

MODELOS DE MADUREZ DE LA GESTIÓN DEL PROCESO DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DENTRO DE LAS ORGANIZACIONES

RESUMEN

Este artículo tiene como propósito identificar los modelos de madurez en la gestión del proceso de innovación tecnológica dentro de las organizaciones. Para ello, se presenta una revisión de literatura para comprender qué modelos de preparación o de madurez han sido implementados en la transferencia y comercialización de la tecnología. La investigación arroja ocho modelos, los cuales destacan principalmente su contribución como herramientas sistemáticas, que describen el procedimiento para la obtención de productos/procesos efectivos y se usan para determinar oportunidades de mejora con respecto al campo en el que se emplean, resaltando su función para la gestión estratégica del proceso de innovación en una organización.

Palabras claves: Nivel de preparación, innovación tecnológica, gestión de la innovación.

INTRODUCCIÓN

Las organizaciones se encuentran sujetas a los cambios del entorno y al rápido desarrollo tecnológico, lo que las lleva a enfrentar diferentes desafíos y a ser flexibles, pues tienen que adaptarse a los cambios del mercado y tienen que evolucionar constantemente, con el objetivo de ser competitivas. Esta evolución y mejora se enfoca en la innovación.

La OCDE (Como se citó en Chutivongse & Gerdri, 2020) afirma que la innovación se considera el principal mecanismo que impulsa el crecimiento económico y representa una ventaja para el desarrollo de la organización, pero para que esta se lleve a cabo correctamente su requisito mínimo, es que la innovación, ya sea un producto o servicio, un proceso, modelo organizacional o innovación de mercado, debe ser nuevo (o significativamente mejorado) para la empresa (Galvez et al., 2018).

No obstante, tener una innovación exitosa y sostenida trae consigo múltiples incertidumbres asociadas (Tao et al., 2010). Por tanto, algunas organizaciones para hacer frente a este reto, hacen uso de los modelos de madurez o niveles de preparación, los cuales se utilizan para evaluar cómo está la situación, con el fin de guiar iniciativas de mejora y de control del progreso, en este caso, de innovación (Röglinger et al., 2012). En este sentido, se busca responder a la pregunta de investigación ¿Cuáles son los aportes del uso de los

modelos de madurez o niveles de preparación en el proceso de innovación en las organizaciones?

Con el fin de identificar la contribución de estos modelos en los procesos de innovación de las organizaciones, el presente artículo, establece una revisión de literatura, empleando como base de datos *Web of Science* (WoS). Los resultados se presentan como guía a las organizaciones para la gestión de la invención a la innovación. La estructura de este documento se organiza de la siguiente manera: En primera instancia, se presenta el marco teórico, seguida de la metodología empleada para el estudio, y el desarrollo de la investigación donde se señalan los principales resultados. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

MARCO TEÓRICO

Revisión de literatura

La revisión de literatura es una herramienta clave, usada para gestionar la diversidad de conocimientos que se hallan en una investigación académica específica y para responder a una pregunta específica de investigación (The Cochrane Collaboration, 2011). La revisión de literatura permite mapear y evaluar el territorio intelectual existente (Tranfield et al., 2003), además de minimizar el sesgo, gracias a la búsqueda exhaustiva de los estudios existentes también describe como la información resultante de la investigación se puede sintetizar de forma sistemática, transparente y reproducible (Tranfield et al., 2003), lo cual es de gran valor especialmente en investigaciones del tipo cualitativo.

Tecnología

Minciencias (2017) define el termino tecnología como:

Aplicación de los resultados de la investigación, o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, para la fabricación de nuevos materiales, productos, para el diseño de nuevos procesos, sistemas de producción o prestación servicios, así como la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes (...) Los proyectos de desarrollo tecnológico incluyen en su alcance la puesta a punto de procesos productivos a nivel piloto y la fabricación de lotes de prueba para el caso de nuevos productos. (p.3)

Dada la ventaja potencial que representan las nuevas tecnologías, se gasta una cantidad significativa de recursos en I + D y actividades de desarrollo tecnológico para avanzar en disponibilidad de ideas tecnológicas” (Chutivongse & Gerdri, 2020).

Innovación

La innovación es un concepto que se emplea en múltiples campos, por lo cual, se describe en diferentes formas y sentidos (Garzón Castrillón & Ibarra Mares, 2013). La definición que más se acopla a la investigación afirma que “Una innovación es la implementación de un producto (bien/servicio) o proceso nuevo o significativamente mejorado, un nuevo método de marketing o un nuevo método organizativo en las prácticas comerciales, la organización del lugar de trabajo o las relaciones externas” (Galvez et al., 2018). “Para que haya innovación hace falta, como mínimo, que el producto (bien o servicio), el proceso, el método de comercialización o el método de organización sean nuevos o significativamente mejorados para la empresa” (Minciencias, 2016).

Niveles de preparación (Readiness level)

El concepto “Niveles de preparación” (*Readiness Level*, en inglés), fue introducido por primera vez a mediados de la década de 1970, por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio - NASA (Mankins, 2009), con el fin de evaluar la eficacia de las tecnologías y poder seleccionar la mejor, surgiendo así el nivel de preparación tecnológica, TRL, por sus siglas en inglés. Partiendo de este concepto, el alcance de los niveles de preparación se amplió de modo que en la actualidad existen diferentes tipos de modelos con diversos tipos de finalidades, definiendo así los niveles de preparación como herramientas sistemáticas o secuenciales empleadas por las organizaciones, que describen el procedimiento para la obtención de productos o procesos efectivos y se emplean con la finalidad de determinar oportunidades de mejora con respecto al campo en el que se emplea (Khoshgoftar & Osman, 2009). Emplear niveles de preparación en el proceso de innovación ayuda a gestionar, medir y controlar el crecimiento evolutivo en determinadas áreas durante el proceso de la innovación. Para efecto del presente documento, los términos ‘madurez’ o ‘preparación’ no son ni denotativamente intercambiables ni mutuamente excluyentes (London et al., 2014) y serán usados para representar el nivel de una tecnología, innovación o un área específica en mención, y no para clasificar el desempeño de una organización o proceso empresarial (Peters, 2015). Así, un modelo de madurez o nivel de preparación aplicado en este ámbito ayuda a que las organizaciones superen exitosamente las incertidumbres y dificultades a las que se enfrentan.

METODOLOGÍA

En relación con la metodología, se resalta que el presente artículo se deriva del marco de un proyecto investigativo como método de trabajo de grado, así pues, la metodología empleada se deriva del proyecto de investigación titulado “Estado del arte de los modelos de madurez de la tecnología en el proceso de creación de “Spin Off” universitarias”, en el cual se diseñó un protocolo para llevar a cabo la revisión sistemática de los niveles de preparación existentes en la literatura en el contexto de la innovación y la tecnología.

En la Figura 2, se muestra la metodología descrita en el protocolo de revisión sistemática para el cual se emplea la base de datos *Web of Science* (WoS), teniendo en cuenta que es una base de datos multidisciplinar, caracterizada por ser la base de datos global de citas independiente de editores más confiable en el mundo (Clarivate Analytics, 2021). Asimismo, WoS está compuesta por múltiples bases de datos, e incluye múltiples artículos, que también se encuentran en otras bases de datos, como Scopus (Osca-Lluch et al., 2013).

Para la investigación se efectuó la búsqueda tanto WoS como en Scopus, implementando las mismas condiciones de búsqueda y los mismos criterios de inclusión, con el fin de comparar los resultados arrojados en ambas bases de datos, y de esta manera poder seleccionar aquella con mejor calidad en los resultados arrojados. La conclusión del ejercicio, demostró que para el proyecto investigativo la mejor opción es emplear la base de datos de WoS, pues a partir de la composición de la ecuación de búsqueda, que se muestra en la Figura 1, se generó una mayor cantidad de documentos, no relacionados en Scopus, y, a su vez, se evidenció que, entre los documentos recomendados por expertos, algunos se contenían dentro de los resultados obtenidos por WoS.

TS= ((Innovat* OR commerciali* OR "technolo* valley of death" OR framework OR stage* OR enterprise* OR process* OR technolo*) NEAR/5 ("Maturity model*" OR "Maturity level*" OR "Maturity framework" OR "Readiness level*") NOT (software* OR SPI))

Figura 1. Ecuación de búsqueda final

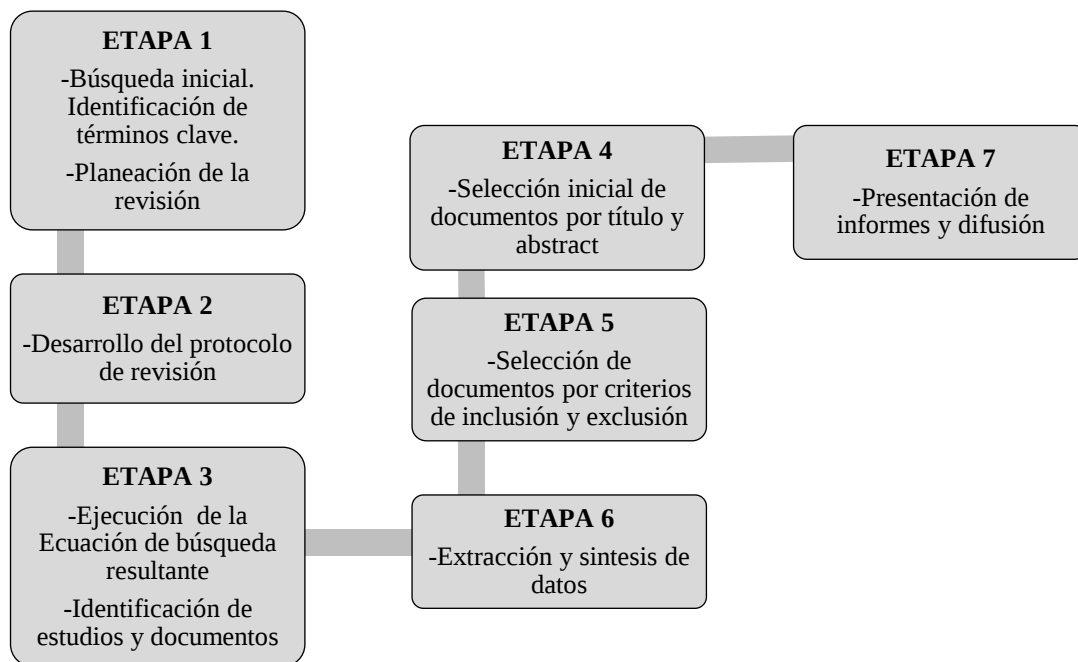


Figura 2. Metodología de investigación. Adaptado de The Cochrane Collaboration, 2011; Tranfield et al., 2003.

RESULTADOS

Uno de los retos que enfrentan las organizaciones al momento de desarrollar un nuevo proyecto de innovación en cuanto a un producto o servicio, es enfrentarse al denominado abismo o valle de la muerte, provocado por los cambios en el comportamiento del consumidor, el desarrollo tecnológico y económico, y las regulaciones del entorno (Abereijo, 2015; Cómo Superar El Valle de La Muerte Emprendedor, n.d.; Kobos et al., 2018), entre otros factores.

El valle de la muerte hace referencia a productos o servicios que no progresan con éxito desde el laboratorio hasta el mercado (Markham, 2002), por consiguiente, el objetivo que cumplen los niveles de preparación en este contexto es disminuir la incertidumbre a la que se enfrentan las organizaciones al momento de comercializar un producto, ya sea una tecnología o servicio.

En la Figura 3 se expresa la brecha de traducción existente entre la tecnología y el valor efectivo, que hace que sea confuso conocer cuando surge un beneficio o valor (Tao et al., 2010), lo cual representa el efecto del valle de la muerte en las innovaciones.

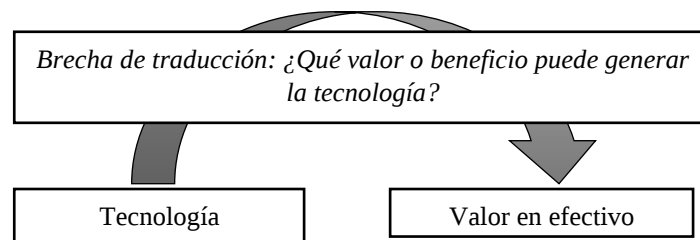


Figura 3. Brecha de traducción entre tecnología y valor en efectivo. Adaptado de (Tao et al., 2010).

Asimismo, es común que las organizaciones que deciden innovar busquen establecer relaciones con universidades o centros de investigación y, asociarse con los beneficios que brinda el gobierno a las empresas, esto, debido a que en las etapas antes de la comercialización se trabaja con el apoyo económico propio, de amigos, familiares y/o con un capital semilla, tocando así la organización el punto más bajo, con un alto nivel de gasto, por el desarrollo conceptual y operativo del proyecto, no obstante, para disminuir esa pérdida se requiere de una comercialización rentable, que genere beneficios reales (Capital Emprendedor, n.d., Upadhyayula et al., 2018), lo cual se puede ver apoyado por el gobierno, que actúa como un ente regulador que ofrece beneficios económicos, mientras que las universidades proveen talento humano (TH) competente (An & Ahn, 2016). De acuerdo con An & Ahn (2016), la relación entre Universidad-Empresa-Estado, refuerza la innovación de productos y procesos dentro de una organización, lo que se puede ver como un factor clave de éxito para superar el abismo o valle de la muerte, ya que, debido a esa asociación, a menudo se mejoran las probabilidades de una comercialización exitosa (Tan et al., 2019).

Por lo anterior, con el fin de disminuir la brecha de la entrada de nuevos desarrollos al mercado y superar el valle de la muerte, las organizaciones usan los niveles de preparación para hacer frente a este reto, los cuales son empleados como hojas de ruta que consideran los diferentes aspectos del entorno para perseguir una innovación, permitiendo así evaluar las capacidades de la organización desde diferentes ámbitos, como el tecnológico, el del mercado, entre otros (Sener et al., n.d.).

Technology Readiness Level – TRL

El Nivel de Preparación Tecnológica, como se mencionó anteriormente, tiene origen de la década de 1970, sin embargo, este modelo se fortaleció aún más en el año de 1995 (Mankins, 2009), ya que define a profundidad cada nivel del modelo. Este modelo se relaciona con la preparación del concepto, producto o servicio que se busca desarrollar, y su propósito es ayudar a crearlo y asegurarse de que todo se realice de la manera esperada para su

introducción al mercado (KTH Innovation, n.d.). En la Tabla 1, se presentan los nueve niveles del TRL.

Tabla 1.

Nivel de preparación de la Tecnología (Technology Readiness Level -TRL)

Nivel	Descripción
TRL 1	Investigación básica.
TRL 2	Concepto de la tecnología y/o aplicación formulada.
TRL 3	Función crítica analítica y experimental y/o prueba de concepto característica.
TRL 4	Validación de componentes y/o prototipo en entorno de laboratorio.
TRL 5	Validación de componentes y/o prototipo en entorno de laboratorio.
TRL 6	Modelo o prototipo de sistema/subsistema demostrado en un entorno relevante.
TRL 7	Demostración del prototipo del sistema en el entorno operativo planificado.
TRL 8	Sistema real completado y calificado mediante prueba y demostración en el entorno operativo.
TRL 9	Sistema real probado a través de operaciones exitosas del sistema y/o la misión.

Nota. Adaptado de Mankins, 2009; Minciencias, n.d.

Customer Readiness Level – CRL

El nivel de preparación del cliente tiene como objetivo confirmar la necesidad y el interés del mercado. Este modelo se caracteriza por centrarse en el cliente, es por esto que, como se evidencia en la Tabla 2, los primeros 4 niveles tratan de entender el problema y la necesidad existente en el mercado, para luego lograr un interés en el producto o servicio ofrecido, lo suficiente para que sea comercializado.

Tabla 2.

Nivel de Preparación del Cliente (Customer Readiness Level – CRL)

Nivel	Descripción
CRL 1	Hipotetizar sobre posibles necesidades en el mercado.
CRL 2	Necesidades específicas identificadas en el mercado.
CRL 3	Se establece la primera retroalimentación del mercado.
CRL 4	Problema/necesidades confirmadas por varios clientes o usuarios.
CRL 5	Interés establecido por el producto y las relaciones con los clientes objetivo.
CRL 6	Beneficios del producto confirmados a través de asociaciones o primeras pruebas con el cliente.
CRL 7	Pruebas de productos extendidas en clientes o primeras ventas de prueba.
CRL 8	Primeros productos vendidos y mayores esfuerzos de ventas estructuradas.
CRL 9	Ventas de productos generalizadas que escalan/utilidad para el cliente.

Nota. Adaptado de KTH Innovation, n.d.

Business Readiness Level – BRL

La importancia de un modelo de negocio, radica en que este es quien traduce la oferta en ingresos (Lunner & Worrnann, 2018), por lo que su propósito es entender si hay viabilidad económica para una idea en el tiempo. Existen diversos factores que determinan el modelo de negocios que se utilizará, como la competencia existente en el mercado, el tamaño de este y el tipo de producto o servicio que se ofrecerá. Por lo anterior, y al igual que el CRL, en los niveles bajos trata de entender el mercado, probando hipótesis e interactuando con los

clientes y partes interesadas, con el fin de obtener una retroalimentación (KTH Innovation, n.d.). Mientras que en los últimos niveles se valida el modelo y su viabilidad en cuanto a ingresos por ventas, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3.

Nivel de Preparación Empresarial (Business Readiness Level – BRL)

Nivel	Descripción
BRL 1	Hipotetizar sobre un posible concepto de negocio.
BRL 2	Oportunidad de negocio identificada.
BRL 3	Traducción y selección de la oportunidad de negocios.
BRL 4	Primer concepto de negocio posible descrito.
BRL 5	Borrador de modelo de negocio excluidos ingresos/costos.
BRL 6	Primera versión del modelo comercial completo, incluidos ingresos/costos.
BRL 7	Parte del modelo comercial probado en el mercado.
BRL 8	Cadena de suministro determinada.
BRL 9	Establecimiento de la cadena de valor.
BRL 10	Modelo de negocio completo.
BRL 11	Voluntad de compra del producto demostrada por los clientes.
BRL 12	Últimos ajustes realizados al modelo de negocio.
BRL 13	Modelo de negocio definitivo.

Nota. Adaptado de KTH Innovation Readiness Level, n.d.; Lunner & Worrnann, 2018

Team Readiness Level - TMRL

El propósito del nivel de preparación del equipo de trabajo es ayudar a conformar un equipo interdisciplinario que apoye el proceso de innovación para llevar un proyecto al mercado. El equipo debe tener las competencias suficientes para lograrlo, por ende, es necesario identificar las competencias que se necesitan y mejorar las que ya se tienen (KTH Innovation, n.d.). De igual forma, el equipo debe estar alineado con la estrategia de la organización. Un equipo exitoso, es aquel que tiene claro desde el inicio la visión y el objetivo del proyecto que se llevará a cabo. En la Tabla 4 se describen sus niveles.

Tabla 4.

Nivel de Preparación del Equipo (Team Readiness Level - TMRL)

Nivel	Descripción
TMRL 1	Poca comprensión de la necesidad de un equipo y falta de competencias/recursos necesarios.
TMRL 2	Conocimiento y primer idea sobre los recursos externos de competencias necesarias (por ejemplo, socios).
TMRL 3	Las competencias/recursos necesarios están definidos, algunos están presentes y para los restantes se tiene un plan para encontrarlos.
TMRL 4	Un líder está presente. Varias competencias necesarias son establecidas y se inicia un plan para reclutar o asegurar recursos clave adicionales.
TMRL 5	El equipo fundado inicialmente posee las principales competencias necesarias. El equipo acuerda la propiedad, roles y tiene objetivos alineados.
TMRL 6	Equipo complementario, diverso y comprometido con todas las competencias/recursos necesarios, incluido tanto negocios como tecnología.
TMRL 7	Equipo y cultura en su lugar y desarrollado proactivamente. Plan actualizado para la construcción del equipo necesario a largo plazo.
TMRL 8	Gerencia y CEO en su lugar. Uso profesional de consejo/asesores. Plan activo de reclutamiento para la construcción de equipo a largo plazo.

TMRL 9	Equipo y organización de alto rendimiento y bien estructurados que se mantienen y funcionan a lo largo del tiempo.
---------------	--

Nota. Adaptado de KTH Innovation, n.d.

Intellectual Property readiness level – IPRL

El propósito del nivel de preparación de Propiedad Intelectual es ayudar a gestionar el activo intangible, identificar qué derechos se tienen para usarlo, y como se puede proteger. Gestionar de manera adecuada los derechos de propiedad intelectual es clave para evitar conflictos internos o externos (Lunner & Worrnann, 2018). En la Tabla 5 se muestran los niveles del modelo que van desde el planteamiento de los posibles derechos de propiedad intelectual en los que puedan incurrir el proyecto hasta la protección de los DPI identificados.

Tabla 5.

Nivel de Preparación de los Derechos de Propiedad Intelectual

Nivel	Descripción
IPRL 1	Hipotetizar sobre los posibles derechos de propiedad intelectual (DPI) que pueda tener, así como todas las posibles regulaciones o condiciones existentes del mercado (como patentes, software, derechos de autor, diseños, secretos comerciales, etc.).
IPRL 2	Identificar las diferentes formas de posibles DPI que tiene y las regulaciones o condiciones existentes del mercado. Se aclara la propiedad y se posee/controla claramente los derechos de propiedad intelectual.
IPRL 3	Descripción detallada de posibles DPI clave y de las regulaciones o condiciones existentes del mercado (por ejemplo, invención o código). Búsqueda inicial del campo técnico y los derechos de propiedad intelectual existentes.
IPRL 4	Se confirma si la protección es posible y para qué. Decidir por qué proteger determinados DPI y qué políticas regulatorias implementar.
IPRL 5	Borrador de la estrategia de patentes/DPI en vigor para utilizarlos en las empresas. Presentación de la primera solicitud de patente completa (u otros registros de PI).
IPRL 6	Se implementan las políticas de regulaciones del mercado que aumenten la eficiencia de la tecnología o del producto, y de igual forma se implementa una estrategia de DPI/patentes de apoyo a las empresas. Se tiene una respuesta positiva a las solicitudes presentadas y libertad de explotación.
IPRL 7	Todos los DPI pertinentes son registrados (por ejemplo, patentes adicionales). Entrada de patente en fase nacional/regional.
IPRL 8	Estrategia de DPI y gestión de la P.I completamente implementada, al igual que las regulaciones. Evaluación más completa de la libertad de funcionamiento.
IPRL 9	Fuerte apoyo y protección de los DPI para las empresas. Patente concedida en países relevantes y mantenida en vigor.

Nota. Adaptado de KTH Innovation, n.d.

Funding Readiness Level – FRL

El nivel de preparación para la financiación es fundamental, pues su objetivo lograr asegurar la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto. Es esencial identificar cuánto dinero se necesita y las fuentes de donde se obtendrá, para que posteriormente la organización se asegure de que tiene lo necesario para obtener dicha inversión. En la Tabla 6 se muestran los niveles que componen el modelo.

Tabla 6.

Nivel de Preparación para la Financiación (Funding Readiness Level – FRL)

Nivel	Descripción
FRL 1	Idea de negocio inicial con una descripción vaga. No hay una visión clara sobre las necesidades de financiación y las opciones de financiación.
FRL 2	Descripción del concepto empresarial. Definición de necesidades de financiación y opciones de financiación para los hitos iniciales.
FRL 3	Concepto de negocio bien descrito y plan de verificación inicial. Primer financiamiento pequeño asegurado.
FRL 4	Buen discurso y breve presentación del negocio en marcha (Pitch). Plan en marcha con diferentes opciones de financiación a lo largo del tiempo.
FRL5	Presentación orientada al inversor y material de apoyo probado. Se solicitó y obtuvo fondos adicionales mayores (blandos u otros).
FRL 6	Mejora de la presentación orientada al inversor, incluyendo negocios/finanzas. Se decide buscar inversores privados y se tomaron los primeros contactos.
FRL 7	El equipo presenta un caso de inversión sólido que incluye estado y planes. Se tienen discusiones con inversores potenciales en torno a una oferta.
FRL 8	Existe un orden corporativo y una estructura que permite la inversión. Hay discusiones sobre la hoja de términos con los inversionistas interesados.
FRL 9	Inversión obtenida. Consideración continua de las necesidades y opciones de inversión adicionales.

Nota. Adaptado de KTH Innovation, n.d.

Manufacturing Capacity Readiness Levels - MCRL

Esta escala se deriva del TRL y busca obtener la definición de un estándar de preparación para la fabricación (M. J. Ward et al., 2012). Estos niveles de preparación fueron diseñados para proporcionar visibilidad frente a una serie de 'subprocesos' relevantes, que abarcan el diseño, los materiales, la fabricación, la calidad, la producción, la capacidad y el control del proceso, el costo, la financiación, y base de prueba industrial (M. J. Ward et al., 2012), como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7.

Nivel de preparación de la capacidad de fabricación

Nivel	Descripción
MCRL 1	Concepto de proceso propuesto con fundamento científico.
MCRL 2	Conceptos de fabricación identificados.
MCRL 3	Prueba de concepto experimental completada.
MCRL 4	Proceso validado en laboratorio utilizando equipos de desarrollo representativos.
MCRL 5	Capacidad para producir prototipos de componentes en un entorno relevante para la producción.
MCRL 6	Capacidad para producir un sistema prototipo en un entorno relevante para la producción.
MCRL 7	Capacidad para producir un sistema o subsistema prototipo en un entorno representativo.
MCRL 8	Capacidad de la línea piloto demostrada; comienza la producción inicial de baja velocidad.
MCRL 9	Capacidad establecida para comenzar la producción de tasa completa.
MCRL 10	Proceso totalmente capaz durante un período prolongado y prácticas de producción implementadas.

Nota. Adaptado de M. J. Ward et al., 2012; M. Ward et al., 2018.

Supply Chain Management Maturity Model - SCMMM

La gestión de procesos de la cadena de suministro hace referencia a la integración de procesos comerciales clave y su concepto sostiene que los procesos de la cadena de suministro tienen un ciclo de vida y maduran a medida que el ciclo se define, se gestiona, se

mide y controla, por lo que, a medida que la gestión de la cadena de suministro mejora la capacidad de manejar problemas internos y externos, el nivel de madurez aumenta (Souza et al., 2015). Así, la madurez de la cadena de suministro permite evaluar la capacidad para recibir nuevas tecnologías de fabricación y responder a los cambios en la demanda (M. Ward et al., 2018). En la Tabla 8 se encuentran los niveles de madurez que componen el modelo.

Tabla 8.

Modelo de Madurez para la Gestión de la Cadena de Suministro

Nivel	Descripción
SCMMM 1	Comprensión del enfoque funcional de la cadena de suministros.
SCMMM 2	Se estructura la cadena de suministro.
SCMMM 3	Visión. Se definen los procesos de los departamentos o de toda la empresa.
SCMMM 4	Integración, Se identifican los clientes y proveedores estratégicos.
SCMMM 5	Colaboración entre empresas, comportamiento dinámico basado en la mejora continua de los procesos

Nota. Adaptado de Lahti et al., 2009; Souza et al., 2015.

Contribución de los modelos de madurez o de preparación

Integrar cualquiera de los diferentes modelos mencionados, depende del tipo de proyecto que se esté desarrollando, ya sea un producto o servicio, pues, sus restricciones y necesidades son específicas de cada uno, el dinero, el tiempo, el equipo de trabajo y sus competencias necesarias, entre otros, son factores que pueden varían de un proyecto a otro. En este sentido, aunque los niveles de los modelos mostrados anteriormente son genéricos, es posible ajustarlos si es necesario, a los criterios de cada proyecto de acuerdo con el sector o tipo de desarrollo tecnológico. En la Tabla 9 se puede evidenciar la contribución de cada modelo en una organización, los cuales de forma general se definen como herramientas que les permite a las organizaciones aumentar su probabilidad de éxito en la comercialización de un producto o servicio nuevo.

Tabla 9.

Contribución de cada modelo en el proceso de innovación

Niveles de preparación	Enfoque	Contribución
TRL	Tecnológico	A través de sus niveles brinda a las empresas una herramienta sistemática que les permite reducir la incertidumbre técnica a la que se afrontan las tecnologías, el servicio o la idea en desarrollo antes de ser comercializadas en el mercado, con este modelo es posible mitigar el riesgo tecnológico, gracias a las diferentes pruebas y validaciones que se llevan a cabo en los últimos niveles, donde se demuestra la capacidad del producto o servicio para operar de la manera esperada. Solo se considera el campo técnico.
CRL	Cliente	Esta herramienta estimula la aceptación del producto o servicio al establecer un interés del producto en el mercado, y al crear relaciones con los clientes objetivo. La tecnología o servicio a ofrecer no tendría éxito si este no fuera aceptado por el mercado, lo cual resalta la importancia de hacerle comprender al consumidor el valor del producto que se ofrece y como este le responderá a su necesidad (Kobos et al., 2018).

BRL	Modelo de negocio	El BRL permite evaluar el nivel en que se tiene definido y estructurado el modelo de negocio, considerando la estimación promedio del mercado, los volúmenes de ventas, la disposición de los usuarios a pagar, y el cómo se obtendrán ingresos (Lunner & Worrnann, 2018). Estructurar un buen modelo de negocio con base al análisis del entorno competitivo, trae consigo una ventaja competitiva, además en este punto ya es posible realizar la búsqueda para obtener inversiones.
TMRL	Equipo de trabajo	El progreso del proyecto depende del TMRL, por lo que debe ser conformado considerando la importancia de, una visión unificada, el talento humano (TH), y la diversidad entre las personas que conforman el equipo de trabajo, para tener diferentes puntos de vistas y experiencias. Por lo anterior, la competitividad de la empresa se vería afectada de manera positiva.
IPRL	Derechos de Propiedad Intelectual (DPI)	Esta herramienta guía al gestor tecnológico en la identificación, evaluación y toma de medidas frente a la protección del conocimiento, con el objetivo de evitar lo generación de conflictos relacionados con los Derechos de Propiedad Intelectual, y proteger los conocimientos que se descubran durante el proceso de innovación, desde la identificación de una oportunidad de negocio, hasta el prototipo final del producto o servicio que se ofrecerá al mercado.
FRL	Fuentes de inversión	Este modelo, busca identificar el nivel de preparación de un proyecto para la búsqueda de fuentes de financiación, iniciando por conocer cuáles son las necesidades de dinero y las fuentes de donde obtendrá un financiamiento. El valor o los beneficios de la innovación deben ser visibles para obtener inversiones (Tao et al., 2010), por esto es importante la forma en la que se presenta el proyecto a los inversionistas.
MCRL	Manufactura/ Producción	Al gestionarse de manera eficaz la capacidad de fabricación se reduce la incertidumbre a la que se pueda enfrentar una organización, permitiéndole responder a la demanda existente de los usuarios. El MCRL también le permite a la organización mejorar el costo, el cronograma y el rendimiento de los programas registrados de producción (Department of Defense, 2020).
SCMMM	Cadena de Suministro	Además de la optimización de recursos, la integración de procesos, la sincronización de estrategias, la colaboración interna y la colaboración externa (Souza et al., 2015), otra ventaja competitiva que brinda este modelo, es la buena relación entre las empresas y los proveedores con los que se trabajará.

Nota. Adaptado de los autores citados en la tabla.

En síntesis, si una organización en su proceso de innovación, trabajara de la mano con los modelos presentados, la contribución de estos en la misma se traduciría en diversos beneficios, de acuerdo a los diferentes enfoques de cada uno; algunos de los beneficios que se pueden obtener se muestran en la Figura 4.



Figura 4. Beneficios que trae consigo los niveles de preparación. Autoría propia.

CONCLUSIÓN

A partir de la literatura se identifica que adicional a la contribución que brindan los diferentes modelos en la gestión del proceso de innovación tecnológica dentro de las organizaciones, el papel de la interacción entre los profesionales es clave en la innovación, al igual que el de las partes interesadas y los diferentes colaboradores, ya que, mantener buenas relaciones, se correlaciona con la superación del abismo (An & Ahn, 2016) y, se considera como un factor de éxito para superar cada uno de los niveles.

Asimismo, este planteamiento válida el último nivel del modelo de la cadena de suministro, en el que se destaca la importancia de mantener buenas relaciones entre empresas y demás partes interesadas, conduciendo esto a otro factor de éxito, el cual depende de un buen equipo de trabajo - TMRL, encargado de mantener un buen clima laboral y de

desarrollar un ecosistema de innovación (Visser et al., 2021), que refuerce la comunicación y participación de todos, para avanzar en el proyecto que se esté desarrollando.

Entre otras inferencias, se denota que emplear un solo modelo en una organización, ya sea el TRL, el CRL u otro por sí solo, no garantiza el éxito del proyecto, dado que es necesario considerar otros factores que también influyen en el proceso de innovación de una empresa. Además, de los modelos presentados, se destaca el BRL, el modelo “Nivel de Preparación del Modelo de Negocio”, siendo uno de los más completos, debido a que dentro de sus niveles abarca parcialmente tópicos de otros modelos, como el SCMMM y el CRL. En cuanto al IPRL, se resalta su relación con los requisitos legales de un proyecto, pues, la protección de la Propiedad Intelectual se realiza bajo el marco legal del entorno donde se encuentre la empresa.

Por otra parte, se puede afirmar que la integración y el uso de estos niveles de preparación en una organización, permiten reducir los riesgos e incertidumbres asociados al proceso de innovación, mientras que, en el momento de comercializar la innovación, se aumenta la probabilidad de éxito de esta en el mercado, y se convierte en un indicador de crecimiento económico para la organización y para el entorno donde se desempeña (Onea, 2020).

Para finalizar, cabe mencionar que los niveles de los modelos de madurez aquí presentados no requieren una implementación estricta, puesto que es posible que alguno no se ajuste a la innovación que se quiera desarrollar, y como se señaló anteriormente, cada proyecto tiene sus propias limitaciones, alcance y desempeño, además, estos pueden tener incidencias por factores externos como el comportamiento del mercado, el desarrollo tecnológico, entre otros. Por lo anterior, cada organización debe establecer, en cuanto a su proyecto de desarrollo tecnológico o innovación, cuál sería su punto de partida y objetivo final, siendo estos el inicio de sus niveles y el último respectivamente; estableciendo además los criterios clave de aceptación de cada nivel. Así, las organizaciones deben hacer este planteamiento con cada nivel de preparación, dado el caso que los presentados en este artículo no se ajusten a su proyecto de innovación.

RECOMENDACIONES

Con el propósito de mejorar la experiencia de las empresas a la hora de implementar los modelos dentro de las organizaciones, se recomienda en primer medida, reconocerlos como un instrumento para la gestión de la innovación y así, desarrollar una herramienta capaz de integrar los niveles de preparación aquí descritos, así como otros que se consideren pertinentes para el contexto de cada organización, y de este modo presentar una hoja de ruta a

seguir de mejor comprensión; de esta manera, es más fácil conocer qué niveles de preparación se aplicaría inicialmente dependiendo de la etapa de desarrollo en la que se encuentre la innovación, siendo necesario que la organización establezca cuál es el objetivo de su proyecto, especifique los criterios de éxito, e identifique los actores clave para su medición, gestión, y toma de decisiones.

Asimismo, se recomienda la validación de los beneficios que brindan los modelos expuestos en la investigación con expertos en el campo de la gestión de la tecnología y la innovación o con organizaciones que apliquen niveles de preparación en diversos contextos, de modo que se pueda comprender, desde sus experiencias, la manera más adecuada para implementar los niveles de preparación, así como otras recomendaciones y puntos de vista que puedan ofrecer sobre la investigación realizada.

REFERENCIAS

- Abereijo, I. O. (2015). Transversing the “valley of death”: Understanding the determinants to commercialisation of research outputs in Nigeria. *African Journal of Economic and Management Studies*, 6(1), 90–106. <https://doi.org/10.1108/AJEMS-10-2012-0066>
- An, H. J., & Ahn, S. J. (2016). Emerging technologies-beyond the chasm: Assessing technological forecasting and its implication for innovation management in Korea. *Technological Forecasting and Social Change*, 102(May), 132–142. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.06.015>
- Antman, E. M., Lau, J., Kupelnick, B., Mosteller, F., & Chalmers, T. C. (1992). A Comparison of Results of Meta-analyses of Randomized Control Trials and Recommendations of Clinical Experts: Treatments for Myocardial Infarction. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 268(2), 240–248. <https://doi.org/10.1001/jama.1992.03490020088036>
- Buratti, N., Profumo, G., & Persico, L. (2020). The impact of market orientation on university spin-off business performance. *Journal of International Entrepreneurship*. <https://doi.org/10.1007/s10843-020-00282-4>
- Capital Emprendedor. (n.d.). *Rol del gobierno en la industria de Capital Emprendedor*. Retrieved April 2, 2021, from <https://www.blogventurecapital.com/attachment/932134/>
- Chutivongse, N., & Gerdri, N. (2020). Creating an innovative organization: Analytical approach to develop a strategic roadmap guiding organizational development. *Journal of Modelling in Management*, 15(1), 50–88. <https://doi.org/10.1108/JM2-05-2018-0067>
- Clarivate Analytics. (2021). *Web of Science [v.5.35] - Colección principal de Web of Science*.

- Cómo superar el valle de la muerte emprendedor*. (n.d.). Cómo Superar El Valle de La Muerte Emprendedor. (n.d.). Retrieved April 2, 2021, from [Https://Overflow.Pe/El-Valle-de-La-Muerte-Emprendedor/](https://Overflow.Pe/El-Valle-de-La-Muerte-Emprendedor/). Retrieved April 2, 2021, from <https://overflow.pe/el-valle-de-la-muerte-emprendedor/>
- Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of Management Studies*, 47(6), 1154–1191. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x>
- DARPA. (2018). *Commercialization Strategy Development Guide*. <https://www.darpa.mil/attachments/Transition-and-Commercialization-Guide-122019.pdf>
- Department Trade Industry. (2016). *El camino hacia la comercialización de la tecnología*. www.thedti.gov.za
- Department of Defense. (2020). *Manufacturing Readiness Level Deskbook* (Issue January). https://www.dodmrl.com/MRL_Deskbook_V2020.pdf
- Etzkowitz, H. (2003). Innovation in innovation: The Triple Helix of university-industry-government relations. *Social Science Information*, 42(3), 293–337. <https://doi.org/10.1177/05390184030423002>
- Evans, J. D., & Johnson, R. O. (2013). Tools for managing early-stage business model innovation. *Research Technology Management*, 56(5), 52–56. <https://doi.org/10.5437/08956308X5605007>
- Galvez, D., Enjolras, M., Camargo, M., Boly, V., & Claire, J. (2018). Firm Readiness Level for Innovation Projects: A New Decision-Making Tool for Innovation Managers. *Administrative Sciences*, 8(1), 6. <https://doi.org/10.3390/admsci8010006>
- Garzón Castrillón, M. A., & Ibarra Mares, A. (2013). Innovación empresarial, difusión, definiciones y tipología. Una revisión de literatura. *Revista Dimensión Empresarial*, 11(1), 45–60.
- Genaidy, A., & Karwowski, W. (2008). A roadmap for a methodology to assess, improve and sustain intra- and inter-enterprise system performance with respect to technology-product life cycle in small and medium manufacturers. *Human Factors and Ergonomics In Manufacturing*, 18(1), 70–84. <https://doi.org/10.1002/hfm.20097>
- Gulbrandsen, K. E. (2009). *Bridging the valley of death: The rhetoric of technology transfer*.
- Igartua, J. I., Retegi, J., & Ganzarain, J. (2018). IM2, a maturity model for innovation in SMEs. *Dirección y Organización*, 64, 42–49.
- Khoshgoftar, M., & Osman, O. (2009). Comparison of maturity models. *Proceedings - 2009*

- 2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology, ICCSIT 2009*, 297–301. <https://doi.org/10.1109/ICCSIT.2009.5234402>
- Kobos, P. H., Malczynski, L. A., Walker, L. T. N., Borns, D. J., & Klise, G. T. (2018). Timing is everything: A technology transition framework for regulatory and market readiness levels. *Technological Forecasting and Social Change*, 137(xxxx), 211–225. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.07.052>
- KTH Innovation. (n.d.). *KTH Innovation Readiness level*. Retrieved May 12, 2021, from <https://kthinnovationreadinesslevel.com/>
- KTH Innovation Readiness Level. (n.d.). *KTH Innovation idea development process*. <https://kthinnovationreadinesslevel.com>
- Lahti, M., Shamsuzzoha, A. H. M., & Helo, P. (2009). Developing a maturity model for Supply Chain Management. *International Journal of Logistics Systems and Management*, 5(6), 654. <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2009.024796>
- London, M. A., Holzer, T. H., Eveleigh, T. J., & Sarkani, S. (2014). Incidence matrix approach for calculating readiness levels. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 23(4), 377–403. <https://doi.org/10.1007/s11518-014-5255-8>
- Lunner, C.-M., & Worrnann, E. (2018a). *Introducing Innovation Readiness Levels-A Framework to Evaluate Innovation Efforts*. KTH Royal Institute of Technology. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kth:diva-245218>
- Mankins, J. C. (2009). Technology readiness assessments: A retrospective. *Acta Astronautica*, 65, 1216–1223. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.03.058>
- Markham, S. K. (2002). Moving technologies from lab to market. *Research Technology Management*, 45(6), 31–42. <https://doi.org/10.1080/08956308.2002.11671531>
- Minciencias. (n.d.). *ANEXO 5. Technology Readiness Levels (TRL) Descripción*. Retrieved May 12, 2021, from https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo5_7.pdf
- Minciencias. (2016). *ANEXO 2 DEFINICIONES Y CONCEPTOS*.
- Minciencias. (2017). *ANEXO DEFINICIONES Y CONCEPTOS*. <http://www.mineduacion.gov.co/1759/w3-article-231240.html>
- Ñungo Pinzón, L. C., Torres González, B., & Palacios Osma, J. I. (2018). Modelo de nivel de madurez para los procesos de emprendimiento en las pymes colombianas. *Ingeniería Solidaria*, 14(26). <https://doi.org/10.16925/in.v14i26.2456>
- Onea, I. A. (2020). Innovation Indicators and the Innovation Process-Evidence from the European Innovation Scoreboard. *Management and Marketing*, 15(4), 605–620. <https://doi.org/10.2478/mmcks-2020-0035>

- Osca-Lluch, J., Miguel, S., González, C., Peñaranda-Ortega, M., & Quiñones-Vidal, E. (2013). Cobertura y solapamiento de Web of Science y Scopus en el análisis de la actividad científica española en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1025–1031. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.154911>
- Overflow. (n.d.). *Cómo superar el valle de la muerte emprendedor*. Cómo Superar El Valle de La Muerte Emprendedor. (n.d.). Retrieved April 2, 2021, from <Https://Overflow.Pe/El-Valle-de-La-Muerte-Emprendedor/>. Retrieved April 2, 2021, from <https://overflow.pe/el-valle-de-la-muerte-emprendedor/>
- OXMAN, A. D., & GUYATT, G. H. (1993). The Science of Reviewing Research. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 703(1), 125–134. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1993.tb26342.x>
- Peters, S. (2015). A readiness level model for new manufacturing technologies. *Production Engineering*, 9(5–6), 647–654. <https://doi.org/10.1007/s11740-015-0636-5>
- Petrescu, T.-C., Voordijk, J. T., & Mihai, P. (2021). Developing a TRL-oriented roadmap for the adoption of biocomposite materials in the construction industry. *Frontiers of Engineering Management*, 2009. <https://doi.org/10.1007/s42524-021-0154-4>
- Röglinger, M., Pöppelbuß, J., & Becker, J. (2012). Maturity models in business process management. In *Business Process Management Journal* (Vol. 18, Issue 2, pp. 328–346). Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/14637151211225225>
- Sener, U., Gökalp, E., & Eren, P. E. (n.d.). *Towards a Maturity Model for Industry 4.0: A Systematic Literature Review and a Model Proposal Cloud Computing Based Predictive Maintenance Framework for Medical Imaging Devices View project Quality of Cloud-based Services View project Industry 4.0 From T*.
- Souza, R. P., Guerreiro, R., & Oliveira, M. P. V. (2015). Relationship between the maturity of supply chain process management and the organisational life cycle. *Business Process Management Journal*, 21(3), 466–481. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2014-0023>
- Spitsberg, I., Brahmandam, S., Verti, M. J., & Coulston, G. W. (2013). Technology landscape mapping: At the heart of Open innovation: Technology landscape maps can help organizations build awareness of strategic technologies and identify opportunities at the intersection of emerging technologies and customer needs. *Research Technology Management*, 56(4), 27–35. <https://doi.org/10.5437/08956308X5604107>
- Tan, R. R., Aviso, K. B., & Ng, D. K. S. (2019). Optimization models for financing innovations in green energy technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 113(June). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109258>

- Tao, L., Probert, D., & Phaal, R. (2010). Towards an integrated framework for managing the process of innovation. *R and D Management*, 40(1), 19–30.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00575.x>
- The Cochrane Collaboration. (2011). *Cochrane Handbook - Your Guide To Health*.
<https://www.cochrane-handbook.org/>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Upadhyayula, V. K. K., Gadhamshetty, V., Shanmugam, K., Souihi, N., & Tysklind, M. (2018). Advancing game changing academic research concepts to commercialization: A Life Cycle Assessment (LCA) based sustainability framework for making informed decisions in Technology Valley of Death (TVD). *Resources, Conservation and Recycling*, 133(January), 404–416. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.12.029>
- Visser, K., Hahn, K., & Konrad, K. (2021). Innovation ecosystem strategies of industrial firms: A multilayered approach to alignment and strategic positioning. *Creativity and Innovation Management*, January 2020, 1–13. <https://doi.org/10.1111/caim.12429>
- Ward, M., Halliday, S., Uflewski, O., & Wong, T. C. (2018). Three dimensions of maturity required to achieve future state, technology-enabled manufacturing supply chains. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 232(4), 605–620. <https://doi.org/10.1177/0954405417710045>
- Ward, M. J., Halliday, S. T., & Foden, J. (2012). A readiness level approach to manufacturing technology development in the aerospace sector: An industrial approach. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, 226(3), 547–552. <https://doi.org/10.1177/0954405411418753>
- Yeo, K. T., & Ren, Y. (2009). Risk management capability maturity model for complex product systems (CoPS) projects. *Systems Engineering*, 12(4), 275–294.
<https://doi.org/10.1002/sys.20123>