

Revisión de literatura sobre los modelos de madurez digital para la evaluación del uso de tecnologías digitales en las Pymes

Gheraldine Loreine Avila Figueroa

Jennifer Tatiana Rueda Gómez

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniero Industrial

Directora

Daniela del Pilar Mesa Hernández

M.Sc (c) en Ingeniera Industrial

Grupo de Investigación:

Gestión de la Innovación Tecnológica y del Conocimiento, INNOTECH

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2024

### **Dedicatoria**

Este proyecto lo dedicamos con amor y gratitud a nuestras familias, quienes con su apoyo incondicional y motivación constante hicieron posible alcanzar esta meta.

A mis padres, Alberto Rueda y Adriana Gómez, a mi hermano Alejandro Rueda, por ser mi fuente de fortaleza, creer siempre en mí y por enseñarme la importancia del esfuerzo y la perseverancia. (Jennifer)

A mis padres, María Alejandra Figueroa y Gerardo Avila, por su amor constante y sus enseñanzas, que me han dado la fuerza para seguir adelante. A mis abuelos, Arnaldo Figueroa y Delis Barrios, por su apoyo incondicional y por ser fuente de inspiración en mi vida. Y a mi hermano, Jesús Ávila, por ser siempre un apoyo firme y un ejemplo de determinación. Gracias a todos ustedes por ser el cimiento de mis logros y acompañarme en cada paso de este camino. (Gheraldine)

También queremos dedicar este trabajo a nuestras parejas y amigos, quienes nos acompañaron en cada momento, celebraron nuestros logros y nos brindaron ánimo en las dificultades. A todos ustedes, nuestro más profundo agradecimiento y afecto.

### **Agradecimientos**

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Ingeniera Daniela Mesa, nuestra directora de proyecto, por su guía y apoyo incondicional a lo largo de esta investigación. Su paciencia y valiosos consejos fueron fundamentales para lograr los objetivos planteados. De igual manera, extendemos nuestra gratitud al profesor Javier Arias, por su disposición y aportes significativos, los cuales enriquecieron este trabajo desde su fase inicial hasta su conclusión.

Agradecemos también a la Universidad Industrial de Santander (UIS), que nos brindó los recursos y el entorno académico propicio para desarrollar esta investigación.

Finalmente, queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a nuestras familias y amigos, quienes nos apoyaron incondicionalmente en todo momento, brindándonos ánimo y comprensión durante los momentos más retadores de este proceso.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	14
1.Planteamiento del problema.....	17
2.Objetivos.....	19
2.1. Objetivo General.....	19
2.2. Objetivos Específicos.....	19
3. Marco de referencia .....	20
3.1. Marco conceptual.....	20
3.1.1. Tecnologías digitales .....	20
3.1.2. Tecnologías emergentes.....	20
3.1.3. Transformación digital (TD).....	21
3.1.4. Madurez Digital (MD) .....	21
3.1.5. Modelo de Madurez (MM) .....	21
3.1.6. Modelo de Madurez Digital (MMD) .....	22
3.1.7. Pymes.....	22
3.2. Marco teórico .....	22
3.2.1. Revisión de literatura .....	22
3.2.2. Tipos de revisión de literatura.....	23
3.2.3. Proceso de transformación digital.....	24
4. Metodología .....	25

4.1. Etapa uno: Realizar una revisión de literatura narrativa para el desarrollo del objetivo específico 1. ....	26
4.2. Etapa dos: Realizar una revisión sistemática de literatura para el desarrollo del objetivo específico 2. ....	27
4.3. Etapa tres: Sintetizar los resultados obtenidos de la revisión sistemática sobre los MMD. ..	28
4.4. Etapa cuatro: Analizar los resultados de los MMD encontrados en la revisión de literatura.	28
4.5. Etapa cinco: Realizar una caracterización de las Pymes a nivel Colombia. ....	28
4.6. Etapa seis: Cruzar la información sobre modelos de madurez y las características encontradas de las Pymes con el fin de valorar los modelos. ....	29
4.7. Etapa siete: Definir los modelos que se ajustan a la investigación para seleccionar y priorizar .....	29
4.8. Etapa ocho: Documentar los resultados obtenidos .....	29
5. Revisión narrativa de literatura.....	30
5.1. Análisis bibliométrico sobre los artículos encontrados en la base de datos Web of Science	30
5.1.1. Análisis de los documentos por años .....	31
5.1.2. Análisis de los documentos por autor .....	31
5.1.3. Análisis de los documentos por país.....	32
5.1.4. Análisis de los documentos por afiliación .....	33
5.2. Conceptualización: Tecnologías digitales.....	34
5.3. Conceptualización: Transformación digital .....	37
5.4. Conceptualización: Madurez digital .....	39
6. Revisión sistemática de la literatura .....	41
6.1. Análisis bibliométrico de los resultados de la base de datos Web of Science .....	47

6.1.1. Análisis por año .....	47
6.1.2. Análisis por autor:.....	48
6.1.3. Análisis por país.....	49
6.1.4. Análisis por afiliación.....	50
6.2. Análisis sobre los MMD .....	51
6.3. Propósito de los MMD.....	52
6.4. Dimensiones y subdimensiones de los MMD.....	53
6.5. Resultados de la evaluación de la madurez digital de una empresa .....	53
6.6. MMD encontrados en la literatura .....	54
7. Síntesis de los MMD encontrados en la literatura .....	64
7.1. Etapa uno: Análisis del contenido de los modelos y primera fase de depuración de los modelos encontrados en los artículos .....	64
7.2. Etapa dos: Definición de componentes claves de los modelos y creación de matriz de contraste .....	65
7.3. Etapa tres: Agrupación de componentes y clasificación por cumplimiento de los modelos .	69
7.4. Etapa cuatro: Eliminación de modelos que no cumplen con los componentes establecidos .	72
8. Estudio e investigación sobre Pymes.....	74
8.1. Importancia de las Pymes a nivel global.....	74
8.2. Panorama global sobre clasificación de las Pymes.....	75
8.2.1. Unión Europea (UE) .....	75
8.2.2. Estados Unidos (EE. UU) .....	75
8.2.3. Japón .....	76
8.3. Investigación de fuentes secundarias sobre Pymes a nivel Colombia .....	77

8.3.1. Actores que apoyan a nivel empresarial a las Pymes .....	77
8.3.2. Estrategias de seguimiento y apoyo.....	79
8.3.3. Estado de las Pymes en Colombia .....	79
8.3.4. Visión general de las Pymes en Santander .....	80
8.4. Identificación de características claves de las Pymes en Colombia basada en uso de tecnologías digitales.....	81
8.5. Definición de criterios de evaluación sobre los MMD .....	83
9. Valoración de información sobre MMD definitivos y características de las Pymes .....	86
10. Resultado de la selección y priorización de los modelos que se ajustan a la investigación ...	89
10.1. Etapa uno: Evaluación final y selección del modelo definitivo.....	89
10.1.1. Descripción del modelo definitivo.....	91
10.2. Etapa 2: Análisis de mejora y expansión del modelo seleccionado.....	94
11. Conclusiones .....	96
12. Recomendaciones .....	97
Referencia Bibliográfica .....	99

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Tabla de cumplimiento de objetivos .....	16
Tabla 2 Ecuación de búsqueda.....	30
Tabla 3 Definiciones de tecnologías digitales en la literatura .....	36
Tabla 4 Definiciones de transformación digital en la literatura.....	38
Tabla 5 Definiciones de madurez digital en la literatura .....	39
Tabla 6 Ecuación de búsqueda modelos de madurez.....	42
Tabla 7 Clústeres de Vosviewer al analizar MD, TD y Pymes .....	43
Tabla 8 Definiciones de modelos de madurez digital (MMD) en la literatura .....	51
Tabla 9 Modelos de madurez digital encontrados en la literatura .....	55
Tabla 10 Resultado final de los MMD más adecuados.....	72

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Metodología del proyecto.....	26
Figura 2 Análisis bibliométrico por año de publicación.....	31
Figura 3 Análisis bibliométrico por autor.....	32
Figura 4 Análisis bibliométrico por país.....	33
Figura 5 Análisis bibliométrico por afiliación de publicación.....	34
Figura 6 Relación entre los tres términos de estudio.....	41
Figura 7 Mapa de coocurrencia de palabras claves utilizando VOSviewer.....	43
Figura 8 Análisis de relevancia en el tiempo de los términos elegidos.....	45
Figura 9 Diagrama de flujo prisma.....	46
Figura 10 Publicaciones por año - Web of science.....	48
Figura 11 Publicaciones por autor - Web of science.....	49
Figura 12 Publicaciones por país - Web of science.....	50
Figura 13 Publicaciones por afiliación - Web of science.....	51
Figura 14 Metodología de selección del modelo.....	64
Figura 15 Listado de los 13 MMD identificados.....	68
Figura 16 Ajuste dimensiones y niveles.....	71
Figura 17 Valoración por componente de los MMD.....	72
Figura 18 Eliminación de MMD y componentes que no aportan a la investigación.....	73
Figura 19 Clasificación de criterios por colores.....	87
Figura 20 Matriz de valoración de información de los MMD definitivos.....	88
Figura 21 Evaluación y selección del MMD.....	90

Figura 22 MMD propuesto por Aras & Büyüközkan .....	92
Figura 23 Interpretación de resultados del MMD definitivo .....	93

### **Lista de apéndices**

Apéndice A: Relación de los documentos y su priorización.

Apéndice B: Análisis del contenido de los MMD.

Apéndice C: Matriz de valoración de MMD.

Apéndice D: Artículo de investigación.

## **Generalidades del proyecto**

### **Título**

Revisión de literatura sobre los modelos de madurez digital para la evaluación del uso de tecnologías digitales en las Pymes.

### **Modalidad**

Trabajo de investigación.

### **Responsables**

Nombre autor: Gheraldine Loreine Avila Figueroa

E-mail autor:

Teléfono autor:

Firma autor: \_\_\_\_\_

Nombre autor: Jennifer Tatiana Rueda Gómez

E-mail autor:

Teléfono autor:

Firma autor: \_\_\_\_\_

Nombre director: Daniela del Pilar Mesa Hernández

E-mail director:

Firma director: \_\_\_\_\_

### **Aval Grupo de Investigación**

Nombre del grupo de Investigación: Centro para la Innovación Tecnológica, INNOTEC

Nombre del director del grupo de investigación: Luis Eduardo Becerra Ardila

E-mail director del grupo de investigación:

Firma del director del grupo de investigación: \_\_\_\_\_

### Resumen

**Título:** Revisión de literatura sobre los modelos de madurez digital para la evaluación del uso de tecnologías digitales en las Pymes.\*

**Autores:** Gheraldine Loreine Avila Figueroa y Jennifer Tatiana Rueda Gómez.\*\*

**Palabras claves:** Tecnologías digitales, modelos de madurez digital, transformación digital, Pymes.

**Descripción:** La investigación analiza la relevancia de los modelos de madurez digital (MMD) como herramientas clave para evaluar y orientar la transformación digital en las pequeñas y medianas empresas (Pymes). Para ello, se realiza primero una revisión narrativa de la literatura, con el objetivo de identificar, analizar e interpretar conocimientos globales en torno a tecnologías digitales, transformación digital y madurez digital. Posteriormente, se lleva a cabo una revisión sistemática de la literatura, en la cual se identifican y analizan diversos MMD. Con el fin de encontrar y adaptar un modelo que se ajuste a las necesidades específicas de las Pymes, se realiza una caracterización de este tipo de empresas utilizando fuentes secundarias. Esta caracterización, centrada en las Pymes de Colombia, permite establecer criterios para evaluar qué modelos de los encontrados se ajustan mejor a las necesidades de las Pymes en su proceso de transformación digital. Como resultado, se determina que el modelo más adecuado es el propuesto por los autores Aras & Büyüközkan, destacando su alineación con los requerimientos específicos de las Pymes y de la investigación propuesta.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Ingeniería Industrial. Directora: Daniela del Pilar Mesa Hernández. Candidata a Magister en Ingeniería Industrial.

### Abstract

**Title:** Literature review on digital maturity models for evaluating the use of digital technologies in SMEs.\*

**Authors:** Gheraldine Loreine Avila Figueroa and Jennifer Tatiana Rueda Gómez.\*\*

**Keywords:** Digital technologies, digital maturity models, digital transformation, SMEs.

**Abstract:** The research analyzes the relevance of digital maturity models (DMM) as key tools to evaluate and guide the digital transformation of small and medium-sized enterprises (SMEs). To achieve this, a narrative review of the literature is first conducted, aiming to identify, analyze, and interpret global knowledge on digital technologies, digital transformation, and digital maturity. Subsequently, a systematic literature review is carried out, in which various DMM are identified and analyzed. In order to find and adapt a model that fits the specific needs of SMEs, a characterization of these companies is conducted using secondary sources. This characterization, focused on SMEs in Colombia, establishes criteria to evaluate which of the identified models best fit the needs of SMEs in their digital transformation process. As a result, it is determined that the most suitable model is the one proposed by Aras & Büyüközkan, highlighting its alignment with the specific requirements of Colombian SMEs and the proposed research.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Physical and Mechanical Engineering, School of Industrial and Business Studies. Industrial Engineering. Director: Daniela del Pilar Mesa Hernández. Candidate for Master's degree

## Introducción

En la era contemporánea, la dinámica de la Industria 4.0 y la transformación digital representan para las organizaciones fuerzas disruptivas en las operaciones empresariales. En la investigación de Azanha et al. (2016) destacan la necesidad de que las empresas desarrollen capacidades avanzadas de planificación y gestión para adaptarse a las realidades del mercado competitivo. En este contexto de adaptabilidad, autores como Schuh et al. (2017) hacen alusión al término "Industria 4.0" para describir la integración de las tecnologías digitales en la industria, destacando como objetivo principal la generación de conocimiento a partir de datos y la transformación de las empresas en organizaciones ágiles, capaces de adaptarse continuamente a las dinámicas del mercado.

En este sentido, valorando la relevancia e importancia de las pequeñas y medianas empresas (Pymes) sobre los desafíos significativos a los que se enfrentan para integrar tecnologías digitales sin un MMD que responda a sus características distintivas, surge la necesidad de investigar y dar respuesta a la existencia de diversas propuestas en la literatura científica que permitan evaluar el uso de las tecnologías digitales en este tipo de organizaciones, entendidas como motores empresariales de muchas economías alrededor del mundo.

Ahora, la literatura existente ofrece un panorama amplio sobre la transformación digital, exponiendo modelos teóricos de madurez digital. Es así como, Ifenthaler & Egloffstein, (2019) citan a: Mettler y Rohner,(2009), quienes proponen marcos evaluativos para la adopción tecnológica, y a Lahrmann & Marx, (2010), quienes resaltan la importancia de un diagnóstico organizacional en la digitalización. Tomando como base estos autores surge la inquietud sobre la aplicabilidad de este tipo de modelos en las Pymes.

De acuerdo con lo anterior, el objetivo de esta investigación es identificar y evaluar MMD existentes que se alineen con las necesidades y capacidades específicas de las Pymes. Por lo cual la importancia de este estudio radica en su contribución teórica para expandir el conocimiento sobre modelos que atiendan la necesidad práctica de proporcionar a las Pymes una herramienta efectiva para evaluar y gestionar su proceso de transformación digital, como tema relevante para la supervivencia y éxito de estas, en una economía global y digitalizada.

**Tabla de cumplimiento de objetivos**

**Tabla 1.**

*Tabla de cumplimiento de objetivos*

<b>OBJETIVO</b>	<b>CUMPLIMIENTO</b>
Realizar una revisión de literatura sobre las temáticas globales a abordar en la investigación como tecnologías digitales, transformación digital y madurez digital.	Cumplido en el capítulo 5. Revisión narrativa de la literatura.
Realizar una revisión de literatura para identificar y analizar los distintos modelos de madurez digital existentes.	Cumplido en el capítulo 6. Revisión sistemática de la literatura.
Sintetizar los resultados obtenidos de la revisión de los modelos de madurez digital, destacando características, criterios de evaluación, metodología y áreas de aplicación de cada uno.	Cumplido en el capítulo 7. Síntesis de los modelos de madurez digital encontrados en la literatura.
Valorar los modelos encontrados en el análisis realizado y contrastarlos para caracterizar el uso de tecnologías digitales en las Pymes.	Cumplido capítulo 8. Estudio e investigación sobre Pymes y capítulo 9. Valoración de información sobre modelos de madurez digital definitivos y características de las Pymes.
Elaborar un artículo de carácter publicable que presente los principales resultados del proyecto.	Apéndice D.

## 1. Planteamiento del problema

Uno de los fenómenos más importantes del siglo XXI es el proceso de transformación digital (TD), este es entendido por varios autores como el uso de nuevas tecnologías digitales (todas aquellas herramientas electrónicas, sistemas automáticos, dispositivos y recursos tecnológicos que generan, procesan o almacenan información) que permiten realizar mejoras significativas a nivel organizacional. Para su fácil comprensión, un ejemplo de transformación en el área comercial de una organización está enmarcado en: mejorar la experiencia del cliente, optimizar las operaciones o desarrollar nuevos modelos de negocio (Warner & Wäger, 2019). Adicionalmente, es importante aclarar que la TD supone ante todo un verdadero cambio cultural dentro de la empresa.

En ese sentido, el uso de tecnologías digitales como la inteligencia artificial (IA), las plataformas digitales, las infraestructuras digitales y el blockchain, cambian la forma como se hacen los negocios, la forma de interactuar, de comprar e incluso la forma de comunicar. Ahora bien, es importante mencionar cómo las empresas con ánimo de lucro buscan satisfacer necesidades sobre el crecimiento financiero, lo que lleva a la búsqueda de elementos claves marcados en la competitividad del mercado tales como diferentes formas de diferenciación de servicio o de producto. Surgiendo, así como base la digitalización y el acercamiento al cliente en nichos cada vez más individualizados por el uso de las redes sociales y las plataformas digitales, lo que causa que las organizaciones vuelquen sus esfuerzos hacia mejorar competencias y capacidades en este aspecto.

En efecto, las pequeñas y medianas empresas (Pymes), juegan un papel importante en la economía global y local debido a su capacidad para generar empleo y promover el crecimiento

económico. Sin embargo, a pesar de su importancia, las Pymes suelen enfrentarse a mayores desafíos en la adopción de tecnologías digitales, comparando con grandes empresas debido a limitaciones en recursos financieros, técnicos y humanos. Este contexto hace que estas organizaciones necesiten herramientas de evaluación que se ajusten a sus características específicas, permitiendo un diagnóstico preciso y un proceso de transformación digital adecuado a su realidad.

Por consiguiente, con el fin de evaluar el estado del uso de dichas tecnologías, la literatura evidencia diversos MMD. Estos modelos proporcionan una evaluación estructurada de dicha adopción, midiendo el nivel de sofisticación de sus recursos y estrategias digitales e identificando áreas de mejora específicas orientadas a fortalecer los objetivos estratégicos de la empresa, considerando factores de costo, tiempo y esfuerzo organizacional. Permitiendo a las organizaciones, además, adaptarse de manera efectiva al cambio tecnológico y mejorar su competitividad en un entorno empresarial cada vez más dinámico y digitalizado.

Del mismo modo, Lahmann & Marx, (2010), como se citó en Ifenthaler & Egloffstein (2019) identifican en los modelos fortalezas y debilidades de una organización en términos de su digitalización. Con ello, se puede realizar un diagnóstico preciso sobre la situación actual de la empresa lo que proporcionaría una guía clara para iniciar el proceso de transformación digital (Sándor, 2021).

Por lo tanto, esta investigación busca encontrar aquellos modelos que permitan evaluar el estado de uso de las tecnologías digitales en las Pymes, para ello se establece la siguiente pregunta de investigación: ¿Existen modelos de madurez digital que se adapten a las características propias de las Pymes para evaluar en ellas el uso de las tecnologías digitales?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Realizar una revisión de literatura sobre modelos de madurez digital con el fin de identificar y seleccionar aquellos que se adapten a las características propias de las Pymes.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Realizar una revisión de literatura sobre las temáticas globales a abordar en la investigación como tecnologías digitales, transformación digital y madurez digital.

Realizar una revisión de literatura para identificar y analizar los distintos modelos de madurez digital existentes.

Sintetizar los resultados obtenidos de la revisión de los modelos de madurez digital, destacando características, criterios de evaluación, metodología y áreas de aplicación de cada uno.

Valorar los modelos encontrados en el análisis realizado y contrastarlos para caracterizar el uso de tecnologías digitales en las Pymes.

Elaborar un artículo de carácter publicable que presente los principales resultados del proyecto.

### **3. Marco de referencia**

#### **3.1. Marco conceptual**

En esta sección, se presenta una serie de conceptos base para la investigación con la finalidad de establecer una estructura sólida sobre las temáticas en las cuales se enmarca el desarrollo del tema objeto de estudio:

##### **3.1.1. *Tecnologías digitales***

Incluyen todas las herramientas tecnológicas, tecnologías emergentes, sistemas automáticos, dispositivos y recursos de análisis de datos que permiten generar, almacenar y procesar información (Gob. Perú, 2024). Estas tecnologías pueden constituir una de las circunstancias más impactantes que fomentan la participación de los clientes en las actividades de producción, redefiniendo de este modo el concepto de creación de valor (Presti, C. et al., 2023)

Incluyen todas las herramientas tecnológicas, sistemas automáticos, dispositivos y recursos de análisis de datos que permiten generar, almacenar y procesar información (Gob. Perú, 2024). Estas tecnologías fomentan la participación activa de los clientes en los procesos productivos, redefiniendo la creación de valor (Presti, C. et al., 2023). Ejemplos de tecnologías digitales emergentes incluyen la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT), y la blockchain, que impulsan nuevas formas de operar y generar valor en la industria (Dal Mas et al., 2020).

##### **3.1.2. *Tecnologías emergentes***

Se refieren a las tecnologías digitales que pueden crear soluciones innovadoras, que conforman la industria 4.0. Estas tecnologías integran técnicas avanzadas de producción y operaciones con herramientas tecnológicas, generando un impacto en el ecosistema digital, así como en las organizaciones y en las personas (Gob. Peru, 2024).

### ***3.1.3. Transformación digital (TD)***

Se trata del proceso de incorporación de tecnologías recientes al modelo de negocio, lo que implica modificar el funcionamiento de una empresa y su manera de relacionarse con el entorno, con el objetivo de incrementar los niveles de competitividad. (Martínez, 2019; Páez, 2022). Desde otra perspectiva, la transformación digital se refiere a la implementación de tecnologías digitales innovadoras para impulsar mejoras comerciales significativas, lo que lleva a una experiencia del cliente más satisfactoria, operaciones más eficientes y la creación de nuevos modelos de negocio. Este proceso implica identificar las necesidades de la organización y diseñar o rediseñar procesos utilizando tecnologías digitales para agregar valor a los clientes, a la empresa y a otras partes interesadas clave. Además, la gestión de la transformación digital debe abordarse de manera integral, teniendo en cuenta su impacto social, tecnológico y administrativo en todos los niveles de la organización. (Aras & Büyüközkan, 2023).

### ***3.1.4. Madurez Digital (MD)***

Definida por Rammer et al. (2017), como se citó en Ostmeier & Strobel, (2022) como el grado en que las organizaciones han tomado medidas para beneficiarse de la digitalización mediante la adopción de procesos, herramientas o métodos innovadores basados en tecnología.

### ***3.1.5. Modelo de Madurez (MM)***

Un modelo de madurez proporciona un marco de referencia que permite a las organizaciones evaluar la efectividad de sus procesos en relación con las mejores prácticas de la industria. Este modelo funciona como un punto de referencia objetivo que facilita a las organizaciones medir su nivel de madurez, generalmente en diversas áreas interrelacionadas (Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital Bogotá D.C., s.f.).

### ***3.1.6. Modelo de Madurez Digital (MMD)***

Los MMD son herramientas que permiten diagnosticar o evaluar la situación actual de una empresa en cuanto al grado de implementación y apropiación de tecnologías o herramientas digitales en sus procesos. Los resultados obtenidos a partir de los MMD ayudan a identificar áreas de mejora, facilitan el seguimiento del progreso organizacional y actúan como una guía para iniciar la transformación digital. (Mosallaeipour, 2018).

### **3.1.7. Pymes**

Se define como pequeña y mediana empresa (Pymes) a toda unidad de explotación económica, ya sea realizada por personas naturales o jurídicas, que se dedique a actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, ya sea en entornos rurales o urbanos. Para ser considerada pequeña, la empresa debe tener entre 11 y 50 trabajadores y contar con activos sociales que oscilen entre 501 y menos de 5.001 salarios mínimos mensuales legales vigentes (smmlv). Por otro lado, la mediana empresa debe tener entre 51 y 200 empleados, con activos totales que se sitúan entre 5.001 y 15.000 smmlv. (Congreso de la República de Colombia, 2000, Ley 590, Artículo 2).

## **3.2. Marco teórico**

### ***3.2.1. Revisión de literatura***

Una revisión de la literatura es un paso fundamental previo a cualquier investigación, ya que permite aproximarse al conocimiento existente sobre un área específica e identificar tanto lo que se sabe como lo que aún está por descubrir. Este proceso resume investigaciones y artículos relevantes, ofreciendo una visión general del estado actual del campo en estudio, así como una valoración crítica de trabajos previos, ubicando la investigación dentro de un contexto más amplio.

La revisión requiere la selección de documentos que contengan información, ideas, datos y evidencias sobre un enfoque particular, con el objetivo de cumplir ciertos propósitos o expresar opiniones sobre cómo abordar la investigación. Además, implica evaluar la relevancia de esos documentos para el proyecto en curso. Este tipo de análisis es detallado, selectivo y crítico, integrando la información clave desde una perspectiva unificada. A menudo retrospectiva, la revisión aporta información contextual limitada a un periodo de tiempo específico y resalta las similitudes e inconsistencias en la literatura analizada (Guirao Goris & Silamani J. Adolf., 2015).

### ***3.2.2. Tipos de revisión de literatura***

La revisión de la literatura es un componente esencial de toda investigación académica, ya que establece el marco teórico y empírico para el estudio en cuestión. Existen diferentes enfoques de revisión de literatura, cada uno con un propósito y metodología específicos. La elección del enfoque adecuado depende de la naturaleza del estudio y sus objetivos. En esta investigación, se ha decidido realizar una revisión narrativa de la literatura para abordar el primer objetivo específico, que se centra en conceptualizar las bases teóricas del estudio. Adicionalmente, se llevará a cabo una revisión sistemática de la literatura con el fin de explorar el estado del arte relacionado con el segundo objetivo. Cada uno de estos tipos de revisión presenta distintas ventajas y desafíos, por lo que es fundamental entender sus características para aplicarlos correctamente en el desarrollo de la investigación, como se describirá a continuación:

**3.2.2.1. Revisión narrativa o cualitativa.** Incluye una amplia gama de publicaciones adecuadas para describir y analizar el desarrollo o el "estado del arte" de un tema específico, ya sea desde una perspectiva teórica o contextual. Estas revisiones no especifican las fuentes consultadas, la metodología empleada en la búsqueda de referencias, ni los criterios utilizados para

evaluar y seleccionar los trabajos. Se basan principalmente en el análisis crítico e interpretación personal del autor sobre la literatura disponible en libros, artículos de revistas impresas o electrónicas. (Acta Paul. Enferm., 2007). Su finalidad es identificar, analizar, evaluar e interpretar el conjunto de conocimientos sobre un tema particular. El enfoque y la profundidad de la revisión dependen del contexto en el que se lleve a cabo. (Guirao Goris & Silamani J. Adolf., 2015).

**3.2.2.2. Revisión sistemática.** Es un resumen de evidencias, generalmente llevado a cabo por un experto o un panel de expertos en un área específica, que utiliza un riguroso proceso para minimizar sesgos. Este proceso identifica, evalúa y sintetiza estudios para responder a una pregunta clínica concreta y extraer conclusiones sobre los datos recopilados. Tradicionalmente, se considera que una revisión sistemática analiza de manera estructurada la efectividad de las intervenciones, enfocándose principalmente en preguntas sobre qué es lo que realmente funciona. (Guirao Goris & Silamani J. Adolf., 2015)

La ampliación de estos tópicos se evidencia a partir de la revisión de literatura de la etapa 1 en el capítulo de metodología.

### ***3.2.3. Proceso de transformación digital***

Conforme a la literatura, autores como Soluk & Kammerlander (2021), definen que la transformación digital comprende tres etapas de adopción de tecnología:

**3.2.3.1. Digitalización del proceso.** En esta etapa inicial, la empresa se enfoca en identificar y desarrollar oportunidades tecnológicas, buscando la adecuación técnica de la organización. Esto implica convertir procesos e información de formatos analógicos a digitales, mejorando las operaciones existentes con tecnologías básicas.

La motivación para digitalizar los procesos radica en la reducción de costos, centrándose en el desarrollo de capacidades operativas a través de la utilización de procesos comerciales existentes, una infraestructura técnica básica y la optimización de los datos maestros.

**3.2.3.2. Digitalización de producto/servicio.** En esta etapa intermedia, la empresa despliega sus recursos para explorar oportunidades tecnológicas en la oferta de productos y servicios. Se integran tecnologías digitales en los productos y servicios para generar ingresos adicionales y fortalecer las relaciones con proveedores y clientes.

La digitalización de productos y/o servicios está impulsada por el crecimiento en ventas, desarrollando tanto capacidades operativas como dinámicas. Esto incluye la reorganización de rutinas, la habilidad de reconocer, asimilar y comercializar nueva información, y la capacidad de tomar decisiones estratégicas efectivas.

**3.2.3.3. Digitalización del modelo de negocio.** La empresa se enfoca en la renovación continua, lo que implica una adecuación evolutiva de la organización. Se transforman los modelos de negocio para crear soluciones digitales integrales, lo que puede incluir técnicas de mantenimiento predictivo, aplicaciones de realidad virtual y tecnología blockchain.

La digitalización del modelo de negocio busca alcanzar el éxito a través de la competencia directa, desarrollando capacidades dinámicas como la renovación constante, la formación de asociaciones estratégicas y la habilidad de los empleados para aprender rápidamente y adaptar la gestión de la marca.

#### **4. Metodología**

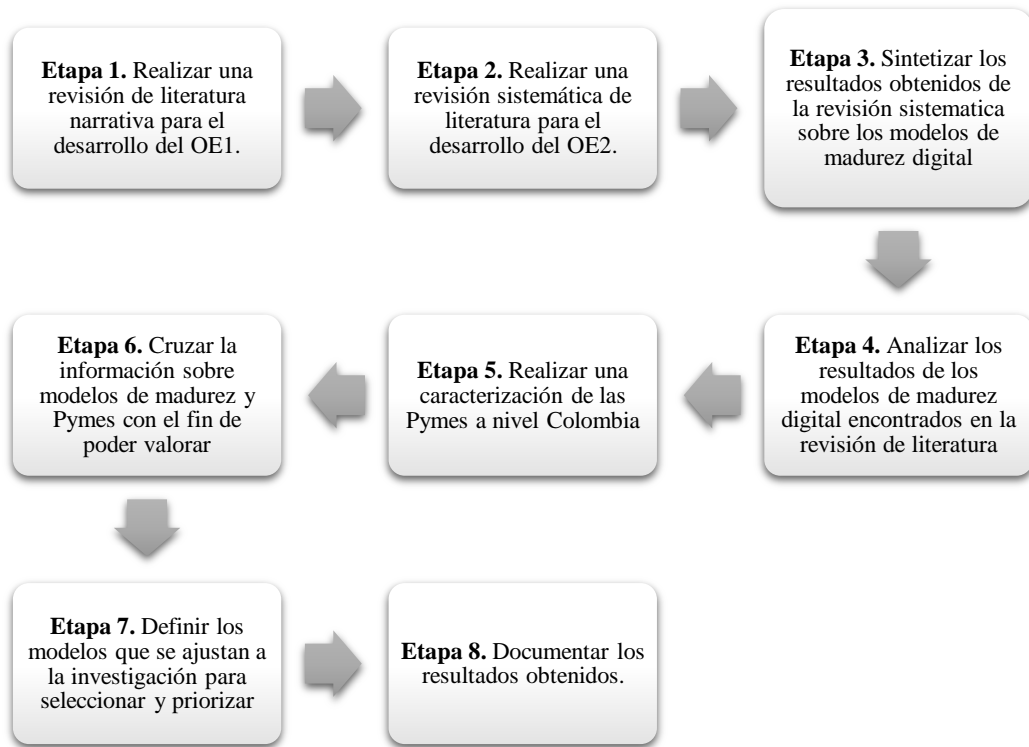
Para la presente investigación, se plantea el diseño de una metodología cualitativa de naturaleza exploratoria, con el fin de abordar y entender a profundidad los múltiples desafíos a los

que se enfrenta el sector empresarial en el proceso de transformación digital, específicamente en el caso de las Pymes.

De forma gráfica, a continuación, se presentan y describen las etapas a ser abordadas:

**Figura 1.**

*Metodología del proyecto*



**4.1. Etapa uno: Realizar una revisión de literatura narrativa para el desarrollo del objetivo específico 1.**

Para llevar a cabo la etapa inicial, se planea la apropiación de conocimiento fundamentalmente sobre los conceptos de tecnología digital, transformación digital y madurez digital. El proceso establecido implica la selección y el análisis de artículos académicos relevantes de una base de datos seleccionada con el fin de abordar estos temas desde diversas perspectivas.

El objetivo es consolidar una comprensión clara de las definiciones esenciales y los efectos de estas tecnologías en diversos contextos. Para lograrlo, se realiza una revisión de literatura de carácter narrativa, cuya finalidad es identificar, analizar e interpretar el cuerpo de conocimientos sobre los temas nombrados anteriormente, con esta clase de revisión se puede explorar el estado actual de la investigación en estas áreas. Adicionalmente, se desarrolla un análisis bibliométrico para evaluar la evolución del tema objeto de estudio con respecto a: los años de publicación, autores, países y revistas científicas.

#### **4.2. Etapa dos: Realizar una revisión sistemática de literatura para el desarrollo del objetivo específico 2.**

En esta segunda etapa, se identifican los MMD existentes a través de una revisión sistemática de la literatura. Para lograrlo, se implementa un protocolo de búsqueda riguroso y estructurado definiendo criterios de inclusión y exclusión que permiten identificar los artículos relevantes para la investigación. Inicialmente, se selecciona una base de datos junto con fuentes de información pertinentes. Posteriormente, se definen las palabras clave que guían la búsqueda y con las mismas se formula una ecuación correspondiente. A continuación, se establecen filtros de exclusión, como: el periodo de tiempo, la clase de documento y la relación con los temas a tratar, con el fin de seleccionar únicamente aquellos estudios que aporten mayor relevancia a la investigación propuesta.

Como resultado de esta etapa, se identifican los MMD existentes en la literatura. Además, se desarrolla un análisis bibliométrico para evaluar la evolución del tema objeto de estudio con respecto a los años de publicación, autores, países y revistas científicas.

#### **4.3. Etapa tres: Sintetizar los resultados obtenidos de la revisión sistemática sobre los MMD.**

Durante esta tercera etapa de la investigación, se consolida y sintetiza los hallazgos derivados de la revisión sistemática de literatura sobre los MMD. Este proceso implica consolidar y clasificar la información clave de los estudios seleccionados, incluyendo autores, dimensiones, niveles, objetivos, necesidades, tamaño y tipo de estudio de cada MMD encontrados en los diferentes documentos científicos.

#### **4.4. Etapa cuatro: Analizar los resultados de los MMD encontrados en la revisión de literatura.**

En esta etapa, se realiza un análisis a profundidad sobre los resultados obtenidos de los MMD identificados en la revisión de literatura. Este estudio se enfoca en evaluar las características principales de cada modelo, identificando tanto fortalezas como debilidades. Además, se identifica la relevancia y la aplicabilidad de estos modelos en distintos contextos empresariales. El objetivo de esta actividad es concluir de forma clara el aporte, el desarrollo y la implementación del modelo más adecuado para el estudio.

#### **4.5. Etapa cinco: Realizar una caracterización de las Pymes a nivel Colombia.**

En la quinta etapa, el equipo de trabajo realiza un estudio de fuentes secundarias con el cual se logra caracterizar a las pequeñas y medianas empresas (Pymes) con información publicada de entidades colombianas. Esta actividad incluye la recopilación de datos sobre características, necesidades y oportunidades de las Pymes en el contexto de transformación digital. La caracterización proporciona una comprensión clara del nivel de adopción y uso de tecnologías digitales por parte de las Pymes.

#### **4.6. Etapa seis: Cruzar la información sobre modelos de madurez y las características encontradas de las Pymes con el fin de valorar los modelos.**

La sexta etapa implica para el equipo de investigación el cruce de la información obtenida sobre los MMD y la caracterización de las Pymes. El objetivo es lograr evaluar cómo se adaptan estos modelos a las necesidades específicas de las Pymes. Este cruce de información permite identificar y presentar aquel o aquellos modelos más adecuados y relevantes para esta clase de empresas.

Al comparar los hallazgos de la revisión en fuentes secundarias sobre la realidad de las Pymes, se extraen conclusiones que orientan el estudio de los MMD. Este análisis contribuye a identificar áreas de mejora y oportunidades para el desarrollo tecnológico de las Pymes, buscando facilitar el proceso de transformación digital y competitividad en el mercado.

#### **4.7. Etapa siete: Definir los modelos que se ajustan a la investigación para seleccionar y priorizar**

Para desarrollar la séptima etapa, se procede a definir y seleccionar entre los MMD encontrados el que mejor se adapte a las necesidades específicas de las Pymes Colombianas y a los objetivos de la investigación. El proceso incluye la evaluación detallada de cada modelo en base a su capacidad y aporte al proceso de transformación digital de las pequeñas y medianas empresas.

#### **4.8. Etapa ocho: Documentar los resultados obtenidos**

La última etapa de este estudio se centra en la documentación de los resultados obtenidos durante el proceso investigativo. En esta fase, se recopilan los principales hallazgos derivados de

la evaluación de los MMD. Este proceso, incluye la redacción de un artículo académico de carácter publicable.

### **5. Revisión narrativa de literatura**

Para dar cumplimiento al primer objetivo específico, el equipo investigador selecciona la base de datos Web of Science<sup>1</sup>, luego formula una ecuación de búsqueda relacionada con el tema de estudio, la cual se presenta a continuación y define parámetros esenciales para la elección de los artículos a analizar.

#### **Tabla 2**

##### *Ecuación de búsqueda*

---

"Digital Technolog\*" (Topic) AND "Digital Transformation"(Topic) AND "Digital Maturity" (Topic)

---

#### **5.1. Análisis bibliométrico sobre los artículos encontrados en la base de datos Web of Science**

En esta sección, se describe detalladamente el proceso del análisis bibliométrico realizado para avanzar en la revisión bibliográfica. Este análisis permite destacar elementos importantes como los términos más utilizados, los años con mayor actividad sobre las publicaciones realizadas, las universidades y los autores más destacados, así mismo, permite conocer los países más influyentes en el tema, entre otros aspectos relevantes para la investigación en curso. Es importante destacar además que la base de datos Web of Science utilizada en el estudio, proporciona acceso

---

<sup>1</sup> Base de datos de referencias bibliográficas, creada por Eugene Garfield, propiedad de la empresa Clarivate Analytics.

a información científica de alcance internacional y abarca una amplia variedad de investigaciones multidisciplinarias con un significativo impacto en diversas áreas del saber.

**5.1.1. Análisis de los documentos por años**

La figura 2 muestra el número de artículos publicados por año. En la gráfica se puede observar un aumento significativo en el volumen de publicaciones en los últimos años, lo que refleja un creciente interés en el tema. El mayor incremento se registra en el año 2023, con la publicación de dieciocho (18) documentos, que representan el 35.29% del total encontrado en esta base de datos.

**Figura 2**

*Análisis bibliométrico por año de publicación*



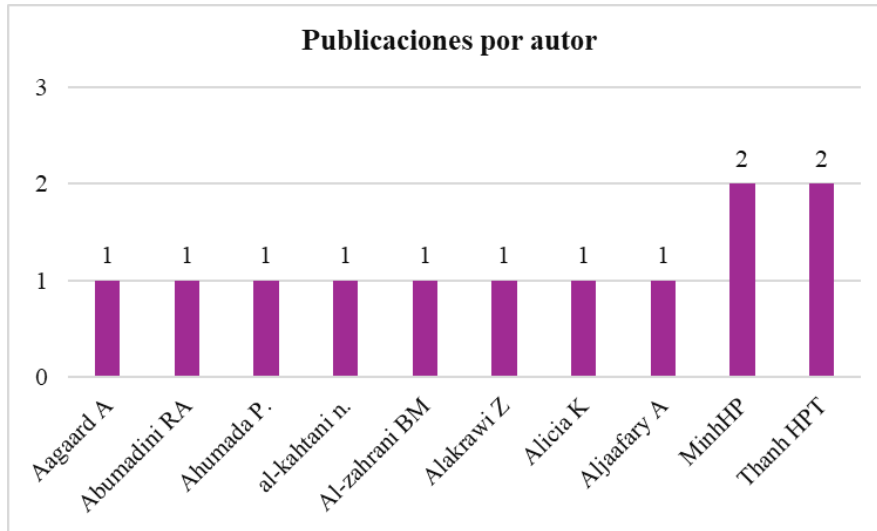
**5.1.2. Análisis de los documentos por autor**

La figura 3 presenta un análisis de la distribución de publicaciones por autor en las categorías listadas en la base de datos Web of Science, detallando el número de artículos por cada investigador. De un total de 50 documentos registrados como resultado de la búsqueda, se observa

que los autores MinhHP y Thanh HPT destacan con un total de dos (2) publicaciones cada uno, subrayando su prominencia y significativa contribución a la literatura científica.

**Figura 3**

*Análisis bibliométrico por autor*



**5.1.3. Análisis de los documentos por país**

La figura 4 presenta los 10 países representativos sobre investigaciones en el tema, basándose en el número de publicaciones realizadas en cada uno. El mayor número de publicaciones se registra en Rusia, con doce documentos que representan el 23.53% del total de documentos relacionados con el tema.

**Figura 4**

*Análisis bibliométrico por país*



**5.1.4. Análisis de los documentos por afiliación**

La figura 5, ilustra las universidades o entidades con el mayor número de publicaciones en la base de datos Web of Science sobre el tema en cuestión, reflejando un panorama competitivo de contribuciones académicas en el área de estudio. La Universidad Financiera bajo el Gobierno de la Federación Rusa, la Universidad de Ciencias de Hanoi, la Universidad Politécnica de San Petersburgo, la Universidad de Oporto y la Universidad de Zagreb destacan con un total de dos (2) publicaciones cada una.

**Figura 5**

*Análisis bibliométrico por afiliación de publicación*



Una vez finalizado el análisis bibliométrico y entendiendo varios puntos clave de la investigación, se presenta a continuación la síntesis de tres temas bases para el estudio:

**5.2. Conceptualización: Tecnologías digitales**

Para entender el propósito de esta investigación, es importante destacar que la Tecnología de la Información (TI), las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y la tecnología digital son conceptos interrelacionados, pero con enfoques y alcances diferentes, los cuales se detallan enseguida:

**La Tecnología de la Información (TI)** se pueden definir como el conjunto de recursos tecnológicos, como hardware, software y servicios útiles para para almacenar, recolectar, procesar y distribuir información, y de esta forma mejorar la eficiencia, el rendimiento y la productividad en la realización de tareas y procesos, tanto en empresas y organizaciones como en la vida diaria de las personas (Patiño, W., 2023). Los autores conceptualizan que las TI facilitan el uso de

conocimiento externo mediante sistemas de acceso a datos y conectividad de red (Kraus et al., 2021).

Mientras que, *las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC)* abarcan un conjunto más amplio de recursos y herramientas. Según MinTIC (2021), las TIC incluyen equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento y transmisión de información en diversas formas como voz, datos, texto, video e imágenes. Las TIC no solo involucran hardware y software, sino también todas las herramientas electrónicas, sistemas automáticos, dispositivos y recursos tecnológicos que generan, procesan o almacenan información.

Las TIC engloban un conjunto más amplio de recursos, como equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la transmisión de información en diversas formas como voz, datos, texto, video e imágenes (MinTIC, 2021). Aunque incluyen hardware y software, su objetivo principal es facilitar la conectividad y la comunicación eficiente entre sistemas, diferenciándose así de las tecnologías digitales, que se enfocan más en el uso y análisis de esa información para transformar los procesos de negocio.

*La tecnología digital*, por su parte, incluye todas las herramientas electrónicas, sistemas automáticos, dispositivos y recursos tecnológicos que generan, procesan o almacenan información (Gov. Perú, 2024). Este término es más amplio y abarca tanto las TI como las TIC, englobando cualquier tecnología que funcione con datos digitales y se utilice en una variedad de contextos, desde la computación y las telecomunicaciones hasta la multimedia y la automatización industrial.

A continuación, en la tabla 3 se presenta una línea de tiempo que contiene definiciones según diversos autores sobre tecnologías digitales discutidas en la revisión de literatura:

**Tabla 3**

*Definiciones de tecnologías digitales en la literatura*

<b>AUTOR</b>	<b>DEFINICIÓN DE TECNOLOGÍAS DIGITALES</b>
Burgelman; Grove (2007)	Permiten innovaciones revolucionarias que trascienden las empresas y las industrias, desdibujando los límites y marcos de la industria, introduciendo así mas turbulencias en el entorno competitivo (como se citó en Katona et al. 2023)
Hague & Williamson (2009)	Son una amplia gama de herramientas, dispositivos, programas y recursos que almacenan y transmiten información en formato digital, como computadoras, internet, correo electrónico, teléfonos móviles, cámaras, videojuegos y lo que se conoce como tecnología Web 2.0 (como se citó en Gallardo, E. et al, 2015)
Hartl; Hess (2017)	Es una desviación de las transformaciones empresariales anteriores basadas en TI en su naturaleza holística y velocidad. Aumentan la velocidad de la innovación y la dinámica competitiva y alteran los entornos operativos de las organizaciones (como se citó en Simberová et al., 2022).
Gurbaxani, V. (2018)	Permiten el desarrollo de productos y servicios nuevos o mejorados entregados a los clientes de manera más eficiente.
Bogers et al. (2018)	Funcionan como facilitadores de actividades más globales, colaborativas y abiertas (como se citó en Schneider, S. et al., 2021).
Li (2020)	Facilitan el desarrollo de una gama más amplia de nuevos modelos de negocio y no solo los transforman, sino que también sirven como un nuevo canal de información o interacción con los clientes y otras partes interesadas (como se citó en Kraus, S. et al., 2021).

Para concluir esta sección se muestra una breve descripción de las principales tecnologías digitales reconocidas en el análisis de la literatura científica:

**Inteligencia artificial (IA):** Es un componente del sistema de software. La tecnología de inteligencia artificial es capaz de interpretar su entorno al recopilar datos, analizar tanto datos estructurados como no estructurados, procesar la información obtenida de estas fuentes y determinar las acciones más adecuadas para alcanzar un objetivo específico (von Solms, J. y Langerman, J., 2022).

**Aprendizaje automático (ML):** Es una de las tecnologías de inteligencia artificial más relevantes y frecuentemente se utiliza en análisis avanzados, gracias a su habilidad para reconocer patrones y sus mejoradas capacidades predictivas. (von Solms, J. y Langerman, J., 2022).

**Análisis de Big Data (BD)**: se refiere a desarrollos tecnológicos relacionados con la recopilación, el almacenamiento, el análisis y la aplicación de datos (von Solms, J. y Langerman, J., 2022).

**Computación en la nube (CC)**: Se refiere a la provisión de diversos servicios tecnológicos a través de una red, que abarca herramientas y aplicaciones como almacenamiento de datos, servidores, bases de datos, redes y software. (von Solms, J. y Langerman, J., 2022).

**Automatización robótica de procesos (RPA)**: Facilita la configuración de software o hardware para replicar e integrar las acciones realizadas por los humanos, con el fin de ejecutar un proceso empresarial (von Solms, J. y Langerman, J., 2022).

**Interfaz de programación de aplicaciones (API)**: Describe el tipo de interacciones que pueden ocurrir entre varias aplicaciones de software (von Solms, J. y Langerman, J., 2022).

### **5.3. Conceptualización: Transformación digital**

En el ámbito empresarial y tecnológico, es crucial comprender las diferencias entre los conceptos de digitización, digitalización y transformación digital, ya que cada uno juega un papel distinto dentro de la evolución tecnológica de una organización.

**La digitización** Es el proceso de transformar los elementos físicos de los flujos de trabajo y procesos empresariales en componentes digitales. Esto implica convertir información física o no digital en un formato digital, lo que permite que un sistema informático procese y utilice dicha información (AWS, 2023).

Por otro lado, **la digitalización** hace referencia al procesamiento integral de los datos de una organización y sus activos mediante tecnologías digitales avanzadas. Este proceso genera

cambios profundos en los procesos empresariales, lo que puede derivar en la creación de nuevos modelos de negocio y transformaciones sociales significativas. (SAP, 2024).

Finalmente, ***la transformación digital*** va más allá de la simple digitalización. Según Westerman (2014), citado en Karekla et al. (2021), la transformación digital es el uso de la tecnología para mejorar radicalmente el desempeño o el alcance de las organizaciones.

A lo largo de los años varios autores han aportado a la definición de transformación digital, dicha información se recopila y se presenta en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Definiciones de transformación digital en la literatura*

<b>AUTORES</b>	<b>DEFINICIÓN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL</b>
Stolterman; Fors (2004)	Los cambios asociados con la aplicación de la tecnología digital en todos los aspectos de la sociedad humana (como se citó en Kääriäinen et al., 2021).
Westerman et al. (2011)	Es la integración de tecnologías digitales como las sociales, las móviles, la analítica, la computación en la nube y el Internet de las cosas (SMACIT) para transformar tres niveles básicos de la empresa: la experiencia del cliente, los modelos de negocio y la operativa (como se citó en Ge et al., 2023).
Kane et al. (2015)	Es el proceso de imponer cambios en el uso de tecnologías digitales o el desarrollo de nuevos modelos de negocio digitales y un cambio dramático en el funcionamiento de una organización o un país centrado en tecnologías transformadoras (como se citó en Mohammadi et al., 2023).
Ge et al. (2017)	Es una iniciativa esencial para que las empresas utilicen nuevas tecnologías digitales para mejorar los procesos de negocio, crear modelos de negocio, repensar las mediciones de inversión y así realizar cambios en el ecosistema más amplio y aprender de las interacciones con las partes interesadas para mantener una ventaja competitiva en la era digital (como se citó en Karekla et al., 2021).
Parviainen et al. (2017)	Cambios en las formas de trabajo, roles y oferta comercial causados por la adopción de tecnologías digitales en una organización o en el entorno operativo de la organización (como se citó en Kääriäinen et al., 2021).
Hinings et al. (2018)	Es un proceso radical de cambio que se lleva a cabo utilizando las innovaciones preintroducidas (como se citó en Mohammadi et al., 2023).
Lotriet; Kokotwane (2020)	Usar la tecnología para crear formas diferenciadoras de hacer negocios con el objetivo de impulsar el crecimiento en mercados nuevos y existentes.
Lotriet; Kokotwane (2020)	La realineación o nueva inversión en tecnología, modelos de negocios y procesos para impulsar nuevo valor para clientes y empleados y competir de manera más efectiva en una economía digital en constante cambio.

AUTORES	DEFINICIÓN DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL
Kääriäinen et al. (2021)	Se refiere a los cambios en las formas de trabajar y la oferta comercial provocados por la adopción de tecnologías digitales en una organización.
Gökalp; Martínez (2021)	Logro tecnológico disruptivo que trae nuevos modelos de negocio y operativos a todos los sectores (como se citó en Šimberová et al., 2022).
Karekla et al. (2021)	Se utiliza como término para describir el proceso, el impacto y el cambio en el uso de las nuevas tecnologías digitales.
Mubarak et al. (2021)	Puede mejorar el desempeño de la innovación al mejorar la eficiencia del intercambio de información y facilitar la acumulación de conocimientos (como se citó en Ge et al., 2023).
Zhai et al. (2022)	Integración de tecnologías digitales en todos los diferentes segmentos de una empresa, lo que cambia los procedimientos de trabajo y proporciona valor a los clientes (como se citó en Mohammadi et al., 2023).
Niu et al. (2023)	Se refiere al uso de tecnología digital y de la información para transformar modelos de negocio, productor y servicios tradicionales en formas digitales para mejorar la eficiencia, reducir costos y mejorar la experiencia del cliente y las capacidades de innovación (como se citó en Zhu, H. et al, 2024)
Mohammadi et al. (2023)	Se refiere a un cambio cultural, organizacional y operativo que involucra la integración inteligente de tecnologías, procesos y competencias digitales en todos los niveles, resultando en una convergencia de estos elementos hacia una dirección estratégica.

#### 5.4. Conceptualización: Madurez digital

La madurez digital se ha convertido en un tema central para las organizaciones que buscan mantenerse competitivas en un entorno empresarial cada vez más tecnológico. A lo largo del tiempo, la madurez digital ha sido conceptualizada de diversas maneras, con enfoques y modelos que han evolucionado para adaptarse a los cambios digitales.

De esta forma, a continuación, se presenta una línea de tiempo (Tabla 5), que abarca las múltiples definiciones sobre madurez digital analizadas en la revisión de literatura:

**Tabla 5**

*Definiciones de madurez digital en la literatura*

AUTORES	DEFINICIÓN DE MADUREZ DIGITAL
Chanias y Hess (2016)	Estado de la transformación digital de una empresa y lo que la empresa ya ha logrado con respecto a los esfuerzos de transformación (como se citó en Von Solms, J., & Langerman, J.,2022).
Schumacher et al. (2016)	Una disposición completa o un ideal, que indica las etapas de desarrollo de un sistema (como se citó en Mohammadi et al, 2023)

AUTORES	DEFINICIÓN DE MADUREZ DIGITAL
Kane et al. (2017)	Forma sistemática para que una organización se transforme digitalmente (como se citó en Begicevic Redjep, N., Balaban, I. y Zugec, B.,2021)
Hägg; Sandhu (2017)	Una situación en la que se ha producido una transformación en una organización que ha logrado resolver problemas relacionados con las perspectivas comerciales digitales (como se citó en Mohammadi et al, 2023).
Gökalp; Martínez (2021)	Un estado en el que la tecnología digital de una unidad ha cambiado sus actividades, interacción de habilidades y marcos de negocios (como se citó en Mohammadi et al, 2023).
Carrijo et al. (2021)	El grado de preparación y capacidad de una organización para cambiar la estrategia, el modelo de negocio, la tecnología, los productos y servicios, los procesos internos y externos, la estructura organizacional y la cultura de la empresa utilizando tecnologías digitales (como se citó en Mohammadi et al, 2023).
Thordsen et al. (2023)	Se define como la capacidad de una organización para adoptar de manera sistemática y eficiente los cambios digitales en curso a través de prácticas de gestión, y también se refiere al viaje de transformación digital (como se citó en Nikopoulou et al., 2023).
Pinto et al. (2023)	Refleja la capacidad de una organización para comprender, utilizar y adaptarse estratégicamente a la tecnología digital (como se citó en Ka, X. et al, 2023).
Aras; Büyüközkan (2023)	Un indicador crítico que muestra el desempeño adaptativo de la transformación digital (como se citó en Mohammadi et al, 2023)

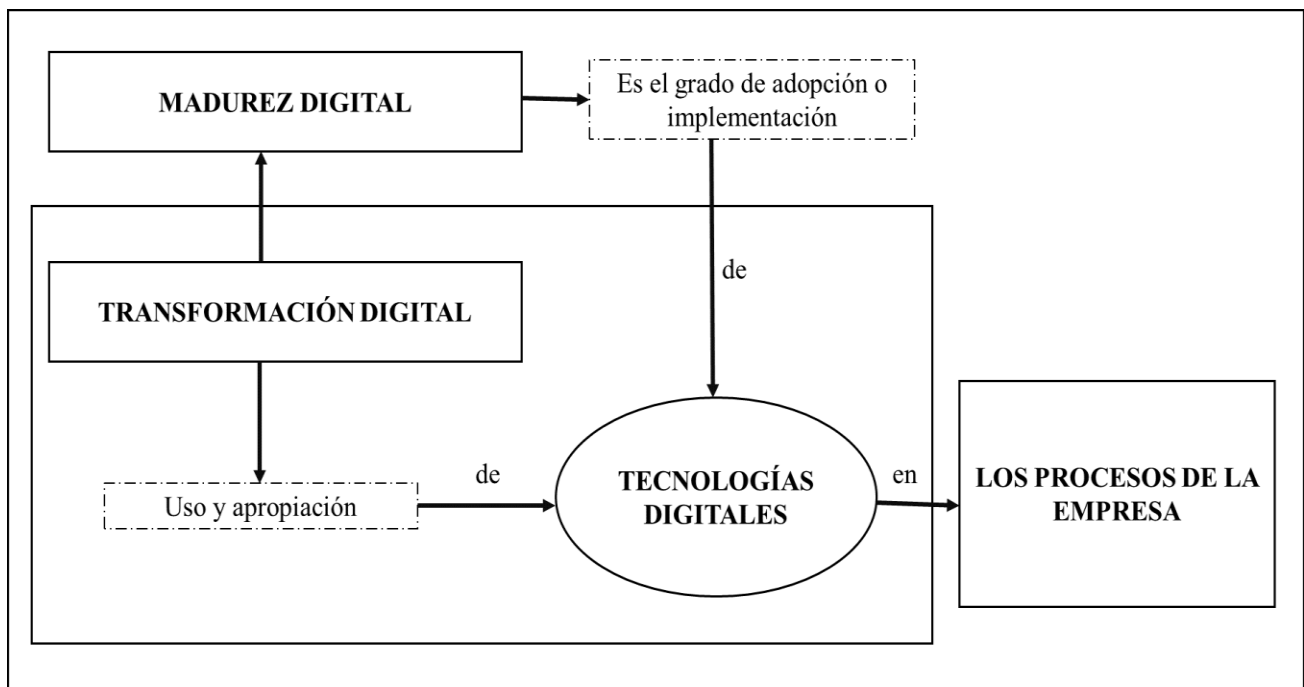
Finalmente, a partir del análisis preliminar de la literatura, se puede concluir que los términos tecnologías digitales, transformación digital y madurez digital se integran de manera complementaria en el proceso de evolución tecnológica de las organizaciones. Las tecnologías digitales actúan como la base técnica y los recursos necesarios que permiten a las organizaciones iniciar y sostener la transformación digital.

Esta transformación implica un cambio profundo y estratégico en los procesos, modelos de negocio y estructuras organizacionales, dirigido a maximizar el potencial de las tecnologías digitales. A medida que las organizaciones progresan en su transformación digital, alcanzan distintos niveles de madurez digital, reflejando su capacidad para adaptarse, innovar y mantenerse competitivas en un entorno digital en constante cambio.

La madurez digital, por tanto, es el indicador de éxito y la meta final de la integración efectiva de las tecnologías digitales en la transformación digital, demostrando la preparación y adaptabilidad de la organización ante los desafíos tecnológicos actuales. La integración de los términos presentes en la revisión tiene como objetivo no solo mejorar el desempeño de las organizaciones, sino también potenciar su competitividad en el mercado.

**Figura 6**

*Relación entre los tres términos de estudio*



**6. Revisión sistemática de la literatura**

Posteriormente para dar cumplimiento al segundo objetivo, se establece un protocolo de búsqueda en la base de datos Web of Science, con el objetivo de construir una base de

conocimiento sobre MMD. Adicionalmente, se emplea el software bibliométrico VOSviewer<sup>2</sup> para analizar la información a través de los metadatos que contienen todos los artículos encontrados, prestando especial atención a la revisión de palabras claves en el mapa de concurrencia. A través de este análisis, se identifica una alta relevancia entre los términos "*modelo de madurez*", "*transformación digital*" y "*Pymes*". Esto, permite clarificar la estrategia de búsqueda y elección sobre una ecuación de búsqueda optimizada, cuyos resultados se visualizan en la tabla 6.

### **Tabla 6**

*Ecuación de búsqueda modelos de madurez*

---

(TS=(“Digital Maturity Model” or “Maturity Model”)) AND  
TS=(“Digital Transformation”OR”SMEs”)

---

A continuación, se presenta un mapa de *co-ocurrencias* de términos clave extraídos de la literatura, generado utilizando la herramienta VOSviewer. Este mapa permite visualizar las conexiones entre los conceptos centrales de esta investigación, destacando cómo se interrelacionan los temas más relevantes. Los colores diferenciados representan grupos de términos con una alta afinidad temática, proporcionando una visión clara de las áreas más estudiadas y los vínculos existentes entre ellas.

---

<sup>2</sup> Software para construir y visualizar redes bibliométricas, desarrollado por Nees Jan van Eck y Ludo Waltman del CWTS Leiden University, The Netherlands.

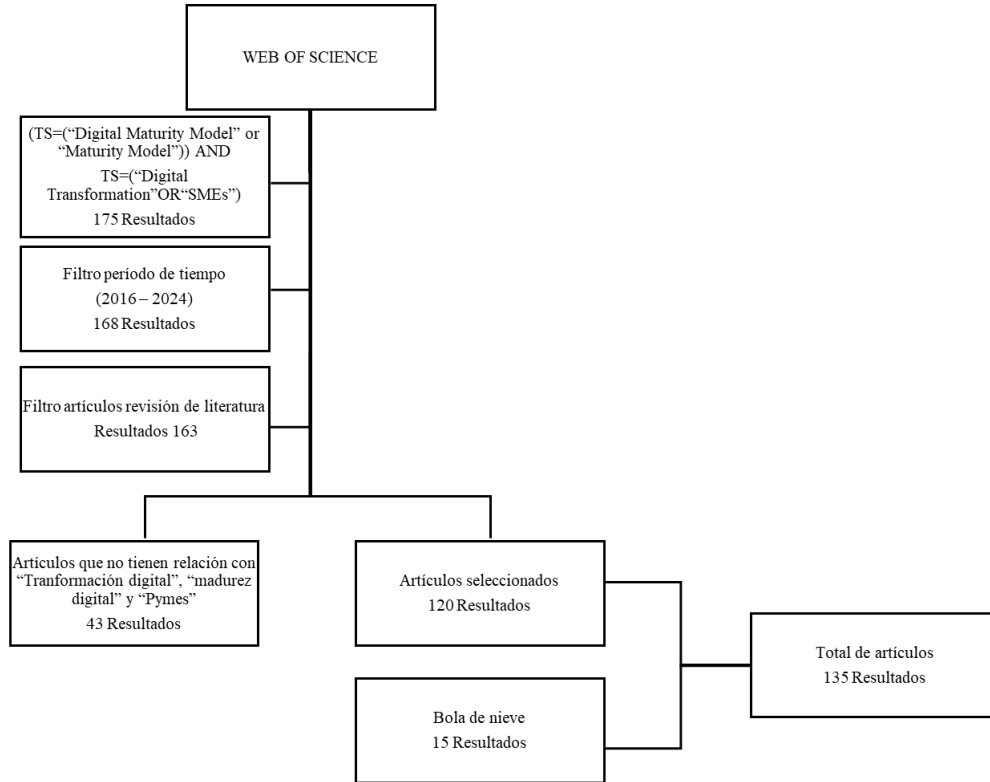


Identificación del Clúster	Palabras claves del análisis de coocurrencia	Interpretación clúster
Clúster verde	Desafíos, barreras, desempeño, industria, digitalización, tecnología, construcción, tecnologías digitales, factores críticos de éxito.	Enfocado en los obstáculos y factores críticos que impactan la digitalización y el desempeño en diversas industrias, particularmente en la construcción y tecnología.
Clúster morado	Adopción tecnológica, cambio organizacional, perspectiva, empresas, Pymes.	Aborda los desafíos de la adopción tecnológica y el cambio organizacional en las empresas, especialmente las Pymes, desde una perspectiva transformacional.
Clúster azul claro	Transformación digital, transformación, modelo de madurez digital.	Analiza la transformación digital en general, con un enfoque particular en los modelos de madurez digital para guiar este proceso.
Clúster azul oscuro	Fábrica inteligente, sistema, oportunidades, marco, futuro, simulación, cosas, logística, internet de las cosas.	Relacionado con las oportunidades relacionadas con el uso de tecnologías tales como fábricas inteligentes, sistemas de simulación y logística, incluyendo la influencia del internet de las cosas (IoT).
Clúster naranja	Preparación, evaluación, agenda de investigación, modelos, diseño científico.	Examina los enfoques de evaluación de preparación y los modelos de diseño que guían la agenda de investigación en contextos científicos y organizacionales.
Clúster marrón	Indicadores inteligentes.	Se centra exclusivamente en los indicadores inteligentes, posiblemente relacionados con la evaluación de madurez digital y el desempeño en la industria.



**Figura 9**

*Diagrama de flujo prisma*



A partir de la ecuación de búsqueda previamente definida (tabla 6), se identifica un total de 175 artículos. Posteriormente, se lleva a cabo un análisis detallado de los títulos, resúmenes y conclusiones de estos documentos con el propósito de seleccionar los más pertinentes para la investigación. Este proceso asegura la exclusión de estudios que no aportaban valor significativo al ámbito de estudio en cuestión (ver apéndice A).

Adicionalmente, se presenta el análisis bibliométrico basado en los resultados encontrados de la ecuación de búsqueda, así como un análisis preliminar de la literatura que recoge datos importantes y pertinentes relacionados con el problema de investigación propuesto.

### **6.1. Análisis bibliométrico de los resultados de la base de datos Web of Science**

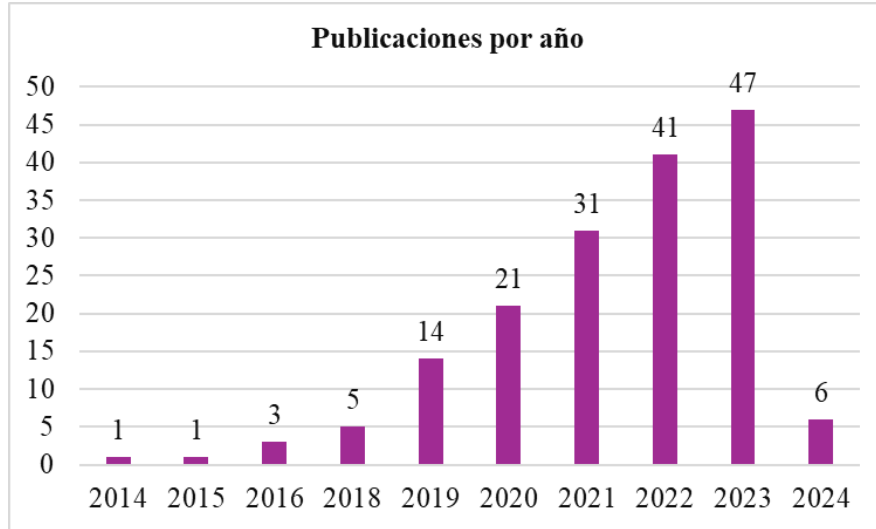
En esta sección, se describe detalladamente el proceso del análisis bibliométrico que se realiza para avanzar en la revisión bibliográfica. Este análisis permite destacar elementos importantes como los términos más utilizados, los años con mayor actividad de publicación, universidades y autores más destacados, así como los países más influyentes en el tema, entre otros aspectos relevantes para la investigación en curso. Es importante destacar además que la base de datos Web of Science utilizada en el estudio, proporciona acceso a información científica de alcance internacional y abarcó una amplia variedad de investigaciones multidisciplinarias con un significativo impacto en diversas áreas del saber.

#### ***6.1.1. Análisis por año***

La Figura 10 indica el número de artículos publicados cada año. Es importante mencionar, que se observa un notable aumento en el volumen de publicaciones a lo largo de los años, lo que refleja un creciente interés en el tema investigado. El incremento más destacado se registra entre 2016 y 2023, periodo durante el cual se emiten 162 documentos, equivalentes al 92,57% del total hallado en esta base de datos. Especial atención en el año 2023, al marcar el récord de publicaciones con 47 trabajos, evidenciando así el pico de interés en esta área de estudio. Este fenómeno subraya la importancia y la pertinencia de la investigación actual, en vista de la creciente producción académica observada.

**Figura 10**

*Publicaciones por año - Web of science*

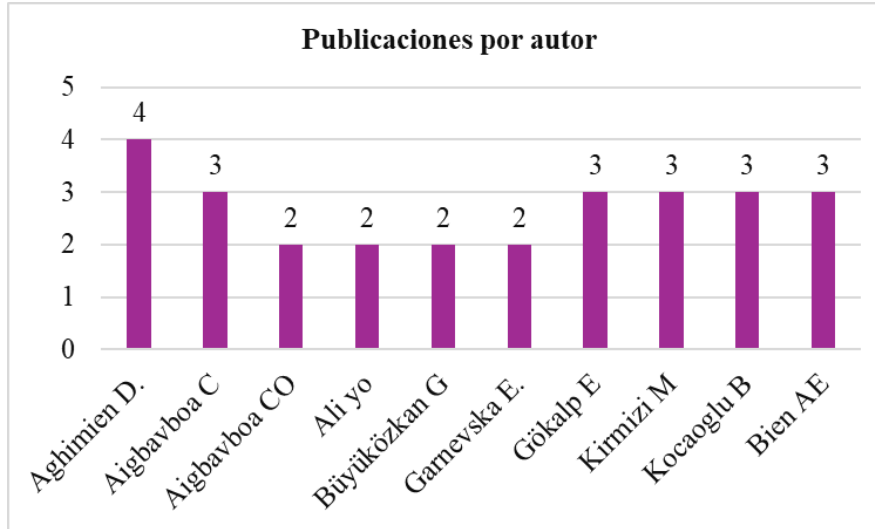


**6.1.2. Análisis por autor:**

La Figura 11 presenta un análisis de la distribución de publicaciones por autor en las categorías listadas en la base de datos Web of Science, con una relación detallada del número de artículos por cada investigador. Dentro del total de 175 documentos registrados, se observa que el autor Aghimien D. se destaca con un total de cuatro (4) publicaciones. Le siguen, con un número igualmente significativo de aportes, los autores Aigbavboa C, Gökçalp E, Kirmizi M, Kocaoglu B y Oke AE, cada uno con tres (3) publicaciones. Esta distribución subraya la prominencia del autor Aghimien D. en términos de su contribución a la literatura científica, manifestando una frecuencia de publicación que sobresale en comparación con la de sus contemporáneos en el corpus documental.

**Figura 11**

*Publicaciones por autor - Web of science*

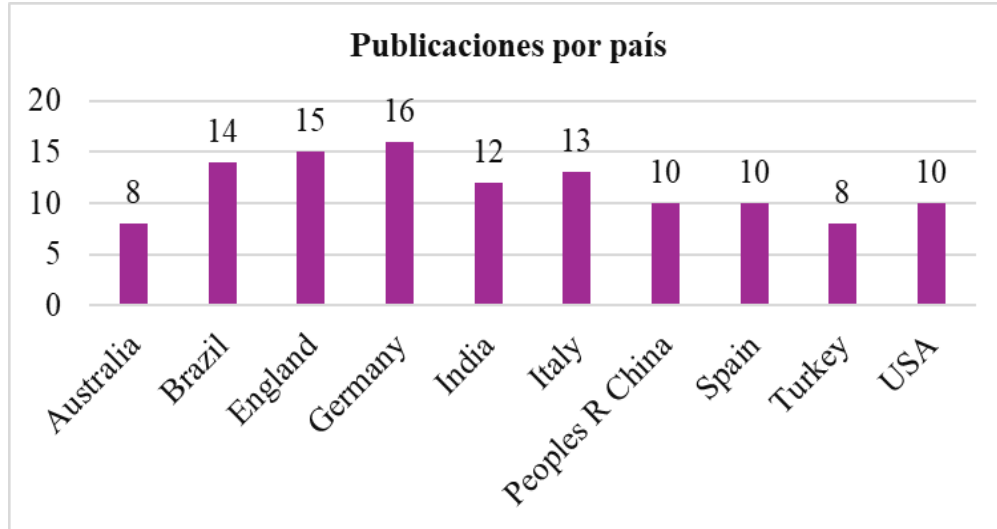


**6.1.3. Análisis por país**

La Figura 12 presenta los 10 países principales en el tema, basados en el número de publicaciones realizadas en cada uno. Los países más influyentes, ordenados por el mayor número de publicaciones, son Alemania, Inglaterra, Brasil, Italia e India, los cuales suman el 40% de los resultados totales relacionados con el tema. Las contribuciones específicas de estos países son del 9.1%, 8.6%, 8%, 7.4% y 6.8% respectivamente.

**Figura 12**

*Publicaciones por país - Web of science*

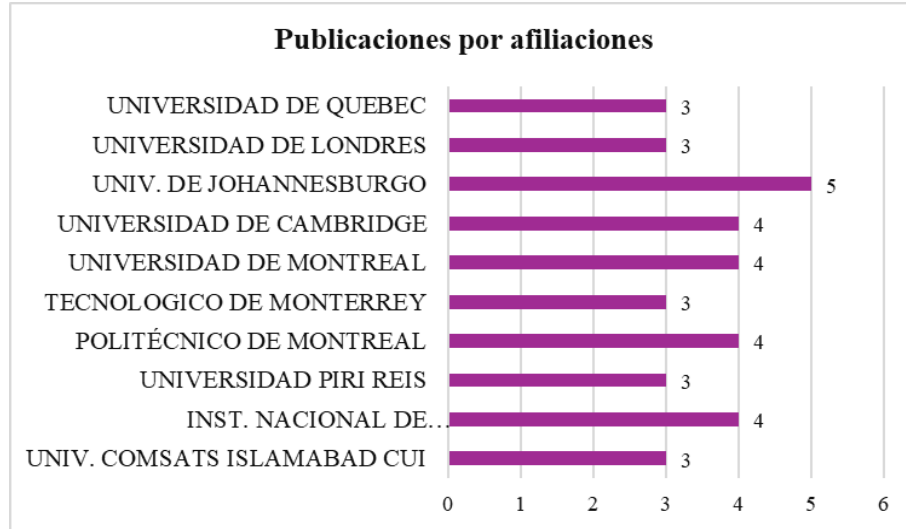


**6.1.4. Análisis por afiliación**

La Figura 13 ilustra las universidades o entidades con el mayor número de publicaciones en Web of Science sobre el tema en cuestión. La Universidad de Johannesburgo sobresale con el registro más alto, alcanzando cinco (5) publicaciones. Le siguen de cerca el Instituto Nacional de Tecnología de Sistema NIT, el Politécnico de Montreal, la Universidad de Montreal y la Universidad de Cambridge, cada uno con un total de cuatro (4) publicaciones. Las entidades restantes presentan cada una tres (3) publicaciones. Este gráfico refleja un panorama competitivo de contribuciones académicas en el área de estudio, destacando a la Universidad de Johannesburgo como líder en la producción de investigación relevante.

**Figura 13**

*Publicaciones por afiliación - Web of science*



**6.2. Análisis sobre los MMD**

Tras establecer una comprensión clara de lo que implican la madurez y la madurez digital, es esencial entender los MMD desarrollados para evaluar y orientar a las organizaciones en su proceso de transformación digital. A continuación, se presenta una línea de tiempo (Tabla 8) que contiene las diversas definiciones de MMD discutidas en la revisión de literatura:

**Tabla 8**

*Definiciones de modelos de madurez digital (MMD) en la literatura*

AUTORES	DEFINICIÓN DE MMD
Becker, J., Knackstedt, R. y Pöppelbuß, J. (2009)	Se centran en ayudar a las empresas a evaluar y desarrollar sus capacidades digitales (como se citó en Minh & Thanh, 2022).
Mettler y Rohner (2009)	Son herramientas aceptadas para determinar el estado de una organización y para ilustrar actividades para alcanzar un nivel más maduro de la organización (como se citó en Ifenthaler & Egloffstein, 2019).
Lahrmann y Marx (2010)	Medio establecido para identificar las fortalezas y debilidades de ciertos dominios de una organización (como se citó en Ifenthaler & Egloffstein, 2019).
Poppelbub J.: Roglinger, M. (2011)	Herramienta útil para evaluar empresas y organizaciones e ilustrar el camino a seguir para lograr una forma más estructurada y organizada de hacer negocios (como se citó en Amaral & Peças, 2021).

AUTORES	DEFINICIÓN DE MMD
Tubitak (2017)	Ayudan en la evaluación y mejora de los niveles en la transformación digital y/o capacidades de servicio digital de la competencia de una empresa en áreas predefinidas hasta el nivel objetivo o requerido (como se citó en Karcioglu & Binici, 2023).
Schuh (2017)	Son herramientas que ayudan a los directivos en la toma de decisiones. Proporcionan los medios para establecer el estado de madurez actual de la empresa e identificar las áreas en las que se necesitan acciones (citado en Schuh, Gausemeier, Hompel, 2017).
Tortora, AMR; Di Pasquale, V., (2022)	Describen y determinan el estado de perfección o integridad (madurez) de determinadas capacidades. (Tortora & Di Pasquale, 2022)

Para el desarrollo de esta investigación los **MMD** son entendidos como: *herramientas reconocidas que facilitan la evaluación del estado actual de una organización y proporcionan un marco para identificar las actividades necesarias y de esta manera alcanzar un nivel más avanzado de desarrollo organizacional* (Mettler & Rohner, 2009, como se citó en Ifenthaler & Egloffstein, 2019). Además, estos modelos *son eficaces para identificar las fortalezas y debilidades en diversos dominios dentro de una organización, ofreciendo una perspectiva clara sobre áreas críticas para la mejora* (Lahrman & Marx 2010, citado en Ifenthaler & Egloffstein, 2019)

### 6.3. Propósito de los MMD

En la línea de tiempo presentada, De Bruin, Rosemann, Freeze, & Kulkarni (2005), como se citó en Kupilas, Rodríguez, Díaz & Álvarez (2022) se expone que los MMD tienen tres propósitos diferentes:

**Descriptivo:** Permiten diagnosticar las capacidades actuales de la empresa.

**Prescriptivo:** Proponen medidas concretas para la mejora de la madurez.

**Comparativo:** Facilitan evaluaciones comparativas tanto internas como externas de la empresa.

Es importante destacar que diversas organizaciones han desarrollado e implementado estos modelos para evaluar y optimizar sus procesos, identificar áreas de mejora y aplicar estos hallazgos para impulsar su eficiencia operativa (Kupilas, Rodríguez, Villanueva, & Álvarez, 2020).

#### **6.4. Dimensiones y subdimensiones de los MMD**

Los MMD incluyen dimensiones y subdimensiones que describen áreas específicas de mejora, permitiendo a las organizaciones medir su madurez actual y trazar una trayectoria clara hacia la evolución y madurez completa (Aras & Büyüközkan, 2023). Las dimensiones representan las distintas áreas dentro de una empresa que se relacionan con los conceptos que el modelo considera, tales como la organización, la tecnología, el producto, las operaciones, la cadena de suministro, entre otras.

#### **6.5. Resultados de la evaluación de la madurez digital de una empresa**

Con el fin de medir la madurez digital, se crea el Indicador de Madurez Digital (IMD) que surge como una herramienta para evaluar la posición de una organización en el proceso de transformación digital. De acuerdo con Cuenca (citado en Medina Chicaiza et al. 2022), el IMD, distingue cuatro niveles de madurez digital que caracterizan el progreso de una empresa:

**Principiantes digitales:** Han implementado soluciones tecnológicas que mayormente no aportan valor a la empresa.

**Seguidores de la moda:** Desean realizar un cambio digital pero que no está basado en un conocimiento real de cómo se debe aplicar la digitalización.

**Conservadores digitales:** Comprenden la importancia de todos los elementos que rodean a la transformación digital, es decir, están dispuestos a invertir en el cambio, pero ralentizan el proceso.

**Maestros digitales:** Tienen una visión global e integran todos los recursos de una entidad en beneficio del desarrollo de una cultura digital que encamina a cambios apropiados en el modelo de negocio.

#### **6.6. MMD encontrados en la literatura**

Una vez finalizada la revisión de literatura se identifican en total veintiún (21) MMD categorizados según los parámetros definidos en la metodología del proyecto, incluyendo autores, dimensiones, niveles, objetivos, necesidades, tamaño y tipo de estudio, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 9**

*Modelos de madurez digital encontrados en la literatura*

Autores	Dimensiones	Niveles	Objetivo	Necesidad	Tamaño	Tipo de estudio
1 Minh, HP; Thanh, HPT	Organización, proceso, estrategia, cliente, cultura, tecnología de la información.	-	Esclarecer el estado actual del campo de los DMM, incluyendo sus características esenciales, elementos comunes, métodos y técnicas de desarrollo y aplicación, e identificar las principales áreas de investigación en curso.	Falta de estandarización en la nomenclatura de componentes, una necesidad de DMM contextualizados de bajo presupuesto accesibles para las Pymes, y una carencia de orientación sobre cómo integrar los procesos de DMM de manera eficiente en un proceso continuo y dinámico de transformación digital.	Pymes	-
2 Sándor, Á; Gubán, Á	TI y organizacional (Soluciones técnicas, software de organización, hardware, presencia en línea, cultura corporativa y capacidad de la innovación).	-	Desarrollar una herramienta de medición objetiva para ayudar a las Pymes a evaluar su madurez digital y tomar decisiones adecuadas que faciliten su progreso y aumenten su competitividad.	La necesidad de desarrollar el modelo DMTA surge de la importancia de la digitalización para las Pymes, especialmente en cómo la infraestructura TI adecuada y el conocimiento tecnológico son esenciales para el éxito empresarial en la era digital.	Pymes	Cuantitativo

Autores	Dimensiones	Niveles	Objetivo	Necesidad	Tamaño	Tipo de estudio	
3	Amaral, A; Peças, P	Tecnología, proceso de producción, persona, producto inteligente, organización, cambio.	6 niveles	Proporcionar un marco adaptado a las Pymes que les permita evaluar su nivel de madurez en relación con la Industria 4.0 y facilitar su integración en esta revolución industrial.	Modelos de madurez existentes no adecuados para evaluar empresas con niveles de madurez bajos, como es el caso de la mayoría de las Pymes.	Pymes	Cuantitativo
4	Depaoli, P; Za, S; Scornavacca, E	Área de interacción de entrada, área de interacción de salida y área central de interacción.	Bajo, medio, alto y completo.	Crear un modelo holístico y no lineal de desarrollo digital para Pymes que considere la interacción organizacional en la consecución de sus objetivos comerciales, alejándose de enfoques tecnocéntricos y lineales previos.	La necesidad de este modelo surge de la crítica a los modelos existentes que no son adecuadamente aplicables o beneficiosos para las Pymes debido a su enfoque excesivamente tecnocéntrico y su falta de adaptación a la naturaleza diversa y flexible de estas empresas.	Pymes	Cualitativo

Autores	Dimensiones	Niveles	Objetivo	Necesidad	Tamaño	Tipo de estudio	
5	Tortora, A; Di Pasquale, V; Iannone, R	-	Improvisación, orientación, definición, mantener y mejor de su clase.	Desarrollar un modelo de madurez para evaluar y mejorar las prácticas de gestión de la información de mantenimiento en Pymes, proporcionando una herramienta que destaque las fortalezas y debilidades y sugiera acciones de mejora.	Abordar la falta de modelos diseñados para evaluar las prácticas de gestión de la información de mantenimiento en Pymes, que suelen carecer de recursos y experiencia para implementar sistemas de información efectivos.	Pymes	Cualitativo y cuantitativo
6	Adrodegari, F; Saccani, N	Enfoque organizacional, gestión de procesos, gestión del desempeño, herramientas, capacidades.	5 niveles	Contribuir a la comprensión del fenómeno de la servitización en empresas centradas en productos, identificando los recursos, capacidades y aspectos organizativos necesarios para implementar con éxito un modelo de negocio servitizado.	La necesidad de este modelo surge del reconocimiento de que la servitización puede ser especialmente desafiante para las Pymes debido a su limitada atención en la literatura y la necesidad de herramientas prácticas que guíen este proceso.	Pymes	Cualitativo
7	Ávila, J; Gil, R	Servicio, operaciones, calidad, productos, información documentada - Big Data, liderazgo y estrategia, comunicación, cultura y gente.	5 niveles	Establecer y validar un modelo de madurez específicamente adaptado para las Pymes, que aborde los desafíos particulares de estas empresas en la integración de las tecnologías de Industria 4.0.	Necesidad de las Pymes especialmente en América Latina, de contar con una herramienta adecuada y accesible para evaluar y guiar su integración en la Industria 4.0, dado	Pymes	Cualitativo y cuantitativo

Autores	Dimensiones	Niveles	Objetivo	Necesidad	Tamaño	Tipo de estudio	
8	Ka, X; Ying, T; Tang, J	Estrategia y organización, tecnología digital, capacidades digitales, negocios integrados.	Transformación habilitada por TI, TD orientada al comercio electrónico, contenido orientado a TD y marca orientada a la TD.	Desarrollar un marco de modelo de madurez que sea específicamente adecuado para las micro y pequeñas empresas hoteleras, facilitando así su integración exitosa en la revolución industrial moderna.	que muchos de los modelos existentes están diseñados principalmente para grandes empresas.  Necesidad de un modelo de madurez adaptado a las características únicas de las micro y pequeñas empresas en la industria hotelera, que no se han investigado como las grandes empresas o las de otros sectores.	Micro y pequeñas empresas del sector hotelero	Cualitativo
9	Vásquez, J; Aguirre, S; Puertas, E; Bruno, G; Priarone, P; Settineri, L	Gestión del conocimiento ambiental, estrategias y buenas prácticas ambientales, sistemas de gestión ambiental.	Insuficiente, inicial, desarrollado y consolidado	Evaluar el nivel de implementación de estrategias y prácticas de sostenibilidad en MiPymes, apoyando sus esfuerzos para lograr sostenibilidad ambiental y mejorar sus sistemas productivos.	Responde a la falta de modelos de evaluación de madurez de sostenibilidad diseñados específicamente para MiPymes, integrando gestión del conocimiento ambiental, estrategias y buenas prácticas ambientales, y sistemas de gestión ambiental.	MiPymes	Cuantitativo
10	Voss, M; Jaspert, D; Ahlfeld, C; Sucke, L	Análisis de datos, habilidades digitales, responsabilidad del líder, estrategias, organización y cultura empresarial digital.	-	Desarrollar un modelo que permita analizar la madurez digital de las diferentes fases del proceso de ventas en negocios B2B, especialmente en el	Necesidad en el mercado por falta de modelos de madurez que se enfoquen específicamente en los procesos de ventas	Grandes empresas industriales	Cualitativo y cuantitativo

Autores	Dimensiones	Niveles	Objetivo	Necesidad	Tamaño	Tipo de estudio
11	Estrategia, clientes, empleados, gestión de procesos, gestión de tecnología y datos, cultura organizacional, innovación.	-	Desarrollar y validar un MMD que sea aplicable a las empresas turcas, proporcionando un marco para evaluar su transformación digital	Necesidad de un MMD específicamente adaptado al contexto empresarial turco, que considere las particularidades y necesidades de las empresas locales en su viaje de transformación digital.	Empresas turcas	Cualitativo y cuantitativo

Autores	Dimensiones	Niveles	Objetivo	Necesidad	Tamaño	Tipo de estudio
12 Karcioğlu, R; Binici, F	-	Limitado, básico, intermedio, avance y experto.	Investigar y evaluar el nivel de habilidades digitales entre los profesionales contables, identificar carencias, y proporcionar directrices para mejorar la adopción de tecnologías avanzadas en su práctica profesional.	La necesidad de este estudio surge de la rápida evolución de las tecnologías digitales y la importancia de que los profesionales contables actualicen sus habilidades para mantenerse relevantes y eficientes en un entorno empresarial transformado digitalmente.	Empresas turcas	Cuantitativo
13 Han, X; Zhang, M; Hu, Y; Huang, Y	Diseño de alto nivel, infraestructura, proceso comercial de consulta de costos, gestión profesional, integración integral y desempeño de costos digitales.	principiante, inicio, facultativo, pionero y líder	Construir un DMM específico para empresas de consulta de costos, que permita evaluar de manera científica y precisa su nivel de madurez digital y así identificar áreas de mejora para la transformación digital.	La necesidad surge de la importancia de la digitalización en la industria de la consulta de costos, una industria intensiva en datos, y de la falta de estudios específicos y herramientas adecuadas para esta industria en particular.	Empresas de consulta de costos	Cualitativo y cuantitativo

Autores	Dimensiones	Niveles	Objetivo	Necesidad	Tamaño	Tipo de estudio
14 Aras, A; Büyükoçkan, G	Estrategia digital, valor digital, procesos digitales, tecnología digital y datos, trabajo digital, gobernanza digital.	Intención, principiante, adaptación, ejecutante, transformador	Ofrecer una guía completa que abarque desde la estrategia hasta la gobernanza, facilitando a las organizaciones la identificación de brechas, la formulación de estrategias y acciones específicas para avanzar en su madurez digital, y la creación de hojas de ruta alineadas con sus objetivos estratégicos.	Ausencia de un MMD en la literatura existente que sea holístico y aborde integralmente el proceso de transformación digital.	-	Cuantitativo
15 Nebati, EE; Ayvaz, B; Kusakci, AO	Liderazgo, tecnología, estrategia, operaciones, cultura y organización digital.	-	Evaluar nivel de digitalización de la industria de defensa y crear hoja de ruta para mejorar sus procesos y sistemas	-	-	Cualitativo y cuantitativo
16 Kupilas, KJ; Rodríguez, MV; Diaz, PM; Alonso, AC	Operaciones e investigación inteligentes, personas, sostenibilidad, estrategia y organización, instalaciones inteligentes, y	-	-	-	-	Cualitativo

Autores	Dimensiones	Niveles	Objetivo	Necesidad	Tamaño	Tipo de estudio	
	productos y servicios inteligentes.						
17	Gökalp, E; Martinez, V	Gobernanza estratégica, Información y tecnología, transformación de procesos digitales, administración de personal	Incompleto, realizado, gestionado, establecido, predecible, innovando	Establecer una hoja de ruta clara para la transformación digital	-	-	Cualitativo
18	Senna, P; Barros, A; Bonnín, J; Azevedo, A	Tres dimensiones principales basadas en el marco Tecnología-Organización-Entorno (TOE).	Digitalización, definición de procesos, integración de sistemas y avance hacia la industria 4.0	Desarrollar un modelo generalizable y empíricamente validado de madurez digital para industrias manufactureras bajo el contexto de Industria 4.0, superando limitaciones de modelos previos y proporcionando una herramienta robusta y teóricamente fundamentada para evaluar la madurez digital.	La necesidad de este modelo surge de la falta de generalización y fundamentación teórica en los modelos existentes, y la necesidad de un enfoque que integre adecuadamente las dimensiones de tecnología, organización y entorno.	-	Cualitativo y cuantitativo
19	Ehrensperger, R; Sauerwein, C; Breu, R	Transparencia, gobernanza, ampliabilidad, seguridad cibernética, base de conocimiento, reutilizabilidad, estandarización.	Inicial, administrado, definido, gestionado cuantitativamente y optimizado.	Desarrollar y validar un modelo de madurez que ayude a las empresas a evaluar y mejorar su integración digital dentro de los ecosistemas empresariales,	La necesidad de este modelo surge de la creciente importancia de los ecosistemas digitales en la competencia empresarial moderna y la falta de modelos	-	Cualitativo y cuantitativo

Autores	Dimensiones	Niveles	Objetivo	Necesidad	Tamaño	Tipo de estudio	
20	Macêdo, S; Dantas, R	Productos y servicios, fabricación y operaciones, estrategia y organización, cadena de suministro, modelo de negocio, consideraciones legales	Principiante, intermedio, experimentado y experto.	proporcionando una herramienta para entender mejor su posicionamiento y áreas de mejora en un entorno digital complejo.	existentes que se enfoquen adecuadamente en las dinámicas de TI dentro de estos ecosistemas.	-	Cualitativo y Cuantitativo
21	Bitzer, M; Häckel, B; Leuthe, D; Ott, J; Stahl, B	Organización, humanos, herramientas, procesos.	-	Desarrollar un modelo de madurez que permita a las organizaciones evaluar y mejorar sistemáticamente sus capacidades de gestión de respuesta a incidentes, con un enfoque particular en aquellas con capacidades iniciales o inmaduras en este ámbito.	Proporcionar un marco estructurado y basado en la práctica para mejorar la gestión de incidentes, especialmente en un entorno donde las ciberamenazas son cada vez más sofisticadas y los recursos pueden ser limitados.	-	Cualitativo y cuantitativo

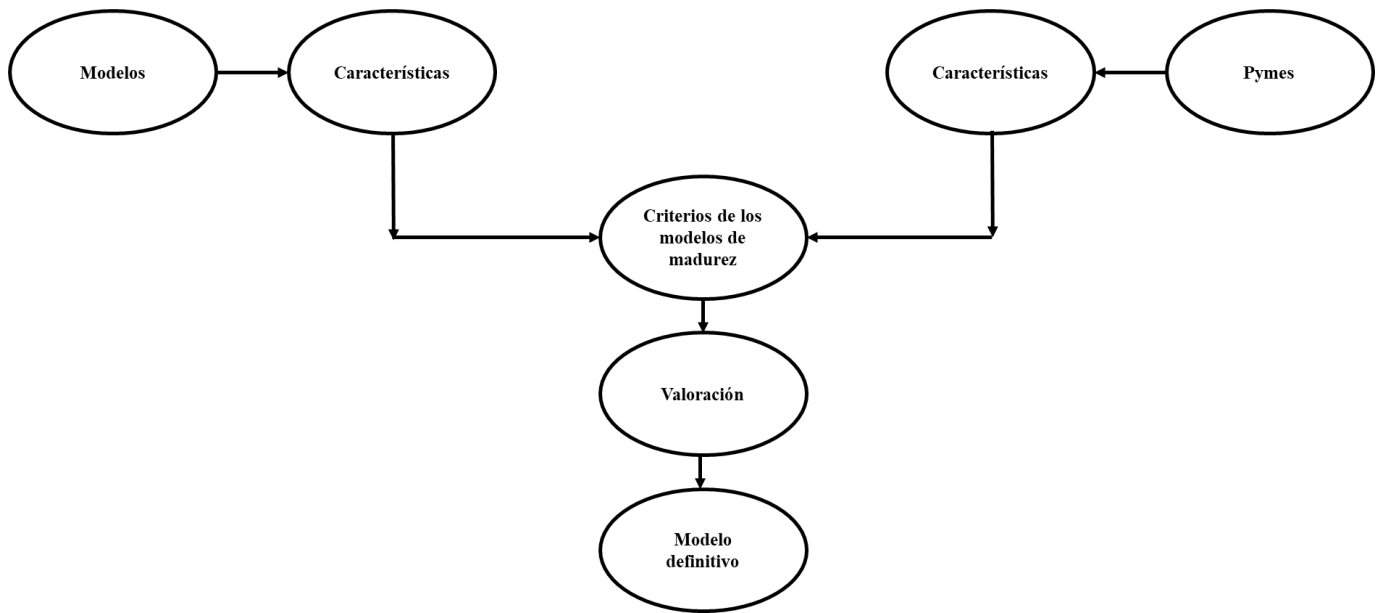
**7. Síntesis de los MMD encontrados en la literatura**

En la revisión sistemática de literatura se identifican y analizan en total veintiún (21) modelos, con el objetivo de recopilar la información necesaria para definir aquellos modelos que mejor se adapten a las características presentes en las Pymes.

A continuación, se presenta gráficamente la metodología de trabajo de este capítulo:

**Figura 14**

*Metodología de selección del modelo*



Para presentar la síntesis y el análisis de los modelos, se desarrollan cuatro (4) etapas:

**7.1. Etapa uno: Análisis del contenido de los modelos y primera fase de depuración de los modelos encontrados en los artículos**

En esta primera fase, se lee nuevamente cada artículo con el fin de conocer de forma amplia su contenido, de esta manera se realiza un primer proceso de depuración sobre los artículos que

realmente le aportan a la investigación y se eliminan aquellos que no cumplen, principalmente en función del *enfoque específico*, es decir, se descartan los artículos que contienen un enfoque centrado únicamente en un área específica, ya que sus características pueden ser muy particulares y no proporcionar información general y útil para un análisis amplio a nivel organizacional. Como resultado del análisis la etapa finaliza con un total de trece (13) MMD (Ver apéndice B).

## **7.2. Etapa dos: Definición de componentes claves de los modelos y creación de matriz de contraste**

Con la información clara sobre el contenido de los modelos, la siguiente etapa consiste en definir los componentes claves con los que se evalúan los trece MMD existentes, los componentes se identifican en función de la relevancia observada y la utilidad que ofrecen para su análisis. A continuación, se presentan los seleccionados:

- Enfoque: Este componente categoriza a los modelos con respecto a dos formas: *Enfoque holístico*, aquel que considera todos los aspectos relevantes de una organización de manera integrada o *Enfoque global*, corresponde a una visión mucho más amplia sin profundizar en detalles específicos.
- Características: Abarcan las propiedades fundamentales del modelo, tales como su *aplicabilidad*, es decir, en qué medida puede ser implementado en diferentes contextos o sectores, y su *flexibilidad*, que se refiere a la capacidad del modelo para adaptarse a diferentes situaciones o necesidades.
- Clase de modelo: Teniendo en cuenta que en la literatura los diferentes autores hacían clasificaciones dada su naturaleza o función, se determina necesario establecer la forma de clasificación de la siguiente forma: *descriptivos, prescriptivos o comparativos*.

- Dimensiones clave: Con este componente se definen aquellas áreas fundamentales que el modelo aborda.
- Fortalezas: Como base del análisis de los artículos en la investigación se logra identificar los aspectos positivos de cada modelo, tales como: *marco integral*, estructura utilizada para evaluar y guiar el desarrollo digital de una organización o su capacidad para actuar. *Catalizador para la transformación*, factor que impulsa y acelera el cambio hacia una organización más digitalizada.
- Debilidades: Asimismo se resaltan las limitaciones o puntos débiles para cada modelo, tales como la *falta de modelos previos* que puedan servir de referencia, o la *dependencia de la implementación* para obtener resultados exitosos.
- Relevancia: Este componente permite evaluar la pertinencia del modelo en el *contexto actual*, su *visibilidad operativa*, *alineación estratégica* con los objetivos de la organización y su impacto en la *competitividad*.
- Aportes: Describe las contribuciones del modelo, entre ellos: la *introducción de nuevas dimensiones* al análisis o la provisión de *guías para la planificación*.
- Fases de implementación: En la identificación de los modelos, se logra encontrar la secuencia de pasos que se siguen para aplicar cada modelo, desde la *identificación del modelo adecuado*, pasando por la *definición de dimensiones*, hasta la *validación*, la *implementación*, *el monitoreo* y *el ajuste del modelo*.
- Interpretación de resultados: Al final para lograr interpretar los resultados, cada modelo establece una *escala de madurez* que permite evaluar los resultados a través de diferentes niveles.

- Forma de recolección de la información: Adicionalmente, para el análisis de los modelos era necesario conocer los métodos utilizados para recopilar la información, clasificada de forma: *cualitativa, cuantitativa, mixta o en algunos casos no aplicaba, es decir, de que no estuviera descrita dicha información en los documentos.*
- Alcance de la evaluación: Este componente define hasta dónde llega la evaluación del modelo, ya sea que cubra solo el *modelo y la implementación*, o que incluya además fases de *testeo y evaluación de los resultados.*

Una vez definidos los componentes, en un documento de Excel se crea una matriz ubicando la información de estos en las columnas y en las filas se listan los 13 modelos identificados por el nombre de los autores.

Figura 15

Listado de los 13 MMD identificados

Modelos	Características	Dimensiones clave	Fortalezas	Debilidades	Relevancia	Aporte	Fases de implementación	Interpretación de resultados	Interpretación de	Forma de recolección de la información	Alcance de la evaluación del modelo en el artículo
	Enfoque holístico										
	Enfoque sistemático										
	Enfoque multidisciplinario										
	Enfoque global										
	Aplicabilidad										
	Flexibilidad										
	Modelo descriptivo										
	Modelo prescriptivo										
	Modelo comparativo										
	Estrategia										
	Valor digital										
	Servicios										
	Competencias										
	Calidad										
	Operaciones										
	Procesos										
	Tecnología digital y datos										
	Tecnología										
	Talento digital										
	Gobernanza										
	Capital										
	Recursos										
	Empleados										
	Innovación										
	Herramientas										
	Cultura organizacional										
	Gestión organizacional										
	Cadena de suministro										
	Operaciones Seguras										
	Método de registro										
	Big Data										
	Cambio										
	Tecnología de la información										
	Ambiente										
	Transparencia										
	Ampliabilidad										
	Resiliencia										
	Escalabilidad										
	Seguridad cibernética										
	Siguridad integrada										
	Capacidades digitales										
	Comprehensive framework										
	Modelo integral										
	Modelo de transformación										
	Transparencia										
	Confiable										
	Enfoque personalizable										
	Falta de modelos previos										
	Dependencia de la implementación										
	Obsolescencia										
	Iniciaciones sectoriales										
	Contexto actual										
	Visibilidad operativa										
	Alimentación estratégica										
	Competitividad										
	Nuevas dimensiones										
	Servicio al cliente										
	Guía para la planificación										
	Revisión de literatura										
	Identificación MMD adecuado										
	Definición de dimensiones										
	Creación del MMD										
	Evaluación inicial										
	Desarrollo de hojas de rutas										
	Prueba piloto										
	Validación										
	Implementación										
	Monitoreo y ajuste										
	Nivel 0										
	Nivel 1										
	Nivel 2										
	Nivel 3										
	Nivel 4										
	Nivel 5										
	Nivel 6										
	No aplica										
	Nivel 1										
	Nivel 2										
	Nivel 3										
	Nivel 4										
	Nivel 5										
	Método Cualitativo										
	Método Cuantitativo										
	Método Mixto										
	No Aplica										
	Modelo										
	Modelo e implementación										
	Modelo implementación y uso (ponderación de factores)										
	Modelo implementación, uso y evaluación										

Para una mejor visualización de las figuras de la matriz de valoración de los modelos se sugiere revisar el apéndice C

Posteriormente, se realiza un proceso de depuración contrastando uno a uno los modelos marcando si contienen o no los componentes definidos previamente.

### **7.3. Etapa tres: Agrupación de componentes y clasificación por cumplimiento de los modelos**

Durante el análisis realizado en las etapas anteriores, se observa dentro de los componentes claves que tanto las dimensiones como los niveles son demasiado amplios, por lo cual se define realizar un proceso de agrupación. La unión se lleva a cabo sobre aquellas dimensiones que, según la definición de los artículos, tienen similitudes entre sí, lo que permite reducir el número total con el fin de hacer el análisis de forma comparable y entendible.

Finalmente, las dimensiones quedan agrupadas de la siguiente forma:

- Estrategia y gobernanza: Evalúa si la empresa ha integrado un plan estratégico claro y una estructura de gobierno adecuada para gestionar el proceso de transformación digital.
- Tecnología y procesos digitales: Mide la adopción de tecnologías digitales y su aplicación en la mejora de los procesos operativos y administrativos de la empresa.
- Valor y modelo de negocio: Analiza cómo la digitalización impacta en la creación de valor y transformación del modelo de negocio.
- Personas y cultura organizacional: Considera la gestión del talento, la formación, y el cambio cultural necesario para la transformación digital dentro de una organización.
- Ciberseguridad y riesgos: Examina las medidas implementadas para proteger los sistemas y datos frente a ciberataques y riesgos digitales.
- Cadena de suministro y operaciones: Analiza la eficiencia y digitalización de los procesos dentro de la cadena de suministro y las operaciones de la empresa.
- Ampliabilidad y reutilizabilidad: Evalúa la capacidad de las soluciones digitales para crecer y adaptarse a nuevas demandas sin comprometer la operatividad.

- Transparencia y estandarización: Estudia el grado de estandarización y transparencia en los procesos empresariales gracias a las herramientas digitales.

Asimismo, ocurre con los niveles de madurez, dado que algunos artículos utilizan escalas de madurez más pequeñas que otros, se realiza un proceso de simplificación, agrupando aquellos niveles que según la literatura son similares. Como resultado se obtiene una escala de cinco niveles, lo que facilita la comparación y el análisis

- Nivel de intención: No se observan aplicaciones digitales en los procesos iniciales, ya que la empresa se encuentra en las primeras etapas de digitización.
- Nivel principiante: Se realizan estudios piloto en los que se empiezan a introducir soluciones digitales en los procesos de negocio.
- Nivel adaptación: La empresa alcanza una mayor eficiencia y eficacia en sus procesos gracias a la integración de soluciones digitales.
- Nivel ejecutante: Las soluciones digitales están completamente implementadas en todos los procesos, garantizando la excelencia operativa.
- Nivel transformador: La empresa introduce nuevos productos digitales/servicios digitales en el mercado, atrayendo tanto a clientes nuevos como a los existentes, lo que genera una ventaja competitiva.

**Figura 16**

*Ajuste dimensiones y niveles*

Modelos	Dimensiones clave							Interpretación de resultados						
	Estrategia y gobernanza	Tecnología y procesos digitales	Valor y modelo de negocio	Personas y cultura organizacional	Ciberseguridad y riesgos	Cadena de suministro y operaciones	Ampliabilidad y reutilizabilidad	Transparencia	Estandarización	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Modelo "Aras & Büyüközkan"														
Modelo "Merdin et al."														
Modelo "Sándor & Gubán"														
Modelo "Senna et al."														
Modelo "Gökçalp & Martínez"														
Modelo "Amaral & Peças"														
Modelo "Depaoli et al."														
Modelo "Ehrensperger et al."														
Modelo "Tortora et al."														
Modelo "Ka et al."														
Modelo "Ávila & Gil"														
Modelo "Macêdo & Dantas"														
Modelo "Bitzer et al."														

Para una mejor visualización de la figura de la matriz de valoración de los modelos se sugiere revisar el apéndice C.

Finalmente, al tener una matriz con información comparable se inicia el análisis de los modelos seleccionados, para cada uno se registra toda la información encontrada en los artículos marcando si aplica o no sobre todos los componentes establecidos. Con el fin de concertar o elegir el modelo que mejor se ajuste al tema de investigación se establece marcar con un valor de 1 aquellos componentes en que el modelo cumple y dejar vacía la casilla si no lo hace con el fin de sumar al final y obtener un resultado.





## **8. Estudio e investigación sobre Pymes**

### **8.1. Importancia de las Pymes a nivel global**

En el año 2023 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico – OCDE publica oficialmente como a nivel mundial las pequeñas y medianas empresas (Pymes) son impulsoras del crecimiento económico y la innovación, estas constituyen una parte sustancial de la economía global, representan el 99% de todas las empresas y contribuyen con alrededor del 60% del valor agregado del sector empresarial (OCDE, 2023)

Sin embargo, se han encontrado estudios donde se evidencia que las Pymes cuentan con limitados recursos financieros y humanos, donde frecuentemente sus procesos de decisión son más intuitivos y se basan en la experiencia (Tortora & Di Pasquale, 2022). Adicionalmente, autores como Hashim y Wafa (2002), como se citó en Tortora & Di Pasquale (2022) destacan que la mayoría de las Pymes dependen de tecnología obsoleta y de prácticas de gestión tradicionales, que son intensivas en mano de obra, lo que genera un resultado deficiente en la gestión de la información y en la experiencia interna que no cumple con las necesidades actuales.

En este sentido, el beneficio de la transformación digital en las Pymes según Chi (2021), como se citó en Lewandowska, Berniak & Ahmad (2023) va enfocado en potenciar a las empresas para aumentar sus capacidades, brindar experiencia personalizada a los clientes y aprovechar conocimientos basados en datos para la toma de decisiones y la innovación.

Ante este escenario, las Pymes afrontan una serie de desafíos críticos en el mundo empresarial particularmente en el contexto de la industrial 4.0, determinados por la adopción de tecnologías avanzadas. Según Shahadat et al. (2023), como se citó en Lewandowska, Berniak &

Ahmad (2023), estas tecnologías plantean desafíos para las Pymes en términos de costos de adopción, complejidades de integración y necesidad de experiencia especializada

En ese mismo sentido, en la literatura sobre modelos de madurez para evaluar la transformación digital en las organizaciones se ha encontrado que las Pymes no pueden competir en los mercados globales debido a sus deficiencias tecnológicas y a la falta de sostenibilidad en sus operaciones (Singh & Kumar, 2020 como se citó en Avila & Gil, 2022). En la investigación de Mittal, Romero & Wuest (2018), como se citó en Avila & Gil (2022) señalan que, aunque la literatura muestra varios modelos de madurez, la mayoría de ellos están diseñados para evaluar a grandes empresas y no ofrecen una perspectiva que considere los requerimientos específicos de las Pymes, razón por la cual se fortalece el propósito de esta investigación.

## **8.2. Panorama global sobre clasificación de las Pymes**

### **8.2.1. Unión Europea (UE)**

Las Pymes se clasifican en función de su número de empleados y su volumen de negocios o balance general. Según la definición de la UE una pequeña empresa tiene entre 10 y 49 empleados, y una mediana empresa tiene entre 50 y 249 empleados. Además, el volumen de negocios de las pequeñas empresas no debe superar los 10 millones de euros, y las medianas empresas no deben sobrepasar los 50 millones de euros (Muñoz & Mayor, 2015).

### **8.2.2. Estados Unidos (EE. UU)**

La agencia Federal de Pequeños Negocios de Estados Unidos (SBA), define a las Pymes de acuerdo al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (NAICS) utilizando el criterio de ingresos brutos o número de empleados, el cual varía según el tipo de empresa (código);

pero en general, el rango de ingresos brutos es de 0.75 a 38.5 millones de dólares y el rango de trabajadores es de 100 a 1,500 (SBA, 2019).

### **8.2.3. *Japón***

El criterio de clasificación utilizado para las Pymes (incluyendo a las micro) es el número de trabajadores y el capital invertido, colocando en esta categoría a las empresas que tienen entre 1 y 300 personas ocupadas (Valdés, 2012, como se citó en González & Becerra, 2021).

### **8.2.4. Colombia**

Las Pymes se clasifican según tres criterios: activos totales, número de empleados y, en algunos casos, ingresos.

Por activos totales, se considera pequeña empresa entre 323 y 3,221 millones de pesos, mediana empresa entre 3,222 y 19,330 millones de pesos, y gran empresa con más de 19,331 millones de pesos.

Por número de empleados, contempla en el rango de 11 a 50 empleados como pequeña, mediana empresa de 51 a 200 empleados (González & Becerra, 2021).

Aunque todos los sistemas buscan clasificar a las empresas según su tamaño y capacidad económica, cada región tiene sus propias métricas y umbrales. En general, la UE y EE. UU. se centran en el número de empleados y el volumen de negocios, mientras que Japón incluye el capital invertido en su clasificación. Colombia utiliza una combinación de activos totales, número de empleados e ingresos, mostrando una diversidad en las formas de clasificación. Esta variabilidad refleja cómo cada región adapta sus definiciones para ajustar las políticas y el apoyo económico a las características locales del mercado.

### **8.3. Investigación de fuentes secundarias sobre Pymes a nivel Colombia**

Con el fin de conocer el panorama de la temática de estudio se realiza una investigación de fuentes secundarias en conjunto con el proyecto de maestría en transformación digital y Pymes de la autora Mesa D., cuyo fin de conocer el ecosistema empresarial de estas organizaciones y los avances en el uso o la apropiación de tecnologías a nivel nacional.

#### ***8.3.1. Actores que apoyan a nivel empresarial a las Pymes***

En Colombia, diversas entidades desempeñan un papel clave en el desarrollo y crecimiento de las Pymes. Estas entidades se enfocan en brindar apoyo mediante la formulación de políticas, representación gremial y generación de información estadística que facilita la toma de decisiones empresariales. A continuación, se describen algunos de los actores que impulsan el crecimiento y la competitividad de las Pymes en el país:

**8.3.1.1. Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia.** El Ministerio de Comercio, Industria y Turismo es la entidad encargada de liderar el desarrollo económico y social del país en estos sectores. Su función principal consiste en diseñar y ejecutar políticas, planes y proyectos que fomenten la competitividad, la integración y el crecimiento de los sectores productivos, incluyendo la industria, las pequeñas y medianas empresas, el comercio exterior de bienes, servicios y tecnología, la atracción de inversión extranjera, el comercio interno y el turismo (función pública, s.f.).

Este Ministerio cuenta con la Dirección de *Micro, Pequeña y Mediana Empresa*, que forma parte del Viceministerio de Desarrollo Empresarial. Su principal función es impulsar políticas, planes y programas tanto financieros como no financieros para promover el desarrollo de las micro,

pequeñas y medianas empresas. Además, la Dirección facilita la comunicación entre las Pymes y los proveedores de servicios empresariales, ayudando a mejorar su gestión y crecimiento.

Adicionalmente, se crea el *Sistema Nacional de Apoyo para las MiPymes*, que actúa como una herramienta de respaldo para estas empresas. Este sistema está compuesto por dos Consejos Superiores: uno para Microempresas y otro para Pequeñas y Medianas Empresas, con representación de diferentes ministerios, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), gobernadores, alcaldes, consejos regionales, universidades, entidades financieras, ONGs, asociaciones empresariales y el SENA, entre otros.

**8.3.1.2. Asociación Colombiana de Medianas y Pequeñas Empresas (ACOPI).** ACOPI es una organización gremial sin ánimo de lucro que reúne a las microempresas formales y Pymes de distintos sectores productivos en más de 20 departamentos de Colombia. Su principal función es representar y defender los intereses de los pequeños empresarios ante el Gobierno Nacional, siendo una voz clave en la promoción y protección de sus derechos.

Asimismo, ACOPI tiene presencia en espacios de decisión y planificación a nivel local, regional y nacional, donde contribuye al desarrollo territorial y empresarial (ACOPI, s.f.)

**8.3.1.3. Directorio estadístico de empresas (DANE).** El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) es la entidad encargada de producir y comunicar información estadística oficial para Colombia. Esta labor es adelantada con todo el rigor metodológico, y cada vez con mayor pertinencia y oportunidad en función de la realidad socioeconómica colombiana (DANE, 2024).

Su misión institucional es producir y difundir información estadística oficial, como bien público, con altos estándares de calidad y rigor técnico para la toma de decisiones a nivel nacional

y territorial, que contribuyan a la consolidación de un Estado con justicia social, económica y ambiental (DANE, 2024).

### ***8.3.2. Estrategias de seguimiento y apoyo***

**8.3.2.2. Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Empresas (ENTIC Empresas).** La Encuesta ENTIC Empresas ofrece información estadística sobre la transformación digital en las empresas, enfocándose en cómo integran la Inteligencia Artificial (IA) y cómo estas tecnologías aportan valor social y económico tanto en el sector público como en el privado (DANE, 2022).

Esta encuesta es una herramienta clave para el gobierno nacional en la implementación de la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial. El objetivo de esta política es reducir las barreras que limitan el desarrollo digital en las empresas, fomentar la creación de valor económico y social mediante la implementación de nuevas tecnologías y procesos, con el propósito de preparar al país para enfrentar los desafíos económicos y sociales que trae consigo la IA (DANE, 2022).

### ***8.3.3. Estado de las Pymes en Colombia***

En Colombia, las pequeñas y medianas empresas son parte esencial para la economía del país, según el Directorio Estadístico de Empresas del DANE, a 2021 las Pymes están conformadas por un 1.43% de pequeñas empresas y un 0.33% de medianas empresas, lo que representa el 1.76% del total de empresas en el país, mientras que, en su mayoría, las microempresas comprenden el 98.12% y el restante 0,12% las grandes empresas. La ocupación de las Pymes se encuentra mayormente en los sectores de comercio, actividades profesionales, científicas y técnicas, y

servicios administrativos, desempeñando un papel importante en el impulso de la economía nacional (DANE, 2021).

La *Encuesta de Desempeño Empresarial* realizada por la *Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas* (ACOPI, 2023) revela que la inversión en transformación digital es aún limitada. Según el análisis, solo el 45% de las empresas han destinado recursos a este tipo de inversión.

La *Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Empresas* revela que las Pymes enfrentan cuatro principales obstáculos para adoptar la Inteligencia Artificial o no han desarrollado procesos de analítica de dato: (1) la actividad económica de la empresa no lo exige, (2) no hay presupuesto disponible para la compra de estas tecnologías, (3) falta la infraestructura necesaria para su implementación, y (4) no se dispone de personal capacitado. Además, muchas empresas no tienen un área dedicada a las tecnologías de la información ni externalizan estos servicios debido a que (1) no consideran que lo necesiten y (2) el costo de contratar estos servicios es alto. Las pequeñas empresas, en particular, utilizan menos herramientas digitales, como páginas web y ventas electrónicas, en comparación con las medianas empresas (ENTIC Empresas, DANE, 2022)

#### ***8.3.4. Visión general de las Pymes en Santander***

Es importante destacar que la información pública actualizada sobre el panorama empresarial en Santander, especialmente en Bucaramanga y su área metropolitana es muy limitada. Sin embargo, para el año 2023, se observa que las Pymes en el departamento de Santander representan el 3.5% del total de empresas, indicando un notable crecimiento en los últimos años. Los sectores económicos más significativos para estas Pymes son el comercio, la industria

manufacturera, y los servicios de comida y alojamiento, los cuales aportan en gran medida al desarrollo económico de la región.

#### **8.4. Identificación de características claves de las Pymes en Colombia basada en uso de tecnologías digitales**

El análisis de las Pymes a nivel nacional permite obtener una visión clara de su estado actual, facilitando la recopilación de datos como la identificación de sus necesidades y oportunidades sobre el avance en el uso de tecnologías. A continuación, se detallan las características más relevantes de las Pymes colombianas:

- **Adopción limitada de tecnologías digitales:** Solo un pequeño porcentaje de las Pymes utilizan herramientas y tecnologías digitales, lo que limita su capacidad al optimizar procesos y competir en mercados digitales.
- **Infraestructura inadecuada:** En su mayoría las Pymes carecen de una infraestructura necesaria para desarrollar procesos de transformación digital, por lo tanto, se identifica que están ubicadas en etapas iniciales de adopción digital.
- **Falta de habilidades tecnológicas:** Existe una carencia en habilidades tecnológicas y de personal capacitado, lo que dificulta la implementación efectiva de soluciones digitales en la organización.
- **Bajos niveles en optimización de la eficiencia operativa:** La limitada adopción de herramientas digitales en las Pymes frena la optimización en la eficiencia operativa organizacional.

- Debilidades en procesos internos: Las Pymes presentan debilidades en sus procesos internos debido a la falta de capacitación y modernización para estar a la vanguardia del mercado.
- Falta de estandarización de procesos: Un pequeño porcentaje de las Pymes tienen procesos identificados, documentados e implementados de manera estandarizada, lo que dificulta la eficiencia y la calidad operativa.
- Baja tasa de transparencia en operaciones: Algunas Pymes han adoptado tecnologías digitales para mejorar la transparencia en sus operaciones, lo que favorece en ellas una mayor visibilidad y mejor gestión interna.
- Detección de riesgos cibernéticos: Las Pymes de diferentes sectores han iniciado a utilizar software o sistemas de ciberseguridad (34.9% en Servicios, 20.1% en Industrial, y 17.8% en Comercial), lo que resalta la importancia de evaluar la madurez en la gestión de riesgos cibernéticos.
- Bajos niveles en competitividad y posicionamiento en el mercado: Las Pymes deben buscar ser competitivas para participar en el comercio internacional y contribuir al desarrollo económico de Colombia. Sin un adecuado posicionamiento en el mercado, las Pymes corren el riesgo de ser desplazadas por empresas más grandes y mejor capitalizadas.
- Poco desarrollo en cuanto a adaptabilidad e innovación: Las Pymes deben adaptarse rápidamente a los cambios del entorno, aprovechando las oportunidades de expansión en mercados emergentes y la implementación de innovaciones que les permitan mantenerse competitivas.

- Alta diversidad sectorial: Las Pymes que operan en sectores como la manufactura, el comercio, y los servicios presentan diferentes niveles de adopción tecnológica, lo que requiere modelos de madurez que puedan ajustarse a estas particularidades sectoriales.
- Carencia y limitaciones financieras: Las Pymes enfrentan desafíos financieros significativos, ya que carecen de los recursos necesarios para realizar inversiones que podrían mejorar su competitividad y eficiencia.
- Falta de una estructura organizacional: Gran parte de las Pymes carecen de una estructura organizacional formal, lo que se traduce en limitaciones operativas. Se encuentra que las Pymes tienen estructuras organizativas simples, con pocos departamentos, lo que dificulta su eficiencia y competitividad. Además, las limitaciones en recursos humanos y tecnológicos son comunes, restringiendo su capacidad para innovar y adaptarse a cambios en el mercado.
- Gestión estratégica deficiente: Las Pymes a menudo carecen de una gestión estratégica adecuada que les permita planificar y ejecutar estrategias efectivas, afectando su capacidad para crecer y adaptarse.

### **8.5. Definición de criterios de evaluación sobre los MMD**

Para llevar a cabo una valoración efectiva de los MMD aplicables a las Pymes, se definen quince (15) criterios específicos. Estos criterios tienen como objetivo evaluar las características particulares de las Pymes en el contexto de los MMD, con el fin de identificar cuál de estos modelos se adapta mejor a las necesidades específicas de estas empresas.

A continuación, se presentan los criterios claves utilizados en la evaluación:

### Tecnología y cultura organizacional

- **Adopción de herramientas digitales y tecnologías:** Verificar si el modelo determina tanto la adopción de herramientas digitales (páginas web, banca electrónica y servicios Fintech) como el uso de tecnologías avanzadas (analítica de datos e inteligencia artificial).
- **Evaluación de infraestructura tecnológica y nivel de escalabilidad:** Evaluar si el modelo analiza la infraestructura tecnológica existente y si valora el nivel de escalabilidad de las Pymes en términos de crecimiento digital.
- **Capacitación y cultura organizacional para la adopción de tecnologías:** Revisar si el modelo incluye criterios relacionados con la capacitación y el desarrollo de competencias digitales en los empleados, así como una cultura organizacional definida. Es importante verificar que el modelo evalúe cómo la empresa adopta y se adapta a las nuevas tecnologías, midiendo tanto la disposición de los empleados y su apertura al cambio, como la formación en capacidades digitales.

### Productividad y eficiencia operativa

- **Impacto en la productividad:** Verificar si el modelo contempla el impacto de la digitalización en la productividad de las Pymes.
- **Eficiencia en la gestión operativa:** Evaluar si el modelo aborda la eficiencia en la gestión operativa de las Pymes, enfocándose en la capacidad de la empresa para optimizar sus procesos internos, utilizando recursos humanos, tecnológicos y financieros de manera efectiva.

- **Estandarización de procesos para la eficiencia operativa:** Revisar si el modelo promueve la implementación de procesos uniformes para asegurar la calidad, mejorar la eficiencia y reducir costos en las Pymes.

Flexibilidad y adaptabilidad

- **Flexibilidad y adaptabilidad del modelo:** Evaluar si el modelo en la matriz tiene flexibilidad para adaptarse a diferentes niveles de madurez digital de las Pymes.
- **Gestión de riesgos de ciberseguridad en Pymes:** Revisar si el modelo aborda y gestiona los riesgos relacionados con la ciberseguridad en las Pymes.

Competitividad y mercados

- **Competitividad y mercados:** Determinar si el modelo considera el posicionamiento de las Pymes en el mercado y la capacidad de competir en un entorno.
- **Oportunidades e innovación:** Evaluar si el modelo identifica las oportunidades en qué las Pymes incluyen la expansión en mercados emergentes, la adopción de nuevas tecnologías y el aprovechamiento de la innovación para mantenerse al día con tendencias.
- **Enfoque sectorial:** Analizar si el modelo puede ser aplicado a diferentes sectores dentro de las Pymes, reflejando un enfoque holístico que no se limite a un único sector o industria.

Estructura y planeación

- **Debilidades estructurales, operativas y financieras:** Evaluar si el modelo considera y aborda las debilidades inherentes a las Pymes, como la falta de estructura organizacional formal, limitaciones operativas debido a recursos humanos y tecnológicos limitados y desafíos financieros que restringen la capacidad de inversión.

- **Planeación a largo plazo:** Verificar si el modelo evalúa cómo las Pymes gestionan los recursos de manera efectiva y aseguran que las operaciones diarias estén alineadas con la visión estratégica de la empresa.

Transparencia y apoyo

- **Transparencia en procesos y operaciones:** Evaluar si el modelo promueve la transparencia en las operaciones y la gestión interna, permitiendo mayor visibilidad de las actividades y decisiones empresariales.
- **Guías prácticas y herramientas de apoyo:** Revisar si el modelo proporciona guías, herramientas o recursos que sean fáciles de implementar para las Pymes.

#### **9. Valoración de información sobre MMD definitivos y características de las Pymes**

Con los criterios definidos en el capítulo anterior y contemplando la información de las Pymes, se procede a evaluar cada uno de los siete (7) MMD. El cruce de información permite identificar cuál de los siete modelos cumple con la mayor cantidad de criterios y cuál es el más adecuado para adaptarse a las necesidades y características específicas de las Pymes.

La evaluación se realiza determinando si cada criterio correspondiente a las características de las Pymes sobre el uso de tecnologías está incluido en cada modelo. Si, un modelo contiene información sobre un componente específico, se le asigna una valoración de “1” sobre la fila del modelo. Para realizar el proceso de valoración por criterios, se le asigna a cada uno de estos un color específico (Figura 19), con el fin de asociarlos a los componentes. Además, si algún criterio evalúa uno de los componentes, a este, se le asigna el color del criterio en la en la matriz de evaluación. Si el modelo no proporciona información sobre un componente, no se le asigna valoración ni color.

**Figura 19**

*Clasificación de criterios por colores*

Criterio 1:	Adopción de tecnologías y Herramientas digitales
Criterio 2:	Evaluación de infraestructura tecnológica y nivel de escalabilidad
Criterio 3:	Capacitación y Cultura organizacional para la adopción de tecnologías
Criterio 4:	Impacto en la Productividad
Criterio 5:	Eficiencia en la Gestión operativa
Criterio 6:	Estandarización de procesos para la eficiencia operativa
Criterio 7:	Flexibilidad y Adaptabilidad del modelo
Criterio 8:	Gestión de riesgos de ciberseguridad en Pymes
Criterio 9:	Competitividad y Mercados
Criterio 10:	Oportunidades e innovación
Criterio 11:	Enfoque sectorial
Criterio 12:	Debilidades estructurales, operativas y financieras
Criterio 13:	Planeación a largo plazo
Criterio 14:	Transparencia en procesos y operaciones
Criterio 15:	Guías prácticas y herramientas de apoyo

Cabe destacar que algunos componentes, como la clase de modelo, fortalezas, debilidades, fases de implementación e interpretación de resultados, no proporcionan información relevante para el cruce entre los MMD y las características de las Pymes, dado que no aportan datos directos para comparar cómo cada modelo se ajusta a las características y necesidades específicas de las mismas. Aunque, los componentes mencionados anteriormente eran importantes para una comprensión integral de los modelos.

Además, es importante mencionar que componentes como enfoque global, cadena de suministro y operaciones, ampliabilidad y reutilizabilidad, visibilidad operativa y nuevas dimensiones (celdas sin color) no son evaluados debido a la falta de información en la literatura y en la caracterización de las Pymes, por lo tanto, no se encontró un criterio que se ajustara a los mismos.

**Figura 20**

*Matriz de valoración de información de los MMD definitivos*

Modelos	Enfoque		Características		Dimensiones claves								Relevancia			Aporte		Interpretación de resultados						
	Enfoque holístico	Enfoque global	Aplicabilidad	Flexibilidad	Estrategia y gobernanza	Tecnología y procesos digitales	Valor y modelo de negocio	Personas y cultura organizacional	Ciberseguridad y riesgos	Cadena de suministro y operaciones	Ampliabilidad y reutilizabilidad	Transparencia	Estandarización	Contexto actual	Visibilidad operativa	Alineación estratégica	Competitividad	Nuevas dimensiones	Guía para la planificación	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Modelo "Aras & Büyüközkan"	1		1		1	1	1	1	1				1		1		1	1	1	1	1	1	1	1
Modelo "Senna et al."			1			1		1					1						1	1	1	1	1	1
Modelo "Gökalp & Martínez"	1		1	1	1	1	1	1						1	1			1	1	1	1	1	1	1
Modelo "Amaral & Peças"	1				1	1	1	1	1						1			1	1	1	1	1	1	1
Modelo "Ehrensperger et al."					1			1		1	1				1		1	1	1	1	1	1	1	1
Modelo "Ávila & Gil"		1	1		1	1	1	1					1			1		1	1	1	1	1	1	1
Modelo "Macêdo & Dantas"					1	1	1		1				1		1			1	1	1	1	1	1	1

**10. Resultado de la selección y priorización de los modelos que se ajustan a la investigación**

Para seleccionar y priorizar los modelos a partir de los datos obtenidos en la matriz de valoración, se llevan a cabo los siguientes pasos:

**10.1. Etapa uno: Evaluación final y selección del modelo definitivo**

En la etapa final de la investigación, se realiza una sumatoria en forma horizontal de los criterios que cumple cada modelo. A partir de estos totales, se determina que el modelo de los autores Aras & Büyüközkan, era el más adecuado para las Pymes, debido a que obtuvo una alta valoración en la matriz, cumpliendo con la mayor cantidad de criterios definidos, resultando ser el más acertado a las necesidades encontradas para las Pymes colombianas.

**Figura 21**

*Evaluación y selección del MMD*

Modelos	Enfoque		Características		Dimensiones claves								Relevancia				Aporte		Interpretación de resultados					Mejor modelo		
	Enfoque holístico	Enfoque global	Aplicabilidad	Flexibilidad	Estrategia y gobernanza	Tecnología y procesos digitales	Valor y modelo de negocio	Personas y cultura organizacional	Ciberseguridad y riesgos	Cadena de suministro y operaciones	Ampliabilidad y reutilizabilidad	Transparencia	Estandarización	Contexto actual	Visibilidad operativa	Alineación estratégica	Competitividad	Nuevas dimensiones	Guía para la planificación	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4		Nivel 5	
Modelo "Aras & Büyükoçkan"	1		1		1	1	1	1	1					1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	11
Modelo "Senna et al."			1			1		1						1						1	1	1	1	1	1	5
Modelo "Gökalp & Martínez"	1		1	1	1	1	1	1							1	1			1	1	1	1	1	1	1	10
Modelo "Anaral & Peças"	1				1	1	1	1		1						1	1		1	1	1	1	1	1	1	8
Modelo "Ehrensperger et al."					1				1		1	1				1	1		1	1	1	1	1	1	1	8
Modelo "Ávila & Gil"		1	1		1	1	1	1	1					1			1		1	1	1	1	1	1	1	10
Modelo "Macêdo & Dantas"					1	1	1			1				1		1		1	1	1	1	1	1	1	1	7

Para una mejor visualización de la matriz de valoración de los modelos se sugiere revisar el apéndice C.

### ***10.1.1. Descripción del modelo definitivo***

El Modelo de madurez digital (MMD) de Aras & Büyüközkan, se presenta como una herramienta integral diseñada para evaluar y optimizar la transformación digital en organizaciones de diversos sectores y tamaños. Ofrece una visión holística que abarca aspectos estratégicos, tecnológicos, culturales y operativos.

El modelo contiene seis dimensiones clave:

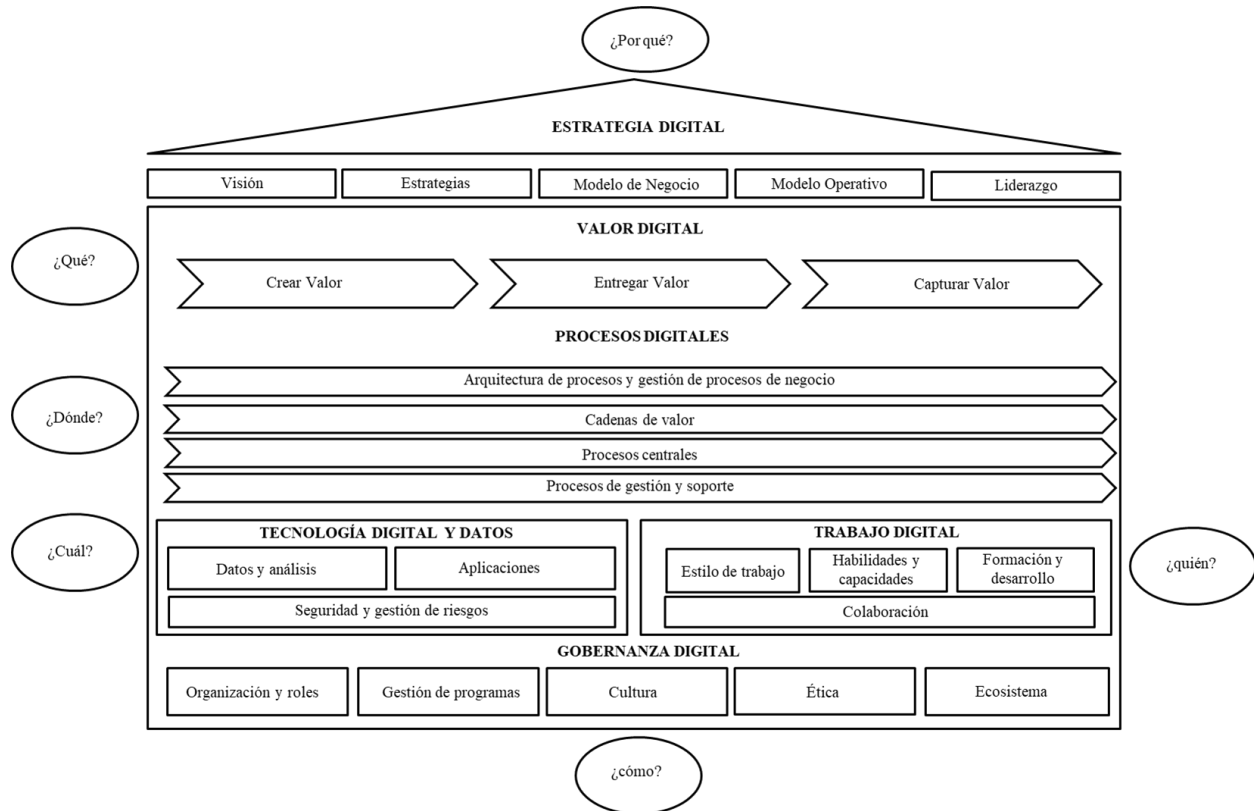
- i. *Estrategia Digital*, evalúa la capacidad de la organización para crear valor a través de una visión y objetivos estratégicos
- ii. *Valor Digital*, analiza el impacto de la transformación digital en la cartera de productos y en los procesos de valor para el cliente
- iii. *Procesos Digitales*, mide el grado de implementación de la transformación digital en los procesos de negocio
- iv. *Tecnología Digital y Datos*, a través de estos se revisa la sostenibilidad de las soluciones tecnológicas
- v. *Trabajo Digital*, examina los cambios en los patrones de trabajo y las nuevas habilidades requeridas
- vi. *Gobernanza Digital*, asegura una gestión efectiva para la implementación y sostenibilidad de la transformación digital.

El MMD también incorpora subdimensiones como visión, modelo operativo, seguridad, ética y capacitación, que apoyan la adaptación de los empleados y la gestión del cambio en el entorno laboral.

A continuación, gráficamente se muestra el MMD:

**Figura 22**

*MMD propuesto por Aras & Büyüközkan*



*Fuente: Aras y Büyüközkan, 2023*

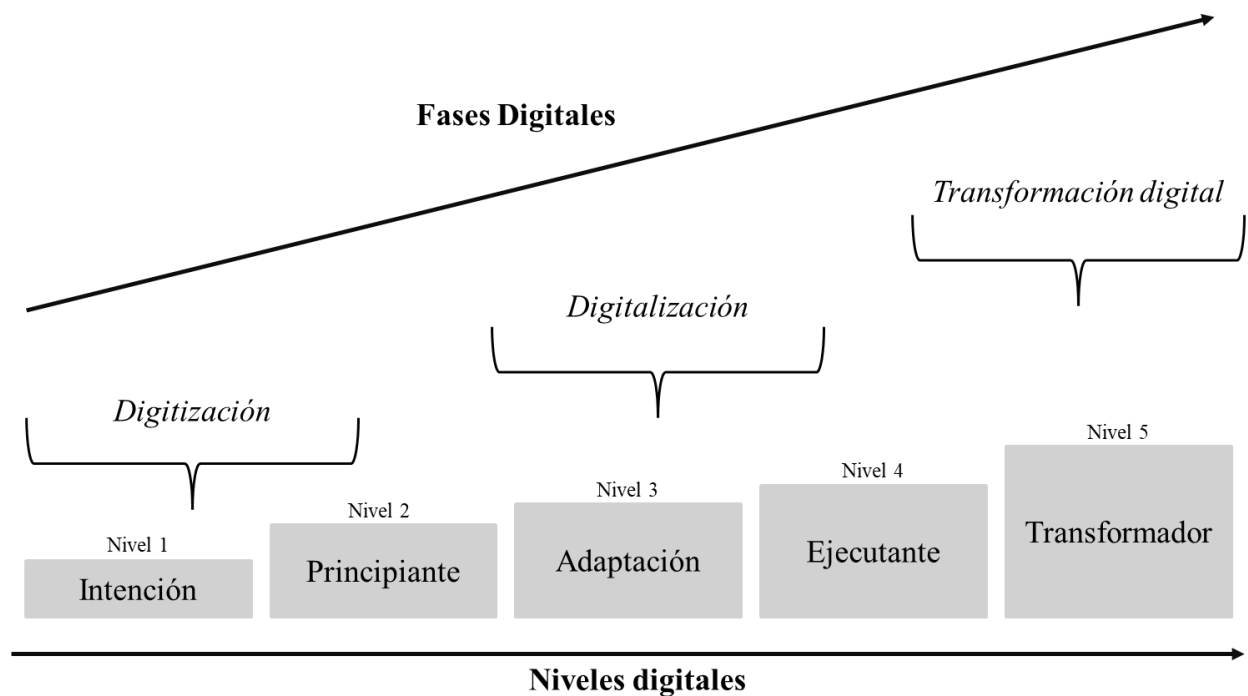
El diseño del modelo se basa en seis preguntas fundamentales: ¿Hacia dónde se dirige la TD? ¿Qué valor aporta? ¿En qué procesos debe aplicarse? ¿Qué tecnología la respalda? ¿Quién implementa la TD? ¿Cómo se sostiene a largo plazo? Estas preguntas permiten una evaluación sistemática de la madurez digital y actúan como catalizadores para la transformación organizacional.

La implementación comienza con una evaluación del estado actual de la organización en relación con las dimensiones del modelo. A partir de ahí, se desarrollan hojas de ruta que alinean los objetivos digitales con las capacidades existentes. Este proceso incluye monitoreo continuo y

ajustes, asegurando que la transformación se mantenga alineada con los objetivos estratégicos de la organización. Adicionalmente, el modelo ofrece una interpretación de los resultados, con 5 niveles digitales: nivel intención, nivel principiante, nivel adaptación, nivel ejecutante y nivel transformador.

**Figura 23**

*Interpretación de resultados del MMD definitivo*



*Fuente: Aras y Büyükoçkan, 2023*

Este modelo, ayuda a las organizaciones a maximizar el valor de sus inversiones tecnológicas y a asegurar que la transformación digital esté alineada con las estrategias organizacionales.

## 10.2. Etapa 2: Análisis de mejora y expansión del modelo seleccionado

En esta etapa, se revisan los seis (6) MMD restantes con el propósito de identificar componentes evaluados mediante criterios que no están presentes en el modelo seleccionado de Aras & Büyüközkan. El objetivo es determinar qué tan pertinente es incorporar estos componentes al modelo definitivo para optimizar su adaptación a las necesidades específicas de las Pymes colombianas.

Se identifican cuatro componentes que están presentes en los otros modelos y que habían sido evaluados con criterios específicos, pero que faltaban en el modelo de Aras & Büyüközkan.

Estos componentes son:

- Transparencia: Capacidad del modelo para proporcionar una visión clara y accesible de los procesos, resultados y criterios utilizados en su evaluación. La transparencia es esencial para que las Pymes comprendan y confíen en las métricas y resultados del modelo de madurez digital.
- Flexibilidad: Incluir elementos que permitan una mayor adaptabilidad del modelo digital, como módulos configurables, opciones de personalización y escalabilidad tecnológica, para ajustarse a distintos tipos y tamaños de Pymes.
- Competitividad: Capacidad del modelo para ayudar a las Pymes a mejorar su posición en el mercado mediante la implementación de prácticas digitales avanzadas y la optimización de procesos, permitiendo que la empresa se mantenga competitiva en un entorno cada vez más digitalizado y global.
- Estandarización: Capacidad del modelo de establecer criterios uniformes y consistentes que permitan su aplicación en diversas Pymes. La estandarización es importante porque

facilita la comparabilidad de resultados, asegura la coherencia en su implementación y permite que las empresas sigan pautas claras para mejorar su madurez digital.

La integración de estos componentes adicionales, tales como transparencia, flexibilidad, competitividad y estandarización complementan al modelo definitivo ajustándolo a las exigencias actuales de las Pymes. Este enfoque integral busca maximizar el impacto de la transformación digital en las Pymes, promoviendo su sostenibilidad y éxito a largo plazo.

## 11. Conclusiones

La revisión narrativa de literatura permite establecer una base sólida de conocimiento sobre tecnologías digitales, transformación digital y madurez digitales, destacando su relevancia en la evolución de las organizaciones. Este análisis subraya la importancia de estas tecnologías en la reestructuración de modelos de negocio y procesos organizacionales.

El análisis sistemático de la literatura identifica varios modelos de madurez digital relevantes para las Pymes. Los resultados proporcionan una visión de las diversas dimensiones que abordan estos modelos, identificando sus fortalezas y debilidades, lo que permite comprender mejor la aplicabilidad de cada modelo en diferentes contextos organizacionales.

La síntesis de la información derivada de los modelos encontrados facilita la estructuración de las características clave de cada uno. Este análisis permite resaltar los criterios de evaluación y metodologías que mejor se alinean con las necesidades de las Pymes colombianas, facilitando la identificación del modelo más adecuado.

Se identifica que las Pymes en Colombia enfrentan una adopción limitada de tecnologías digitales, lo que restringe su capacidad para mejorar procesos y competir en mercados globales. Entre los principales obstáculos se encuentran la falta de infraestructura adecuada, la escasez de personal capacitado y la carencia de recursos financieros. Estos desafíos resaltan la necesidad de contar con modelos de madurez digital que no solo evalúen el nivel actual de adopción tecnológica, sino que también ofrezcan guías adaptadas a las particularidades de las Pymes.

El análisis comparativo entre los modelos de madurez digital y la realidad de las Pymes en Colombia permite caracterizar los patrones de adopción tecnológica. Se identifican barreras

significativas, así como oportunidades de mejora, en el proceso de digitalización de estas empresas.

La investigación concluye con la documentación adecuada de los resultados, estructurados de manera que cumplen con los requisitos para su divulgación científica. Se recopila toda la información en un artículo que puede ser sometido a revistas académicas especializadas en transformación digital y tecnología.

## **12. Recomendaciones**

Se sugiere explorar el impacto de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial, blockchain y la automatización robótica de procesos en las Pymes. Investigaciones futuras podrían evaluar cómo estas tecnologías pueden ser integradas en los MMD, potenciando aún más la transformación digital de estas empresas.

Para mejorar la implementación de tecnologías en las Pymes, se sugiere proporcionar herramientas o software tecnológicos tales como: software de procesamiento de información multimedia, desarrollo de procesos con analítica de datos, dispositivos para conexión de máquina a máquina a través de internet y desarrollos de RPA en el área administrativa, en la prestación de servicios o en el área comercial, teniendo en cuenta la información recopilada sobre los avances en uso de tecnologías en las Pymes colombianas. Asimismo, es esencial desarrollar programas de capacitación personalizados que aborden las necesidades específicas de cada Pyme, lo que permitirá una adopción más efectiva de las herramientas tecnológicas. Adicionalmente, es fundamental establecer redes de apoyo que conecten a las pequeñas y medianas empresas con expertos en tecnología y financiamiento, facilitando la adquisición de recursos y brindando orientación técnica para su correcta aplicación.

En el marco de la transformación digital y la madurez digital en las Pymes, se identifican varias áreas para futuras investigaciones que pueden contribuir significativamente al desarrollo de este campo. En primer lugar, es importante profundizar en la adaptación de los MMD a diferentes sectores y tipos de Pymes. Investigaciones que desarrollen herramientas personalizadas para sectores como la manufactura, el comercio o los servicios permitirían evaluar el impacto particular de estos modelos en cada contexto específico.

De igual manera, se sugiere realizar futuras investigaciones que integren componentes como enfoque global, cadena de suministro, ampliabilidad, visibilidad operativa y nuevas dimensiones en los modelos de madurez digital, como respuesta a aquellos modelos que no cumplieron con la información encontrada de las Pymes colombianas pero que abarcaban estos componentes en su contenido.

Asimismo, se recomienda llevar a cabo estudios longitudinales que analicen cómo la madurez digital evoluciona en las Pymes a lo largo del tiempo. Este enfoque permitiría evaluar el impacto de la implementación de tecnologías digitales en el crecimiento, sostenibilidad y competitividad de las Pymes, ofreciendo una visión a largo plazo de los beneficios de estos modelos.

Otro campo de interés es la realización de estudios comparativos entre diferentes regiones o países para identificar las barreras y facilitadores contextuales que influyen en la adopción de tecnologías digitales. Dado que las Pymes operan en contextos socioeconómicos diversos, este tipo de estudios ayudaría a comprender mejor cómo las características locales impactan en la madurez digital.

**Referencia Bibliográfica**

- ACOPI Centro Occidente. (s.f.). ¿Quiénes somos? Recuperado de <https://acopicentrooccidente.org/quienes-somos/>
- ACOPI Bogotá. (s.f.). Nosotros. Recuperado de <https://acopibogota.org.co/nosotros>
- Acta Paulista de Enfermagem. (2007). Revisión sistemática X revisión narrativa. *Acta Paul. Enferm.*, 20(2).
- Adrodegari, F., & Saccani, N. (2019). Un modelo de madurez para el servitización de empresas centradas en el producto. *Revista de Ingeniería Mecánica e Industrial*. <https://www.emerald.com/insight/1741-038X.htm>
- Amaral, A., & Peças, P. (2021). Un marco para la evaluación Pymes manufactureras Madurez Industria 4.0. *Applied Sciences*, 11(13), 6127.
- Aras, A.; Büyüközkan, G. (2023). Guía del viaje de transformación digital: un modelo holístico de madurez digital basado en un Revisión sistemática de la literatura. *Sistemas* 11, 213.
- Avila-Bohrquez, J. H., & Gil-Herrera, R. de J. (2022). Propuesta y Validación de un Modelo de Madurez de Industria 4.0 para Pymes. *Revista de Ingeniería y Gestión Industrial*, 15(3), 433-454.
- Azanha, A., Vivaldini, M., Pires, SRI et al. (2016), "Selección de voz: análisis de factores críticos a través de un caso estudiar en Brasil y Estados Unidos", *Revista Internacional de Gestión de la Productividad y el Desempeño*, vol. 65, núm. 5, págs. 723-39.
- Barbalho, SCM y Dantas, RF (2021), "El efecto de las islas de mejora en los modelos de madurez para la industria 4.0: la implementación de un sistema de gestión de inventarios en una

- fábrica de bebidas”,*Revista Brasileña de Gestión de Operaciones y Producción*, vol. 18, núm. 3, e20211119. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.2021.011>
- Begicevic Redjep, N., Balaban, I. y Zugec, B. (2021). Evaluación de la madurez digital de las escuelas: marco e instrumento. *Tecnología, Pedagogía y Educación* , 30 (5), 643–658.
- Bitzera, M., Häckel, B., leu, D., Ott, J., Stahl, B., & Strobel, J. (2023). Gestión de lo inevitable: un modelo de madurez para establecer capacidades de gestión de respuesta a incidentes. *Computadoras y Seguridad*, 125, 109950.
- Congreso de la República de Colombia. (2000). Ley 590 de 2000. Por la cual se dictan disposiciones para promover el desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresa.
- DANE (2021). Directorio estadístico de empresas. Gov.co. <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/servicios-informacion/registro-estadistico-de-empresas/directorio-estadistico-de-empresas>
- DANE (2022). Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Empresas. Gov.co.
- DANE (2024) Preguntas y respuestas frecuentes. Gov.co. <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/tramites/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/informacion-de-interes/preguntas-y-respuestas-frecuentes>
- Depaoli, P., Za, S., & Scornavacca, E. (2020). Un modelo para el desarrollo digital de las PYMES: un enfoque basado en la interacción. *Università degli Studi della Tuscia*. <https://www.emerald.com/insight/1462-6004.htm>
- Dirección de MiPymes. (s/f). Gov.co. <https://www.miPymes.gov.co/direccion-de-miPymes>

- Ehrensperger, R., Sauerwein, C., & Breu, R. (2023). Un modelo de madurez para ecosistemas empresariales digitales de una perspectiva de TI. *Revista de Ciencias de la Computación*, 28(1), 34-72.
- Encuesta de Desempeño Empresarial - ACOPI. (2020). ACOPI - Somos el gremio de las MiPymes Colombianas que impulsa el desarrollo económico y social del país; ACOPI.
- Función Pública. (s.f.). Sector de comercio, Industria y Turismo. <https://funcionpublica.gov.co>
- Gallardo, E., Marqués, L., & Bullen, M. (2015). Estudiantes de educación superior: usos sociales y académicos de la tecnología digital. *RUSC. Revista Universidades y Sociedad del Conocimiento*, 12(1). págs. 25-37. doi:<http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v12i1.2078>
- Ge, C.; Lv, W.; Wang, J. (2023) El impacto de la tecnología digital Integración de la red de innovación en el desempeño de la innovación de las empresas: el papel de la adquisición de conocimientos y la transformación digital. *Sostenibilidad*, 15, 6938. <https://doi.org/10.3390/su15086938>
- Gobierno del Perú. (2024). Qué son las tecnologías digitales. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/pcm/informes-publicaciones/3148186-que-son-las-tecnologias-digitales>
- González-Díaz, R. R., & Becerra-Pérez, L. A. (2021). Pymes en América Latina: Clasificación, productividad laboral, retos y perspectivas. *CIID Journal*, 1(1), 1-39.
- Gökalp, E., & Martínez, V. (2021). Modelo de madurez de la capacidad de transformación digital que permite la evaluación de los fabricantes industriales. *Computadoras en la Industria*, 132, 109996.

- Guirao Goris & Silamani J. Adolf. (2015). Utilidad y tipos de revisión de literatura. *Ene* , 9 (2).
- Gurbaxani, V., & Dunkle, D. (2018). *Preparándonos para una transformación digital exitosa*. Advanced Practices Council, Centro para la Transformación Digital, Universidad de California, Irvine.
- Han, X.; Zhang, M.; Hu, Y.; Huang, Y. (2022). Estudio sobre la capacidad de transformación digital de las empresas de consulta de costos basado en el modelo de madurez.Sostenibilidad, 14, 10038. <https://doi.org/10.3390/su141610038>
- Ifenthaler, D., & Egloffstein, M. (2019). Desarrollo e Implementación de un Modelo de Madurez de Transformación Digital. *Formación y Desempeño Organizacional*. Publicado en línea el 22 de noviembre de 2019. Asociación de Tecnología y Comunicaciones Educativas 2019.
- Ka, X., Ying, T., & Tang, J. (2023). Un modelo conceptual para desarrollar la madurez digital en las micro y pequeñas empresas hoteleras. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 18(3), 1511-1528. <https://doi.org/10.3390/jtaer18030076>
- Kääriäinen, J., Pussinen, P., Saari, L., Kuusisto, O., Saarela, M. y Hänninen, K. (2021). Aplicar la fase de posicionamiento del modelo de transformación digital en la práctica para las Pymes: hacia el desarrollo sistemático de la digitalización. *Revista internacional de sistemas de información y gestión de proyectos* , 8 (4), 24–43.
- Karekla, M., Pollalis, Y., & Angelopoulos, M. (2021). Impulsores clave de la transformación digital en las empresas griegas: Estrategia versus tecnología. *Revista de Gestión de Europa Central*, 29(2), 33-62.

- Karcioglu, R., & Binici, F. Ö. (2023). Desarrollo de un modelo de madurez para identificar habilidades y habilidades digitales de los profesionales contables: Evidencia de Pavo. *Revista ACCESO: Acceso a la ciencia, los negocios y la innovación en la economía digital*, 4(2), 221-247.
- Katona, Andrea, Zoltán Birkner y Erzsébet Péter. (2023). "Examen de las tendencias de transformación digital en empresas austriacas y húngaras" *Sostenibilidad* 15, no. 15: 11891. <https://doi.org/10.3390/su151511891>
- Kourouthanassis, P.; Chasapi, G.; Pateli, A.; Mylonas, N. Determinantes de la transformación digital en la industria hotelera: impulsores tecnológicos, organizativos y ambientales. *sostenibilidad*2023,15, 2736. <https://doi.org/10.3390/su15032736>.
- Kupilas, K., Rodríguez Montequín, V., Díaz Piloñeta, M., & Alonso Álvarez, C. (2022). Sostenibilidad y digitalización: Uso de la teoría de la cadena medio-fin para determinar los elementos clave del modelo de madurez digital para organizaciones de investigación y desarrollo con el aspecto de sostenibilidad. *Avances en Ingeniería y Gestión de Producción*, 17(2), 152-168.
- Kupilas, KJ, Rodríguez-Montequin, V., Villanueva-Balsera, J., Álvarez-Pérez, C. (2020). *Industria 4.0 y madurez digital*, En: Zahera-Pérez (ed.), *Industria 4.0 y la Dirección e Ingeniería de proyectos*. - Dirección e ingeniería de proyectos; 3, Universidad de Cádiz, Cádiz, España, 66-102.
- Kraus, S., Jones, P., Kailer, N., Weinmann, A., Chaparro-Banegas, N. y Roig-Tierno, N. (2021). Transformación digital: una visión general del estado actual del arte de la investigación. *Salvia abierta* , 11 (3). <https://doi.org/10.1177/21582440211047576>

- Lewandowska, A., Berniak-Woźny, J., & Ahmad, N. (2023). Competitividad e innovación de las pequeñas y medianas empresas ante los desafíos de la Industria 4.0 y 5.0: un análisis bibliométrico integral. *Equilibrio. Revista Trimestral de Economía y Política Económica*, 18(4), 1045–1074.
- Lotriet, Ra y Kokotwane Dltshogo, K. (2020). Una evaluación de las percepciones sobre la transformación digital en un banco comercial sudafricano: ¿un caso de negación antropogénica de la economía? *Revista de Humanidades*, 60 (3), 687-707. <https://dx.doi.org/10.17159/2224-7912/2020/v60n3a8>
- Marleen Voss, David Jaspert, Christian Ahlfeld y Luke Sucke (2024) Desarrollando un modelo de madurez digital para los procesos de ventas de proyectos industriales, *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 44:1, 7-28, DOI:10.1080/08853134.2022.2151014
- Martinez, J. (2019). *Industria 4,0: La transformación digital en la industria*. Editorial UOC.
- Medina Chicaiza, P., Chango Guanoluisa, M., Corella Cobos, M., & Guizado Toscano, D. (2023). Transformación digital en las empresas: una revisión conceptual. *Journal of Science and Research*, 11(1), 1-14.
- Merdin, D., Ersöz, F., & Taskın, H. (2023). Transformación digital: modelo de madurez digital para las empresas turcas. *Revista de Ciencia*, 36(1), 263-282.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2021). *Glosario: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. MINTIC.
- Minh, H. P., & Thanh, H. P. H. (2022). Revisión integral del modelo de madurez digital y propuesta de un proceso continuo de transformación digital con madurez digital:

- Integración del modelo. *IJCSNS Revista Internacional de Informática y Seguridad de Redes*, 22(1), 741.
- Monsallaeipour S., Nazarian R. y Ghadirinejad M. (2018), *Ingeniería Industrial en la Era de la Industria 4.0*, (número de septiembre).DOI: 10.1007/978-3-319-71225-3.
- Muñoz Cardona, Á. E., & Mayor López, M. P. (2015). *Las Pyme en América Latina, Japón, la Unión Europea, Estados Unidos y los clústeres en Colombia*. *CIID Journal*, 1(2), 25-52.
- Nebati, E. E., Ayvaz, B., & Kusakci, A. O. (2023). Transformación digital en la industria de defensa: un modelo de madurez que combina los enfoques SF-AHP y SF-TODIM. *Computación Suave Aplicada*, 152, 109996.
- OCDE (2023). *Perspectivas de las PYME y el emprendimiento 2023*. París: Publicaciones de la OCDE. doi:Madhavan, M., Wangtueai, S., Sharafuddin, MA y Chaichana, T. (2022). Los efectos precipitantes de la pandemia en la innovación abierta de las PYMES: una ciencia métrica y una revisión sistemática de la Industria 4.0 y la Industria 5.0. *Revista de innovación abierta: tecnología, mercado y complejidad*, 8(3), 152. doi: 10.3390/joitmc8030152. 10.1787/342b8564-es.
- Ostmeier, E., & Strobel, M. (2022). Desarrollar habilidades en el contexto de la transformación digital: cómo la madurez digital de la industria impulsa el desarrollo proactivo de habilidades. *Revista de Investigación Empresarial*.
- Presti, C. , De Santis, F. y Bernini, F. (2023), "Cocreación de valor mediante el aprendizaje automático desde una perspectiva de la teoría de la configuración", *Revista Europea de Gestión de la Innovación* , vol. 26 N° 7, págs. 449-477. <https://doi.org/10.1108/EJIM-01-2023-0104>

- Sandor, A., & Gubán, A. (2021). “Una herramienta de medición de la madurez digital de las pequeñas y medianas empresas”, *Revisión de Ingeniería de Gestión y Producción*, vol. 12, núm. 4, págs. 133–143, 2021, doi: 10.24425/mper.2021.140001.
- Schneider S , Kokshagina O. (2021). Transformación digital: lo que hemos aprendido (hasta ahora) y lo que sigue . *Creat Innov Manag* ; 30 : 384-411 .  
<https://doi.org/10.1111/caim.12414>
- Schuh, G., Gausemeier, J., Hompel, M. et al. (2017), Índice de madurez de la Industria 4.0: gestión de lo digital Transformación de Empresas, Herbert Utz, Múnich.
- Senna, P. P., Barros, A. C., Bonnín Roca, J., & Azevedo, A. (2023). Desarrollo de un modelo de madurez digital para la Industria 4.0 basado en el marco tecnología-organización-entorno. *Informática e Ingeniería Industrial*.
- Sistema Nacional de Apoyo a las MiPymes. (s/f). Gov.co.  
<https://www.miPymes.gov.co/coordinacion-con-entidades-publico-privadas-para-a/sistema-nacional-de-apoyo-a-las-miPymes-1>
- Tortora, AMR; Di Pasquale, V.; Iannone, R. (2022) Un modelo de madurez de mantenimiento para evaluar las prácticas de gestión de la información para pequeñas y medianas empresas (M3AIN4PYME). *Aplica. Ciencia* ,12, 9282
- Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital Bogotá D.C. (s.f.). Modelo de Madurez Versión 1.0.  
[https://www.ideca.gov.co/sites/default/files/DefyCaracteristicas\\_ModMadurezV1.0.pdf](https://www.ideca.gov.co/sites/default/files/DefyCaracteristicas_ModMadurezV1.0.pdf)
- Vásquez, J., Aguirre, S., Puertas, E., Bruno, G., Priarone, P. C., & Settineri, L. (2021). Un modelo de madurez de sostenibilidad para micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES)

basado en un enfoque de evaluación de análisis de datos. *Revista de Producción Más Limpia*, 311, 127692.

Von Solms, J., & Langerman, J. (2022). Adopción de tecnología digital en la Tesorería de un banco y realización de una evaluación de madurez digital. *Revista Africana de Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo*, 14(2), 315-331. <https://doi.org/10.1080/20421338.2020.1857519>

Zhu, H.; Wang, L.; Li, C.; Philbin, SP; Li, H.; Li, H.; Skitmore, M. (2024). Construcción de un modelo de evaluación de la madurez de la transformación digital para empresas de construcción basado en el proceso de jerarquía analítica y el método de laboratorio de prueba y evaluación de la toma de decisiones. *Edificios* 2024, 14, 91. <https://doi.org/10.3390/edificios14010091>

Warner, KS y Wäger, M. (2019). Creación de capacidades dinámicas para la transformación digital: un proceso continuo de renovación estratégica. *Planificación a largo plazo*, 52(3), 326-349. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0024630117303710>