Process Improvement. PROFES 2020. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 12562, pp. 106-124). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64148-1_7

- Karagiannis, D., Buchmann, R. A., y Utz, W. (2022). The OMiLAB Digital Innovation environment: Agile conceptual models to bridge business value with Digital and Physical Twins for Product-Service Systems development. *Computers in Industry*, 138, 103631. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2022.103631>
- Kautz, K. (2010). The Impact of Pricing and Opportunistic Behavior on Information Systems Development. *Journal of Information Technology Theory and Application (JITTA)*, 10(3), 3.
- Khan, I. S., Kauppila, O., Iancu, B., Jurmu, M., Jurvansuu, M., Pirttikangas, S., Lilius, J., Koho, M., Marjakangas, E., y Majava, J. (2022). Triple helix collaborative innovation and value co-creation in an Industry 4.0 context. *International Journal of Innovation and Learning*, 32(2), 125-147. <https://doi.org/10.1504/IJIL.2022.125029>
- Khan, M. I., Qureshi, M. A., y Abbas, Q. (2010). *Agile methodology in software development (SMEs) of Pakistan software industry for successful software projects (CMM framework)*. 2010 International Conference on Educational and Network Technology, Qinhuangdao, China. <https://doi.org/10.1109/ICENT.2010.5532104>
- Kline, S. J., y Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. En Fagerberg, J., Landau, R., & Scherer, F. M. (Eds.), *The Economics of Industrial Innovation* (pp. 129-162). London: Pinter Publishers.
- Kohnová, L., Stacho, Z., Salajová, N., Stachová, K., y Papula, J. (2023). Application of agile management methods in companies operating in Slovakia and the Czech Republic. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(2), 2142809. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2142809>
- Kopytko, M., Lutay, L., Chornenka, O., Markiv, M., Grybyk, I., y Dzyubina, A. (2023). A sustainable socio-economic system model leveraging agile management technologies for fostering innovations. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 18(6), 1951-1956. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.180631>
- Krause, M., y Nyhuis, P. (2021). Requirements For A Model Of Agile Factory Planning. In: Journal of Production Systems and Logistics. *Journal of Production Systems and Logistics*, 1, 1-10. <https://doi.org/10.15488/11348>

- Kroener, I., Barnard-Wills, D., y Muraszkievicz, J. (2021). Agile ethics: an iterative and flexible approach to assessing ethical, legal and social issues in the agile development of crisis management information systems. *Ethics and Information Technology*, 23, 7-18. <https://doi.org/10.1007/s10676-019-09501-6>
- Kruachottikul, P., Dumrongvute, P., Tea-makorn, P., Kittikowit, S., y Amrapala, A. (2023). New product development process and case studies for deep-tech academic research to commercialization. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12, 48. <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00311-1>
- Kubo, H. (2017). *A Consideration of Strategy and Innovation for Hyper Smart Society Realization*. 2017 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), Portland, OR, USA. <https://doi.org/10.23919/PICMET.2017.8125243>
- Lambert, D. M., y Cooper, M. C. (2000). Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65-83. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(99\)00113-3](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(99)00113-3)
- Landgraf, K., y Jochem, R. (2012). Innovation Management Needs an Interoperable Requirements Management. En M. van Sinderen, P. Johnson, X. Xu, G. Doumeings (Eds.). *Enterprise Interoperability. IWEI 2012. Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 122, pp. 5-19). Berlin Heidelberg: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33068-1_3
- Lehnen, J., Schmidt, T. S., y Herstatt, C. (2016). Bringing agile project management into lead user projects. *International Journal of Product Development*, 21(2-3), 212-232. <https://doi.org/10.1504/IJPD.2016.078867>
- Letelier, P., y Penadés, C. (2006). Metodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP). *Técnica administrativa*, 5(26).
- Lichtenthaler, U. (2020a). A Conceptual Framework for Combining Agile and Structured Innovation Processes. *Research-Technology Management*, 63(5), 42-48. <https://doi.org/10.1080/08956308.2020.1790240>
- Lichtenthaler, U. (2020b). Agile Innovation: The Complementarity of Design Thinking and Lean Startup. *International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology (IJSSMET)*, 11(1), 157-167. <https://doi.org/10.4018/IJSSMET.2020010110>

- Liker, J. K., y Meier, J. P. (2006). *Lean Production Simplified: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Manufacturing Discipline*. Free Press.
- Lillehagen, F., y Krogstie, J. (2015). Agile Design of Sustainable Networked Enterprises. *CEUR Workshop Proceedings, 1497*, 71-80.
- Link, P., & Lewrick, M. (2014). *Agile methods in a new area of innovation management*. In Science-to-Business Marketing Conference (pp. 3-4).
- Llamas Fernández, F. J., y Fernández Rodríguez, J. C. (2018). La metodología Lean Startup: desarrollo y aplicación para el emprendimiento. *Revista EAN*, (84), 79-95. <https://doi.org/10.21158/01208160.n84.2018.1918>
- Loforte Ribeiro, F., y Timóteo Fernandes, M. (2010). Exploring agile methods in construction small and medium enterprises: a case study. *Journal of Enterprise Information Management*, 23(2), 161-180. <https://doi.org/10.1108/17410391011019750>
- Lomelí, L. (2023). *Metodología Scrum: Roles, Procesos y Artefactos*. Innevo. Disponible en <https://innevo.com/blog/metodologia-scrum>
- López, O., Blanco, M., y Guerra, S. (2008). Evolución de los modelos de la gestión de innovación. *InnOvaciOnes De NegOciOs*, 5(10), 251–264. <https://doi.org/10.29105/rinn5.10-7>
- Lopezosa, C. (2020). Entrevistas semiestructuradas con NVivo: pasos para un análisis cualitativo eficaz. En: C. Lopezosa, J. Díaz-Noci , L. Codina (Eds). *Metodos Anuario de Métodos de Investigación en Comunicación Social, 1* (pp. 88-97). Barcelona: Universitat Pompeu Fabra. <http://dx.doi.org/10.31009/metodos.2020.i01.08>
- Lungu, M. F. (2020). *The influence of strategic agility on firm performance*. Proceedings of the 14th International Conference on Business Excellence. <https://doi.org/10.2478/picbe-2020-0011>
- Maassen, M. A. (2018). Product development models in the IT sector-From Waterfall to Agile Project Management Models in the case of AVIRA SOFT S.R.L. *Sciendo*, 12(1), 568-578. <https://doi.org/10.2478/picbe-2018-0051>

- Meier, A., y Kock, A. (2023). The human factor in agility: Exploring employee dedication in agile project organizations. *International Journal of Project Management*, 41(7), 102527. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2023.102527>
- Maier, A., Škec, S., Kim, H., Kokkolaras, M., Oehmen, J., Fadel, G., Salustri, F., y Van der Loos, M. (2017). *The best of three worlds - The creation of InnoDev a software development approach that integrates Design Thinking, Scrum and Lean Startup*. DS 87-8 Proceedings of the 21st International Conference on Engineering Design (ICED 17) Vol 8: Human Behaviour in Design, Vancouver, Canada.
- Malik, M., Sarwar, S., y Orr, S. (2021). Agile practices and performance: Examining the role of psychological empowerment. *International Journal of Project Management*, 39(1), 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2020.09.002>
- Manifesto, A. (2001). *Manifesto for agile software development*.
- Marinho, B. F. D., & Costa Melo, I. (2022). Fostering Innovative SMEs in a Developing Country: The ALI Program Experience. *Sustainability*, 14(29), 13344. <https://doi.org/10.3390/su142013344>
- Marulanda Echeverry, C. E., López Trujillo, M., y Mejía Giraldo, M. (2013). Análisis de la Gestión del Conocimiento en Pymes de Colombia. *Gerencia Tecnológica Informática*, 12(33), 33-44.
- Marulanda Grisales, N., y Montoya Restrepo, I. A. (2015). Modelo Para Gestionar el Conocimiento en el Sector Textil de Medellín, Empleando Dinámica de Sistemas. *Semestre Económico*, 18(38), 161-190. <http://dx.doi.org/10.22395/seec.v18n38a6>
- Mata, M. N., Moleiro Martins, J., y Inácio, P. L. (2024). Collaborative innovation, strategic agility, & absorptive capacity adoption in SMEs: the moderating effects of customer knowledge management capability. *Journal of Knowledge Management*, 28(4), 1116-1140. <https://doi.org/10.1108/JKM-10-2022-0803>
- Megahed, A., Gajananan, K., Abe, M., Jiang, S., Smith, M., y Nakamura, T. (2015). Pricing IT Services Deals: A More Agile Top-Down Approach. In: A. Barros, D. Grigori, N. Narendra, y H. Dam, (eds). *Service-Oriented Computing. ICSOC 2015. Lecture Notes in Computer*

- Science* (Vol. 9435, pp. 461-473). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48616-0_32
- Meléndez, K., y Dávila, A. (2022). Gestión de la innovación en la industria de TI. *Revista de gestión tecnológica e innovación*, 17(2), 59-70. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242022000200059>
- Mergel, I. (2016). Agile innovation management in government: A research agenda. *Government Information Quarterly*, 33(3), 516-523. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2016.07.004>
- Merzouk, S., Elhadi, S., Ennaji, H., Marzak, A., y Sael, N. (2017). A Comparative Study of Agile Methods: Towards a New Model-based Method. *International Journal of Web Applications*, 9(4), 121-128.
- Miller, S. (2023). The Digital Pricing Framework. In S. M. Liozu, y A. Hinterhuber (Eds.). *Digital Pricing Strategy Capturing Value from Digital Innovations* 1st Edition. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003226192>
- Mills, A. J., Berthon, P. R., y Pitt, C. (2020). Agile authorship: Evolving models of innovation for information-intensive offerings. *Journal of Business Research*, 110, 577-583. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.05.010>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MINTIC (2015). *Caracterización del sector teleinformática, software y TI en Colombia 2015*. Recuperado de https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-73973_recurso_1.pdf
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo MINCIT (2023). *Las microempresas fortalecen el tejido empresarial colombiano*. Prensa. Recuperado de <https://www.mincit.gov.co/prensa/foto-noticias/microempresas-fortalecen-el-tejido-empresarial>
- Mkoba, E., y Marnewick, C. (2020). Conceptual Framework for Auditing Agile Projects. *IEEE Access*, 8, 2169-3536. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3007874>
- Moradlou, H., y Asadi, M. (2015). Implementation of Agile Manufacturing Principles in Small and Medium Enterprises (SMES). *Journal of Modern Processes in Manufacturing and Production*, 4(3), 31-44.

- Morales Moreno, L. M., y Torres Paez, J. O. (2013). *Towards a new model for Government IT Management in Colombia*. Proceedings of the 7th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance, Seoul, Republic of Korea. <https://doi.org/10.1145/2591888.2591960>
- Morales Rubiano, M. E., Ortiz Riaga, C., Duque Orozco, Y. V., y Plata Pacheco, P. A. (2016). Estrategias para fortalecer capacidades de innovación: una visión desde micro y pequeñas empresas. *Ciencia, docencia y tecnología*, (53), 205-233.
- Morisson, A., y Doussineau, M. (2019). Regional innovation governance and place-based policies: design, implementation and implications. *Regional Studies, Regional Science*, 6(1), 101-116. <https://doi.org/10.1080/21681376.2019.1578257>
- Muhammad, U., Nazir, T., Muhammad, N., Maqsoom, A., Nawab, S., Fatima, S. T., Shafi, K., y Butt, F. S. (2021). Impact of agile management on project performance: Evidence from I.T sector of Pakistan. *PLoS ONE*, 16(4), e0249311. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249311>
- Muñoz-Pinzón, D. S., Valencia-Rivero, K. T., Caviativa-Castro, Y. P., y Castillo-Bustos, J. S. (2024). Estado actual de la adopción de la industria 4.0 en pymes colombianas: desafíos y oportunidades. *Revista Politécnica*, 20(39), 99-118. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v20n39a7>
- Murillo Torrecilla, J. (2006). *La entrevista*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid, 1-20.
- Naslund, D., y Kale, R. (2020). Is agile the latest management fad? A review of success factors of agile transformations. *International Journal of Quality and Service Sciences*, 12(4), 489-504. <https://doi.org/10.1108/IJQSS-12-2019-0142>
- Navarro Cadavid, A., Fernández Martínez, J. D., y Morales Vélez, J. (2013). Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Prospectiva*, 11(2), 30-39.
- Nedeltcheva, G. N., y Shoikova, E. (2017). *Coupling Design Thinking, User Experience Design and Agile: Towards Cooperation Framework*. BDIOT '17: Proceedings of the International Conference on Big Data and Internet of Thing, London, United Kingdom. <https://doi.org/10.1145/3175684.3175711>

- Nicolaescu, S. S., Palade, H. C., Dumitrascu, D. D., y Kifor, C. V. (2017). A new project management approach for R&D software projects in the automotive industry - continuous V-model. *International Journal of Web Engineering and Technology*, 12(2), 120-142. <https://doi.org/10.1504/IJWET.2017.086448>
- Nicoletti, B. (2014). *Lean and digitized innovation*. 2014 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE), Bergamo, Italy. <https://doi.org/10.1109/ICE.2014.6871562>
- Niever, M., Trefz, N., Heimicke, J., Hahn, C., y Albers, A. (2021). Situation- and need-based method recommendation for coaching agile development teams. *Procedia CIRP*, 100, 512-517. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.05.112>
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (2021). *Indicadores ACTI e I+D e Colombia: herramientas de seguimiento. Conciencia de datos*. Análisis del universo de Ciencia, Tecnología e Innovación Edición 004. Recuperado de <https://ocyt.org.co/wp-content/uploads/2021/09/Indicadores-ACTI-e-I-D-e-Colombia-herramientas-de-seguimiento.pdf>
- Ojasalo, J., y Ojasalo, K. (2018). Lean Service Innovation. *Service Science*, 10(1), 25-39. <https://doi.org/10.1287/serv.2017.0194>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2007). *Manual de Oslo Directrices para la Recogida e Interpretación de Información Relativa a Innovación*. Disponible en <https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001708.pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (2018). *Oslo Manual 2018 Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition*. Disponible en https://www.oecd.org/en/publications/oslo-manual-2018_9789264304604-en.html
- Otero, T. F., Barwaldt, R., Topin, L. O., Menezes, S. V., Ramos Torres, M. J., & de Castro Freitas, A. L. (2020). *Agile methodologies at an educational context: a systematic review*. 2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Uppsala, Sweden. <https://doi.org/10.1109/FIE44824.2020.9273997>

- Ozkan, N., Gök, M. S., y Köse, B. Ö. (2020). *Towards a Better Understanding of Agile Mindset by Using Principles of Agile Methods*. 2020 15th Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS), Sofia, Bulgaria. <https://doi.org/10.15439/2020F46>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Paluch, S., Antons, D., Brettel, M., Hopp, C., Salge, T-O., Piller, F., y Wentzel, D. (2020). Stage-gate and agile development in the digital age: Promises, perils, and boundary conditions. *Journal of Business Research*, 110, 495-501. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.063>
- Parra Cortés, R. (2018). La Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible: antecedentes y perspectivas para promover el consumo y la producción sostenibles en Chile. *Revista De Derecho Ambiental*, (10), pp. 99 – 121. <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2018.52077>
- Parra-Sánchez, D. T., Talero-Sarmiento, L. H., y Guerrero, C. D. (2021). Assessment of ICT policies for digital transformation in Colombia: technology readiness for IoT adoption in SMEs in the trading sector. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 23(4), 412-431. <https://doi.org/10.1108/DPRG-09-2020-0120>
- Parsons, D., Lal, R., y Lange, M. (2011). Test Driven Development: Advancing Knowledge by Conjecture and Confirmation. *Future Internet*, 3(4), 281-297. <https://doi.org/10.3390/fi3040281>
- Pearson, R. J., Costley, A. E., Phaal, R., y Nuttall, W. J. (2020). Technology Roadmapping for mission-led agile hardware development: a case study of a commercial fusion energy start-up. *Technological Forecasting and Social Change*, 158, 120064. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120064>
- Peege, B., y Tshabalala, M. (2021). *The Importance of Innovation in Agile Project Management*. 2021 IST-Africa Conference (IST-Africa), South Africa, South Africa.

- Permana, P. T. I. (2023). Implementasi metode feature driven development pada perancangan web portal lomba. *Kohesi: Jurnal Multidisiplin Saintek*, 1(6), 1-10. <https://doi.org/10.3785/kjst.v1i6.347>
- Pfeffermann, N. (2017). Communication Model Design Innovation—Authentic Open Innovation-Culture. En N. Pfeffermann y J. Gould (Eds.). *Strategy and Communication for Innovation*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49542-2_8
- Pieskä, S., Luimula, M., y Suominen, T. (2019). Fast Experimentations with Virtual Technologies Pave the Way for Experience Economy. *Acta Polytechnica Hungarica*, 16(6), 9-26.
- Pisano, G. P. (2019). *The Hard Truth About Innovative Cultures Creativity can be messy. It needs discipline and management*. Harvard Business Review. Recuperado de <https://hbr.org/2019/01/the-hard-truth-about-innovative-cultures>
- Plazas, A. (2023). *Agilidad estratégica*. Ediciones de la U.
- Plotnikov, A., Demiryürek, K., y Amiri, H. (2023). The Relationship Between Objectives and Stages of Agile Implementation in Organizations. En V. Kumar, G. L. Kyriakopoulos, V. Akberdina y E. Kuzmin (Eds.). *Digital Transformation in Industry . DTI 2022. Lecture Notes in Information Systems and Organisation (Vol. 61, pp. 319-329)*. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30351-7_24
- Pócsová, J., Bednárová, D., Bogdanovská, G., y Mojžišová, A. (2020). Implementation of Agile Methodologies in an Engineering Course. *Education Sciences*, 10(11), 333. <https://doi.org/10.3390/educsci10110333>
- Prakash, B., y Viswanathan, V. (2021). ARP–GWO: an efficient approach for prioritization of risks in agile software development. *Soft Computing*, 25, 5587–5605. <https://doi.org/10.1007/s00500-020-05555-7>
- Quintane, E., Mitch Casselman, R., Sebastian Reiche, B., y Nylund, P.A. (2011). Innovation as a knowledge-based outcome. *Journal of Knowledge Management*, 15(6), 928-947. <https://doi.org/10.1108/13673271111179299>
- Radjou, N. (2003). U.S. manufacturers’ supply chain mandate. *World Trade*, 16(12), 42-46.

- Rajiv, P., Logesh, R., Vinodh, S., y Rajanayagam, D. (2014). Financial feasibility and value engineering principles integrated quality function deployment for a manufacturing organization: A case study. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 12(1), 71-88. <https://doi.org/10.1108/JEDT-11-2010-0070>
- Ralyté, J. (2012). *Applying transdisciplinarity principles in the information services co-creation process*. 2012 Sixth International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS), Valencia, Spain. <https://doi.org/10.1109/RCIS.2012.6240429>
- Rasnacis, A., y Berzisa, S. (2017). Method for Adaptation and Implementation of Agile Project Management Methodology. *Procedia Computer Science*, 104, 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.055>
- Riesener, M., Doelle, C., Schloesser, S., y Schuh, G. (2019). *Prototype Design in Agile Product Development Processes for Technical Systems*. ASME 2019 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference, Anaheim, California, USA. <https://doi.org/10.1115/DETC2019-97008>
- Rehder, A., Souza, J. V., Marx, R., y Salerno, M. S. (2023). Emerging field or passing fashion? A case study of Agile-Stage-Gate model in innovation processes. *Revista de Gestão*, 30(4), 362-386. <https://doi.org/10.1108/REGE-08-2021-0149>
- Rethlefsen, M. L., Kirtley, S., Waffenschmidt, S., Ayala, A. P., Moher, D., Page, M. J., Koffel, J. B., y PRISMA-S Group. (2021). PRISMA-S: an extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews. *Systematic Reviews*, 10(39). <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z>
- Reyes Chirino, R., y Delgado Fernández, T. (2021). Modelo funcional de un laboratorio ciudadano de innovación digital. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 177-188.
- Riascos Erazo, S. C., Aguilera Castro, A., y Achicanoy, H. A. (2016). Inversión en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y su relación con en el direccionamiento estratégico de las PYMES de Santiago de Cali – Colombia. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, (18), 1-17. <https://doi.org/10.17013/risti.18.1-17>

- Ribiere, V. M., y Tuggle, F. D. (D). (2010). Fostering innovation with KM 2.0. *VINE*, 40(1), 90-101. <https://doi.org/10.1108/03055721011024955>
- Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. Crown Business.
- Rigby, D., Sutherland, J., y Takeuchi, H. (2016). *Agile Project Management Embracing Agile*. *Harvard Business Review*. Recuperado de <https://hbr.org/2016/05/embracing-agile>
- Rodríguez, H. (2023). *Reconocen a Medellín como centro de inversiones en tecnologías de información*. *Revista Dinero*. Recuperado de <https://www.portafolio.co/tecnologia/medellin-es-reconocida-como-capital-del-sector-ti-en-colombia-592894>
- Rodríguez-Espíndola, O., Despoudi, S., Albores, P., y Sivarajah, U. (2022). Achieving agility in evacuation operations: an evidence-based framework. *Production Planning & Control*, 33(6-7), 558-575. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1834132>
- Rose, J., Jones, M., y Furneaux, B. (2016). An integrated model of innovation drivers for smaller software firms. *Information & Management*, 53(3), 307-323. <https://doi.org/10.1016/j.im.2015.10.005>
- Russo, D. (2021). The Agile Success Model: A Mixed-methods Study of a Large-scale Agile Transformation. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 30(4), 1-46. <https://doi.org/10.1145/3464938>
- Salazar Dorn, C., y Knüvener, C. L. (2021). Building the Bridge Between Automotive SPICE® and Agile Development. En M. Yilmaz, P. Clarke, R. Messnarz, M. Reiner (Eds). *Systems, Software and Services Process Improvement. EuroSPI 2021. Communications in Computer and Information Science*, (Vol. 1442, pp. 391-405). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85521-5_26
- Sambamurthy, V., Bharadwaj, A., y Grover, V. (2003). Shaping Agility through Digital Options: Reconceptualizing the Role of Information Technology in Contemporary Firms. *MIS Quarterly*, 27(2), 237-263. <https://doi.org/10.2307/30036530>

- Şarlak, B. (2020). *Agile Methodology for Project/Process Management IT System Infrastructure*. 2020 11th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT), Kharagpur, India. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT49239.2020.9225593>
- Schuh, G., Doelle, C., Schloesser, S. (2018). *Agile Prototyping for technical systems – Towards an adaptation of the Minimum Viable Product principle*. Proceedings of Nord Design 2018, Linköping, Sweden.
- Schwaber, H., y Sutherland, J. (2020). *La Guía de Scrum La Guía Definitiva de Scrum: Las Reglas del Juego*.
- Scott, E., Milani, F., Kilu, E., y Pfahl, D. (2021). Enhancing agile software development in the banking sector—A comprehensive case study at LHV. *Journal of Software: Evolution and Process*, 36(7), e2363.
- Sharma, S., Singh, G., Jones, P., Kraus, S., & Dwivedi, Y. K. (2022). Understanding Agile Innovation Management Adoption for SMEs. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(6), 3546-3557. <https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3148341>
- Serrano, C. L., Peña Lapeira, C. J., y Laverde Guzmán, M. Y. (2018). Influencia de las TIC en el desarrollo económico de Colombia. *Ciencias de la Información*, 49(3), 3-10.
- Selçuk, A. A. (2019). A Guide for Systematic Reviews: PRISMA. *Turk Arch Otorhinolaryngol*, 57(1), 57-58. <https://doi.org/10.5152%2Ftao.2019.4058>
- Seyedhosseini, S., y Keyghobadi, A. (2014). An integrated model for mechatronic products in agile manufacturing system. *Decision Science Letters*, 3(4), 535-550.
- Shukhratovch, J. O. (2023). Investments in the Information Technology Sector and Digitalization in Uzbekistan. *Journal of Advanced Research and Stability*, 3(5), 475-483.
- Silva, D. S., Ghezzi, A., Aguiar, R. B. d., Cortimiglia, M. N., y ten Caten, C. S. (2020). Lean Startup, Agile Methodologies and Customer Development for business model innovation: A systematic review and research agenda. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 26(4), 595-628. <https://doi.org/10.1108/IJEBr-07-2019-0425>

- Smith, H., Medero, G. M., Crane De Narváez, S., y Castro Mera, W. (2023). Exploring the relevance of ‘smart city’ approaches to low-income communities in Medellín, Colombia. *GeoJournal* 88, 17–38. <https://doi.org/10.1007/s10708-022-10574-y>
- Soeteman-Hernandez, L. G., Apostolova, M. D., Bekker, C., Dekkers, S., Grafström, R. C., Groenewold, M., *et al.* (2019). Safe innovation approach: Towards an agile system for dealing with innovations. *Materials Today Communications*, 20, 100548. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2019.100548>
- Souza, I., y Romero, F. (2021). *Strategic Innovation Management at Netflix: A Case Study*. Proceedings of the European Conference on Innovation and Entrepreneurship, ECIE.
- Su, G. (2011). *Exploring requirements of agility for knowledge management*. 6th Conference on Professional Knowledge Management: From Knowledge to Action, February 21-23, 2011 in Innsbruck, Austria.
- Sutherland, J. (2011). *Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time*. O'Reilly Media.
- Tavera Romero, C. A., Ortiz, J. H., Khalaf, O. I., y Montilla Ortega, W. (2021). Software Architecture for Planning Educational Scenarios by Applying an Agile Methodology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 16(08), 132–144. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i08.20603>
- Trieflinger, S., Münch, J., Heisler, B., y Lang, D. (2021). Essential Approaches to Dual-Track Agile: Results from a Grey Literature Review. In: E. Klotins, K. Wnuk (Eds). *Software Business. IC SOB 2020. Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 407, pp. 55-69). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67292-8_5
- Tshabalala, M. M., y Marnewick, C. (2021). Agile as an enabler towards innovation-based organisational transformations. *South African Journal of Information Management*, 23(1), 1-10. <http://dx.doi.org/10.4102/sajim.v23i1.1309>
- Tura, N., Hannola, L., y Pynnönen, M. (2017). Agile Methods for Boosting the Commercialization Process of New Technology. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 14(3), 1750013. <https://doi.org/10.1142/S0219877017500134>

- Turek, M., Werewka, J., y Pałka, D. (2017). The Scrum Pricing Model for Developing a Common Software Framework in a Multi-project Environment. In: L. Borzemski, A. Grzech, J. Świątek, y Z. Wilimowska (Eds.). *Information Systems Architecture and Technology: Proceedings of 37th International Conference on Information Systems Architecture and Technology – ISAT 2016 – Part I. Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 521, pp. 117-132). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46583-8_10
- Vanegas Cerra, J. C., y Zapata Uribe, S. (2018). *Ingeniería del software aplicada al desarrollo de aplicaciones con realidad aumentada* [Tesis de pregrado, Universidad de San Buenaventura Colombia]. Bibliotecas Universidad de San Buenaventura.
- Varl, M., Duhovnik, J., y Tavčar, J. (2018). Adaptable Design – Towards Smart One-of-a-Kind Product Development. En M. Peruzzini, M. Pellicciari, C. Bil, J. Stjepandić, y N. Wognum (Eds.). *Transdisciplinary Engineering Methods for Social Innovation of Industry 4.0* (Vol. 7, pp. 516-525). IOS Press. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-898-3-516>
- Varl, M., Duhovnik, J., y Tavčar, J. (2022). Changeability and agility enablers in one-of-a-kind product development and design processes. *Research in Engineering Design*, 33, 111-118. <https://doi.org/10.1007/s00163-021-00377-6>
- Veretennikova, N., y Vaskiv, R. (2018). *Application of the Lean Startup Methodology in Project Management at Launching New Innovative Products*. 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), Lviv, Ukraine.
- Velasco, E., Zamanillo, I., y Intxaurburu, M. G. (2003). Evolución de los Modelos Sobre el Proceso de Innovación: Desde el Modelo Lineal Hasta los Sistemas de Innovación. *Decisiones Organizativas*, 1-15.
- Ventajas (s.f.). *Ventajas y Desventajas de la Organización en Red*. Disponible en <https://ventajas.org/organizacion-en-red/>
- Vidmar, M., Rosiello, A., Vermeulen, N., Williams, R., y Dines, J. (2020). New Space and Agile Innovation: Understanding transition to open innovation by examining innovation networks

- and moments. *Acta Astronautica*, 167, 122-134.
<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.09.029>
- Vivas-Martín, J. G., Díez-Silva, H. M., & López-Sevillano, A. M. (2014). Governance and performance of Information Technology projects in Colombia. *Dyna*, 90(228), 98–104.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v90n228.108569>
- Voigt, B. J. J. (2004). *Dynamic System Development Method*. University of Zurich.
- Welch, V., Petticrew, M., Petkovic, J., Moher, D., Waters, E., White, H., y Tugwell, P. (2016). Extending the PRISMA statement to equity-focused systematic reviews (PRISMA-E 2012): explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 70, 68-89.
<https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2015.09.001>
- Wicaksono, T., Illés, C. B., y Dunay, A. (2023). Enhancing collaborative apparel consumption model: Quality-driven insights from customers and industry professionals. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(2), 100077.
<https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2023.100077>
- Ximenes, B. H., Alves, I. N., y Araújo, C. C. (2015). Software Project Management Combining Agile, Lean Startup and Design Thinking. En A. Marcus (Eds.). *Design, User Experience, and Usability: Design Discourse. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 9186, pp. 356-367). Cham: Springer, https://doi.org/10.1007/978-3-319-20886-2_34
- Xu, Y., y Koivumäki, T. (2019). Digital business model effectuation: An agile approach. *Computers in Human Behavior*, 95, 307-314. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.10.021>
- Yang, H., Hao, Y., y Zhao, F. (2023). RETRACTED ARTICLE: Assessment and Analysis of the Role of Green Human Resource on Agile Innovation Management in Small- and Medium-Sized Enterprises of Digital Technologies: the Case of Asian Economies. *Journal of the Knowledge Economy*. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01454-y>
- Yordanova, Z. (2021). Agile Application for Innovation Projects in Science Organizations - Knowledge Gap and State of Art. En Á. Rocha, C. Ferrás, P.C. López-López, y T. Guarda (Eds.). *Information Technology and Systems. ICITS 2021. Advances in Intelligent Systems*

and Computing (Vol. 1330, pp. 108-117). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68285-9_11

Yordanova, Z., Stoimenov, N., Boyanova, O., y Ivanchev, I. (2019). The Long Way from Science to Innovation – A Research Approach for Creating an Innovation Project Methodology. En: W. Abramowicz, y R. Corchuelo (eds). *Business Information Systems. BIS 2019. Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 353, pp. 371-380). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20485-3_29

Zapata-Roldan, F. (2017). *Design Capabilities in Software Innovation Settings*. 2017 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET), Portland, OR, USA. <https://doi.org/10.23919/PICMET.2017.8125394>

Zastempowski, M., y Cyfert, S. (2023). A new angle on SMEs' competitiveness. How do agility capabilities affect a firm's competitive position? *Journal of Organizational Change Management*, 36(4), 635-662. <https://doi.org/10.1108/JOCM-09-2022-0255>

Zhang, P., Wang, H., y Nie, Z. (2023). Agile Innovation Process Model Based on Computer-Aided Patent Knowledge Mining and Functional Analogy. *Computer-Aided Design & Applications*, 19(2), 346-374. <https://doi.org/10.14733/cadaps.2022.346-374>

Zink, L., Hostetter, R., Böhmer, A. I., Lindemann, U., y Knoll, A. (2017). *The use of prototypes within agile product development explorative case study of a Makeathon*. 2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC), Madeira, Portugal. <https://doi.org/10.1109/ICE.2017.8279871>

Zumba Gamboa, J. P. (2018). Evolución de las metodologías y modelos utilizados en el desarrollo de software. *INNOVA Research Journal*, 3(10), 20-33.

Anexo A. Información completa de los estudios seleccionados para el análisis

Fuente	Método/Metodología	Características	Objetivo	Tipo de innovación	Etapas/fases	Puntaje
Kruachottikul et al. (2023)	Stage-Gate, Lean Startup y Design Thinking	Pensamiento crítico, adaptación y aceleración	Comercialización exitosa de la investigación universitaria	Innovación de proceso	I. Ideación de innovación, II. Construcción del caso de negocio, III. Desarrollo, IV. Prueba y validación, V. Lanzamiento y ampliación de escala	2
Wicaksono et al. (2023)	Despliegue de Función de Calidad	Satisfacción del cliente, Importancia del cliente y capacidad de respuesta	Traducir los requisitos del cliente en requisitos técnicos comerciales	Innovación de producto	I. Planificación del producto, II. Implementación de piezas, III. Planificación de procesos y planificación de la producción.	1
Anes et al. (2023)	Erisk, PERT y Monte Carlo	Selección de equipos de trabajo, reducción de la incertidumbre, cálculo de tiempos, asignación óptima de tareas, reducción de costos	Desarrollar una metodología para determinar la asignación óptima de equipos ágiles en proyectos de innovación abierta.	Innovación abierta	I. Identificación de las tareas del proyecto, II. Determinación la prioridad de las tareas del proyecto, III. Identificación de horarios, IV. Evaluación del desempeño de cada equipo ágil, V. Asignación de equipos a horarios, VI. Analisis de los resultados y toma de decisiones	3
Andriyani et al. (2024)	Modelo de Innovación Adaptativa	Desarrollo iterativo, colaboración multifuncional, planificación adaptativa, satisfacción del cliente, mejora continua	Emplear la innovación ágil y abierta como lentes para desarrollar un modelo de innovación adaptativa.	Innovación ágil e innovación adulta	I. Gestión de ideas, II. Desarrollo de conceptos, III. Implementación y evaluación	1

Ignaim et al. (2023)	Metodología SCRUM	Apoyo a la toma de decisiones, determinación y priorización de requisitos	Diseñar un sistema de priorización de requisitos	Innovación de servicio	I. Identificación de requisitos, II. Creación de atributos del producto, III. Planificación para crear el backlog del sprint, IV. Actualización del sprint backlog y el product backlog, V. Retroalimentación	2
Kopytko et al. (2023)	Metodología SCRUM	Flexibilidad, fomento de la innovación	Explorar el potencial de las tecnologías de gestión AGILE para facilitar la innovación en el marco de un sistema socioeconómico sostenible	Innovación de producto	I. Uso de la tecnología SCRUM, II. Implementación de la metodología SCRUM Master, III. Implementación del producto e implementación de la metodología equipo ágil	1
Bushuyev et al. 2022)	Metodología Agile	Flexibilidad, Autoconfianza, Estrategia, Cultura y Valores, Planificación y Control, Oportunidad y Riesgo, Visión del producto y resultado, Soluciones técnicas, tecnológicas y organizativas, Trabajo en condiciones de incertidumbre e innovación, Definición clara de límites, Adquisiciones de conocimientos, Creatividad e Innovación, Inteligencia Artificial, Modelado por visión, Empatía, Influencia, Networking, Liderazgo de equipos, Orientación a resultados, Iniciativa.	Presentar un modelo conceptual de competencias TI en la gestión de proyectos y programas innovadores.	Innovación de proceso	I. Inicio, II. Implementación, III. Cierre	2

Zhang et al. (2023)	Modelo de proceso de innovación ágil	Satisfacción de necesidades, rapidez y agilidad	Proponer un modelo de proceso de innovación ágil basado en la extracción de conocimientos de patentes	Innovación de producto	I. Análisis de la demanda, II. Función general y descomposición funcional, III. Estructura funcional del nuevo producto, IV. Análisis de funciones totales, V. Analogías funcionales a través de la matriz de similitud funcional, VI. Eliminación de los efectos inadecuados y dañinos en el sistema, VII. Proceso de jerarquía analítica para evaluar el plan.	2
Souza y Romero (2021)	Scrum, Kanban, DevOps, Agile at Scale	Creación de valor, comunicación de valor, captura de valor, entrega de valor y propuesta de valor	Analizar los enfoques estratégicos utilizados por Netflix que explican su éxito empresarial y demuestran la tecnología y el desarrollo empresarial realizado por uno de los jugadores más importantes del servicio de streaming.	Innovación de servicio	I. Entrenar modelos, II. Evaluar modelos, III. Realizar pruebas A/B, IV. Generar hipótesis.	1
Fernandes et al. (2021)	Scrum	Priorizar, planificar y ejecutar dinámicamente	Investigar sobre CMII (Índice de Impacto de Conceição Moura), modelo analítico que combina métodos NPS, OKR, y SROI para medir los impactos de los proyectos.	Innovación de proceso	I. Planificación, II. Reunión diaria, III. Revisión y retrospectiva	1

Salazar Dorn y Knüvener (2021)	Agile SPICE	Satisfacer la demanda, priorización, tiempos cortos, colaboración, comunicación efectiva y eficiente, desarrollo sostenible, atención continua,	Construir el puente entre Automotive SPICE ® y el desarrollo ágil	Innovación de producto	I. Análisis de brechas de procesos informales, II. Evaluación de procesos formales, III. Análisis de brechas de procesos informales, IV. Evaluación de procesos formales, V. Análisis de brechas de procesos informales	1
Dolganova (2021)	Agile-Stage-Gate	Gestión eficaz de la innovación, identificación de las mejores ideas innovadoras	Presentar un enfoque para evaluar el proceso de gestión de la innovación de una empresa manufacturera	Innovación de servicio y producto	I. Evaluación de madurez del proceso actual, II. Comparación con procesos de referencia, III. Análisis de brechas, IV. Desarrollo de recomendaciones de mejora, V. Monitoreo del desempeño del cambio	3
Reyes Chirino y Delgado Fernández (2021)	Metodología ágil de desarrollo XP	Simplicidad y practicidad	Diseñar un modelo funcional para dinamizar la innovación ciudadana en el laboratorio de Pinar del Río	Innovación social	I. Lanzamiento de la idea, II. Análisis, III. Ejecución, IV. Prueba V. Evaluación de impacto.	2
Peege y Tshabalala (2021)	Agile	Gestión eficaz de los proyectos de desarrollo de TI	Comprender el impacto de la innovación y la presencia de esfuerzos innovadores dentro de las organizaciones hacia la entrega exitosa de proyectos de desarrollo ágiles.	Innovación abierta	I. Búsqueda de problemas y necesidades, II. Generación de ideas, III. Análisis de ideas, IV. Creación de conceptos, V. Implementación (desarrollo), VI. Prueba, VII. Lanzamiento, VIII. Ventas, IX. Eliminación gradual	2
Ayunda y Budiardjo (2020)	Scrum	Evaluación del alcance, implementación de roles, eventos y artefactos	Implementación del marco Scrum para la evaluación de la madurez en el desarrollo de software de aplicaciones de comunicación móvil	Innovación de servicio y producto	I. Propietario del producto, II. Equipo de desarrollo, III. Sprint, IV. Planificación de sprint, V. Scrum diario, VI. Cartera de productos, VII. Cartera de sprint.	1

Damodharan et al. (2020)	Lean Product Innovation	Satisfacción de necesidades, gestión eficiente de productos y entrega ágil	Proponer un enfoque novedoso que emprende el viaje del desarrollo de productos de innovación	Innovación del producto	I. Mapeo de casos de uso frente a la cadena de valor, II. Esfuerzos de I+D y estimación de costos, III. Estimación del tamaño del mercado, IV. Nivel de preparación tecnológica, V. Propietarios de productos y características	3
Elnagar et al. (2019)	Modelo ágil de madurez de ingeniería de requisitos para la Industria 4.0 (ARE-MMI4.0)	Ofrecer valor al cliente, entrega de software con frecuencia, centralidad humana, excelencia técnica y colaboración con el cliente.	Propone un marco de madurez integral llamado Modelo ágil de madurez de ingeniería de requisitos para la Industria 4.0 (ARE-MMI4.0).	Innovación de proceso	I. Documentación de requisitos, II. Obtención de requisitos, III. Análisis de requisitos, IV. Descripción de requisitos, V. Modelado de sistemas, VI. Validación de requisitos, VII. Gestión de requisitos	1
Cendejas Valdez et al. (2019)	MDSIC y MDSIC-M	Calidad y colaboración	Mostrar indicadores y resultados coincidentes de las implementaciones MDSIC y MDSIC - M en proyectos de software	Innovación de servicio y producto	I. Planeación, II. Prototipos, III. Desarrollo, IV. Refactorización, V. Seguro de calidad, VI. Cierre	2
Ojasalo y Ojasalo (2018)	Modelo de innovación de servicios lean	Aprendizaje y refinamiento	Proponer un enfoque para la innovación de servicios lean.	Innovación de servicios	I. Análisis, II. Requisitos de ingeniería, III. Desarrollo, prueba, IV. Implementación, V. Uso, VI. Mantenimiento	3
Espinoza et al. (2018)	No especifica	Simplicidad, flexibilidad, extensibilidad, mantenibilidad y eficiencia en el uso de los recursos.	Desarrollar un nuevo modelo de desarrollo de software	Innovación del producto	I. Análisis, diseño, II. Desarrollo, III. Pruebas e implementación, IV. Aceptación o rechazo	2

Veretennikova y Vaskiv (2018)	Lean Startup	Rapidez, rentabilidad, simplicidad, solución de problemas	Analizar la metodología Lean startup y su aplicación en el lanzamiento de nuevos productos o modelos de negocio competitivos e innovadores.	Innovación organizacional	I. Identificación del cliente, II. Verificación del cliente/modelo de negocio, III. Ampliación de una base de clientes, IV. Creación de una empresa	2
Görzig et al. (2019)	Scrum	Solución de problemas, satisfacción de necesidades del cliente,	Presentar una metodología para hacer avanzar los servicios digitales de las PYMES	Innovación de servicio	I. Definición de capacidad, II. Implementación de Capacidades, III. Reserva, IV. Encontrar ideas, V. Creación de prototipos, VI. Pruebas, VII. Validación	2
Breitschuh et al. (2018)	Agile Systems Design	Procesos estructurados, métodos y herramientas ágiles, moderamiento ágil	Combinar los beneficios de los modelos de procesos tradicionales y ágiles.	Innovación de producto	I. Fase de Análisis, II. Identificación de potencial, III. Concepción, IV. Especificación, V. Realización, VI. Lanzamiento.	1
Nedeltcheva y Shoikova (2018)	Design Thinking, Diseño de Experiencia de Usuario y Agile	Satisfacción del cliente y solución de problemas	Desarrollar un marco de cooperación a partir de Design Thinking, Diseño de Experiencia de Usuario y Agile	Innovación de proceso	I. Iniciar, II. Descubrir, III. Entregar, IV. Liberar.	1
Brandl et al. (2018)	Stage-Gate	Satisfacción del cliente y agilidad	Construir un marco para la renovación de modelos probados de procesos de innovación basados en Stage-Gate	Innovación organizacional, de producto y de proceso	No específica	1
Bagiu et al. (2018)	Scrum	Colaboración con el cliente y respuesta al cambio.	Desarrollar una plataforma abierta de colaboración e innovación	Innovación de producto	I. Iniciar el proyecto, II. Planificar y Estimar, III. Implementar	3

Buffardi (2018)	Lean Startup	Adaptación, integración, colaboración, efectividad	Desarrollar un modelo Tech Startup dirigido a estudiantes para crear negocios basados en productos de software.	Innovación de producto	I. Ideación de proyectos, II. Planificación de proyectos, III. Entrega y retroalimentación iterativa, IV. Evaluación del trabajo en equipo	1
Jussen et al. (2019)	Smart Service Engineering	Enfoque en el cliente y ofertas de valor innovadoras	Presentar la ingeniería de servicios inteligentes como un enfoque novedoso de ingeniería de servicios para servicios industriales inteligentes	Innovación de servicio	I. Analizar ecosistemas, II. Desarrollar historias de usuarios, III. Formular hipótesis de valor, IV. Definir funciones centrales, V. Desarrollar funciones, VI. Probar funciones con el usuario, VII. Estrategia de mercado de dispositivos, VIII. Acumular recursos, IX. Desarrollar casos de negocios	1
Albers et al. (2018)	ASD – Agile Systems Design	Integración temprana y consistente del cliente en el proceso de desarrollo, validación, solución de problemas y satisfacción del cliente	Diseñar una metodología adecuada para sistematizar la generación de perfiles de productos.	Innovación de producto	I. Análisis, II. Identificación de potencial, III. Concepción, IV. Realización, V. Liberar	1
Asmar et al. (2018)	Sistema de Producto-Servicio (PSS)	Creación de valor, motivación, gamificación y solución de problemas.	Presentar un concepto tecnológico para la rehabilitación física autogestionada en el hogar y un marco para el desarrollo ágil de PSS innovadores	Innovación de producto	I. Planificación, II. Creación de ideas basadas en valor, III. Concepción de un Producto Mínimo Viable (MVP), IV. Creación rápida de prototipos, V. Validación del prototipo desarrollado y del modelo de negocio, VI. Análisis de resultados.	1

Pfeffermann (2017)	No especifica	Visualización, ágil, practicidad y estratégico	Presentar un método ágil para la planificación de la comunicación	Innovación abierta	I. Planificación de la comunicación, II. Gestión de la comunicación de la innovación, III. Enfoque estrategia-comunicación, IV. Plan de comunicación, V. Método de planificación de comunicación ágil.	1
Maier et al. (2017)	Design Thinking, Scrum y Lean Startup	Exploración de problemas y soluciones, definición de una visión de producto, orientación hacia el aprendizaje y lo estratégico	identificar las mejores prácticas y propuestas, con el fin de crear un nuevo modelo de proceso	Innovación de proceso	I. Entender, observar, II. Síntesis, III. Idear, IV. Prototipado, V. Prueba, VI. Construir, VII. Medida, VIII. Aprender.	2
Lehnen et al. (2016)	Agile/stage-gate hybrid	Solución de problemas, satisfacción de necesidades del cliente, autogestión de equipos, colaboración, transferencia de conocimientos	Proponer un modelo basado en gestión ágil de proyectos	Innovación de producto	I. Definición de Proyecto, II. Investigación de Tendencias y Necesidades, III. Identificación y Verificación de Usuarios Líderes, IV. Taller de Usuarios Líderes, V. Validación de Logros	1
Nicoletti (2014)	Lean Six Sigma	Agregar valor a los clientes, mejora de la efectividad, eliminación de desperdicios, minimización de los costos operativos y reducción del tiempo de comercialización	Presentar un método que integra la digitalización en el modelo tradicional Lean Six Sigma para procesos de innovación	Innovación de producto	I. Definir, II. Descubrir, III. Diseñar, IV. Desarrollar, V. Digitalizar e Implementar	2
Ximenes et al. (2015)	Agile, Lean Startup y Design Thinking	Trabajo en equipo, creatividad, solución de problemas	Describir un modelo de gestión de proyectos denominado Converge	Innovación de producto	I. Empatizar, II. Definir, III. Idear, IV. Prototipar, V. Evaluar.	2
Lillehagen y Krogstie (2015)	Active Knowledge Architectures	Creación de redes colaborativas, solución de problemas	Informas sobre nuevos enfoques y métodos ágiles para el diseño de modelos de empresas colaborativas en red	Innovación de producto	I. Planificación, II. Ejecución, III. Validación, IV. Mejora y reutilización colaborativa	1

Seyedhosseini y Keyghobadi (2014)	V-model	Rapidez, rentabilidad, calidad, flexibilidad, fiabilidad, servicios seguridad,	Desarrollar un modelo integrado para el diseño y desarrollo de productos mecatrónicos en el contexto de un sistema de producción ágil.	Innovación de producto	I. Necesidad/idea, II. Diseño, III. Integración y prueba, III. Prototipo, IV. Selección y Conexión, V. Construcción e Implementación, VI. Producto Final	2
Córdoba et al. (2016)	Lean manufacturing	Respuesta al cambio, orientación hacia las personas	Formular un modelo neurocientífico para la aplicación de la Ingeniería Kansei-Chisei en entornos de Lean Manufacturing, en el sector metal-mecánico.	Innovación de producto	I. Dominio del diseño, II. Espacio semántico, III. Espacio de propiedades, IV. Síntesis, V. Prueba y validez.	1
Berre (2012)	OMG FACESEM	Interacción, Estructura, Función, Coordinación, información.	Presentar un marco ágil basado en modelos que utiliza los lenguajes estándar emergentes	Innovación de servicio	I. Requisitos, II. Diseño, III. Implementación, IV. Infraestructura	2
Ralyté (2012)	No especifica	Creatividad, estrategia de juego, resolución, validación de conflictos, visualización, simulación, co-innovación, comunicación y transdisciplinariedad	Presentar una propuesta para la elaboración de una familia de métodos que apoye la cocreación de servicios de información transdisciplinarios	Innovación de servicio	I. Descubrir el valor de un servicio, II. Especificar los requisitos del servicio, III. Diseñar un servicio, III. Descubrir el valor de un servicio, III. Especificar los requisitos del servicio, IV. Diseñar un servicio, V. Desarrollar un servicio	1
Landgraf y Jochem (2012)	L-model Agile y SCRUM	Gestión de la innovación, aumento de la calidad y la velocidad de la innovación, ágil, confiable y simultáneo	Proponer un proceso de innovación durante el desarrollo del producto y cómo mejorar su calidad.	Innovación de servicio y producto	I. Detección de problemas y requisitos, II. Identificación de ideas y requisitos, III. Análisis y valoración de ideas, IV. Especificación de ideas, V. Requisitos V&V	2

Parsons et al. (2011)	Test Driven Development	Calidad, capacidad de respuesta del cliente, integración, construcción y automatización	Proporcionar una perspectiva teórica que pueda ayudar a explicar cómo TDD apoya una filosofía positiva de desarrollo de software	Innovación de proceso	I. Problema inicial, II. Solución de prueba, III. Eliminación de errores, IV. Solución resultante (con nuevos problemas)	2
Rehder et al. (2023)	Agile-Stage-Gate	Rápidez, respuesta al cambio, equipos y proyectos más pequeños, orientación al cliente, diseño simple	Presentar y discutir la aplicación de prácticas ágiles integradas en las cadenas de valor de innovación de las grandes empresas	Innovación de proceso	I. Idea, II. Preparación, III. Realización, IV. Implementación y evaluación	2
Igartua et al. (2018)	Modelo de Madurez de Innovación (IM2)	Liderazgo, Estrategia, Liderazgo, Cultura y valores, planificación, Alineación, Medición del desempeño, Gestión del desempeño, Mejora de procesos, Sostenibilidad de la gestión estratégica, Adquisición de conocimientos, Intercambio/Difusión de conocimientos, Reutilización de conocimientos	Descubrir y evaluar aspectos específicos de la gestión y evaluar su "nivel de madurez"	Innovación de servicio y producto	I. Explicación de la evaluación, II. Explicación uno a uno de los 11 factores, III. Evaluación de los factores (nivel, evidencia, acciones, planes, comentarios), IV. Recopilación de planes de acción, V. Definición del proyecto y evaluación de impacto, VI. Gestión del portafolio de proyectos, VII. Aprendizaje.	2
Ghezzi y Cavallo (2020)	Lean Startup	Agilidad operativa, Cultura emprendedora e innovadora	Proponer un método basados en principios lean y ágiles para apoyar a los emprendedores digitales que se enfrentan a la innovación de modelos de negocio	Innovación de proceso	Captura de valor, Entrega de valor, Creación de valor, Experimentando y probando	2

Bouwman et al. (2018)	BM Stress Test	Desarrollo de escenarios futuros, respuesta al cambio, agilidad, iteratividad y sistemática	Explorar cómo el uso de un método específico de Modelado de Negocios, el BM Stress Testing, puede contribuir a la agilidad en los procesos de diseño e innovación de un BM	Innovación de servicio y producto	I. Formulación del problema, II. Desarrollo, III. Intervención y evaluación, IV. Reflexión y aprendizaje, V. Formalización del aprendizaje	2
Karagiannis et al. (2022)	Design Thinking, Agile Modeling Method Engineering e Model-driven Engineering	Cocreación de valor empresarial, experimentación digital y entorno integrado	Destacar el entorno de innovación digital OMiLAB	Innovación de servicio y producto	I. Crear, II. Diseñar, III. Formalizar, IV. Desarrollar, V. Implementar/validar	2
Xu y Koivumäki (2019)	Lean Startup	Efectividad, causalidad, tiempos cortos	Investigar enfoques alternativos en un entorno de tiempo limitado.	Innovación organizacional y abierta	I. Identificación de áreas de oportunidad, II. Creación de modelo de negocio, III. Ampliación de la red y el consorcio con los pasos de ejecución, IV. Ciclos de prueba-medida-mejora.	1
Pearson et al. (2020)	Lean Startup	Simplicidad, funcionalidad, iteración continua, requisitos cambiantes, adaptación al cambio, satisfacción del cliente, orientación a las personas	Presentar una nueva aplicación de la hoja de ruta para organizaciones ágiles que buscan un desarrollo de hardware	Innovación ágil	Definir el alcance y los objetivos de la hoja de ruta, Seleccionar procesos de hoja de ruta de referencia, determinar la estructura básica de la hoja de ruta, Desarrollar las capas de la Hoja de Ruta Tecnológica	3

Arbussa et al. (2017)	No especifica	Sensibilidad estratégica, ingenio, unidad de liderazgo, fluidez de recursos.	Conectar la agilidad estratégica y la innovación del modelo de negocio (BM), y explorar cómo las capacidades subyacentes a la agilidad estratégica se ajustan al contexto de las PYME.	Innovación organizacional	I. Anticipar, II. Abstractar, III. Experimentar, IV. Replantear, V. Resolver creativamente, VI. Aprovechar fortalezas, VII. Economizar, VIII. Revelar, IX. Dialogar, X. Alinear, XI. Cuidar, XII. Desacoplar, XIII. Disociar, XIV. Modularizar, XV. Injertar.	2
Tura et al. (2017)	Stage-gate y XP	Fiabilidad, precio unitario bajo, solución sencilla, economía de combustible, eficiencia de emisiones, costes del ciclo de vida, alternativas	Crear un proceso novedoso, rápido y ágil para mejorar la efectividad del proceso de innovación de base tecnológica	Innovación organizacional	I. Identificación de potencial y concepto de negocio, II. Identificación y análisis de clientes potenciales y necesidades, III. Análisis de valor e identificación de modelo de negocio, IV. Plan de comercialización de innovación	2
Berg et al. (2020)	Lean Startup	Prácticas iterativas personalizadas, Competencia suficiente en equipo, Toma de decisiones técnicas colaborativas	Identificar si las startups pueden lograr la calidad del producto y cómo hacerlo manteniendo el enfoque en la agilidad	Innovación de producto	I. Habilitador, II. Aseguramiento de calidad, III. Creación de prototipos, IV. Desarrollo.	1
Kubo (2017)	Stage Gate - Boost Gate	Optimización, respuesta al cambio, posicionamiento, eficiencia, enfoque estratégico en recursos, posicionamiento, juego y aprendizaje	Proponer un modelo Boost Gate para los modelos lineal y Klein	Innovación social	I, Descubrimiento, II. Generación de ideas, III. Alcance, IV. Creación de casos de negocio, V. Desarrollo, VI. Pruebas y validación, VII. Lanzamiento.	3
Nicolaescu et al. (2017)	Modelo V continuo - CVM	Identificación de errores, capacidad de resolver errores, satisfacción del cliente, tiempos cortos, planificación de actividades, calidad	Examinar cómo se utilizan los conceptos de PM en proyectos de I+D desarrollados, basándose en el enfoque del modelo V	Innovación de producto	I. Requisitos, II. Arquitectura, III. Diseño, IV. Implementación, V. Prueba dinámica, VI. Prueba de arquitectura e integración, VII. Requisitos, VIII. Validación	2

Biazzo et al. (2016)	Lean Innovation	Mejora de la capacidad de innovación, satisfacción del cliente, respuesta al cambio, respuesta al riesgo, colaboración, aumento de la producción	Identificar y discutir las técnicas y herramientas que constituyen las prácticas de Lean Innovation	Innovación de producto	I. Absorber, II. Explorar, III. Crear	3
Gonzalez (2014)	Fuzzy front end - FEE	Equipos autoorganizados, gestión de la innovación, prácticas lean y cultura ágil	Examinar el enfoque ágil de gestión de proyectos como un enfoque flexible y dinámico para gestionar las etapas previas al desarrollo de la innovación	Innovación de producto	I. Generación de ideas, II. Evaluación preliminar, III. Concepto, IV. Formulación de estrategias, V. Evaluación de oportunidades.	2
Ribiere y Tuggle (2010)	Knowledge managemen 2.0 model	Necesidades de la sociedad, ecosistema de innovación, creatividad	Presentar un marco general que describe cómo las nuevas generaciones de procesos de innovación ágiles pueden beneficiarse del uso de tecnologías KM 2.0.	Innovación de producto	I. Investigación, II. Diseño y desarrollo, III. Producción de prototipos, III. Fabricación, IV. Mercado y ventas.	2
Pieskä et al. (2019)	Modelo de innovación ágil	Satisfacción de necesidades, satisfacción del cliente, agregar valor, calidad	Presentar un enfoque a través del cual la VR/AR con herramientas de programación de juegos se puede utilizar para impulsar los negocios y permitir la creación de nuevo valor	Innovación de servicio y producto	I. Concebir, II. Diseñar, III. Implementar, IV. Operar	1

Soeteman-Hernandez et al. (2019)	Marco SIA	Productos más seguros en el mercado, proceso de innovación eficiente (reducción de tiempo y costos), comercialización más rápida, colaboración e intercambio de conocimientos entre actores a lo largo del proceso de innovación.	Presentar un marco de SIA que consiste en crear conciencia sobre SIA, desarrollar una metodología SIA, incorporando el concepto de entorno confiable y RP a un nivel operativo	Innovación organizacional	I. Creando conciencia, II. Informar, III. Educar, IV. Crear, V. Aceptación	1
----------------------------------	-----------	---	--	---------------------------	--	---

Fuente: elaboración propia

Anexo B. Información sobre los expertos de la fase de validación

Expertos	Ocupación	Formación	Experiencia
1	Facilitador ágil - AgileFacilitator	Certificación Internacional en Metodologías Ágiles: Fundamentals (ICP) - U. Javeriana Kanban Professional New Agile Academy LLC Scrum Master Professional Certificate - SMPC CertiProf Azure DevOps Ingeniero de Sistemas e Informática	AgileFacilitator - Sistecrédito - Ceiba Desarrollador de software - Sistecrédito - Ceiba
2	Entrenador ágil/ Agile Coah	Lean Canvas Fundamental New Agile Academy LLC Design Thinking Professional New Agile Academy LLC Kanban Professional New Agile Academy LLC Scrum Master Professional Certificate - SMPC CertiProf Ingeniero Informatico	Coach agile Sistecredito -Ceiba Gestor de proyectos Sistecredito -Ceiba Systems Analyst Analista de sistemas para Supply Chain

3	Gerente de producto/ Product Manager	<p>Máster en Product Management y Diseño de Producto Digital IEBS Biztech School Lean Canvas Fundamental New Agile Academy LLC Design Thinking Professional New Agile Academy LLC Kanban Professional New Agile Academy LLC Digital Marketing Professional Certificate -DMPC CertiProf User Stories Foundations Certificate CertiProf Scrum Master Professional Certificate - SMPC CertiProf Scrum Product Owner Professional Certificate - SPOPC CertiProf Ingeniera de Software Maestra en artes visuales</p>	<p>Analista digital -Magneto Lider de celula desarrollo de Software en el marco Scrum - Ceiba Product Manager Sistecredito-Ceiba</p>
4	Arquitecto desarrollador de software/ Software developer Architect	<p>Scrum Master Professional Certificate - SMPC CertiProf CSS - Sololearn jQuery - Sololearn Web APIs Profesionales con .Net Core 3 y 2.2 - Udemy Web APIs RESTful con ASP.NET Core 3.1 - Udemy HTML Fundamentals - Sololearn JavaScript - Sololearn Ingeniero de Sistemas e Informática</p>	<p>Arquitecto Desarrollador .NET - Ceiba Software Desarrollador de software .NET - Tuya S.A ·</p>

5	<p>Director de maestría en gestión de la innovación tecnológica, cooperación y desarrollo regional</p>	<p>Magíster en Gestión Tecnológica, Dinámica de sistemas, gestión tecnológica, prospectiva, estratégica Ingeniero Informático, Desarrollo de software, dinámica de sistemas</p>	<p>DOCENTE - ITM, UdeA, UPB Director Actualización Plan de Ciencia y Tecnología de Antioquia - Corporación Tecnova UEE Director Actualización del plan de Ciencia, Tecnología e Innovación del Huila - Corporación Tecnova UEE Consultor prospectiva estratégica - Bancolombia Consultor prospectiva - Fundación Jardín Botánico de Medellín Consultor de innovación - Tecnova UEE Líder SENNOVA - SENA Consultor Gestión Tecnológica e Innovación - TECKNOWLEDGE S.A.S Gestor Tecnologías virtuales, áreas tecnologías móviles - SENA Asesor Pioneros de la Gestión Tecnológica en Antioquia</p>
6	<p>Docente universitario del programa de ingeniería de sistemas</p>	<p>Doctor en ingeniería de sistemas Magíster en ingeniería de sistemas, Especialización en inteligencia artificial, Especialización en procesamiento de lenguaje natural, ingeniero de sistemas,</p>	<p>Docente ITM, Udea Experto Temático, Investigador / Desarrollador De Software</p>

7	desarrollador de Machine Learning	Training and Competitions by Correlation One Big data e Integración de datos masivos, Data Modeling/Warehousing and Database Administration. Magister en Ingeniería Biomédica Ingeniera Biomédica	Ssr Machine Learning Engineer- Mercado Libre Docente Machine Learning - EAFIT, Universidad de Medellín Profesor curso de MLOps Platzi NLP Research - ITM Data Scientist - NEU Energy
8	Lider de innovación y producto	Mgs Gestión de la innovación tecnológica, cooperación y desarrollo regional Administrador de Empresas	Profesional Especializado en Negocios e innovación con más de 20 años de experiencia en el Metro de Medellín
9	Asesor de dirección de TI en el municipio de Itagüí	Ingeniero Industrial Mgs Gestión de la innovación tecnológica, cooperación y desarrollo regional	Coordinador Programa NERI Universidad de Antioquia y Corporación Ruta N Director Emprendimiento e Innovación ITM, Gerente Apps.co Región Nororiente Eafit Líder Programa Ondas Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación GerenteTEZIO Tecnología Interactiva Asesor de innovación en la dirección de TI en el municipio de Itagüí

10	Líder de innovación y producto	<p>Análisis de Datos Avanzado IUTraining - UdeA, Diplomado en Prospectiva. - Corporación Interuniversitaria en asociación con el AMVA Working in a Digital World – Explore Emerging Tech - IBM Diplomado en Inteligencia de Negocios y Gestión de Datos (BI) - Corporación Interuniversitaria en asociación con el AMVA Diplomado en Marketing Digital - Corporación Interuniversitaria en asociación con el AMVA Mgs Gestión de la innovación tecnológica, cooperación y desarrollo regional Especialista en formulación y evaluación de proyectos Ingeniero Industrial</p>	<p>Líder de innovación y producto Datos – Enlace Operativo Líder Analítica de Datos y Mejora Continua - ETB jefe Operación - TIGO Coordinador Calidad y Mejora Continua - TIGO</p>
----	--------------------------------	---	---

Anexo C. Consentimiento informado de los expertos de la fase de validación

CONSENTIMIENTO LIBRE, PREVIO E INFORMADO PARA LA VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA DE MARCO ÁGIL PARA DINAMIZAR LAS PRÁCTICAS DE INNOVACIÓN EN LAS PYMES DEL SECTOR TI DE LA CIUDAD DE MEDELLÍN

Título de la investigación: Marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación en las pymes del sector ti de la ciudad de Medellín

Objetivo: Proponer un marco ágil orientado a dinamizar las prácticas de innovación, como mecanismo de competitividad para las pymes del sector TI de la ciudad de Medellín.

Justificación:

Las tecnologías de la información (TI) han demostrado ser cruciales para mejorar la competitividad y eficiencia organizacional. Autores como Camacho Ramírez et al. (2018) resaltan el crecimiento exponencial de las TI en países desarrollados y su alta adopción social, lo cual ha llevado a las organizaciones a integrarlas regularmente en sus procesos. Esta tendencia también se observa en América Latina, donde la CEPAL promueve la adopción de TI para fomentar la innovación y el desarrollo sostenible en la región (CEPAL, 2021). En Colombia, aunque las grandes empresas poseen los recursos necesarios para invertir en TI, las PYMES, que representan el 99,7% de las empresas, enfrentan múltiples desafíos para adaptarse a las demandas tecnológicas (MINCIT, 2023). La falta de recursos, conocimiento especializado y estrategias claras para la adopción de tecnologías limita su capacidad para ser competitivas y eficientes en el mercado (Muñoz-Pinzón et al., 2024).

Dado este contexto, es fundamental que las PYMES adopten un marco ágil que dinamice las prácticas de innovación en el sector TI. La implementación de prácticas ágiles, como sugieren Beaumont et al. (2017), puede mejorar la competitividad y eficiencia de las organizaciones al permitirles adaptarse rápidamente a los cambios del mercado y ofrecer productos y servicios innovadores. La agilidad, combinada con opciones digitales y un estado de alerta empresarial, son capacidades clave que influyen positivamente en el rendimiento organizacional (Dehgani y Jafari Navimipour, 2019). En Medellín, reconocida como un centro de inversión en TI y con iniciativas como "Medellín Valle del Software", es esencial fortalecer las capacidades innovadoras de las PYMES para consolidar su papel en la economía local y regional (ACI Medellín, 2022). La adopción de un marco ágil orientado a

la innovación no solo mejorará la competitividad de las PYMES del sector TI en Medellín, sino que también contribuirá al desarrollo sostenible y a la creación de un ecosistema empresarial dinámico.

Procedimiento: La Participación de los expertos, se desarrollará a través de una entrevista semiestructurada que permitirá validar la propuesta Marco ágil para dinamizar las prácticas de innovación en las pymes del sector ti de la ciudad de Medellín. La entrevista tendrá una duración aproximada de 30-40 minutos.

Participación Voluntaria: La participación de cada una de las personas en este estudio es completamente voluntaria, si él o ella se negara a participar o decidiera retirarse, esto no le generará ningún problema, ni tendrá ningún tipo de consecuencias. Si lo desea, el entrevistado podrá informar los motivos de dicho retiro al equipo de investigación. Por otra parte, su participación en este estudio no involucra pago o beneficio económico alguno a su favor.

Beneficios de la participación: Participar en la entrevista semiestructurada para la validación del marco ágil ofrece beneficios significativos tanto a los participantes como al desarrollo del marco mismo. Primero, brinda a los entrevistados la oportunidad de influir directamente en la creación y perfeccionamiento del marco ágil, asegurando que esté alineado con las realidades y necesidades del sector TI en Medellín. Al compartir sus experiencias y conocimientos, los participantes pueden identificar aspectos críticos y proponer mejoras prácticas que hagan el marco más efectivo y aplicable en contextos reales.

Además, los entrevistados se benefician al reflexionar sobre sus propias prácticas y procesos, lo que puede llevar a un autoconocimiento más profundo y a la identificación de nuevas oportunidades para la innovación y la eficiencia dentro de sus organizaciones.

Confidencialidad: La información suministrada por el entrevistado será confidencial. La información que se recoja no se usará para ningún otro propósito fuera de cumplir el objetivo de este estudio. Las respuestas a la entrevista y las grabaciones recolectadas se utilizarán única y exclusivamente para fines académicos y su difusión se hará mediante informes científicos. Las publicaciones no incluirán su nombre ni ninguna otra información que permitiría identificarlas personalmente, conservando su anonimato y resguardando la confidencialidad de la información teniendo en cuenta el marco normativo de Habeas Data en cumplimiento de la Ley 1581 de 2012 y sus Decretos reglamentarios, Decreto 1727 de 2009, Decreto 2952 de 2010, Decreto 1377 de 2013 y Decreto 886 de 2014; para que las participantes autoricen a la investigación: recopile, almacene, use y suprima los datos personales suministrados con el fin de remitir información de temas académicos, administrativos y publicitarios.

Información: Si tiene alguna duda sobre esta investigación, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Si alguna de las preguntas durante la entrevista le parece incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al equipo de investigación o de no responderlas. Si requiere acceder a información actualizada obtenida durante el estudio, también tendrá derecho a recibir información sobre productos de nuevo conocimiento y divulgación científica, como artículos de investigación o ponencias, que hubieran sido resultado de esta investigación.

De tener preguntas sobre su participación en este estudio, puede contactar a la investigadora encargada del proyecto cuyos datos son los siguientes:

Nombre de la investigadora: XXXXXXXXXXX

Correo: XXXXXXXXXXX

Un vez leído y comprendido lo anterior: Declaro que he leído la anterior información, que entiendo su contenido y que estoy de acuerdo en participar voluntariamente en esta investigación.

Nombre del participante:

Firma del participante:

No. Documento de identidad:

Fecha de la firma:

Número de contacto:

Correo electrónico: