

ESTADO DE CONOCIMIENTO DEL GRADO DE MADUREZ DE REDES GLOBALES DE VALOR



Woody Figueroa Peinado⁸

Benjamín Pinzón Hoyos⁹

José Daniel Gómez Méndez¹⁰

José Martín Díaz Pulido¹¹

8 Docente investigadora. Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO - woody.figueroa@uniminuto.edu

9 Docente investigador Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD – benjamin.pinzon@unad.edu.co

10 Docente investigador Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD – josed.gomez@unad.edu.co

11 Docente investigador. Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO – jose.diazp@uniminuto.edu

Las organizaciones humanas son entes orgánicos que, al igual que sus creadores, responden a un ciclo de vida donde su nacimiento, juventud, madurez y envejecimiento, son parte de su evolución (Greiner, 1972), (Adizes, 1994). Las cadenas de suministro como entidades que contiene dos o más organizaciones legalmente separadas, (Cannella, *et al.*, 2010), en palabras de Bustillos y Carballo, citando a Li, *et al.* (2009) requieren “ir más allá de los límites de una sola empresa, hacia la integración de los procesos comerciales entre los socios a lo largo de toda la cadena” ... “como un sistema completo, lo que puede conducir a un rendimiento superior” (2018). Las redes globales de valor son una extensión regional ampliada del concepto de *supply chain*, (Nukala, Sampath, p. 177, 2013). Reconocer la relación entre grados de madurez y cadenas globales de suministro, se convierte en el tema principal discutir en este apartado.

Con el fin de identificar el estado de conocimiento desde la perspectiva de autores, del grado de madurez de las redes globales de valor se definen tres ecuaciones de búsqueda: “*global value chain*”, relacionado en el informe anterior, “maturity”, “logistics” and “maturity” y “supply chain” and “maturity”, estos dos últimos relacionados a continuación:

GRADO DE MADUREZ “GLOBAL VALUE CHAIN” AND “MATURITY”

Para la realización de las consultas se ha utilizado la ecuación de búsqueda “global value chain” and “matutritry” en bases de datos de la biblioteca de la UNAD; de igual forma se realizaron consultas en Google Scholar, Research Gate, etc. En esta búsqueda no se encontró como tal GVC and Maturity. De la búsqueda se han seleccionado cinco artículos con mayor aproximación así:

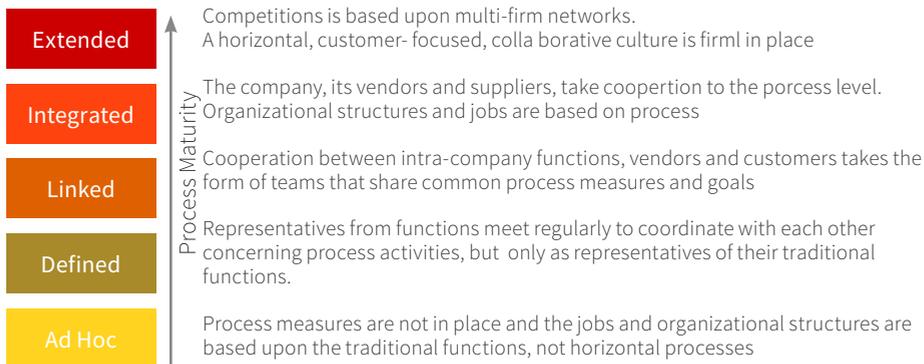
1. How mature is your global supply chain?
2. Analysis of companies’ digital maturity by hesitant fuzzy linguistic MCDM methods.

3. Supply Chain Management Maturity Level Assessment.
4. Diagnóstico de la madurez de los procesos de la cadena de valor de una pequeña empresa mexicana de productos de maíz.
5. Engineering change management maturity assessment model with lean criteria for automotive supply chain.
6. Modelos de madurez y su idoneidad para aplicar en pequeñas y medianas empresas.

Sobre las lecturas de estos artículos se realiza el resumen de algunos de ellos.

How Mature is your Global Supply Chain? Con relación a los modelos de madurez, Sernick (2017) menciona que hay una serie de artículos académicos escritos sobre el tema y según a quien leas, hay cuatro o cinco niveles en el modelo de madurez. Para su discusión Sernick utiliza el modelo CIPS¹² (Figura 15).

Figura 15. Niveles de madurez



Nota: Descripción de los niveles del proceso de madurez. Sernick, (2017)

En términos generales, los niveles de madurez son:

Ad hoc (nivel 1): no hay métricas para los procesos. Los trabajos y las estructuras organizativas se basan en las funciones tradicionales, no en los procesos horizontales.

Definido (L2): los representantes funcionales se reúnen regularmente para coordinarse entre sí en relación con las actividades del proceso, pero solo como representantes de sus funciones tradicionales.

Vinculado (L3): la cooperación entre las funciones internas de la empresa, los proveedores y los clientes adopta la forma de equipos que comparten medidas y objetivos de procesos comunes.

Integrado (L4): la empresa, sus clientes y proveedores cooperan a nivel de procesos. Las estructuras organizativas y los trabajos se basan en procesos.

Extendido (L5): la competencia se basa en redes de empresas múltiples. Se encuentra establecida firmemente una cultura de colaboración horizontal, centrada en el cliente.

Otros estudios dividen la cadena de suministro en cuatro niveles de madurez. A medida que las organizaciones aumentan el nivel de madurez de sus procesos, obtienen beneficios operativos y financieros reales. Cuanto más maduros son los procesos de la organización, más optimizadas se vuelven las operaciones de la cadena de suministro, más visibilidad tienen del producto a lo largo de la cadena de suministro, menor es el costo total de aterrizaje del producto y mayor es la utilización de capital. En pocas palabras: las empresas con procesos de negocio de cadena de suministro maduros son más rentables y, por lo tanto, más competitivas.

Büyüközkan, G., Güler, M., y Kahraman, C., (2020) en su artículo *Analysis of companies digital maturity by hesitant fuzzy linguistic MCDM methods*, presenta un marco de decisión basado en los métodos HFLTS¹³, Proceso de jerarquía analítica lingüística difusa vacilante AHP¹⁴ y Evaluación de la relación aditiva de HFL¹⁵- (ARAS)¹⁶. Tiene como objetivo proporcionar un método científico que ayude a determinar los criterios más importantes para el Modelo de Madurez Digital (DMM)¹⁷ de las empresas y a clasificar las empresas.

13 Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets (HFLTS)

14 Analytical Hierarchy Process (AHP)

15 Hesitant Fuzzy Linguistic (HFL)

16 Additive Ratio Assessment (ARAS)

17 Digital Maturity Model (DMM)

Mencionan los autores que, en los últimos años, el sector bancario en Turquía ha dado pasos importantes en términos de digitalización. De acuerdo con esto, prueban la aplicabilidad de la metodología propuesta en el sector bancario. Para seleccionar el banco más digital, identifican y evalúan diferentes empresas bancarias utilizando la metodología HFLAHP-HFL ARAS.

Los factores de evaluación los determinan sobre la base de investigaciones, informes y consejos de expertos industriales. Estos factores se resumen en la Tabla 16 y se basan principalmente en el DMM de Forrester.

Tabla 16. Factores de los Modelos de Madurez Digital (DMM) de Forrester

Culture (C1)	Organization (C2)	Technology (C3)	Insights(C4)
Competitive strategy's dependency on digital (C11)	Prioritization of consumer journeys (C21)	Having fluid technology budget to allow shifting priorities (C31)	Having clear and quantifiable goals (C41)
Board and C-level executives' support on digital strategy (C12)	Assignment of right resources to digital strategy, governance, execution (C22)	Co-working of marketing and technology resources (C32)	Recognition of the importance of every employee (C42)
Leaders' attitude toward digital strategy (C13)	Best qualified staff in digital functions (C23)	Flexible and collaborative approach to technology development (C33)	Using customer-centric metrics (C43)
Targeted digital education and training (C14)	Having digital skills embedded throughout the organization (C24)	Leveraging the modern architectures (C34)	Measurement of channels' together work (C44)
Communication of digital vision internally and externally (C15)	Encouraging cross-functional teams (C25)	Measuring technologies teams by business outcomes time (C35)	Driving digital strategy by customer insights (C45)
Taking measured risk to enable innovation (C16)	Having defined and repeatable process for digital programs (C26)	Using customer experience assets to steer the technology design (C36)	Digital design and development powered by customer insights (C46)
Prioritization of the customer experience with the performance of any channel (C17)	Having vendor partners that deliver value to digitalization (C27)	Implementation of digital tools to promote employee (C37)	Feeding lessons learned from digital programs back into our strategy (C47)

Nota: Descripción de los factores de los modelos de madurez digital de Forrester. Büyüközkan, G., Güler, M., y Kahraman, C., (2020).

DMM¹⁸ proporciona un enfoque sistemático mediante la introducción de diferentes niveles, dimensiones y factores en el recorrido de DT de las empresas. Los autores consideran este estudio como una guía, que pretende apoyar a los gerentes, investigadores y profesionales en la obtención de perspectivas analíticas sobre DMM. Las empresas pueden conocer los factores de madurez digital más importantes a través de este documento. Adicionalmente, el marco utilizado en este estudio es generalizable y puede ser adaptado o extendido a otros contextos.

En su artículo *Supply Chain Management Maturity Level Assessment*, Haraburda, (2017) menciona como Crane Army Ammunition Activity desarrolló el Modelo de madurez de gestión de la cadena de suministro (SCM3) y lo utilizó para evaluar y mejorar sus propios niveles de madurez. (DoD usa). Inicia su investigación planteando el problema de varias décadas relacionado con la Gestión de la Cadena de Suministro (SCM) del Departamento de Defensa (DoD), concretamente con los excesos en los niveles de inventario, los controles inadecuados y los sobrecostos.

En esta investigación considera el autor los siguientes cinco modelos de evaluación de la madurez de la cadena de suministro y que emplean algunos conceptos del modelo de marco SCOR. Como se muestra en la Tabla 17, cada uno de estos modelos contiene cinco niveles de madurez organizacional.

Tabla 17. Modelos de evaluación de la madurez de la cadena de suministro.

SUPPLY CHAIN MATURITY MODELS							
Model	Author(s)	Year	Organizational Maturity Levels				
			I	II	III	IV	V
SCM-BPO	Mc Cormick y Johnson	2002	Ad Hoc	Defined	Linked	Integrated	Extended
SCM2	Poirier y Quinn	2004	Enterprise Integration	Corporate Excellence	Partner Collaboration	Value Chain Collaboration	Full Network Connectivity
LME	Reay, Colaiani, Harleston, Maletic y Marcus	2006	Initial	Managed Logistics	Tailored Logistics	Quantitatively Managed	Optimized Integration
S(CM) ²	García	2008	Undefined	Defined	Manageable	Collaborative	Leading
SCPM3	De Oliveira, Ladeira y Mc Cormack	2011	Foundation	Structure	Vision	Integration	Dynamics

Note. LME= Logistics Maturity Evaluator; SCM2= Supply Chain Maturity Model; SCM² = Supply Chain Capability Maturity Model; SCM-BPO= Supply Chain Management-Business Process Orientation; SCPM3= Supply Chain Process Management Maturity Model.

Nota: Descripción de los modelos de madurez de las cadenas de suministro y sus autores más representativos. Haraburda (2017).

Gestión de la cadena de suministro: orientación a los procesos comerciales:

SCM-BPO. Cada uno de los cinco niveles de madurez organizacional de este modelo contiene características asociadas con la previsibilidad, la capacidad, el control, la eficacia y la eficiencia (Mc Cormack y Johnson, 2002, pp. 50-52). El nivel más bajo (Ad hoc) tiene procesos de cadena de suministro no estructurados y mal definidos. El siguiente nivel (Definido) tiene procesos definidos que están separados entre sí. El tercer nivel (Vinculado) tiene procesos que están conectados entre sí. El siguiente nivel (Integrado) tiene todos sus procesos organizacionales conectados entre sí con un objetivo unificado. Finalmente, el nivel más alto (Extendido) está representado con una cadena de suministro integrada y multiorganizacional.

Modelo de madurez de la cadena de suministro - SCM2: este modelo se basa en una visión empresarial, con el primer nivel (integración empresarial) que implica la integración funcional (Poirier y Quinn, 2004). El segundo nivel (Excelencia Corporativa) tiene sus procesos organizacionales internos optimizados para cumplir con sus metas, que

es similar al cuarto nivel en el modelo SCM-BPO. La colaboración externa comienza en el tercer nivel (Partner Collaboration), un nivel difícil de alcanzar. El siguiente nivel (colaboración en la cadena de valor) implica la optimización de la cadena de suministro con discusiones frecuentes con proveedores y clientes. El nivel más alto (conectividad de red completa) implica la integración total de comunicaciones con organizaciones externas. Este modelo se basa en el concepto de que las cadenas de suministro claramente definidas, gestionadas, medidas y controladas mejoran el rendimiento.

Evaluador de madurez logística - LME¹⁹: este modelo de cadena de suministro aplica una evaluación cuantitativa al modelo de desarrollo de CMM (Reay *et al.*, 2006, citado por Haraburda (2017), p. 663). El primer nivel (inicial) representa los procesos de la cadena de suministro no estructurados. El siguiente nivel (Logística gestionada) tiene procesos repetibles. El tercer nivel (logística a medida) tiene procesos bien definidos en toda la organización. El siguiente nivel (administrado cuantitativamente) tiene métricas efectivas para administrar sus procesos. El nivel más alto (integración optimizada) tiene procesos integrados que se enfocan en un desempeño óptimo. Además de una evaluación organizacional general, este modelo evalúa estos cinco niveles de madurez en seis áreas funcionales: organización / fuerza laboral, procesos logísticos, desempeño, recursos, disponibilidad tecnológica y visión/estrategia (Haraburda, 2017, p.663).

SCPM2. Este es un modelo de madurez que evalúa el nivel de integración de los procesos de la cadena de suministro de una organización, desde los proveedores a través de la organización hasta los clientes (García, 2008, págs. 32, 74-75). Al igual que los otros modelos, el primer nivel (Indefinido) tiene procesos de cadena de suministro no estructurados y mal definidos. El siguiente nivel (Definido) tiene procesos definidos que están separados entre sí. El tercer nivel (Manejable) aplica métricas para administrar sus procesos. El siguiente nivel (Colaborativo) implica discusiones frecuentes con proveedores y clientes. El nivel más alto (Leading) aplica la mejora continua a sus procesos en pos de aplicar procesos de referencia que otras organizaciones quieren emular.

Modelo de madurez de la gestión de procesos de la cadena de suministro - SCPM3: este es un modelo basado en una evaluación de casi 800 empresas en todo el mundo. Define los diferentes niveles de vencimientos en función de los procesos

relacionados de la cadena de suministro de empresas con desempeño similar (de Oliveira, Ladeira y Mc Cormack, 2011). El primer nivel (Fundación) representa las primeras etapas en las que se desarrollan los procesos. El siguiente nivel (Estructura) tiene procesos definidos donde se comienza a medir el desempeño. El tercer nivel (Visión) tiene procesos que impulsan futuras mejoras. El siguiente nivel (Integración) tiene procesos integrados con proveedores y clientes. El nivel más alto (Dinámica) tiene procesos que utilizan indicadores clave de desempeño que permiten responder a los cambios ambientales.

El modelo de madurez aplicado en la investigación fue el SCM3, que se basó en gran medida en el modelo LME. El nuevo modelo de evaluación propuesto es un híbrido. Utilizando los mismos niveles de madurez organizacional del modelo LME, SCM3 reemplazó su enfoque logístico con el de SCM, mientras combinaba la efectividad de los otros cuatro modelos. En la tabla 18 se presenta el Modelo de madurez propuesto.

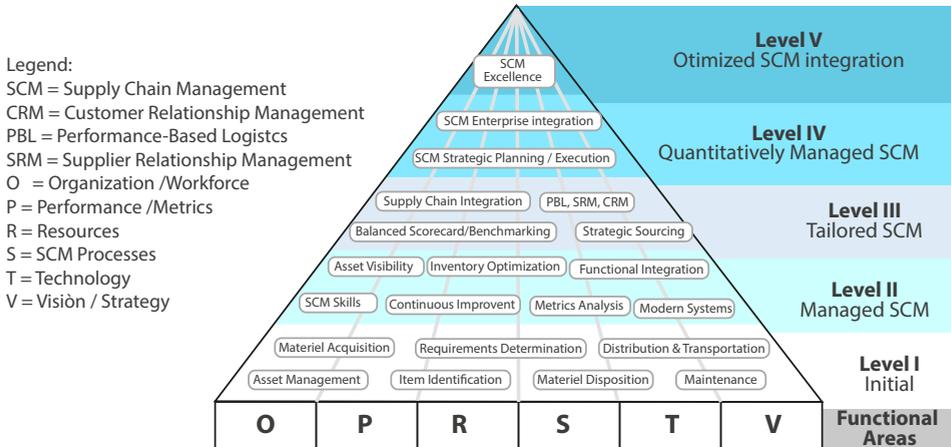
Tabla 18. Modelo de madurez propuesto.

Model	Organizational Maturity Levels (Functional Areas and Components)				
	I	II	III	IV	V
SCM3	Initial	Managed SCM	Tailored SCM	Quantitatively Managed SCM	Optimized SCM Integration

Nota: Descripción del modelo de madurez propuesto a partir de la revisión documental.

SCM3 utilizó muchas de las preguntas de la encuesta LME, cada una de las cuales se revisó para evaluar con mayor precisión la SCM de una organización. Este nuevo modelo de evaluación también evaluó las mismas seis áreas funcionales, con un enfoque en los procesos de SCM. En cuanto a los componentes funcionales, este nuevo modelo eliminó tres y revisó varios otros del modelo LME, lo que resultó en solo 23 componentes en el SCM3 como se muestra en la siguiente figura.

Figura 16. Pirámide Modelo SCM3



Nota: Descripción de los niveles del modelo de madurez SCM3

En la investigación titulada “Diagnóstico de la madurez de los procesos de la cadena de valor de una pequeña empresa mexicana de productos de maíz” (Arellano González, Carballo Mendivil, Orrantía López, y Salazar Rivera. 2013), reportan el caso de una pequeña empresa industrial mexicana, donde se aplicó una rúbrica para evaluar la madurez de los procesos de su cadena de valor.

Después de aplicado el modelo el autor concluye:

“El desempeño dentro de la red de la cadena de suministro de una organización puede afectar la misión de una organización, por lo que es fundamental desarrollar y mantener una cadena de suministro madura. La encuesta SCM3 es una herramienta de diagnóstico estructurada de alto nivel que podría usarse para evaluar la capacidad actual de la cadena de suministro de la organización e identificar áreas objetivo para proyectos de mejora del desempeño y reducción de costos. Los resultados de esta encuesta podrían ayudar a mejorar la toma de decisiones operativas para los esfuerzos de logística organizacional, enfocar el énfasis en la gestión relacionada con el suministro y alinear los recursos organizacionales dentro de la cadena de suministro organizacional. Además, estos resultados podrían proporcionar una visión empresarial de cómo los procesos SCM de la organización se comparan con los de los mejores en la industria. Aunque esta investigación se centró en el CMIB, evaluaciones de SCM3 similares realizadas en otras organizacio-

nes de bases industriales de defensa deberían arrojar resultados similares” (Haraburda, 2017, p. 675).

En el artículo “*Engineering change management maturity assessment model with lean criteria for automotive supply chain*” (Tavčar, J., Demšar, I., y Duhovnik, J., 2018), revisan la gestión de cambios de ingeniería (ECM)²⁰ y la aplicación de métodos *lean*²¹ (Mrugalska, B., Wyrwicka, M. K., 2017), en el proceso de desarrollo de productos. Las conclusiones de la revisión de la literatura se resumen en un modelo para evaluar el nivel de madurez de ECM ajustada.

El artículo inicia explicando cómo la gestión de cambios de ingeniería (ECM, por sus siglas en inglés) no solo se refiere a la resolución de problemas en respuesta a una queja de un cliente o al reconocimiento de fallas en el diseño o la documentación. ECM puede llamarse variación o diseño adaptativo.

La propuesta de los autores es que los métodos *Lean* pueden desencadenar enfoques innovadores para ECM. La principal contribución de este trabajo es un modelo para evaluar el nivel de madurez de ECM, incorporando criterios *Lean* en la cadena de suministro automotriz.

El modelo de evaluación del nivel de madurez del proceso ECM en la cadena de suministro automotriz se presenta en la tabla 19. Los criterios se dividen en seis grupos, donde cada criterio tiene seis niveles de evaluación de madurez. Cada criterio de madurez puede tratarse independientemente de los demás. Los niveles de madurez se definen de la siguiente manera:

- i. 0 - El criterio no se implementa en absoluto.
- ii. 1 - Hay un modesto uso del criterio.
- iii. 2 - Los criterios se especifican en procedimientos escritos, pero no se practican estrictamente en el trabajo diario.

20 Engineering Change Management

21 Taiichi Ohno desarrolla el método LEAN bajo el desarrollo TPS, Toyota Process System con base en los conceptos iniciales de Kiichiro Toyoda y su empresa Hilados y Tejidos Toyoda.

- iv. 3 - Se practica el criterio, pero más del 40 % de los empleados no lo reconocen como muy útil.
- v. 4 - Los criterios están definidos y practicados a buen nivel, y son bien aceptados por el 80 % de los empleados.
- vi. 5 - La implementación del criterio se encuentra en el nivel superior y puede utilizarse como referencia para otros.

El modelo fue probado en ocho proveedores automotrices de componentes, módulos y subsistemas. Todos los proveedores analizados llevan más de 15 años en la cadena de suministro automotriz y sus características básicas se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19. Modelo de evaluación de la madurez con criterios Lean para ECM en la cadena de suministro automotriz.

Group	Assessment criteria for lean ECM in the automotive supply chain
(1). ECM process flow	1.1. Internal process flow at ECM is well defined
	1.2. Roles in the EC process are well understood by employees
	1.3. External process flow between customer and supplier is well defined and IT supported
	1.4. Close collaboration between the customer and supplier already in the PD phase.
	1.5. Long-term strategic relationship between customer and supplier.
(2). Set-based CE	2.1. Systematic assessment of EC proposal in all phases of the product life cycle.
	2.2. Preparing a set of potential solutions for the proposed EC.
	2.3. Systemic testing of potential solutions (virtual and physical prototypes).
	2.4. Integration of EC process with a Knowledge database (recording of new findings, use of stored knowledge).
	2.5. Set-based CE in the phase of PD (minimises the number of changes later).
(3). Chief engineer - technical leadership	3.1. One person is responsible for each EC.
	3.2. One person follows each product (product family) through the whole product life cycle.
	3.3. The knowledge of key personnel is built up in a systemic way.
	3.4. The EC managers are powerful persons (they can be integrators).
	3.5. Involvement of the customer's chief engineer in the approval process.

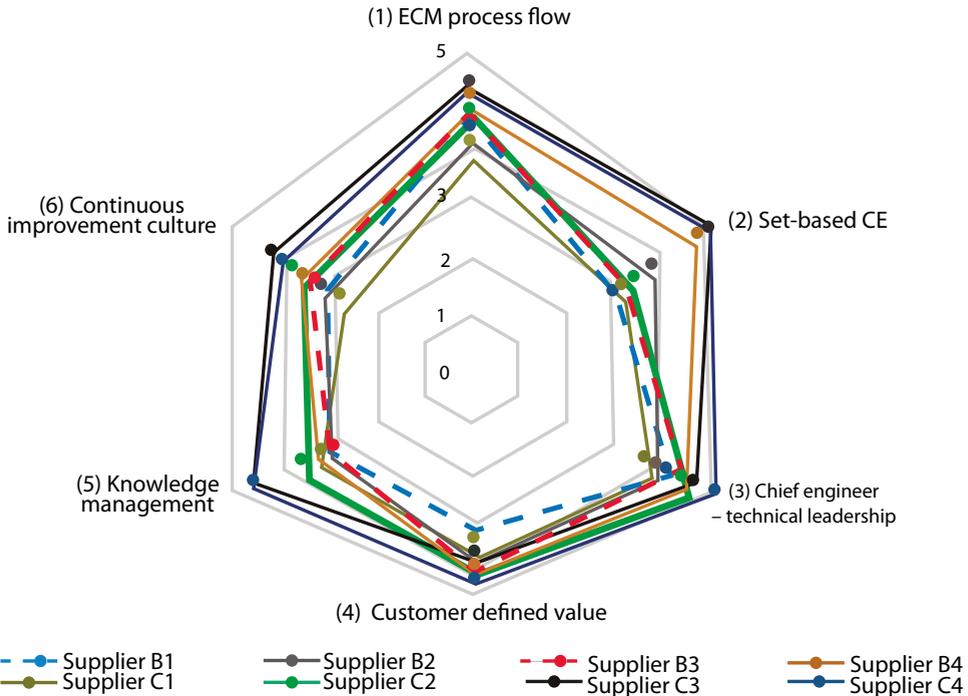
Group	Assessment criteria for lean ECM in the automotive supply chain
(4). Customer-defined value	4.1. Each ECproposal is assessed from the customer 's point of view.
	4.2. The customer is actively involved in decision- making during EC approval.
	4.3. There is an EC proposal added-value assessment (in all phases of the product life cycle).
	4.4. The employees at the supplier are aware of what constitutes added-value for the customer.
	4.5. The supplier is pro-active in implementing customer added-value.
(5). Knowledge management	5.1. The product change history is recorded systematically.
	5.2. Key decisions in PD and EC process are recorded.
	5.3. Collecting of knowledge and distribution among employees in systemic way.
	5.4. Application of methods and statistics into decision processes (design of experiments).
	5.5. Application of knowledge database is integrated into the EC process.
(6). Continuous improvement culture	6.1. The company encourages employees to improve continuously.
	6.2. Continuous production process optimisation occurs.
	6.3. The creation and keeping of EC propagation maps on each product .
	6.4. There is systemic knowledge transfer to new products (new product generations).
	6.5. Desing for changeability during PDP.

Nota: Descripción de los criterios de evaluación en la cadena de suministro automotriz. Tavčar, J., Demšar, I., y Duhovnik, J., (2018)

Los resultados de la evaluación ECM de ocho proveedores automotrices se presentan en la figura 17. El diagrama muestra los valores promedio de los cinco criterios en cada grupo. Una comparación entre los proveedores automotrices muestra que los proveedores C3 y C4 cumplen significativamente mejor los criterios Lean que los demás. El resultado era esperado, porque los proveedores C3 y C4 son varias veces más grandes que los demás, y la complejidad de los subsistemas desarrollados y fabricados por el proveedor C3 y C4 es mayor que la de los otros proveedores. El resultado muestra que los sistemas que son más complejos necesitan un mejor soporte utilizando métodos formales, especialmente en el área de gestión del conocimiento. Un punto débil de los proveedores más pequeños es la gestión del conocimiento y la CE de base establecida. En varias áreas, el proveedor de componentes B3 tiene una mejor evaluación que los proveedores de tipo C. Esto se debe a que el proveedor B3

es más grande que el proveedor C1 y C2. En la figura 17 se muestra una presentación detallada de todos los criterios de evaluación para los ocho proveedores.

Figura 17. Resultados de la evaluación de la madurez ECM - Comparación de los valores promedio entre proveedores.



Nota: Comparación de los resultados de madurez ECM. Tavčar, J., Demšar, I., y Duhovnik, J., (2018)

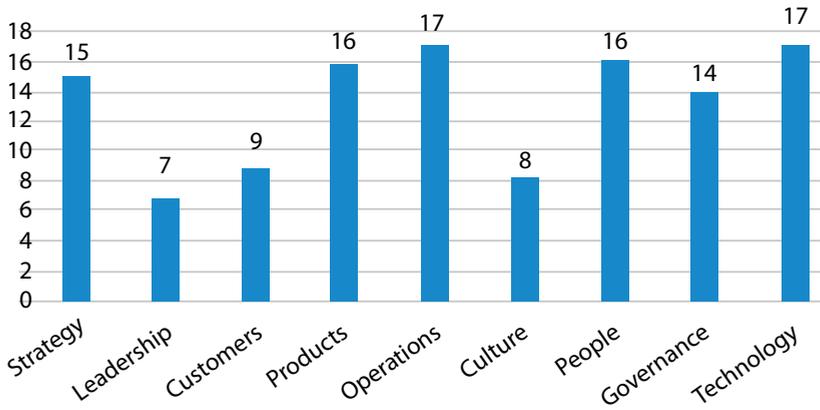
GRADO DE MADUREZ “LOGISTICS” AND “MATURITY”

Afirman Angreani, Vijaya and Wicaksono (2020), un modelo de madurez es una técnica amplia para medir varios aspectos e identificar el estado actual de los procesos en una organización, que se puede utilizar como punto de partida para la mejora empresarial.

En el contexto de la Industria 4.0, se utilizan varios términos para expresar el modelo, como modelo de evaluación de la preparación, hoja de ruta, marco e índice de madurez. Tienen el mismo propósito de medir cómo el estado actual de una unidad organizativa, que es capaz de adoptar e implementar el concepto de industria 4.0 en el futuro. La revisión sistemática de la literatura de los estudios empíricos implementados en el modelo de madurez publicados en varias fuentes relevantes y acreditadas se fundamentó en estudios relevantes publicados entre 2011 y 2019. Esta revisión finalmente identificó 17 estudios primarios seleccionados que corresponden a las dos preguntas de investigación principales planteadas en la revisión, que se centra en los sectores de fabricación y logística, que pueden estos procesos mejorarse en gran medida mediante la introducción de tecnologías como sistemas ciberfísicos, internet de las cosas e inteligencia artificial.

El propósito principal de la revisión es abordar las siguientes preguntas así: *¿Con base en qué dimensiones, los investigadores desarrollan modelos de madurez de Industria 4.0? y cuáles son los parámetros más utilizados e influyentes en esas dimensiones? ¿Cómo se comparan esos modelos de madurez entre sí en términos de complejidad de dimensión, técnicas, nivelación de madurez y tipo de sectores de aplicación del modelo?*

La mayoría de los modelos de madurez son diseñados para ser implementados en el sector manufacturero y solo nueve de los modelos de madurez son adecuados para su aplicación en el sector logístico. En la figura 18, la abscisa representa las categorías, *strategy* (estrategia), *leadership* (liderazgo), *customers* (clientes), *products* (productos), *operations* (operaciones), *culture* (cultura), *people* (personas), *governance* (gobierno) y *technology* (tecnología), la ordenada representa los niveles de aceptación. Las dimensiones tecnología y operaciones son las más consideradas, mientras que el liderazgo y la cultura se consideran las menos importantes. (Angreani, Vijaya y Wicaksono, 2020).

Figura 18. Modelos de madurez son adecuados para su aplicación en el sector logístico.

Nota: Descripción de los modelos de madurez para su aplicación en el sector logístico. Angreani, Vijaya y Wicaksono, (2020)

Teniendo en cuenta las dimensiones de mayor influencia (tecnología y operaciones), en la figura 19, se describen los parámetros a considerar para detallar su importancia.

Figura 19. Descripción de los parámetros de las dimensiones más incluyentes en los modelos de madurez.

Dimension	Parameter
Operations	<ul style="list-style-type: none"> Utilize data analytics and information sharing in the operations. Decentralization of processes and decision making. Autonomous processes. Digital modeling and simulation. Utilize data and information sharing Utilize dynamic collaboration by using automated information exchange.
Technology	<ul style="list-style-type: none"> Availability of new modern technology. ICT integration (vertical and horizontal). Utilization of the Internet of Things. Mobile device utilization. Implement machine to machine communication. Cloud usage and optimization. Implementation of data governance. Optimization of ICT security.

Nota: relación de los parámetros y dimensiones de los modelos de madurez. Angreani, Vijaya y Wicaksono, (2020)

En la figura anterior, la dimensión operación, se utiliza un análisis de datos e intercambio de información en las operaciones y en la dimensión tecnología hay disponibilidad de nueva tecnología moderna. (Angreani, Vijaya and Wicaksono, 2020, p. 341).

Se descubrió que las técnicas de desarrollo del modelo de madurez más utilizadas en estudios seleccionados consisten en Revisión de Literatura (LR), Modelado Conceptual (CM), Método Cualitativo (QT), Método Cuantitativo (QL), Taller (WS), Estudios de Caso (CS), Red Analítica Procesamiento (ANP), Diseño y Mejoramiento de Fábrica (FDI).

La alineación entre el modelo de madurez y los modelos comerciales de la Industria 4.0 ha requerido una consideración y justificación de acuerdo con los objetivos comerciales de la organización en la implementación de la Industria 4.0. Sin embargo, no basta con tener un modelo de madurez. Se necesitan más esfuerzos para facilitar su aplicación.

Facchini, *et. al.*, (2020), describen que la adopción de tecnologías de Industria 4.0 se ha vuelto particularmente importante en la actualidad para las empresas con el fin de optimizar sus procesos de producción y estructuras organizativas. Sin embargo, las empresas a veces tienen dificultades para desarrollar un plan estratégico que innove su modelo de negocio actual y desarrolle una visión de Industria 4.0. Para superar la creciente incertidumbre e insatisfacción en la implementación de la Industria 4.0, se desarrollaron nuevos métodos y herramientas que abordan específicamente las áreas de empresas dedicadas, como la logística, la gestión de la cadena de suministro y los procesos de fabricación, para proporcionar orientación y apoyo para alinear las estrategias comerciales de las empresas y operaciones. En las principales investigaciones científicas se examinaron modelos de madurez existentes, vinculados al contexto de implementación de la Industria 4.0 en los procesos logísticos.

Consecutivamente, dos empresas han sido investigadas mediante una encuesta, construida en torno a tres macroaspectos fundamentales, denominados en la propensión de la empresa hacia la Industria 4.0 y la Logística 4.0; el uso actual de tecnologías en el proceso logístico, y el nivel de inversión hacia tecnologías de Industria 4.0 para una transición de Logística 4.0. De esta forma surgió un modelo de madurez de Logística 4.0 como resultado principal de nuestra investigación, capaz de identificar el nivel de madurez de las empresas en la implementación de las tecnologías de la Industria 4.0 en sus procesos logísticos. Además, el modelo destacó las fortalezas y debilidades de las dos empresas investigadas con respecto a la transición hacia Logística 4.0. A partir de los resultados obtenidos se propuso finalmente una hoja de

ruta para potenciar la digitalización de los procesos logísticos, de acuerdo con los principios de la cuarta revolución industrial.

Werner-Lewandowska, y Kosacka-Olejnik, (2019), presentan los resultados de la investigación realizada sobre el desarrollo de un modelo de madurez logística para empresas. El enfoque propuesto permite a las empresas autoevaluar su nivel de avance en la implementación de procesos logísticos con el uso del modelo de madurez logística. Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación, se pueden determinar direcciones para acciones adicionales. El modelo propuesto comprende tres dimensiones: modelo SCOR, fases de la industria y herramientas logísticas, lo que lo convierte en un enfoque original en el campo de la investigación de madurez logística. Conjuntamente, el modelo descrito está dedicado a la industria de servicios, que se encuentra en el nicho de investigación.

El modelo de madurez logística presentado tiene un carácter conceptual y original, lo que resulta de la investigación bibliográfica realizada sobre la madurez logística en las empresas. En las empresas pueden utilizar el modelo de madurez logístico propuesto como método de gestión de las actividades logísticas de la empresa, en donde el principal beneficio del enfoque propuesto es el conocimiento sobre el nivel de madurez logística de la empresa en áreas de investigación particulares. Se puede enfocar las actividades de mejora en operaciones logísticas que requieren un mayor nivel de madurez, en cada área de actividad logística que equivale a una mayor competitividad de la empresa de servicios, que es un elemento de la cadena de suministro. En particular, cobra relevancia cuando se trata de empresas que ofrecen servicios logísticos como: transporte, furgón, etc. Los procesos que realizan los operadores logísticos con el uso de herramientas logísticas repercuten en la eficiencia de toda la cadena de suministro.

Teniendo en cuenta el enfoque abordado en el contexto práctico, con herramientas de ingeniería logística, que se utilizan en el modelo, con el método de gestión de ingeniería, en una versión modificada del modelo de madurez logística en cuanto a la lista de herramientas logísticas, que se utilizará en la investigación sobre el nivel de madurez logística en el sector servicios, por ejemplo, en Polonia. Las direcciones para futuras investigaciones también indican la necesidad de expandir el modelo con estrategias logísticas implementadas por las empresas. Al respecto, se realizó una hipótesis de investigación, indicando que existe una correlación entre la estrategia logística aplicada por la empresa y el nivel de madurez logística que la empresa alcanza en un área determinada.

La capacidad de absorber conocimiento en una organización es un elemento clave en la implementación de soluciones en flujos de material, información y gestión. La capacidad de utilizar el conocimiento da la mayor posibilidad de utilizar soluciones dentro del alcance de Logística 4.0. Este es un conjunto de soluciones que se esfuerzan por mejorar el rendimiento de las empresas y respaldar el concepto de Industria 4.0 de implementación. Estas soluciones son muy avanzadas y su implementación requiere un amplio conocimiento y comprensión. Así, la implementación de soluciones contemporáneas en el campo de La logística 4.0 requiere que la organización mejore primero la absorción de conocimiento. Esta habilidad es el terreno sobre el que se puede construir un sistema logístico eficaz utilizando técnicas, tecnologías y soluciones organizativas. La investigación realizada estaba destinada para aportar inspiración y estructura, para centrar sus esfuerzos entre las dimensiones del modelo de madurez (flujo de material, flujo de información y gestión) en el contexto del nivel de absorción de conocimientos necesario para mejorar sus niveles de madurez. Es importante destacar que los resultados de la investigación confirmaron que los expertos ven la relación entre el conocimiento de niveles de absorción y los niveles de madurez de Logística 4.0. Por tanto, es legítimo concluir que los modelos pueden usarse de manera complementaria y deben formar la base para la planificación de actividades bajo la implementación de soluciones con respecto a cambios en la gestión, organización del material y flujos de información. La dependencia identificada también debe tenerse en cuenta cuando a analizar la preparación estratégica de una empresa para implementar el concepto de Logística 4.0, especialmente en el aspecto de la gestión de recursos humanos. El tema presentado en la investigación se está volviendo cada vez más actualizado debido al desarrollo de la red 5G, lo que brinda la oportunidad de crear una comunicación amplia y públicamente disponible de infraestructura para soluciones incluidas en Logística 4.0. Así, gracias al desarrollo de la tecnología 5G, Se reducen los costos de implementación y uso de soluciones de Logística 4.0, lo que probablemente contribuirá a su difusión de identificar los factores del uso efectivo de las herramientas de Logística 4.0 resultantes de la capacidad de absorber conocimiento en una organización, que se está convirtiendo en un tema importante desde el punto de vista de la visión de la construcción de empresas sostenibles y cadenas de suministro sostenibles. La conclusión general de la investigación fue que, para alcanzar un mayor nivel de madurez, se requiere absorción de conocimiento, en la absorción de soluciones dentro de los flujos de materiales, los flujos de información y los métodos de gestión (Stachowiak, et. al, 2019).

Werner-Lewandowska y Kosacka-Olejnik (2021). Afirman que se presentó el proceso de desarrollo de un plan de acción para mejorar la madurez logística en la industria de servicios a nivel empresarial, utilizando la hoja de ruta tecnológica. La investigación muestra que para la madurez logística de las empresas que prestan servicios en el campo del transporte y almacenamiento, en donde los factores clave del mercado son: nuevas tecnologías, complejidad de los servicios, tamaño del mercado, disponibilidad de los empleados, suministro de materiales y servicios necesarios para realizar los servicios, personalización de servicios, carácter intangible de un servicio, ejecución independiente del servicio y acceso a empleados calificados. En términos de recursos empresariales tratados como una herramienta logística, cuyo uso aumenta el nivel de madurez logística de un proveedor de servicios de transporte y almacenamiento, los elementos clave son: escaneo de madurez del almacén, subcontratación de almacén de 3PL que es intermediario entre fabricante y cliente, el 4PL que es el puente entre el fabricante y la cadena de suministro, transporte gestión de sistemas, evaluación de riesgos de la cadena de suministro, auditoría de gestión de la cadena de suministro. Se recomienda que, especialmente, estas herramientas sean implementadas en la práctica empresarial por el sector de proveedores de servicios.

GRADO DE MADUREZ “*SUPPLY CHAIN*” AND “*MATURITY*” Y REVISIÓN DE ORGANISMOS INTERNACIONALES

Con el fin de realizar una revisión actualizada y que permita obtener nuevos elementos teóricos como apoyo a esta investigación se determinó realizar la consulta en la base de datos SCOPUS; allí se encontraron varios documentos que proponen modelos para la medición de los procesos de madurez de las cadenas de suministro buscando la competitividad entre las industrias de servicios. Estos modelos ayudan a las empresas en la mejora de sus proyectos, permitiendo un diagnóstico basado

en indicadores y que miden la forma como se encuentran frente a la competencia. Los documentos fueron seleccionados teniendo en cuenta los cuatro últimos años (2017 al 2021).

De esta forma se encuentran documentos relacionados principalmente con un modelo de madurez de la industria 4.0 basado en reglas difusas para operaciones y gestión de la cadena de suministro (Caiado, Scavarda, Gavião, Nascimento, Garza-Reyes, 2021), propuesta de modelo de madurez en sostenibilidad en la cadena de suministro (Santos, Quelhas, *et al.* 2020), medir la madurez del proceso de la cadena de suministro de servicios: un nuevo marco (Balouei Jamkhaneh, Safaei Ghadikolaei, 2020), madurez de la gestión de la cadena de suministro: una revisión bibliográfica integral sobre modelos, dimensiones y enfoques (Jeshmberah, Beheshtikia, 2019), gestión sostenible de la cadena de suministro: modelos de decisión para la transformación y la madurez (Reefke, Sundaram, 2018), modelos de madurez en la sostenibilidad de la cadena de suministro: una revisión sistemática de la literatura (Correia, Carvalho, Azevedo y Govindan, 2017), un modelo de madurez del sistema para la gestión de la cadena de suministro (Umeda, 2017).

Desde el entorno institucional, existen diferentes aportes frente a la investigación en las redes globales de valor. En el documento titulado *Estrategia de competencias de la OCDE 2019 - Competencias para construir un futuro mejor*²², las cadenas de valor mundial han surgido a partir de la globalización; esto hace que no todos los procesos de producción se realicen en un lugar. Esto implica que algunas partes sean realizadas en diferentes sitios geográficos; la tendencia de los países miembros de la OCDE, como lo es Colombia, es la deslocalización de las tareas comunes y que requieren competencia de bajo nivel. Esto ha generado una pérdida grande de puesto de trabajo en las economías desarrolladas, con un claro beneficio para los países en vía de desarrollo, permitiendo la reducción de la pobreza en estos países, y mediante la tecnología se ha descentralizado mucha información, se han generado nuevos empleos y borrado barreras geográficas son cada vez menos extensas.

La globalización económica ha permitido que dos redes se extiendan por la OCDE, las Cadenas Globales de Valor (CGV) y las Redes Globales de Innovación (GIN), las primeras corresponden a la transferencia de bienes y servicios y las segundas corres-

22 Estrategia de Competencias de la OCDE 2019-Competencias para construir un futuro mejor. <http://www.oecd.org/skills/OECD-skills-strategy-2019-ES.pdf>

ponden a la innovación. Se ve con bastante preocupación que los países no son capaces de aprehender el valor de las actividades innovadoras y por ello es necesario entender bien la dependencia recíproca entre estos dos tipos de redes.

United Nations Industrial Development, (UNIDO, 2015), plantean que los objetivos de las redes globales de valor pueden perfilarse desde lo económico, referente al fortalecimiento de las exportaciones y sustitución de importaciones, lo social, referente a la reducción de la pobreza, la generación de empleo y el desarrollo regional y lo industrial, referido al desarrollo empresarial y su incorporación en las redes globales que permitan añadir valor a cada uno de los participantes. En este sentido, se propone un marco de referencia para el análisis de las redes globales de valor; sin embargo, no hay un indicador o índice integrador. Las dimensiones que se plantean se enuncian en la tabla 20.

Tabla 20. Marco de referencia para las redes globales de valor

Dimensión	Característica
Mapeo inicial	Producto, actores y funciones, flujo de producto y mercados finales, interacciones de negocios, servicio
Abastecimiento	Características de producto, productores y proveedores Disposiciones contractuales Logística de entrada, infraestructura y transporte Comunicación
Capacidad de producción y tecnología	Capacidad de producción Tecnología Uso del conocimiento Costos y márgenes Innovación
Comercio y mercado final	Características de producto final Demanda del consumidor Capacidades de comercio y mercadeo
Gobernanza de las cadenas de valor	Actores dominantes Distribución de valor adicionado Concentración de clúster Tipo de gobernanza Colaboración y asociación
producción sostenible	Uso de materiales y desperdicios Uso de energía Efectos en biodiversidad Estándares ambientales

Dimensión	Característica
Cadena de valor financiera	Atractivo financiero Riesgos financieros Normas y prácticas Disponibilidad de financiamiento Necesidades financieras
Ambiente de negocios y contexto sociopolítico	Regulaciones de producto y comercio Provisión de servicios públicos y privados Políticas Contexto social y cultural

Nota: Descripción de las dimensiones y características de las redes globales de valor. (UNIDO, 2015).

United Nations for trade and development conference (UNCTAD, 2013) desarrolla un programa EORA MRIO data set, (EORA Multi-regional input-output data set) donde compila bases de datos para medir las redes globales de valor, para lo cual define los indicadores asociados a los ejes de: comercio, inversión y desarrollo.

Expresado en: valor agregado de exportaciones, valor agregado doméstico que sumados representan el valor agregado. Este ejercicio se viene desarrollando desde 2013 cada 2 años, compila las bases de datos de 189 países y se relaciona también con otras bases de datos como valor de comercio adicionado (Trade in Value Added - TVA) de la OCDE, EXIOBASE (Unión Europea), Global Trade Analysis Project de la Universidad de Purdue y la CEPAL.

La construcción de la UNCTAD mediante la base de datos EORA recoge información de productos elaborados por cada país, posteriormente establece los bloques diagonales de intercambio comercial (trade-offs), lo cual implica mapear la producción de bienes intermedios hasta el consumidor final, identificando el número de intermediario.

Se trata entonces de medir el valor agregado de comercio de cada país para luego hacer un análisis matricial intersectorial de flujos de materiales, analizando o describiendo el valor adicionado o agregado en las exportaciones de cada país e industria. El proyecto UNCTAD EORA data base mide como las industrias están conectadas con sistemas de producción internacional, el cual varía de sector productivo generando factores de competitividad entre países y regiones.

Dentro de los factores que favorecen la participación del valor agregado doméstico en las exportaciones son:

- El tamaño de la economía, por el fortalecimiento de las cadenas de suministro internas y el desarrollo de las industrias domésticas.
- La composición de las exportaciones, en la medida en que sean más amplios los segmentos de industrias participantes.
- El modelo de exportaciones empleado por los países, favorecido por el desarrollo de políticas.
- El grado de inversión extranjera directa favorece el desarrollo de los mercados domésticos y el incremento en el comercio (UNCTAD, 2013).

Los niveles de integración en las cadenas globales de valor propuestos por UNCTAD pueden tomar diferentes rutas (Tabla 21).

Tabla 21. Niveles de integración de las redes globales de valor

Nivel de Integración	Característica
Participación Inicial	Puede darse por importaciones de bienes intermedios, servicios y participación en exportaciones, principalmente por afluencia de la inversión extranjera directa para el desarrollo de operaciones de maquila.
Preparación	Puede darse por el fortalecimiento de exportaciones en determinados sectores productivos en donde se tenga capacidad productiva interna. Se producen bienes intermedios con lo cual se sustituyen ciertas importaciones.
Ascenso en la generación de valor	Puede darse en los casos que ya hay un nivel significativo de integración en donde se genera un mayor valor agregado en las exportaciones, teniendo una mayor proporción de cadenas de suministro que cubren más sectores productivos. Al tiempo que aumenta la inversión extranjera directa en segmentos no cubiertos por el país con un factor tecnológico superior.
Convirtiéndose en GVC	Puede ocurrir cuando el incremento de las exportaciones hace que sea necesario incrementar la participación de importaciones para mejorar la capacidad productiva en procesos específicos, se aumenta el desarrollo de redes comerciales internacionales.

Nivel de Integración	Característica
Competiendo en GVC	Aumento en las capacidades productivas domésticas para poder competir con exportaciones de alto valor agregado. La inversión extranjera directa está dirigida a integrar operadores en redes de producción internacional a través de las fusiones y adquisiciones.
Catalizadores en GVC	Aumento en las capacidades productivas domésticas para competir con éxito en las exportaciones, con un componente diferenciador en que la inversión extranjera directa actúa como catalizador en la integración comercial internacional y nacional dinamizando por tanto el desarrollo de las capacidades productivas.

Nota: Descripción de los niveles de integración de las redes globales de valor (UNCTAD,2013).

Las limitaciones de estos modelos de entradas y salidas que se identifican son: la dificultad en la desagregación de actividades que se dan al interior de los sectores y la recopilación de información para inferir flujos comerciales de bienes intermedios que no son fácilmente capturados desde la información de los países de datos aduaneros, lo cual hace establecer supuestos. (Antrás, 2019, p. 8).

The World Bank en su informe World Development Report (2019) refiere que las cadenas globales de valor o redes globales de valor se basan en la hiperespecialización de procesos productivos dinamizando el intercambio comercial, mediante el relacionamiento entre empresas, la cooperación y el desarrollo de políticas gubernamentales. Sin embargo, hoy enfrentan amenazas como la industria 4.0 al reducir la necesidad del uso intensivo de mano de obra que desplace la producción hacia otros países, debido a la automatización y la impresión 3D que acercan la producción al consumidor. Por otra parte, están los conflictos comerciales, que pueden hacer retraer hacia mercados domésticos. Por último, están los impactos ambientales, ejerciendo mayor presión por los recursos naturales.

Los vínculos de un país en las cadenas globales de valor se miden en el nivel de participación en las cadenas, la especialización sectorial en el comercio y el grado de innovación. En este sentido World Bank hace una propuesta para aumentar la transición hacia un mayor nivel de participación de las redes globales de valor.

Como se indica:

Nivel 0. Commodities. Productos básicos de manufactura. La participación de la manufactura en las exportaciones es baja.

Nivel 1. Básico. Nivel limitado de manufactura.

Nivel 2. Intermedio. Nivel avanzado de manufactura y servicios.

Nivel 3. Avanzado. Desarrollo de procesos innovadores.

Identificando a su vez los factores que dinamizan los niveles de participación de las redes globales de valor, desde condiciones de mercado, capacidades en términos de innovación, tecnología, la infraestructura física, y el desarrollo de políticas institucionales que favorezcan la consolidación de redes (Tabla 22).

Tabla 22. Factores dinamizadores para la integración en las redes globales de valor

Categoría	Factores	Básico	Intermedio	Avanzado
Dotaciones	Políticas públicas	Prioridad		
	IED	Apoyo inversión y clima de negocios		
	Financiamiento	Acceso a créditos	Aumento de capital accionario	
	Capacidades	Costos laborales	Técnica y Gestión	Innovación
Tamaño de mercado	Acceso a mercados	Acuerdos comerciales	Profundización de acuerdos	
Geografía	Logística y transporte	Inversión	Servicios logísticos avanzados - Hubs logísticos	
Infraestructura	Tecnológica	Inversión		5G
Instituciones	Gobierno	Estabilidad política	Acuerdos comerciales profundos	
	Innovación	Normalización	Cumplimiento contratos	Propiedad intelectual

Nota: Descripción de los factores dinamizadores en las redes globales de valor (World Bank, 2019).

Se destaca la importancia de requerirse el aumento de capacidades y niveles de inversión en la infraestructura física para atender las operaciones logísticas y el transporte, tendiente hacia el mejoramiento de las competencias en la prestación de los servicios logísticos avanzados y la consolidación de Hubs- logísticos.

CONCLUSIONES

Un modelo de madurez es una técnica para medir aspectos e identificar el estado actual de los procesos en una organización, que se puede utilizar como punto de partida para la mejora empresarial. En el contexto de la Industria 4.0, es un modelo de evaluación en la preparación, de la hoja de ruta y del índice de madurez, con propósito de medir el estado actual de una unidad organizativa, que es capaz de adoptar e implementar el concepto de industria 4.0 en el futuro, que se centra en los sectores de la fabricación y logística, para mejorar los procesos mediante la introducción de tecnologías como sistemas ciberfísicos, internet de las cosas e inteligencia artificial.

La mayoría de los modelos de madurez son diseñados para ser implementados en el sector manufacturero, en las categorías de estrategia, de liderazgo, de los clientes, de los productos, de las operaciones, de la cultura, de las personas, del gobierno y de la tecnología. En los niveles de aceptación están las dimensiones de tecnología y de operaciones, que son las más representativas, mientras que el liderazgo y la cultura se consideran las menos importantes. En la dimensión de operación, se utiliza un análisis de datos e intercambio de información y en la dimensión tecnología hay disponibilidad de nueva tecnología moderna.

La adopción de tecnologías de Industria 4.0 se ha vuelto particularmente importante en la actualidad para las empresas con el fin de optimizar sus procesos de producción y estructuras organizativas. Las empresas que a veces tienen dificultades para desarrollar un plan estratégico, para innovar el modelo de negocio actual y desarrollar la visión de Industria 4.0, se desarrollarán nuevos métodos y herramientas que abordan las áreas de las empresas dedicadas a la logística, en la gestión de la cadena de suministro y a los procesos de fabricación, para proporcionar orientación y apoyo en la alineación de las estrategias comerciales de las empresas y las operaciones.

Se requiere que la organización mejore primero en el contexto de la absorción de conocimientos, para construir un sistema logístico eficaz utilizando técnicas, tecnologías y soluciones organizativas en las dimensiones del modelo de madurez del flujo de material, del flujo de información y de la gestión. Los modelos pueden usarse de manera complementaria y deben formar la base de la planificación de actividades, bajo la implementación de soluciones con respecto a cambios en la gestión de la organización del material y de flujo de la información.

El ejercicio permite que las empresas y organizaciones midan su desempeño y su gestión con miras a que mejoren su camino hacia oportunidades de ofrecer unos altos modelos de madurez con estándares de gran calidad que conlleven a la integración de las tecnologías digitales en sus procesos con el fin de que sean cada día más competitivas

Desde el enfoque institucional, las redes globales de valor han sido analizadas por organismos mundialmente reconocidos como: World Bank, OCDE, UNCTAD y UNIDO, perfilando factores y características que posibilitan los mayores niveles de participación de las redes.

REFERENCIAS

Adizes, I. (1994). Ciclos de vida de la organización: cómo y porqué crecen y mueren las organizaciones y qué hacer al respecto. Madrid: Ediciones Diaz de Santos.

Angreani, L.S., Vijaya, A. and Wicaksono, h. (2020). Systematic Literature Review of Industry 4.0 Maturity Model for Manufacturing and Logistics Sectors. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920322010>

Antrás, P. (2019). *Conceptual Aspects of Global Value Chains. The World Bank Economic Review*, 34(3), 2020, 551–574 doi: 10.1093/wber/lhaa006

Balouei Jamkhaneh, H., Safaei Ghadikolaei, AH. (2020) Medir la madurez del proceso de la cadena de suministro de servicios: un nuevo marco. *Revista internacional*

de productividad y gestión del rendimiento. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJPPM-08-2019-0395/full/html>

Banasik, A., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Kanellopoulos, A., Claassen, G. D. H., y van der Vorst, J. G. A. J. (n.d.). *Multi-criteria decision-making approaches for green supply chains: a review. Flexible Services and Manufacturing Journal*, 30(3), 366–396. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s10696-016-9263-5>

Barba-Romero, S. and Pomerol, J.-C., *Decisiones Multicriterio. Fundamentos Teóricos y Utilización Práctica*. (2a Edición), Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá (1997) (in Spanish).

Büyükoçkan, G., Güler, M., y Kahraman, C. (2020). Analysis of companies' digital maturity by hesitant fuzzy linguistic MCDM methods. *Journal of Intelligent y Fuzzy Systems*, 38(1), 1119–1132. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.3233/JIFS-179473>

Caiado, RGG, Scavarda, LF, Gavião, LO, (...), Nascimento, DLDM, Garza-Reyes, JA. (2021), Un modelo de madurez de la industria 4.0 basado en reglas difusas para operaciones y gestión de la cadena de suministro, *Revista Internacional de Economía de la Producción*. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527320302401>)

Casella, B., Bolwijn, R., Moran, D., Kanemoto, K (2019) Improving the analysis of global value chains: the UNCTAD-Eora Database. *Transnational Corporations*. Vol. 26. Número 3. <https://Unctad.org>

Cobo, A., Rocha, E. R. y Villamizar, M.A. (2018). Análisis de la innovación en las empresas manufactureras mediante un enfoque multicriterio. *Ingeniería Mecánica*, vol. 21, núm. 1, pp. 01-09. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2251/225162342001/html/index.html>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (diciembre, 2019). Avances en los Lineamientos Metodológicos para Aproximarse a la Medición de Resiliencia. <https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/8-lineamientos-medicacion-resiliencia-cepal.pdf>

Correia, E., Carvalho, H., Azevedo, SG, Govindan, K. (2017) *Modelos de madurez en la sostenibilidad de la cadena de suministro: una revisión sistemática de la literatura. Sostenibilidad (Suiza)* 9 (1), 64., <https://www.mdpi.com/2071-1050/9/1/64>

Chatterjee, K., y Kar, S. (2016). Multi-criteria analysis of supply chain risk management using interval valued fuzzy TOPSIS. *OPSEARCH*, 3, 474. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1007/s12597-015-0241-6>

Cisco Global Digital Readiness Index (2020). Cisco Global Digital Readiness Index. <https://www.cisco.com/c/en/us/about/csr/research-resources/digital-readiness.html>

Facchini, F., Oleśków-Szłapak, J., Ranieri, L. and Urbinati, A. (2020). *A Maturity Model for Logistics 4.0: An Empirical Analysis and a Roadmap for Future Research*. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/1/86>

Greiner, Larry E. “Evolution and revolution as organizations grow.” *Harvard Business Review*, vol. 76, no. 3, May-June 1998, pp. 55+. <https://hbr.org/1998/05/evolution-and-revolution-as-organizations-grow>

Govindan, K. (1), Mangla, S. K. (2), y Luthra, S. (3). (n.d.). Prioritising indicators in improving supply chain performance using fuzzy AHP: insights from the case example of four Indian manufacturing companies. *Production Planning and Control*, 28(6–8), 552–573. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1080/09537287.2017.1309716>

Grundke, R., *et al.* (2017), “Skills and global value chains: A characterization”, OECD Science, *Technology and Industry Working Papers*, No. 2017/05, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/cdb5de9b-en>

Haraburda, S. S. (2017). Supply Chain Management Maturity Level Assessment. *Defense Acquisition Research Journal: A Publication of the Defense Acquisition University*, 24(4), 656–681. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.22594/dau.16-772.24.04>

IMD World Competitiveness Center (2020). IMD World Digital Competitiveness index. <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2020/>

Jeshmberah, M., Beheshtikia, S. (2019). *Madurez de la gestión de la cadena de suministro: una revisión bibliográfica integral sobre modelos, dimensiones y enfoques*. *Logforum* 16 (1), págs.103-116. <https://www-scopus-com.bibliotecavirtual.unad.edu>

co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85077539839yorigin=resultslistysort=plf-fysrc=synlo=ynlr=ynls=ysid=d8b22efc260b9fe350c2ee8360a9afceysot=bytsd=byssl=26ys=TITLE%28Supply+and+Maturity%29yrelpos=9yciteCnt=3ysearchTerm=

Kaur, H. (1), Singh, S. P. (2), y Majumdar, A. (3). (n.d.). Modelling joint outsourcing and offshoring decisions. *International Journal of Production Research*, 57(13), 4278–4309. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1080/00207543.2018.1471245>

Mohammed, A. (2020). Towards ‘gresilient’ supply chain management: A quantitative study. *Resources, Conservation y Recycling*, 155. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1016/j.resconrec.2019.104641>

OCDE (2019) Estrategia de competencias de la OCDE 2019. Competencias para construir un futuro mejor. <http://www.oecd.org/skills/OECD-skills-strategy-2019-ES.pdf>

Portulands Institute (2020). Network Readiness Index. <https://networkreadinessindex.org/>

Rae (2021). *Innovación*. <https://dle.rae.es/innovacion>

Saaty, Thomas L. and Ergu, Daji, (2015). When is a Decision-Making Method Trustworthy? *Criteria for Evaluating Multi-Criteria Decision-Making Methods*. International Journal of Information Technology y Decision-Making Vol. 14 (2015) World Scientific Publishing Company. DOI: 10.1142/S021962201550025X

Santos, DA, Quelhas, OLG, Gomes, CFS, (...), de Araújo, RA, Santos, SDSC (2020). Propuesta de modelo de madurez en sostenibilidad en la cadena de suministro

Reefke, H., Sundaram, D. (2018). Gestión sostenible de la cadena de suministro: modelos de decisión para la transformación y la madurez. *Sistemas de Soporte a la Decisión 113*, págs.56-72 <https://www.sciencedirect-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/science/article/pii/S0167923618301192?via%3Dihub>

Revista Sostenibilidad (Suiza) 2020. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/22/9655>

Stachowiak, A., Adamczak, M., Hadas, L., Domański, R. and Cyplik, P. (2019). Knowledge Absorption Capacity as a Factor for Increasing Logistics 4.0 Maturity. Vol. 9 Issue 24, p5365-5365, 1p. https://www.researchgate.net/publication/337841753_Knowledge_Absorption_Capacity_as_a_Factor_for_Increasing_Logistics_40_Maturity

Surahman, Viddy, A., Fanany Onnilita Gaffar, A., Haviluddin, y Saleh Ahmar, A. (2018). Selection of the best supply chain strategy using fuzzy based decision model. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.14419/ijet.v7i2.2.12748>

Tavčar, J., Demšar, I., y Duhovnik, J. (2018). Engineering change management maturity assessment model with lean criteria for automotive supply chain. *Journal of Engineering Design*, 29(4/5), 235–257. <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1080/09544828.2018.1463513>

The World Bank (2020). *World Development Report (2020). Trading for development in the age of global value chains* <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/32437/211457ovSP.pdf>

Umeda, S. (2017). Un modelo de madurez del sistema para la gestión de la cadena de suministro. *Avances de IFIP en tecnología de la información y la comunicación*. págs.3-10. https://link-springer-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/chapter/10.1007%2F978-3-319-66926-7_1

UNCTAD (2013) *Global Value Chains and development analysis. Investment and value-added trade in the global economy*. Unctad.org

UNIDO (2015). *Global Value Chains and development. UNIDO's support towards inclusive and sustainable industrial development*. www.unido.org

Vásquez-Bernal, O. A., y Cortes-Aldana, F. A. (2018). A goal-based and multi-criteriadecision analysis approach to the certification of professional engineers in Colombia. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 16(1), 84-88.

Vásquez-Bernal, O. A. (2018). *Diseño de una metodología de análisis multicriterio para la certificación de los profesionales de ingeniería en Colombia*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de Colombia. https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/69506/79646296.2018_V1.2.pdf?sequence=1&isAllowed=y

World Bank (2020). *Global Competitiveness Report*. <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020>

World Industrial Property Organization (WIPO), INSEAD and Cornell SC Johnson Business (2020). Global Innovation Index. <https://www.globalinnovationindex.org/Home>

Werner-Lewandowska, K. y Kosacka-Olejnik, M. (2019), Logistics Maturity Model for Engineering Management – Method Proposal. Volume 27, Issue 1, pp. 33-39. https://www.researchgate.net/publication/332198586_Logistics_Maturity_Model_for_Engineering_Management_-_Method_Proposal

Werner-Lewandowska K. y Kosacka-Olejnik M. (2021). *How to improve logistics maturity? – a roadmap proposal for the service industry*. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2351978920321016?token=C2B900D711D469B-2249C302BA48528131D4D989D3F3F4A58201C7C29A272D89A9523777C41C74BF6F6B-8FBD92A9900B3>