

Innovación, madurez de la gestión del conocimiento e Industria 4.0: mirada en las pymes colombianas

Sandra Cristina Riascos-Erazo^{1*}, Adriana Aguilera-Castro²

Resumen

Las dinámicas de la industria 4.0 permiten a las organizaciones avanzar en innovación y competitividad. Este artículo pretende identificar la relación entre el nivel de madurez de la gestión del conocimiento y la innovación, en las Pymes de Colombia, inmersas en el contexto de la industria 4.0, donde el conocimiento y la innovación se constituyen en elementos clave para su desarrollo. Se aplicaron 256 encuestas a directivos de Pymes y se analizó la información con el método de ecuaciones estructurales (SEM). En los resultados se destaca que las prácticas relacionadas con los criterios personas/organización y tecnología, se relacionan con la madurez de la gestión del conocimiento; y además, que el nivel de madurez de la gestión del conocimiento incide en la generación de innovación en las Pymes, aspecto que puede considerarse como una fortaleza, en el contexto de la industria 4.0.

Palabras clave: gestión del conocimiento; innovación; industria 4.0; transferencia de conocimiento; Pymes

Abstract

Innovation, Maturity of Knowledge Management and Industry 4.0: Look at Colombian SMEs

The dynamics of industry 4.0 allow organizations to advance in innovation and competitiveness. This article aims to identify the relationship between the level of maturity of knowledge management and innovation, in Colombian SMEs, immersed in the context of industry 4.0, where knowledge and innovation are key elements for their development. 256 surveys were administered to SME managers and the information was analyzed with the structural equation method (SEM). The results highlight that the practices related to the people/organization and technology criteria are related to the maturity of knowledge management; and furthermore, that the level of maturity of knowledge management affects the generation of innovation in SMEs, an aspect that can be considered a strength, in the context of industry 4.0.

Keywords: knowledge management; innovation; industry 4.0; knowledge transfer; SMEs

Submitted: October 14, 2023 / Approved: April 2, 2024

1. Introducción

La importancia de la sociedad de la información y el conocimiento para el progreso de los países en competitividad e innovación ha sido discutida por varios autores (Nonaka y Takeuchi, 1999; Donate y Gaudamillas, 2009). Además, se ha destacado la relación positiva entre la gestión del conocimiento y la generación de innovación en las organizaciones (Abbas *et al.*, 2020; Law *et al.*, 2021; Sofiyabadi *et al.*, 2022). Por lo anterior, muchas empresas buscan implementar procesos formales de gestión del conocimiento, para adaptarse a las exigencias de los clientes y crecer en un mercado dinámico. Evaluar esta gestión es crucial, y los modelos de madurez brindan una estructura para medir y mejorar estas prácticas continuamente (Durango Yepes & Arias Pérez, 2011; Montañez Carrillo & Lis Gutiérrez, 2017).

En Colombia es importante investigar la relación entre la madurez en la gestión del conocimiento y la innovación en las Pymes, ya que son fundamentales para la economía nacional. Según Anif (2021), las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) juegan un papel fundamental en la economía colombiana, ya que representan más del 99% de las empresas del país, generan aproximadamente 79% del

empleo y aportan 40% al Producto Interno Bruto (PIB). Es importante entonces comprender cómo los procesos de gestión del conocimiento impactan en la capacidad de innovación de las Pymes, ya que esto puede beneficiar el desarrollo económico del país (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2022).

En Colombia, las investigaciones sobre la medición de la gestión del conocimiento y su impacto en la innovación en las empresas son escasas, esto incluye también la propuesta de modelos de medición para centros de I+D+I en América Latina (Flórez-Martínez & Martínez-Sarmiento, 2023). El presente estudio busca cerrar esta brecha, ofreciendo información útil para mejorar los procesos de gestión del conocimiento en las Pymes colombianas y se espera que tenga un efecto positivo en su innovación y competitividad, contribuyendo así al desarrollo empresarial del país. Se busca proporcionar información teórica y empírica sobre la medición de la madurez de la gestión del conocimiento en las Pymes.

El objetivo general de la investigación que dio origen a este artículo fue analizar la relación entre el nivel de madurez de la gestión del conocimiento y la innovación en las Pymes de Colombia, como elementos

(1) Universidad del Valle, Cali, Colombia

(2) Universidad del Valle, Cali, Colombia

*Autor para correspondencia: sandra.riascos@correounivalle.edu.co

fundamentales en el contexto de la industria 4.0; se buscó responder a dos interrogantes: ¿existe relación entre las prácticas asociadas con los criterios personas/organización, procesos y tecnología, y la madurez de la gestión del conocimiento en las pymes colombianas? y ¿existe relación entre la madurez de la gestión del conocimiento y la innovación en las organizaciones estudiadas?.

La investigación correspondió a un enfoque cuantitativo, se realizaron encuestas con preguntas tipo Likert a 256 directivos de las Pymes. El análisis de la información se llevó a cabo utilizando métodos de estadística descriptiva para caracterizar la población objetivo, y estadística inferencial a través de la técnica de ecuaciones estructurales (SEM), para el análisis de la información derivada de la aplicación de las encuestas.

A partir de la modelación realizada, se logró identificar la incidencia entre la madurez de la gestión del conocimiento y la innovación en las pymes de Colombia; sin embargo, se requiere proponer estrategias de gestión del conocimiento que permitan potencializar aún más dicha relación.

Un aspecto importante a considerar en el contexto de las Pymes colombianas, es la posibilidad que tienen de integrarse a la industria 4.0. Según Palacios, Moreno y Morales (2020), “para que una organización tenga éxito en el entorno de la Industria 4.0, debe prestar atención a la formación, el aprendizaje y los procesos de gestión del conocimiento” (p. 14). Además de lo anterior, de acuerdo con estos autores, el uso de la tecnología y la posibilidad de compartir el conocimiento, se pueden relacionar con la generación de innovación en las organizaciones. Si bien este es un aspecto complejo de abordar para algunas organizaciones de este sector, otras pueden evidenciar el potencial de gestionar su conocimiento para aumentar su nivel de innovación y competitividad, e integrarse gradualmente a los nuevos y cambiantes requerimientos del entorno.

2. Análisis de la literatura

Madurez de la gestión del conocimiento.

En el siglo XXI, el conocimiento se convierte en el recurso intangible máspreciado tanto para las empresas como para la sociedad en general. Por ello, es esencial examinar cómo se manejan estos activos de conocimiento dentro de las organizaciones, ya que esto influye directamente en su capacidad para innovar y mantener ventajas competitivas. Evaluar el nivel de madurez en la gestión del conocimiento, proporciona una visión inicial de la situación de la empresa, permitiendo así sugerir planes para mejorar en aspectos clave para su gestión.

Se utilizan modelos de medición para evaluar la madurez en la gestión del conocimiento y analizar las actividades que son realizadas por las empresas en este ámbito. Estos modelos permiten determinar el estado actual de la gestión del conocimiento y desarrollar planes de acción para mejorarla o implementarla desde cero en las organizaciones (Durango Yepes & Arias Pérez, 2011; Montañez Carrillo & Lis Gutiérrez, 2017).

La evaluación del nivel de madurez en la gestión del conocimiento comienza con la elección de un modelo apropiado. El Capability

Maturity Model for Software (CMM), desarrollado en 1993, es el precursor en la evaluación de niveles de madurez en procesos de desarrollo de software, incluye 4 etapas: 1) Inicial, 2) Repetible, 3) Definido y 4) Optimizado. A medida que los procesos alcanzan niveles más altos, aumenta su madurez y eficacia (Paulk *et al.*, 1993). Paulzen *et al.* (2002), presentan un modelo que abarca cinco niveles, desde inicial hasta optimizado, basados en la gestión de calidad. Robinson *et al.* (2006) proponen otro modelo con cinco niveles, desde puesta en marcha hasta mantenimiento, enfocado en la implementación de procesos de gestión del conocimiento para la sostenibilidad corporativa. Hsieh *et al.* (2009) proponen el Knowledge Navigator Model (KNM) con cinco etapas, desde conocimiento caótico hasta integración de gestión del conocimiento, describiendo el proceso como un viaje con diferentes niveles de madurez. Pee y Kankanhalli (2009) plantean un modelo similar al de Paulzen *et al.* (2002), pero con un enfoque en aspectos de gestión del conocimiento relacionados con personas, procesos y tecnología. En Indonesia, Wibowo y Waluyo (2015), proponen un modelo de cuatro niveles, desde inicial hasta continuamente mejorado, que es específico para el sector de la construcción. En Colombia, Durango y Pérez (2011) y Ruiz González *et al.* (2015), han aplicado modelos similares para medir la madurez de la gestión del conocimiento en empresas colombianas, identificando diferentes niveles de madurez en aspectos tecnológicos, de procesos y humanos.

En resumen, se evidencia que la mayoría de los modelos abordados para medir la gestión del conocimiento se soportan en tres dimensiones fundamentales: Personas/Organización, Procesos y Tecnología; estos criterios aseguran que la gestión del conocimiento tenga en cuenta los aspectos organizativos, humanos y tecnológicos para brindar un apoyo empresarial completo y exitoso. (Teah *et al.*, 2006). El criterio personas/organización comprende los aspectos humanos y organizacionales de la empresa, enfatizando en la confianza, las habilidades especializadas y transversales, los sistemas de incentivos, la estructura, la cultura y la estrategia organizacional (Paulzen, *et al.*, 2002; Robinson *et al.*, 2006; Kuriakose, *et al.*, 2011; Itaborahy, *et al.* 2021). El criterio procesos hace referencia al proceso de gestión del conocimiento en la organización, para evaluar sus fases de creación, recopilación, intercambio y aplicación de conocimientos (Robinson, *et al.*, 2006; Kuriakose, *et al.*, 2011; Itaborahy, *et al.*, 2021). Y en el criterio tecnología se evalúa el estado de la infraestructura tecnológica y la relación que tiene la organización con las tecnologías de la información, para soportar su gestión del conocimiento (Feng, 2006; Kuriakose, *et al.*, 2011; Itaborahy, *et al.* 2021).

Innovación

La innovación, entendida como un proceso nuevo o implementado de manera novedosa que modifica un problema, tiene impactos significativos en las personas, el mercado y los beneficios económicos (Fajardo-Dolci & Ramiro, 2015). Este concepto dinámico e interactivo implica que las organizaciones adquieran conocimiento tanto de su propia experiencia como de fuentes externas (en su relación con el entorno), otras empresas y el mercado (Ramírez & Vega, 2015). Según la Confederación Empresarial de Madrid (CEIM) (2001), la innovación requiere un alto grado de creatividad, disposición para emprender, asumir riesgos y aceptar la movilidad, ya sea social, geográfica o

profesional. Es decir, la innovación es el resultado de la disposición humana unida a las demandas del entorno. Aquellas organizaciones capaces de implementar procesos innovadores tienen una ventaja competitiva en el mundo globalizado.

En la actualidad, la innovación organizacional es esencial para la subsistencia de las empresas en sus respectivos sectores (Quezada-Sarmiento, 2018). La globalización, el avance tecnológico constante, el crecimiento de los mercados, la intensificación de la competencia y las presiones financieras son desafíos que exigen una gestión efectiva de la innovación (Álvarez y González, 2020). Un estudio reveló que el sector de servicios es el más activo en la implementación de prácticas innovadoras, con el objetivo principal de mejorar la calidad; sin embargo, persisten deficiencias en áreas clave como la competitividad y la productividad (Quezada, et al., 2019).

Industria 4.0

La Industria 4.0, también conocida como la cuarta revolución industrial, es concebida como un nuevo nivel de organización y control sobre toda la cadena de valor del ciclo de vida de los productos, este concepto engloba la integración de tecnologías digitales avanzadas en los procesos de producción y gestión de las empresas y está siendo calificada como una gran revolución técnica y económica basada en sus pilares centrales: la inteligencia artificial, la acumulación de grandes cantidades de datos (big data), la interconexión de sistemas cibernéticos, la automatización de procesos, el uso de análisis de datos, la nube, Internet de las cosas (IoT) y la fabricación aditiva, entre otros aspectos (Albarrán, Salgado y Pérez, 2020). Esta transformación digital busca crear entornos de producción más eficientes, flexibles y personalizados, permitiendo una mayor adaptabilidad a las demandas del mercado y optimización de recursos

La importancia de la Industria 4.0 radica en su capacidad para transformar por completo la forma en que las empresas operan y compiten en el mercado actual. Al adoptar tecnologías de vanguardia, las organizaciones pueden mejorar la eficiencia operativa, optimizar la calidad de sus productos y servicios, reducir costos, aumentar la productividad y la flexibilidad, así como adaptarse rápidamente a los cambios del entorno empresarial. Además, la Industria 4.0 permite a las empresas ofrecer una atención al cliente más personalizada y ágil, lo que mejora la experiencia del consumidor y fortalece la fidelización. Según MINTIC (2019), el enfoque basado en competencias prevé que el desarrollo de la Industria 4.0 requiere nuevas competencias de especialistas industriales modernos. Los cambios estructurales (la sustitución del trabajo manual, por el intelectual), también van acompañados de cambios cualitativos, el mantenimiento de los sistemas de producción física autogestionados requiere de un especialista industrial moderno que posea nuevas competencias, que incluyen el conocimiento y la capacidad para usar las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones.

En un panorama global cada vez más digitalizado y competitivo, la adopción de la Industria 4.0 se ha convertido en un imperativo para

las empresas que buscan mantenerse relevantes y a la delantera en sus sectores. Para Rey Sánchez, et al. (2022), cambiará la manera en que las empresas y organizaciones son dirigidas, organizadas y financiadas, al igual que la forma en que se comunican y atienden a sus clientes. Aquellas organizaciones que logren aprovechar las oportunidades que ofrece esta revolución industrial podrán mejorar su capacidad de adaptación, anticiparse a las tendencias del mercado, potenciar la innovación y crear valor a largo plazo. En síntesis, la Industria 4.0 representa un cambio de paradigma que redefine la forma en que se conciben, producen y entregan los bienes y servicios, impulsando la transformación digital de la economía y la sociedad.

La relación entre gestión del conocimiento e industria 4.0, se estima en el papel crucial que tiene la gestión del conocimiento al facilitar la captura, gestión y aplicación efectiva del conocimiento generado por las tecnologías avanzadas, lo que permite a las organizaciones mejorar sus procesos, tomar decisiones informadas y mantenerse competitivas en un entorno industrial en constante evolución (De Bem Machado, et al., 2022; Albarrán, Salgado y Pérez, 2020).

Por su parte, la industria 4.0 ha creado un entorno propicio para la innovación, impulsando cambios significativos en la forma en que se llevan a cabo los procesos productivos, se gestionan las habilidades laborales y se desarrollan nuevos productos y servicios. Este entorno de constante evolución está generando oportunidades para la innovación en diversos ámbitos, desde la fabricación hasta la logística y la gestión de talento (Ladino & Briceño, 2022; Ghobakhloo, et al. 2021).

Pymes en Colombia

En Colombia, la ley 590 de 2000 y la ley 905 de 2004 definían la pequeña empresa, como una unidad que tiene entre 11 y 50 empleados o activos entre 501 y 5000 salarios mínimos; y la mediana empresa con una plantilla de entre 51 y 200 trabajadores o activos entre 5001 y 30000 salarios mínimos. Posteriormente, el decreto 957 de 2019 de MinCIT, clasifica las empresas de acuerdo con los ingresos percibidos en un año por actividades ordinarias y el sector en el que se encuentren.

Las Pymes son fundamentales para las economías, generando riqueza y empleo. Sin embargo, requieren protección y estímulo estatal para competir con grandes empresas. Pietrantuono & Siebens (2012) destacan la interdependencia de las Pymes con proveedores, clientes y otros actores, aunque busquen independencia. La ONU (2018) subraya su papel como motor del desarrollo económico global.

Colombia se ha enfrentado a crisis económicas que revelaron su dependencia de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), que representan el 91% de las empresas manufactureras y contribuyen significativamente al empleo e industria. Según Puyana (2004), estas empresas son cruciales para el crecimiento económico y la generación de empleo en el país. En Colombia se debe buscar maneras de impulsar el crecimiento en las MiPymes. Si bien más del 90% de las firmas colombianas son microempresas, son las pequeñas y medianas (Pymes) las que aportan 65% del empleo y 35% del PIB (Anif, 2021).

Relación entre la Madurez de la Gestión del Conocimiento y la innovación

Se realizó una búsqueda en la base de datos de Scopus *, de los documentos de investigación que relacionen modelos de madurez de la gestión del conocimiento y la innovación, el resultado de este ejercicio fueron 26 documentos, de los cuales 9 son artículos, 16 son reseñas de conferencias y 1 es una revisión de conferencia.

En la tabla 1 se presentan los aportes de algunas de las investigaciones que relacionan los efectos de la medición de la GC en la innovación de las empresas.

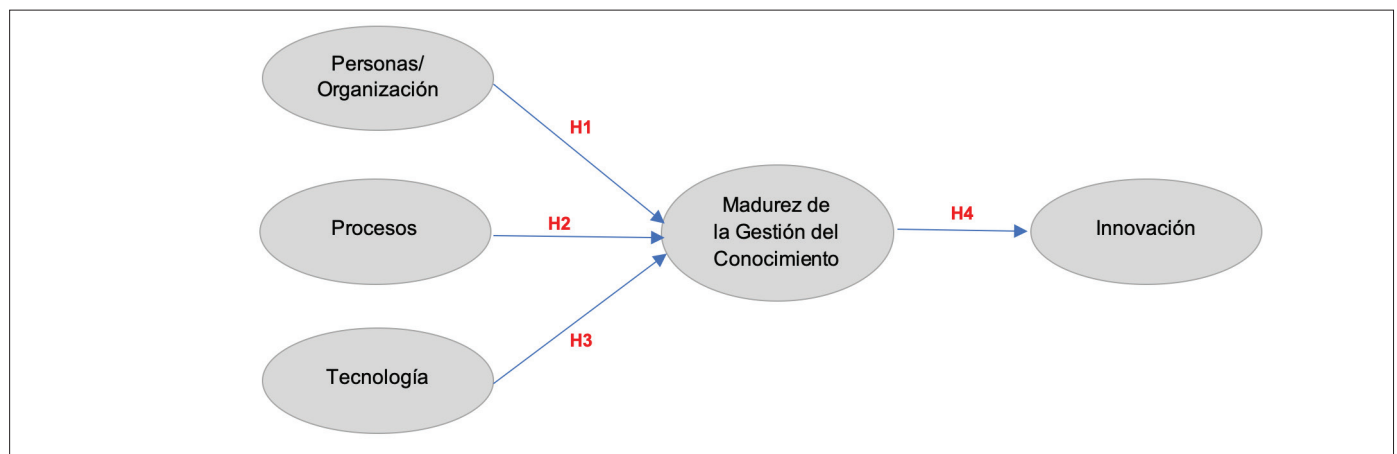
De acuerdo con el análisis de los referentes teóricos, se presentan las siguientes hipótesis:

- **H1:** Las prácticas enfocadas en el criterio clave personas/organización, afectan positivamente la madurez de la gestión del conocimiento de las pymes colombianas.
- **H2:** Los procesos enfocados en gestionar el conocimiento, se relacionan positivamente con la madurez de gestión del conocimiento de las pymes en Colombia.
- **H3:** El avance en la infraestructura tecnológica, se relaciona positivamente con la madurez de la gestión del conocimiento en las pymes colombianas.
- **H4:** La madurez de la gestión del conocimiento se relaciona positivamente con la generación de innovación en las pymes colombianas.

2.3. Modelo hipotético

Teniendo en cuenta la literatura abordada, y las hipótesis desarrolladas a la luz del análisis de la literatura actual, se propuso el marco de investigación que se muestra en la Figura 1:

Figura 1. Modelo teórico



3. Materiales y métodos

La investigación que dio origen a este artículo se realizó con un enfoque cuantitativo. La información que se recolectó mediante la aplicación de encuestas, se transformó en datos cuantitativos para aplicar herramientas estadísticas que facilitaron el desarrollo de correlacio-

Tabla 1. Relación de la Gestión del Conocimiento y la Innovación

Autores	Aporte
Isaai y Amin (2006)	Proponen un enfoque completo para evaluar y mejorar la gestión del conocimiento en empresas, centrándose en activos intangibles como ideas, innovaciones y patentes, vinculando el análisis de madurez con la administración de la innovación.
Fengju y Xiaojing (2011)	Se desarrolló un modelo de madurez para la gestión del conocimiento en la empresa, considerando innovación, asimilación, aplicación y protección del conocimiento, mediante encuestas y análisis jerárquico.
Sujanova et al. (2012)	Se encontraron documentos gubernamentales, como el de Eslovaquia en 2012, analizando la gestión del conocimiento, especialmente su estrategia económica. Las áreas estudiadas incluyeron innovación, recursos humanos, I+D y TIC. Se concluyó que la brecha entre estrategia y gestión del conocimiento impacta la innovación
Oliveira y Pedron (2014)	Proponen un modelo que relaciona la madurez de la gestión del conocimiento con beneficios estratégicos como la capacidad de absorción, innovación y desempeño organizacional, facilitando procesos que activan la absorción de conocimiento y generan ventajas competitivas
Vanini & Bochert (2015)	En un estudio en Alemania, se confirmó que empresas con alta madurez en gestión del conocimiento generan más innovaciones, especialmente aquellas con uso extensivo de tecnologías de información
Veronice et al. (2019)	Considerando el nivel de madurez como referencia, se ideó un índice para evaluar la gestión del conocimiento en granjas agrícolas, reconociendo su papel crucial en la difusión y adopción de innovaciones tecnológicas en ese ámbito.
(Arias y Mejía, 2021).	La interrelación entre gestión del conocimiento e innovación es crítica en entidades educativas, como se vio en Perú durante la pandemia de COVID-19. Tras evaluar la capacidad de gestión del conocimiento en dos universidades privadas, se implementaron políticas para mejorar su madurez en este ámbito, impulsando innovaciones educativas en respuesta a la crisis.
Da Silva et al. (2020)	La implementación de procesos estructurados de gestión del conocimiento puede ser crucial para impulsar la innovación dentro de las organizaciones, según sugieren los autores

nes entre las prácticas desarrolladas a nivel de gestión del conocimiento en las Pymes de Colombia en las dimensiones estudiadas. El tipo de estudio desarrollado responde a las características de un estudio relacional, donde se evidencian las prácticas de GC encontradas en las Pymes de Colombia.

3.1. Población y Muestra

El estudio tuvo en cuenta las Pymes registradas en Cámara de Comercio al año 2020, en donde según reporte de la base de datos Compite 360 (2020), el total de las Pymes que reportaron sus estados financieros a la Superintendencia de Sociedades fue de 33.366.

Para el cálculo de la muestra se consideró un 95% de confiabilidad y un 7% de error; la muestra de empresas a estudiar sería de 195 Pymes; sin embargo, el ejercicio realizado por el equipo de investigación permitió obtener una muestra final de 256 Pymes, continuando con un nivel de confiabilidad del 95% y disminuyendo el error al 6%.

En la tabla 2 se ilustran algunos aspectos descriptivos de la muestra de pymes estudiada.

Tabla 2. Aspectos demográficos de la muestra

Características	Resultado
Antigüedad	11% → 0 a 2 años 17% → 2.1 a 5 años 18% → 5.1 a 10 años 25% → 10.1 a 20 años 29% → Más de 20 años
Tamaño	29,3% → Medianas 70,7% → Pequeñas
Género	58,6% → Fundadas por hombres 30,1% → Fundadas por mujeres 11,3% → Fundadas por sociedades de varias personas.
Sector	2.0% → Agropecuario 37.9% → Comercio 5.1% → Construcción 7.0 → Manufactura 2.7% → Minero-energético 45.3% → Servicios

3.2. Instrumento de recopilación de datos

Para la recolección de la información se elaboró una encuesta que responde a los fundamentos teóricos y que permitió indagar de forma objetiva, la información relacionada con los niveles de madurez de la gestión de conocimiento y la innovación en las Pymes de Colombia. El instrumento de medición tipo encuesta, es una técnica compues-

ta de procedimientos estandarizados de investigación, mediante los cuales se recopilan y analizan datos de una muestra representativa o de un universo más amplio, del que se pretende describir y/o explicar ciertas características (García, 1993). En la tabla 3, se listan las variables a analizar y sus respectivas preguntas que fueron extraídas de la revisión de literatura.

Tabla 3. Variables, sub-variables y preguntas para el modelo de ecuaciones estructurales.

Variable	Sub-variable	Preguntas	Referencias
Innovación	A9	La cultura organizacional propicia la generación de nuevas ideas	Abbas, J., Zhang, Q., Hussain, I., Akram, S., Afaq, A., & Shad, M. A. (2020); Law, K. M. Y., Lau, A. K. W., & Ip, A. W. H. (2021); Sofiyabadi, J., Valmohammadi, C., & Asl, A. S. (2022).
	A15	Las innovaciones, por lo general, son completadas a tiempo y dentro del presupuesto	
	A16	Se cuenta con mecanismos para gerenciar cambios desde la idea inicial hasta la implementación exitosa de la innovación	
	A17	Se cuenta con incentivos para la participación en procesos de innovación y generación de nuevas ideas	
Madurez de la gestión del conocimiento	B6	Se ha definido una dependencia encargada de liderar los procesos de Gestión del Conocimiento	Itaborahy, A. L. C., Machado, R. P. M., & de Resende Alvares, L. M. A. (2021); Montañez Carrillo, L., & Lis Gutiérrez, J. P. (2017); Palacios, J.I, Moreno, FL y Morales, K.N (2020). Sofiyabadi, J., Valmohammadi, C., & Asl, A. S. (2022).
	B7	Existe una estrategia formal y una visión clara de Gestión del Conocimiento	
	Gestión del Conocimiento - Organización / Personas		
	B8	Se desarrollan programas de formación o campañas de sensibilización en gestión del conocimiento	
	B10	Actualmente se mide y evalúa el estado de la Gestión del Conocimiento en la organización	
Gestión del Conocimiento - Procesos			
	B19	Las mejores prácticas y lecciones aprendidas están documentadas	
	B21		
Gestión del Conocimiento - Tecnología			
	B22	Se realizan implementaciones tecnológicas a nivel operativo que apoyen la Gestión del Conocimiento	
	B23	Se realizan implementaciones tecnológicas a nivel táctico que apoyen la Gestión del Conocimiento	
	B24	Se realizan implementaciones tecnológicas a nivel estratégico que apoyen la Gestión del Conocimiento	

Fuente: Elaboración propia.

El tamaño de la muestra para esta ejecución del modelo ha sido de 256 Pymes, la cual se considera suficiente para modelos SEM, de acuerdo con Cohen y Cohen (1983) y Ho (2013), para el tamaño de la muestra en este tipo de modelos, como regla general, deberían estudiarse al menos 20 casos por cada variable independiente. (En este caso contamos con 3 variables independientes: personas/organización, procesos y tecnología)

3.3. Métodos de recopilación de datos

Groves y Couper (1998) especifican que, para la creación de información o datos valiosos, la recopilación de datos es un componente importante. Para recoger la información se ejecutaron estrategias como llamadas telefónicas; se realizó un taller donde se convocó a los empresarios Pymes, quienes al final de la sesión contestaron la encuesta; y también se realizó el envío por correo electrónico o mensaje de texto, a los empresarios que deseaban auto gestionar su encuesta, para lo cual se utilizó la herramienta de Google Forms *..

3.4. Fiabilidad y validez de la escala

En este estudio para validar los resultados del cuestionario, se realizó un análisis factorial, para comprobar la fiabilidad y validez de los

constructos, donde todas las variables se evaluaron por medio de un análisis factorial confirmatorio; se evidencia que el modelo de medida cumplió con todos los requisitos generales de validez (Tabla 4). En primer lugar, las cargas de todos los elementos están por encima de 0,728 y son significativas a un nivel de $p < 0,001$, lo que indica una validez convergente en cada nivel de elemento (Hulland, 1999, P 198). En segundo lugar, los valores alfa de Cronbach son superiores a 0,840 y la fiabilidad compuesta superior a 0,915, lo que sugiere una muy buena fiabilidad (Henseler *et al.*, 2009; Nunnally, 1978). En tercer lugar, los valores de AVE de todos los constructos son superiores a 0,50 a nivel de constructo (Bagozzi y Yi 1998; Fornell y Larcker, 1981). Estos resultados confirman la existencia de validez convergente.

Para evaluar el modelo estructural, se examinó el predictor en el modelo estructural para identificar posible colinealidad. Los resultados muestran una salida con valores en el indicador VIF menor a 10, y de esta manera se descarta multicolinealidad en el modelo (Myers, 1990). El valor de R2 en todas las variables latentes es superior a 0,345 con significancia en $p < 0,001$ lo que indica que se cumplen los valores mínimos aceptados de acuerdo con Falk y Miller (1992).

Tabla 4. Resultados del análisis factorial confirmatorio.

Variable		Carga Factorial (Lambda)	Alfa de Cronbach	Índice de Fiabilidad Compuesta	Varianza Extraída Media AVE
INN	Innovación		0,875	0,915	0,730
A9	La cultura organizacional propicia las nuevas ideas.	0,887			
A15	Las innovaciones por lo general son completadas a tiempo y dentro del presupuesto.	0,914			
A16	Se cuenta con mecanismos para gerenciar cambios desde la idea inicial hasta la implementación exitosa.	0,877			
A17	Se cuenta con incentivos para la participación en procesos de innovación generación de nuevas ideas.	0,728			
MGC	Madurez de Gestión del Conocimiento (Teah, et al., 2006)		0,840	0,926	0,862
B6	Se ha definido una dependencia encargada de liderar los procesos de Gestión del Conocimiento	0,926			
B8	Se desarrollan programas de formación o campañas de sensibilización en gestión del conocimiento	0,931			
GC_ORG	Gestión del Conocimiento - Organización / Personas		0,893	0,949	0,903
B7	Existe una estrategia formal y una visión clara de Gestión del Conocimiento	0,954			
B10	Actualmente se mide y evalúa el estado de la Gestión del Conocimiento en la organización	0,947			
GC_PRO	Gestión del Conocimiento - Procesos		0,882	0,944	0,894
B19	Las mejores prácticas y lecciones aprendidas están documentadas	0,937			
B21	Se miden los procesos de Gestión del Conocimiento	0,953			
GC_TEC	Gestión del Conocimiento - Tecnología		0,962	0,975	0,929
B22	Se realizan implementaciones tecnológicas a nivel operativo que apoyen la Gestión del Conocimiento	0,954			
B23	Se realizan implementaciones tecnológicas a nivel táctico que apoyen la Gestión del Conocimiento	0,965			
B24	Se realizan implementaciones tecnológicas a nivel estratégico que apoyen la Gestión del Conocimiento	0,972			

Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados

4.1. Medición del Modelo

El modelo hipotético propuesto puede catalogarse como confiable considerando los indicadores de bondad obtenidos: TLI= 0,969 y CFI = 0,978 (valores superiores a 0,90 sugieren un ajuste aceptable del modelo a los datos según (Schermelel-Engel *et al.*, 2003)); RMSEA=0,021 (Browne y Cudeck (1993) explican que valores entre 0,05 y 0,08 en el RMSEA indican la presencia de un modelo aceptable.), aunque los modelos SEM por considerarse medidas no paramétricas puede no ser necesario que los datos asuman una distribución normal (Hair *et al.*, 2017).

4.2. Modelo estructural

Después de evidenciar la confiabilidad del modelo, es importante analizar los resultados de estimación (Ver Tabla 5 y figura 2), esta información demuestra que las variables personas/organización, procesos y tecnología, influyen positivamente en la madurez de la gestión del conocimiento y que ésta a su vez se relaciona positivamente con la innovación en las Pymes de Colombia; permitiendo aceptar o rechazar las hipótesis planteadas anteriormente.

Para el análisis del modelo estructural se utilizó la técnica de Bootstrapping, técnica de remuestreo que extrae un gran número de submuestras de los datos originales (con sustitución) y estima modelos para cada submuestra. Se utiliza para determinar los errores estándar de los coeficientes para evaluar su significación estadística (Hair Jr, Hult, Ringle, & Sarstedt, 2017).

Figura 2. Modelo de Ecuaciones estructurales

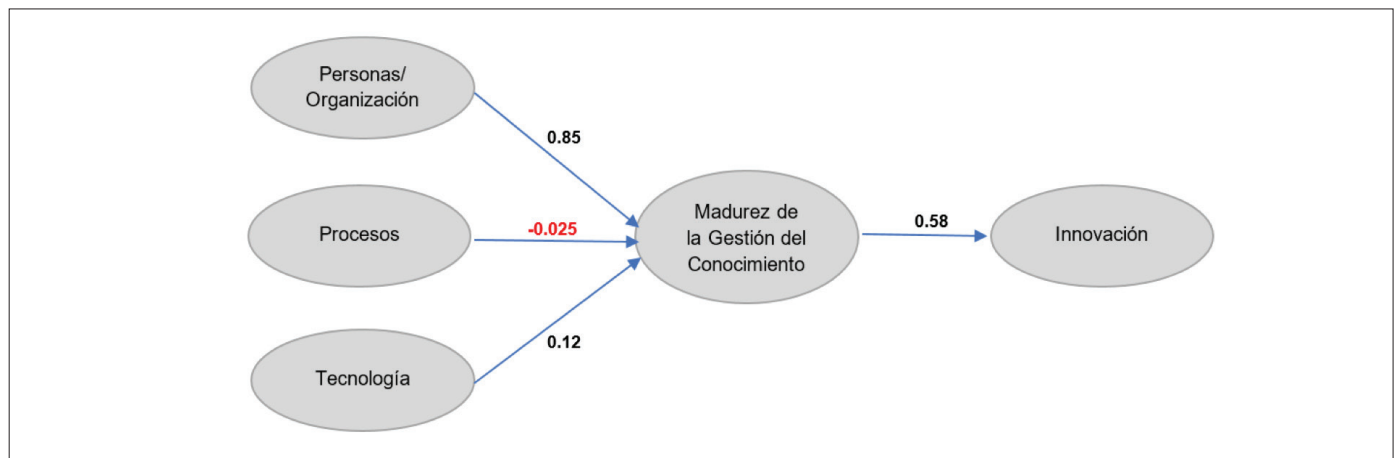


Tabla 5. Resultado bootstrap

	Muestra Original	Media de la muestra	Std.Error	2.5%	97.5%	Hipótesis
Personas_Organizacion -> Madurez_de_gestión_del_conocimiento	0.85	0.85	0.04	0.76	0.91	Se acepta la H1
Procesos -> Madurez_de_gestión_del_conocimiento	-0.024	-0.02	0.04	-0.10	0.07	Se rechaza la H2
Tecnología -> Madurez_de_gestión_del_conocimiento	0.13	0.13	0.04	0.05	0.21	Se acepta la H3
Madurez_de_gestión_del_conocimiento -> Innovación	0.59	0.59	0.05	0.49	0.68	Se acepta la H4

En la tabla 5, se observa que no se tiene evidencia para rechazar las hipótesis 1, 3 y 4, debido a que el nivel de error es cercano a 0. Estas hipótesis ratifican los aportes de las prácticas de personas/organización y tecnología en la madurez de la gestión del conocimiento, y adicionalmente, se evidencia la relación positiva con la generación de innovaciones en las Pymes colombianas. Igualmente, es necesario resaltar que los aspectos relacionados con el criterio clave procesos, no son suficientes, por tanto, se puede afirmar que este factor no aporta a la madurez de la gestión del conocimiento de estas empresas.

De acuerdo con el modelo de ecuaciones estructurales se identifica que las prácticas que se desarrollan en las empresas, especialmente en el área de personas/organización se relacionan con la madurez de la gestión del conocimiento en las Pymes colombianas; esto se evidencia en la estimación mayor entregada por el modelo estructural. Por otro lado, la variable correspondiente a la dimensión tecnología en las empresas objeto de estudio, es la que menos está aportando a las dinámicas de la gestión del conocimiento, lo que indica la poca importancia que le están otorgando los empresarios colombianos a

las implementaciones tecnológicas de herramientas que permitan soportar su sistema de gestión del conocimiento; esto podría retrasar el ingreso de este segmento empresarial en la industria 4.0.

5. Discusión

Los resultados de la presente investigación tienen implicaciones prácticas para las Pymes colombianas en general, especialmente porque se encuentran en un momento de desarrollo organizacional como es la industria 4.0. Los resultados evidencian que la gestión del conocimiento puede ayudar a mejorar la capacidad innovadora de este tipo de empresas, pero también se evidencia que los aspectos relacionados con la tecnología están rezagados en este sector empresarial. La gestión del conocimiento se constituye en un aspecto transversal para todas las organizaciones, considerando que se asocia con criterios clave como son: personas/organización, procesos y tecnología; y puede servir de soporte para el desarrollo innovador y competitivo.

Los resultados del estudio permitieron confirmar la relación entre los elementos fundamentales personas/organización, y tecnología, y la madurez de la gestión del conocimiento como lo mencionan Teah, Pee y Kankanhalli, 2006; Robinson *et al.*, 2006; Hsieh, Lin y Lin, 2009; Kuriakose *et al.*, 2011. Se identifica que las Pymes colombianas, requieren potencializar algunas acciones que favorezcan avanzar en el proceso de gestionar el conocimiento a niveles más maduros; entre estas acciones están: (a) en el aspecto personas/organización: fortalecer la participación y el trabajo en equipo, esto se puede lograr valiéndose de programas educativos para las personas de la empresa, teniendo como eje central la orientación al logro, el cumplimiento de objetivos, la cultura del cambio y la gestión del conocimiento. También es importante que involucren a todos los miembros de la organización en el diagnóstico, manejo de la información, análisis de los problemas, propuestas de mejoramiento e implementación de soluciones.

(b) A nivel de los procesos: sería importante fortalecer la implementación de un área (o cargo) responsable de la gestión del conocimiento y la innovación; la destinación de presupuesto para generación de ideas innovadoras, el fortalecimiento de una cultura de la innovación y para la adquisición de herramientas de apoyo a la innovación; y la implementación de un sistema de indicadores que tengan en cuenta aspectos económicos, de eficacia, y de cultura.

(c) A nivel de tecnología: las Pymes modernas deben hacer uso efectivo de las utilidades que les presenta la industria 4.0 como son: el internet de las cosas (IoT), el Big Data, la computación en la nube, la inteligencia artificial (AI), entre otras; además deben fomentar el trabajo colaborativo mediante herramientas tecnológicas, de modo que se puedan aprovechar las alianzas público – privadas, para la adquisición de nuevo conocimiento; aprovechar las redes de colaboración con otras entidades y asistir a espacios de *networking* auspiciados por las Cámaras de Comercio colombianas y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - MinTIC. Además de lo anterior, deben realizar procesos de vigilancia tecnológica, que les permitan estar al tanto, de las herramientas más competitivas y acordes con su actividad, para conocer y adquirir nuevas tecnologías, que los acerquen a la competitividad e innovación.

6. Conclusiones y contribuciones

Las dinámicas que ofrece la industria 4.0, favorecen elementos fundamentales para gestionar conocimiento y para el desarrollo de la innovación, especialmente en empresas en proceso de consolidación, como las Pymes. A partir del estudio que dió origen a este artículo, se logró evidenciar que las prácticas que desarrollan las Pymes en Colombia, en torno a la gestión de su conocimiento, influyen directamente en su capacidad innovadora; lo anterior confirma que la competitividad de estas organizaciones puede ser potenciada desde factores clave como: personas/organización, procesos y tecnología.

Finalmente, es posible inferir que la innovación se ha constituido en un proceso fundamental para la sostenibilidad y competitividad de las empresas, y más aún para las pequeñas y medianas empresas colombianas; en este estudio se evidencia que, cuanto más se avance en gestionar el conocimiento en este tipo de organizaciones, mayor será la innovación; lo anterior, considerando la relación positiva existente entre estos dos constructos. La gestión del conocimiento y la generación de innovaciones, afectan de forma directa a la sostenibilidad y competitividad de las Pymes en el entorno colombiano y les pueden permitir o no integrarse de manera efectiva en el contexto de la industria 4.0.

7. Referencias bibliográficas

- Anif (2021). Retos y oportunidades de las Pymes. <https://www.anif.com.co/comentarios-economicos-del-dia/retos-y-oportunidades-de-las-pymes/>
- Abbas, J., Zhang, Q., Hussain, I., Akram, S., Afaq, A., & Shad, M. A. (2020). Sustainable innovation in small medium enterprises: The impact of knowledge management on organizational innovation through a mediation analysis by using SEM appbal innovation index. *Informacao e Sociedade*, 30(1). <https://doi.org/10.22478/ufpb.1809-4783.2020v30n1.47431>
- Albarrán Trujillo, S. E., Salgado Gallegos, M., & Pérez Merlos, J. C. (2020). Integración de la gestión del conocimiento y la industria 4.0, una guía para su aplicación en una organización. *Revista de Desarrollo Sustentable, Negocios, Emprendimiento y Educación*. Mayo. <https://doi.org/10.34140/bjbv3n1-056>.
- Arias Velásquez, R. M., & Mejía Lara, J. V. (2021). Knowledge management in two universities before and during the COVID-19 effect in Peru. *Technology in Society*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101479>
- Blanco, N. (2000). Instrumentos de Recolección de Datos Primarios. Dirección de Cultura. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
- Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the academy of marketing science*, 16, 74-94. <https://doi.org/10.1007/bf02723327>
- Cohen, J. & Cohen, P. (1983). *Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

- Compite 360. (2020). *En compite 360*. <https://www.compite360.com/>
- Da Silva, E., Damian, I. P. M., & Valentim, M. L. P. (2020). Analysis of convergences among knowledge management maturity models and the pillars of the global innovation index. *Informacao e Sociedade*, 30(1). <https://doi.org/10.22478/ufpb.1809-4783.2020v30n1.47431>
- De Bem Machado, A., Secinaro, S., Calandra, D., & Lanzalonga, F. (2022). Knowledge management and digital transformation for Industry 4.0: a structured literature review. *Knowledge Management Research & Practice*, 20(2), 320-338. <https://doi.org/10.1080/14778238.2021.2015261>
- Decreto 957 de 2019. Ministerio de Comercio Industria y Turismo. Colombia
- Donate, M. & Guadamillas, F. (2009). Responsabilidad social de la empresa y estrategia de innovación: El caso de Indra. *Revista de responsabilidad social de la empresa*, (2), 107-132. <https://doi.org/10.3390/sul12062407>
- Durango Yepes, C. M., & Arias Pérez, J. E. (2011). Madurez de la gestión del conocimiento en empresas antioqueñas líderes en innovación. *XV Congreso Internacional de Investigación En Ciencias Administrativas - Capítulo 4 - Administración Del Conocimiento*.
- Durango Yepes, C. M., Quintero Muñoz, M. E., & Ruiz González, C. A. (2015). Metodología para evaluar la madurez de la gestión del conocimiento en algunas grandes empresas colombianas. *Tecnura*, 19(43), 20-36. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.1.a01>
- Falk, R. F., & Miller, N. B. (1992). *A primer for soft modeling*. University of Akron Press.
- Feng, J. (2006). A knowledge management maturity model and application. *Portland International Conference on Management of Engineering and Technology*, 3. <https://doi.org/10.1109/PIC-MET.2006.296693>
- Fengju, X., & Xiaojing, D. (2011). Research on the innovative enterprise knowledge management based on maturity model. *Proceedings of 2011 International Conference on Product Innovation Management, ICPIM 2011*. <https://doi.org/10.1109/ICPIM.2011.5983770>
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. <https://doi.org/10.1177/00222437810180>.
- García, F. M. (1993). La encuesta. En García M, Ibáñez J, Alvira F. *El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de Investigación* (pp. 141-70). Madrid, España: Alianza Universidad Textos
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Grybauskas, A., Vilkas, M., & Petraitė, M. (2021). Industry 4.0, innovation, and sustainable development: A systematic review and a roadmap to sustainable innovation. *Business Strategy and the Environment*, 30(8), 4237-4257. <https://doi.org/10.1002/bse.2867>
- Groves, R. M., & Couper, M. P. (1998): *Nonresponse in the Household interview surveys*, Wiley-Interscience, New York.
- Hair, J., Hult, G., Ringle, C. y Sarstedt, M. (2017). *A Primer on Partial Least Square Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Estados Unidos, California: Sage
- Henseler, J., Ringle, C., & Sinkovics, R. (2009). The Use of Partial Least Squares Path Modeling in International Marketing. *Advances in International Marketing*, 20(2), 277-319. [https://doi.org/10.1108/S1474-7979\(2009\)0000020014](https://doi.org/10.1108/S1474-7979(2009)0000020014)
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed. --). México D.F, México: McGraw-Hill.
- Ho, R. (2013). *Handbook of univariate and multivariate data analysis with IBM SPSS*. CRC press.
- Hsieh, P. J., Lin, B., & Lin, C. (2009). The construction and application of knowledge navigator model (KNM™): An evaluation of knowledge management maturity. *Expert Systems with Applications*, 36(2 PART 2). <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.03.005>
- Hulland, J. (1999). Use of partial least squares (PLS) in strategic management research: A review of four recent studies. *Strategic Management Journal*, 20(2), 195-204. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199902\)20:2<195::AID-SMJ13>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199902)20:2<195::AID-SMJ13>3.0.CO;2-7)
- Isaai, M. T., & Amin Moghaddam, A. (2006). A framework to the assessment and promotion of knowledge management maturity level in enterprise: Modeling and case study. *ICMIT 2006 Proceedings - 2006 IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, 1. <https://doi.org/10.1109/ICMIT.2006.262255>
- Itaborahy, A. L. C., Machado, R. P. M., & de Resende Alvares, L. M. A. (2021). Modelo de maturidade em gestão do conhecimento: uma visão diacrônica. *Em Questão*, 27(3), 350-374. <https://doi.org/10.19132/1808-5245273.350-374>
- Kuriakose, K. K., Raj, B., Murty, S., & Swaminathan, P. (2011). Knowledge Management Maturity Model: An Engineering Approach. *Journal of Knowledge Management Practice*, 12(2).
- Ladino Fernandez, J. M. & Briceño Barrero, D. L. (2022). Industria 4.0: el reto para las Pymes manufactureras de Bogotá.. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/29944>.
- Law, K. M. Y., Lau, A. K. W., & Ip, A. W. H. (2021). The Impacts of Knowledge Management Practices on Innovation Activities in High- and Low-Tech Firms. *Journal of Global Information Management*, 29(6). <https://doi.org/10.4018/jgim.20211101.0a41>
- MacCallum, R. C., & Browne, M. W. (1993). The use of causal indicators in covariance structure models: some practical issues. *Psychological bulletin*, 114(3), 533. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.114.3.533>

- Ministerio de Comercio Colombia. (2022). *Perfiles Económicos Departamentales*. <https://www.mincit.gov.co/estudios-economicos/perfiles-economicos-por-departamentos>
- Montañez Carrillo, L., & Lis Gutiérrez, J. P. (2017). A propósito de los modelos de madurez de gestión del conocimiento. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 25(2). <https://doi.org/10.18359/rfce.3069>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2019). Aspectos básicos de la industria 4.0. https://colombiatic.mincit.gov.co/679/articles-124767_recurso_1.pdf
- Myers, R.M. *Classical and Modern Regression with Applications*. 2. ed., Boston: Duxbury Press, 1990.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1999). *La organización creadora de conocimiento. Cómo las compañías crean la dinámica del conocimiento*. México: Oxford University Press.
- Nunnally, J. (1978). *Psychometric Theory*. NY: McGraw-Hill.
- Oliveira, M., & Pedron, C. D. (2014). Maturity model for knowledge management and strategic benefits. *Proceedings of the European Conference on Knowledge Management, ECKM*, 2.
- Palacios, J.I, Moreno, F.L y Morales, K.N (2020). "Knowledge Management and Industry 4.0 and Open Innovation," *Revista Ingeniería Solidaria*, vol. 16, no. 2. doi: <https://doi.org/10.16925/2357-6014.2020.02.09>
- Paulk, M., Curtis, B., Chrissis, M., & Weber, C. (1993). *Capability Maturity Model for Software, Version 1.1*.
- Paulzen, O., & Perc, P. (2002). A Maturity Model for Quality Improvement in Knowledge Management. *ACIS 2002 Proceedings*.
- Pee, L. G., & Kankanhalli, A. (2009). A model of organisational knowledge management maturity based on people, process, and technology. *Journal of Information and Knowledge Management*, 8(2). <https://doi.org/10.1142/S0219649209002270>
- Robinson, H. S., Anumba, C. J., Carrillo, P. M., & Al-Ghassani, A. M. (2006). STEPS: A knowledge management maturity roadmap for corporate sustainability. *Business Process Management Journal*, 12(6). <https://doi.org/10.1108/14637150610710936>
- Sánchez, S. P. R., De, F. D. M. G. T., Rojas, J. P. J., & Gutiérrez, J. N. M. (2022). Industria 4.0 y gestión de calidad empresarial. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, 27(97), 289-298. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.97.20>
- Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, 8(2), 23-74. <https://doi.org/10.23668/psycharchives.12784>
- Sofiyabadi, J., Valmohammadi, C., & Asl, A. S. (2022). Impact of Knowledge Management Practices on Innovation Performance. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(6). <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3032233>
- Sujanova, J., Gabris, P., Licko, M., Pavlenda, P., & Stasiak-Betlejewska, R. (2012). Aspects of knowledge management in Slovak industrial enterprises. *Proceedings of the European Conference on Knowledge Management, ECKM*, 2.
- Teah, H. Y., Pee, L. G., & Kankanhalli, A. (2006). Development and application of a General Knowledge Management Maturity Model. PACIS 2006 - 10th Pacific Asia Conference on Information Systems: ICT and Innovation Economy.
- Vanini, U., & Bochert, S. (2015). Does a higher knowledge management maturity lead to more innovation and corporate success? An empirical investigation. *Proceedings of the European Conference on Knowledge Management, ECKM*, 0.
- Veronice, Helmi, Henmaidi, & Arif, E. (2019). Framework assessment and index of knowledge management of small farmers in the agricultural area. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(11). <https://doi.org/10.31219/osf.io/p57wh>
- Wibowo, M. A., & Waluyo, R. (2015). Knowledge management maturity in construction companies. *Procedia Engineering*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.014>

