

Proceso analítico jerárquico y selección estratégica de proveedores: un estudio bibliométrico

Analytic hierarchy process and the strategic supplier selection: a bibliometric study

RAMÍREZ REVILLA, Gustavo A. ¹

ÁLVAREZ AROS, Erick L. ²

NUÑO DE LA PARRA, Pablo ³

Resumen

Los métodos de selección de proveedores representan parte de la estrategia organizacional. Por lo tanto, este trabajo realizó un estudio bibliométrico de documentos en Scopus, con el propósito de analizar el proceso analítico jerárquico (AHP) en la selección e estratégica de proveedores desde 1997 al 2020. Entre los resultados, se puede mencionar que el método de análisis matemático AHP en combinación con los métodos de inteligencia artificial son los más utilizados en la selección de proveedores.

Palabras clave: selección de proveedores, bibliometrix, proceso analítico jerárquico (AHP), toma de decisiones con criterios múltiples (MCDM)

Abstract

Supplier selection methods represent part of the organizational strategy. Therefore, this work carried out a bibliometric study of documents in Scopus, with the purpose of analyzing the analytic hierarchy process (AHP) approach in the strategic selection of suppliers from 1997 to 2020. Among the results, it is clear that AHP, a method of mathematical analysis in combination with artificial intelligence methods are the most widely used in the supplier selection.

key words: supplier selection, bibliometrix, analytic hierarchy process (AHP), multiple criteria decision making (MCDM)

1. Introducción

“En la búsqueda de mejores desempeños competitivos, una tendencia mundial es la gestión de las cadenas de abastecimiento. Para este propósito, la selección de proveedores constituye una decisión estratégica de alto impacto en el desempeño de la organización” (Sarache, Castrillón, & Ortiz, 2009, p. 146).

Por su parte, algunos autores como Wang, Chin & Leung (2009) afirman que la selección de proveedores es “básicamente un problema de toma de decisiones de criterios múltiples (MCDM) y puede resolverse utilizando enfoques MCDM como el proceso de jerarquía analítica (AHP) (...) desarrollado por Saaty (1980)” (p.3121).

Adicionalmente, Sarfaraz & Balu (2006) comentan que “en general, la selección de proveedores no se basa en un único criterio universal; en cambio, es el resultado de una decisión de criterios múltiples que depende de factores que la autoridad decisoria de la organización considera importantes” (p.463).

¹ Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

² Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (e-mail: erickleobardo.alvarez@upaep.mx). Autor de correspondencia

³ Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.

En ese sentido, los autores Sipahi & Timor (2010) y Tramarico et al. (2015), mencionan que el AHP es uno de los métodos de MCDM más usados en las industrias, es una valiosa herramienta de administración que se utiliza principalmente para los problemas de manufactura en los que interviene la selección de proveedores, la elección de la ubicación y la evaluación de la cadena de suministro con el objetivo de evaluar el desempeño y la estrategia de la empresa.

Por tal motivo, el objetivo de este estudio es analizar el proceso jerárquico analítico (AHP) y la selección de proveedores y presentar una investigación cuantitativa de la literatura relacionada en artículos publicados de 1997 a 2020; para lo cual, se realizó un trabajo bibliométrico de la base de datos de Scopus, cabe mencionar que las publicaciones se recuperaron en formato bibtext y se utilizaron para el análisis en el paquete Bibliometrix "R".

De tal forma que, el presente artículo se organiza de la siguiente manera: en la revisión de literatura se abordan los conceptos de selección de proveedores, MCDM y el enfoque AHP, a continuación, se presenta la propuesta metodológica, posteriormente se analizan los datos y se presentan los resultados obtenidos. Finalmente, se muestran las conclusiones y futuras líneas de investigación.

1.1. Selección de Proveedores

Según los autores, Gottfredson, Puryear & Phillips (2005) las empresas enfrentaron una fuerte rivalidad durante más de un siglo sobre el soporte de bienes que tenían, sin embargo en la década de 1980, el enfoque de la competencia empezó a evolucionar de bienes tangibles a intangibles. Un ejemplo de ello es el cambio que ocurrió en la industria automotriz global, cuando los fabricantes de EUA comenzaron a perder participación de mercado frente a las empresas japonesas ya que los superaban tanto en costo como en calidad, esta situación los impulso a desplazar el trabajo de diseño, ingeniería y fabricación a socios especializados. Es ahí, cuando las organizaciones empiezan a considerar el abastecimiento como una actividad estratégica, con el fin, de conformar asociaciones con socios comerciales importantes que permitan la colaboración estrecha entre ambas partes, formando alianzas para la mejora continua de la calidad y la reducción de costos, así como el establecimiento de relaciones a largo plazo con sus proveedores.

Por su parte, los autores Taluri & Narasimhan (2004) mencionan que los gerentes de compra de las organizaciones deben tomar en cuenta para la selección de sus proveedores, además de los atributos operativos como el costo, la calidad y los tiempos de entrega, algunos elementos estratégicos de desempeño y capacidad como las prácticas de dirección y gestión de calidad, las capacidades de proceso, diseño y desarrollo y los costos, todo esto con el fin de establecer relaciones a largo plazo con sus proveedores.

Conforme a lo mencionado anteriormente, la selección de proveedores es un elemento fundamental y estratégico del abastecimiento, esto conlleva el realizar una evaluación integral de cada uno de los proveedores que le proporcionan a la empresa un bien o servicio, con el propósito de elegir a los mejores para satisfacer sus necesidades.

"Los problemas de la selección de proveedores se pueden consultar en Weber et al. (1991), Partovi et al. (1990) y De Boer (1998)" (Chan, Kumar, Tiwari, Lau, & Choy, 2008, p. 3827).

Para Ghodsypour (1998) fundamentalmente hay dos tipos de problemas de selección de proveedores:

(1) Selección de proveedores cuando todos los proveedores pueden satisfacer las necesidades del cliente, en términos de calidad, precio, capacidad de producción, tecnología, entre otros, únicamente se tiene que evaluar y seleccionar al mejor, a esto se le llama abastecimiento único (single sourcing).

(2) Selección de proveedores cuando ningún proveedor puede satisfacer las necesidades del cliente en su totalidad, por lo cual se tienen que compensar las necesidades que un proveedor no puede cubrir con otros

proveedores, por ejemplo, si la capacidad de producción de un proveedor es limitada y no puede satisfacer la demanda del cliente, el cliente tiene que adquirir la otra parte de la demanda con otro proveedor, esto implica que tienes que evaluar y seleccionar a más de un proveedor, a esto se le llama abastecimiento múltiple (multiple sourcing).

1.2. Toma de decisiones con criterios múltiples (MCDM)

Según Nallusamy (2016) la toma de decisiones es un esfuerzo social y económico importante para cualquier organización. Las actividades de toma de decisiones son los pasos que se toman para elegir una alternativa adecuada de las que se necesitan para alcanzar una meta” (p.131).

“El uso de la teoría de la utilidad de múltiples atributos o criterios puede ayudar a los profesionales de compras a formular estrategias de abastecimiento viables, ya que es capaz de manejar múltiples criterios conflictivos inherentes a la selección de proveedores (...) (Bard, 1992) y (von Nitzsch & Weber, 1993)” (K.S. Bhutta & Huq, 2002).

Weber et al. (1991), Talluri & Narasimhan (2004), Liu & Hai (2005), Amid et al. (2006), Xia & Wu (2007) Chan et al. (2008) y Zimmer et al. (2015) concuerdan que Dickson (1966) fue de los precursores en precisar los criterios más importantes en la selección de proveedores. Dickson (1966) realizó un estudio en el cual resaltó la importancia de los criterios de evaluación en la selección de proveedores para los gerentes de compras.

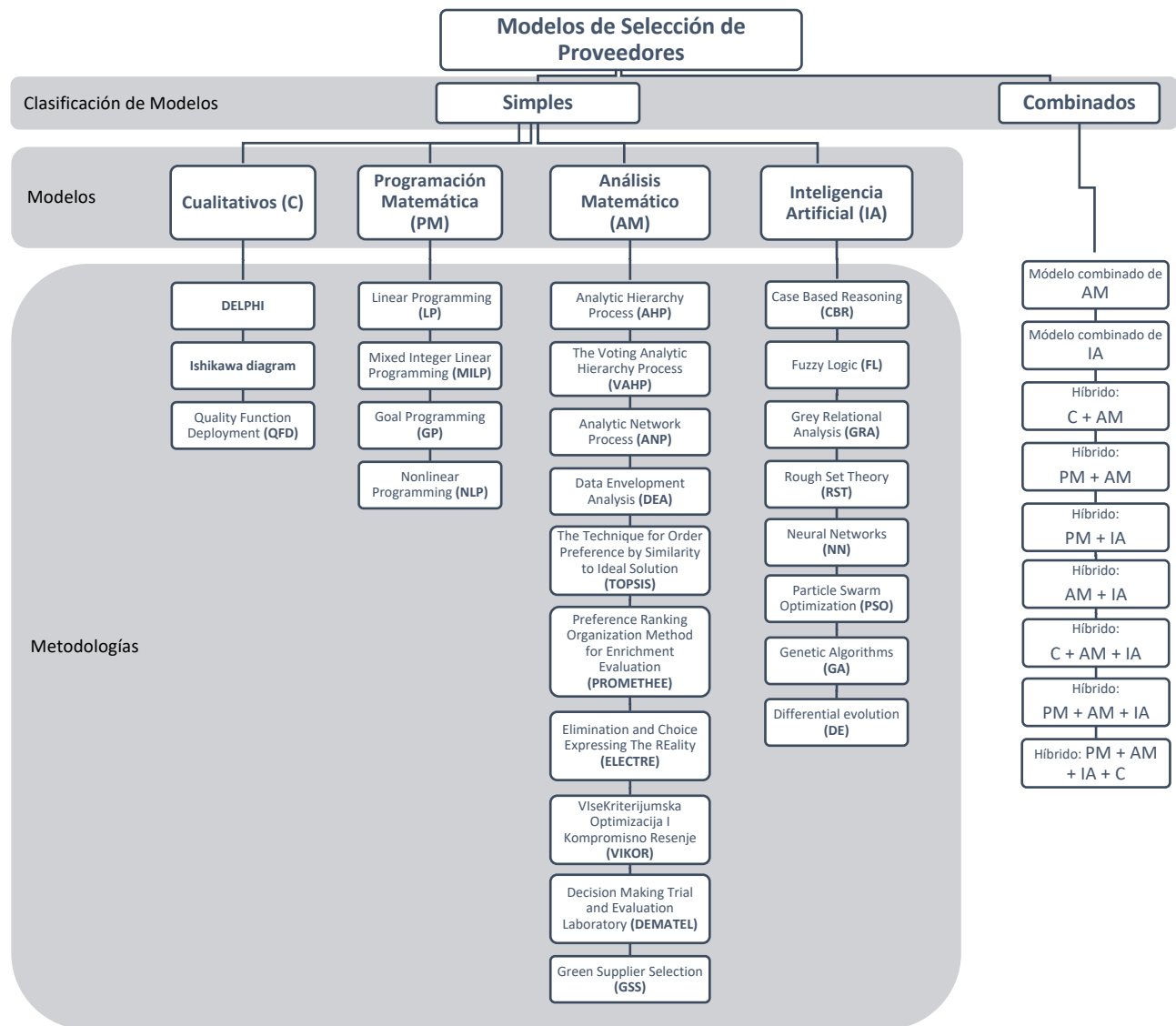
Bhutta & Huq (2002) determinan que la importancia de cada criterio es distinta y depende del peso que le asigne el cliente a cada criterio en base a sus necesidades, además de que los criterios pueden ser tanto cualitativos (adaptabilidad, confiabilidad, entre otros) como cuantitativos (precio, demanda, entre otros), por lo cual se requiere de un modelo decisional que pueda ajustarse a los requerimientos del cliente y pueda integrar ambos aspectos tanto cualitativos como cuantitativos.

Basados en una revisión de 74 artículos de criterios de selección de proveedores Weber et al. (1991) encontraron que en el 64% de los 74 artículos revisados incluían más de un criterio de evaluación. Por otro lado, los autores Weber et al. (1991) y (1993) “utilizaron los 23 criterios de Dickson (1966) e indicaron que el precio neto, entrega y calidad se discutieron en 80%, 59% y 54% de los 74 artículos, respectivamente” (Liu & Hai, 2005, p. 309). Así mismo, los autores Weber et al. (1991) basados en el estudio de Dickson (1966) “concluyen que la calidad, era el más importante criterio seguido por el desempeño en la entrega y el costo en la evaluación de sus proveedores” (Talluri & Narasimhan, 2004, p. 238).

1.2.1. Modelos y métodos MCDM

Los autores Zimmer, Fröhling & Schultmann (2016) se basaron en Chen (2011), Bruno et al. (2012), Kannan et al. (2013) Brandenburg et al. (2014) para clasificar los modelos de selección de proveedores, estos a su vez se dividen en dos categorías: Modelos Simples y Modelos Combinados, los cuales se pueden visualizar en la Figura 1.

Figura 1
Clasificación de Modelos de Selección de Proveedores



Fuente: Modificado de Zimmer, Fröhling & Schultmann, 2016

“Mientras que los modelos simples son menos complejos, los modelos combinados pueden manejar diferentes situaciones de compra (número de criterios o proveedores, industrias,...) de manera más adecuada y el uso de un método compensa principalmente las desventajas del otro” (K. Zimmer et al., 2016).

Distintos métodos se han desarrollado para resolver problemas de selección de proveedores con múltiples criterios como: AHP, programación lineal, DELPHI, lógica difusa, entre otros. La diferencia entre los métodos radica en cómo valoran cada criterio y como integran esta valoración que le dan a cada criterio para obtener una evaluación general.

Con base en la clasificación de Zimmer, Fröhling & Schultmann (2016) podemos decir que la aplicación de los modelos simples depende de utilizar algún método de forma independiente, por ejemplo, se podría utilizar el método LP del modelo de PM para los problemas relacionados con la selección de la ubicación del proveedor, o se podría utilizar el método de GSS de AM para los problemas relacionados con la selección del proveedor sustentable.

Con respecto a los modelos combinados, podemos decir que su aplicación se manifiesta en dos formas:

(1) Cuando se combinan dos o más métodos de algún modelo en particular, por ejemplo, el modelo de AM con la combinación de los métodos AHP y DEA.

(2) Cuando se combinan dos o más métodos de los diferentes modelos, por ejemplo, el modelo combinado híbrido de AM + IA con la combinación de los métodos AHP, GSS y FL, en el cual, los métodos de AHP y GSS corresponden al modelo de AM y el método FL corresponde al modelo de IA.

1.3. Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

“Narasimhan (1983), Nydick & Hill (1992), y Barbarosoglu & Yazgac (1997) propusieron el uso del AHP para tratar el problema de selección de proveedores” (Xia & Wu, 2007, p. 495).

“AHP es un enfoque de toma de decisiones con múltiples criterios, basado en el razonamiento, el conocimiento, la experiencia y las percepciones de los expertos en el campo” (Sarfraz & Balu, 2006, p. 464).

“La fortaleza de AHP radica en su capacidad para estructurar un problema complejo, multipersonal y de múltiples atributos jerárquicamente (...)” (Liu & Hai, 2005, p. 310) asimismo, “(...) evalúa una gran cantidad de factores cuantitativos y cualitativos de manera sistemática bajo múltiples criterios en conflicto” (Badri, 1999, pp. 237–238).

Tramarico (2015) encontró que AHP es un método muy popular en la toma de decisiones y se aplica en un gran número de áreas, incluyendo la planeación, la selección de la mejor alternativa, la asignación de recursos y la resolución de conflictos por lo cual es el más aplicado.

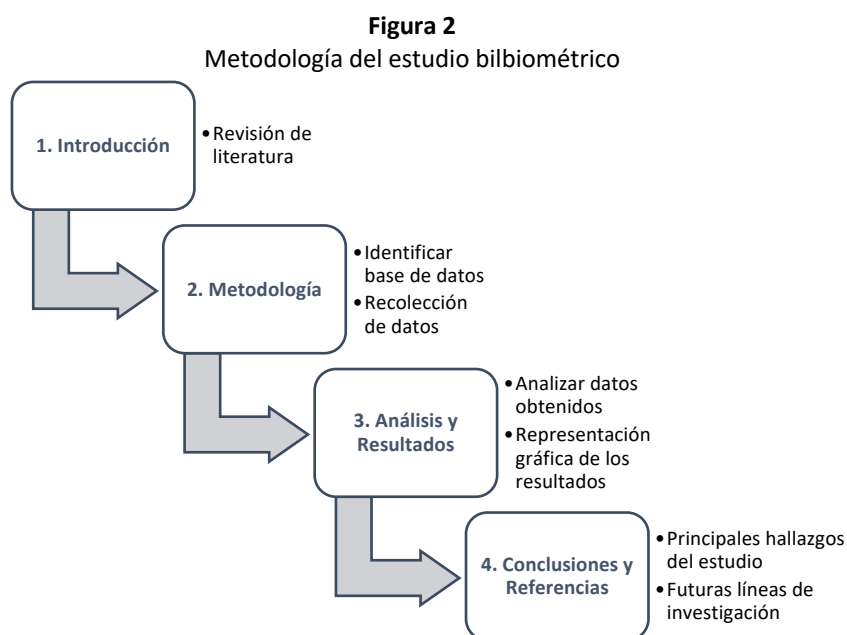
El proceso analítico jerárquico (AHP) desarrollado por Tomas Saaty en (1980) es una herramienta de apoyo muy útil, práctica y sistemática en la toma de decisiones y ha sido de gran ayuda para los gerentes de compras en la difícil tarea de seleccionar eficazmente a sus proveedores.

El AHP es una técnica de decisión multicriterio que provee un enfoque estructurado para determinar los pesos y ponderaciones de los múltiples criterios y los estandariza para que puedan compararse. Este método permite verificar la robustez y credibilidad de la solución a través de un análisis de sensibilidad.

2. Metodología

“El uso de alguna técnica bibliométrica al hacer una revisión de la literatura permite la comprensión de patrones potenciales y, posiblemente, la evolución de una corriente de investigación o tema” (Ferreira, 2011, p. 357).

Como lo muestra la Figura 2, este artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección 1 de introducción se perfila la revisión de la literatura al respecto de la selección de proveedores, los métodos de decisión multicriterio y el proceso analítico jerárquico, la sección 2 que corresponde a la metodología presenta la identificación de la base de datos y la recolección de los datos de la investigación, mientras que la sección 3 que corresponde a los resultados, se presenta el análisis de los datos y su representación gráfica, por medio del cual se identificaron los principales métodos combinados con el AHP para la selección de proveedores, las principales palabras clave y su relación entre ellas, los documentos más citados, se analizó la evolución del número de artículos y su promedio de citas, las principales revistas fuente, la distribución de artículos por país de origen, la distribución de citas por país, los principales autores co-citados, los autores que concentran el mayor número de artículos publicados, así como los grupos de colaboración de autor. La última sección está dedicada a las conclusiones y referencias y presenta los principales hallazgos de este estudio y futuras líneas de investigación.



Fuente: Elaboración propia

2.1. Recolección de datos

Para la recolección de datos se utilizó la base de datos de Scopus, la cual es “la mayor base de datos de resúmenes y de literatura revisada por pares y cuenta con herramientas inteligentes que permiten controlar, analizar y visualizar investigación académica, incluye el contenido de más de 5,000 editores y 105 países diferentes” (Avanzadas & Scopus, 2016).

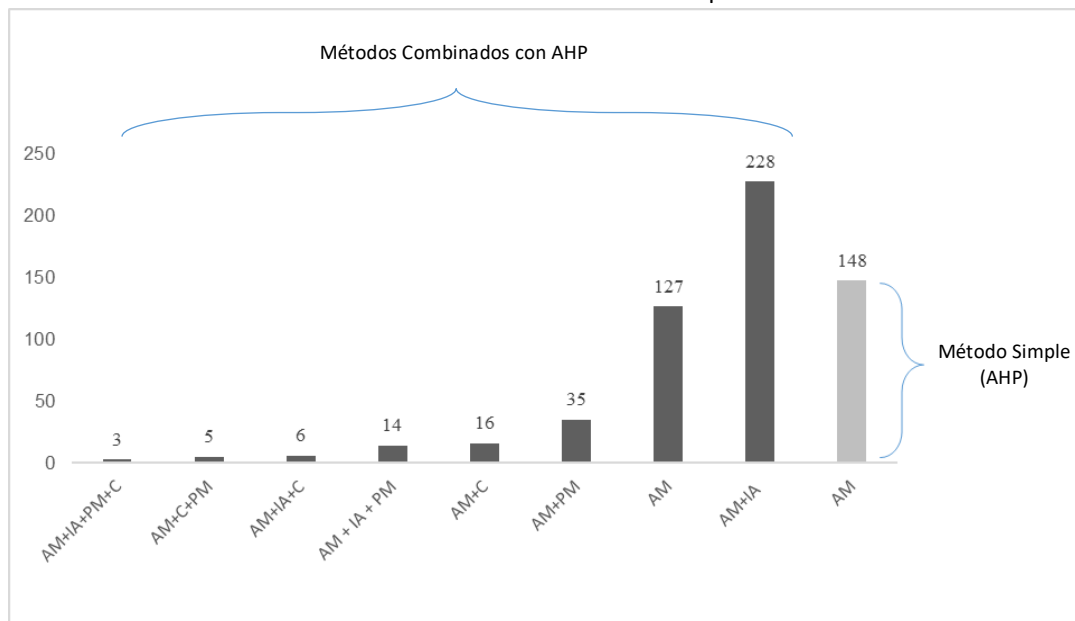
Las palabras clave para la consulta en Scopus fueron “supplier*” y “analyti* hierarchy process”, se buscaron en título, resumen y palabras clave. La palabra clave “supplier*” se dejó abierta con el * para que arrojara todas las variables del término, supplier selection (selección de proveedores), supplier evaluation (evaluación de proveedores) y supplier development (desarrollo de proveedores), de la misma manera, dentro de la palabra clave “analyti* hierarchy process”, la palabra analyti* se dejó abierta con el * para que arrojara todas las variables del término, analytic, analytical, analytics. Se obtuvieron 583 resultados de 345 fuentes (revistas y libros), de los cuales 378 son artículos de revista, 7 capítulos de libro, 196 ponencias y 2 en revisión. El estudio utiliza el software Bibliometrix R-package para analizar los datos obtenidos en la búsqueda de Scopus.

Bibliometrix R-package, proporciona un conjunto de herramientas para la investigación cuantitativa en bibliometría y cienciometría. Está escrito en el lenguaje R, que es un entorno y ecosistema de código abierto. La existencia de algoritmos estadísticos sustanciales y efectivos, el acceso a rutinas numéricas de alta calidad y las herramientas integradas de visualización de datos son quizás las cualidades más fuertes para preferir R a otros lenguajes para el cálculo científico (Aria & Cuccurullo, 2017).

3. Resultados

En la Figura 3, podemos constatar que el modelo combinado híbrido de análisis matemático con inteligencia artificial (AM + IA) es el más usado en los problemas de selección de proveedores con 228 publicaciones, en específico, la combinación más utilizada de este modelo es la del método AHP con el método de lógica difusa con el 37%. En la tabla 1 se detalla la interpretación de la Figura 3 con base al análisis realizado.

Figura 3
Modelos de toma de decisiones con múltiples criterios



Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

Tabla 1
Modelos y métodos más utilizados en la selección de proveedores

Lugar de clasificación	Número de publicaciones	Modelo simple	Modelo Combinado	Combinación de métodos más utilizada	% de la combinación de métodos más utilizada con respecto al número de publicaciones
1	228		AM + IA	AHP + FL	37%
2	148	AM		Solo AHP	100%
3	127		AM	AHP + DEA	19%
4	35		AM + PM	AHP + LP	26%
5	16		AM + C	AHP + DELPHI	44%
6	14		AM + IA + PM	AHP + FL + LP	36%
7	6		AM + IA + C	AHP + FL + DELPHI	67%
8	5		AM + C + PM	AHP + DELPHI + GP	80%
9	3		AM + IA + PM + C	AHP + FL + LP + QFD	67%

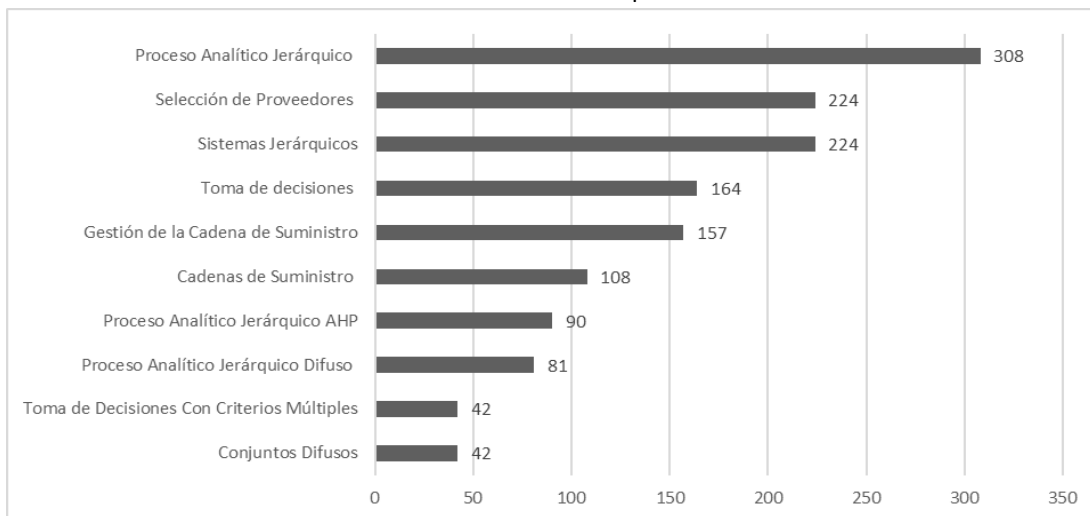
Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

Con el objetivo de visualizar las palabras clave que más aparecen en los documentos de este estudio, se graficó la Figura 4, en la cual se encontró que las palabras con más apariciones son: proceso analítico jerárquico y selección de proveedores con 308 y 224 publicaciones, lo que demuestra que dichas palabras clave están alineadas al título y objetivo de este estudio.

Con el propósito de visualizar como se relacionan las palabras clave que se muestran en la Figura 4, se realizó un análisis de coincidencia en red. La Figura 5, es una representación gráfica en red de las palabras clave más frecuentemente encontradas para identificar el contenido que está mayormente vinculado entre los artículos, las palabras clave con letra más grande son las que tienen más apariciones en los documentos. Adicionalmente, la representación gráfica de las palabras clave proporciona algunos de los temas en los cuales se centraron los autores para los problemas de selección de proveedores, en los cuales, se observa en el centro de la red las

palabras: selección de proveedores, proceso analítico jerárquico, toma de decisiones y cadena de suministro, mientras que en la periferia de la red encontramos algunos métodos combinados con el AHP como el método AHP difuso, así como, se observa el campo de aplicación de la selección de proveedores a través de las palabras clave industria, manufactura y competencia.

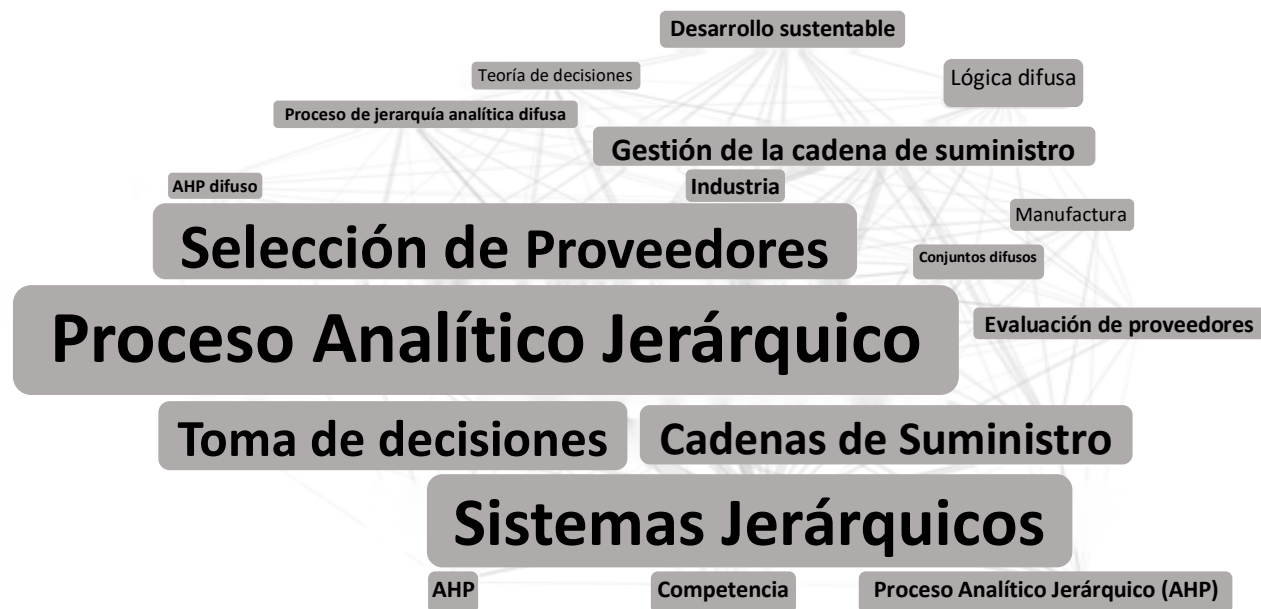
Figura 4
Palabras clave con más apariciones



Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

Figura 5

Red de coincidencia de palabras clave



Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

La Tabla 2, ofrece una lista de los estudios académicos individuales más frecuentemente citados. La mayoría de estos estudios abordan el problema de la selección de proveedores y su relación con el AHP como metodología de apoyo para la toma de decisiones. Las citas locales se refieren al número de citas que un documento ha

recibido de otros documentos incluidos en esta consulta y con respecto a las citas globales, se refieren al número de citas que un documento ha recibido de otros documentos contenidos en toda la base de datos de Scopus. Se observa que el documento más citado es el de Ghodsypour (1998) el cual ha sido el referente de muchos de los artículos que se han escrito posteriormente.

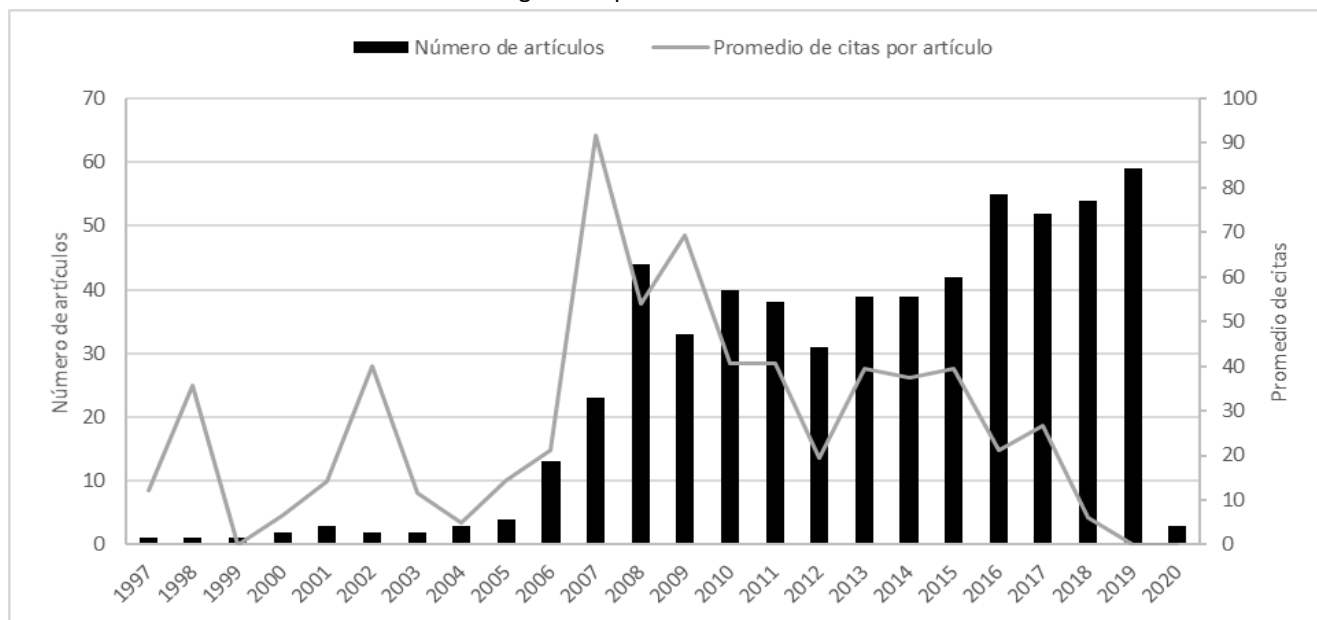
De acuerdo a la Figura 6, se observa un incremento en el número de publicaciones de la consulta a una tasa anual del 4% con un promedio de veinticuatro publicaciones por año. A excepción de 1999, al menos una investigación fue publicada por año, y a partir del 2006 el número de publicaciones tuvo un aumento significativo. En 2008, se ilustra un alto número de publicaciones con valores discrepantes en relación con la tendencia de crecimiento observada. El más alto resultado del periodo se dio en el 2019 con cincuenta y nueve publicaciones. Se muestra también en la gráfica que se dieron dos saltos muy importantes en el incremento de publicaciones; uno fue de 2007 a 2008 yendo de veintitrés a cuarenta y tres artículos, y el otro de 2015 a 2016 yendo de cuarenta y uno a cincuenta y cinco artículos. Con respecto al promedio de citas por artículo, el gráfico muestra un comportamiento irregular de subidas y bajadas en el periodo analizado, teniendo un promedio de veintinueve punto cuatro citas por artículo y con una tendencia a la baja, alcanzando en 2007 su mayor pico con sesenta y cuatro citas.

Tabla 2
Artículos citados con mayor frecuencia

Primer autor	Título	Citas locales	Citas globales	Año	Revista
Ghodsypour, S.H.	A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming	106	819	1998	International Journal of Production Economics
Chan, F.T.S.	Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach	65	765	2007	OMEGA
Handfield, R.	Applying environmental criteria to supplier assessment: A study in the application of the Analytical Hierarchy Process	46	627	2002	European Journal of Operational Research
Lee, A.H.I.	A green supplier selection model for high-tech industry	46	442	2009	Expert Systems with Applications
Barbarosolu, G.	N/A	43	277	1997	Production and Inventory Management Journal
Chan, F.T.S.	Global supplier selection: a fuzzy-AHP approach	41	373	2008	International Journal of Production Research
Liu, F.H.F.	The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier	38	332	2005	International Journal of Production Economics
Xia, W.	Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments	38	389	2007	OMEGA
Bhutta, K.S.	Supplier selection problem: a comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches	35	293	2002	Supply Chain Management
Lee, A.H.I.	A fuzzy supplier selection model with the consideration of benefits, opportunities, costs and risks	35	251	2009	Expert Systems with Applications

Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

Figura 6
Evolución del número de artículos y promedio de citas globales por artículo de 1997 a 2020



Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

La lista de la Tabla 3 de las principales revistas encontradas en las publicaciones, contempla tanto el cuartil de la revista como su índice h.

El cuartil, es un indicador que sirve para evaluar la importancia relativa de una revista dentro del total de revistas de su área, es decir, se divide en 4 partes iguales un listado de revistas ordenadas de mayor a menor índice de impacto, cada una de estas partes será un cuartil; por lo que una revista que tenga cuartil (Q1) sería la de mayor impacto (“Cuartiles - Índices de impacto - Biblioguías Deusto at Universidad de Deusto,” n.d.).

El índice h propuesto por Hirsch (2005) de un investigador es definido con el número de artículos publicados por el investigador, los cuales obtengan citas mayores o iguales a ese número. En el caso de las revistas, una revista tiene un índice h si ha publicado h artículos con al menos h citas cada uno. Por ejemplo, cuando se dice que el índice h de una revista es quince, significa que tiene, por lo menos, quince artículos publicados, cada uno de ellos con al menos quince citas.

La lista de las revistas que publican el mayor número de artículos con respecto a la selección de proveedores, la podemos encontrar en la Tabla 3; se observa que la lista la encabeza la revista Expert Systems With Applications, con 23 artículos Q1 e índice h de 162; sin embargo, la revista International Journal of Production Research posicionada en el segundo lugar de la lista de publicaciones con 20 artículos Q1 e índice h de 226, se coloca con la mayor indización de todas las revistas del listado, lo que significa que sus artículos son los más citados, posicionándola como la mejor de la tabla.

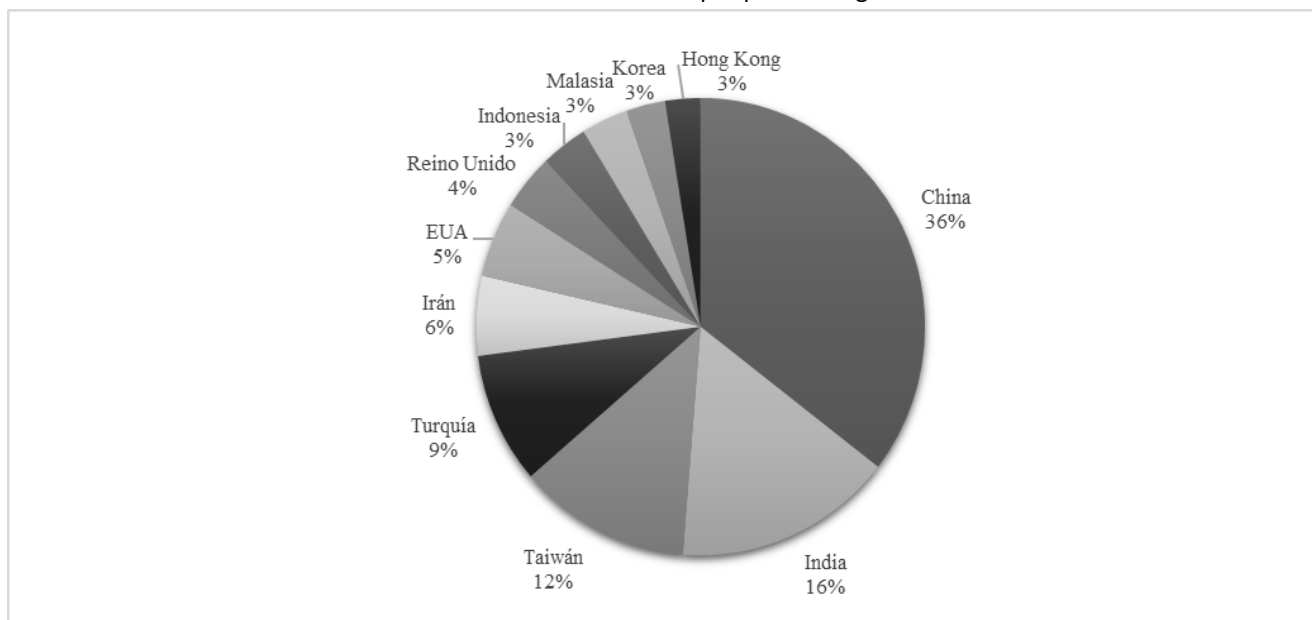
El análisis revela que los 583 documentos de la consulta se derivan de 49 países. Con el propósito de detectar a los países con la mayor producción de artículos se realizó la distribución de artículos por país de origen. En la Figura 7, se graficaron los países que concentran el 60% de los artículos, se observa que solo 10 países concentran la mayoría de los documentos, donde China es el país más productivo, con el 36% de los artículos, seguido de la India, Taiwán y Turquía con 16%, 12% y 9% respectivamente. Se observa también una concentración de países asiáticos (China, India, Taiwán, Turquía, Irán, Indonesia, Malasia, Korea y Hong Kong) en la producción de artículos con el 91%.

Tabla 3
Principales Revistas

Revistas	Artículos	Quartil	Índice h
Expert Systems with Applications	23	Q1	162
International Journal of Production Research	20	Q1	226
Computers and Industrial Engineering	11	Q1	111
Advanced Materials Research	9	N/A	31
International Journal of Advanced Manufacturing Technology	8	Q1	99
Benchmarking	7	Q2	54
International Journal of Production Economics	7	Q1	155
IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	7	N/A	24
2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, WiCOM 2008	6	N/A	15
Applied Mechanics and Materials	6	Q4	28

Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

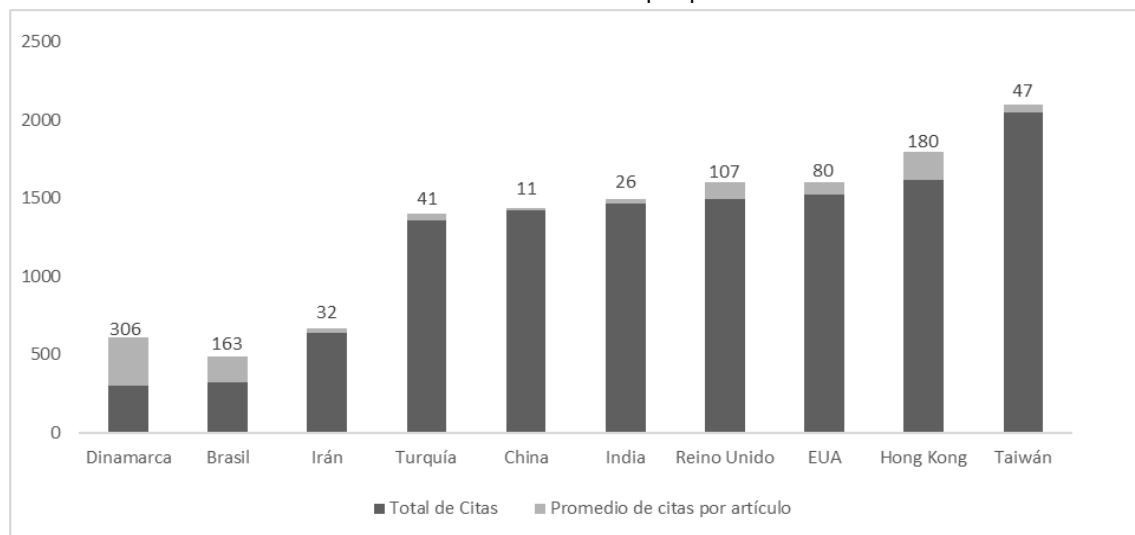
Figura 7
Distribución de artículos por país de origen



Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

En la Figura 8, se muestran los principales países que acumulan el mayor volumen de citas por país y su promedio de citas por artículo. Se aprecia que 3 países asiáticos: Taiwán, Hong Kong y China concentran el mayor volumen de citas con 5,090, siendo Taiwán el país que concentra el mayor volumen con 2,050 citas, sin embargo, solo tiene 47 citas en promedio por artículo. Por otro lado, Dinamarca, aunque presenta el menor volumen de citas con 306, tiene igual número de citas por artículo (306), por lo cual las publicaciones de Dinamarca son las más citadas de estos diez países.

Figura 8
Distribución de citas por país

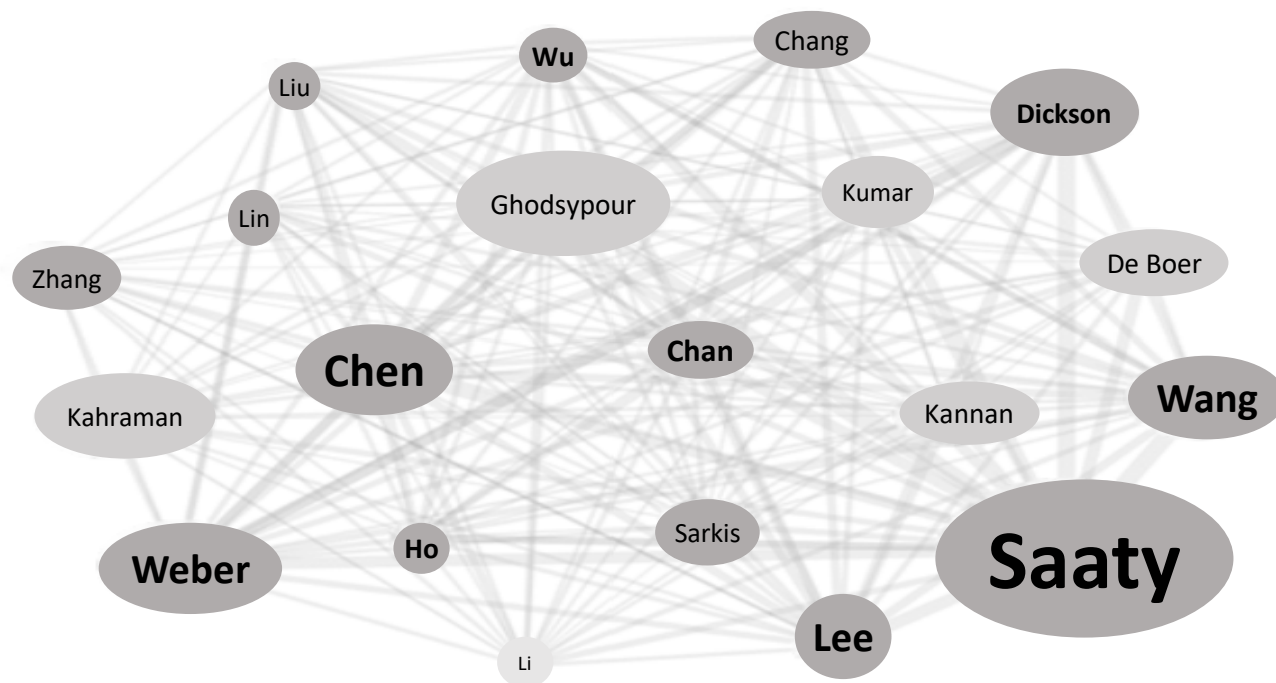


Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

El análisis de co-citas parte de la premisa de la cual dos o más autores son co-citados (citados juntos) por un tercero y posterior trabajo, entre mayor sea la frecuencia de co-citación, mayor será la afinidad entre ellos; por lo tanto, existe una similitud temática. “Si se asume que los autores altamente citados representan los conceptos, métodos o experimentos claves en un campo, los patrones de co-citación podrían ser usados para identificar y visualizar las relaciones entre estos autores claves” (Small, 1973). La Figura 9 muestra una representación en red para autores co-citados, los autores que aparecen con las letras de mayor tamaño son los más co-citados. Saaty, Weber, Dickson y Ghodsypour se muestran como los referentes en el mapa de co-citas con el mayor número de enlaces a otros autores con sus trabajos, The analytical hierarchy process (1980), Vendor selection criteria and methods (1991), An analysis of vendor selection systems and decisions (1966), A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming (1998) respectivamente.

La Figura 10 muestra a los autores que concentran el mayor número de artículos publicados. Se observa que los autores Lee A.H.I (Taiwán) y Wang X (China) encabezan la lista con 9 publicaciones cada uno, seguidos de Routroy S. (India), Chan F.T. S (Hong Kong) y Kar A.K. (India) con 8, 7 y 7 respectivamente.

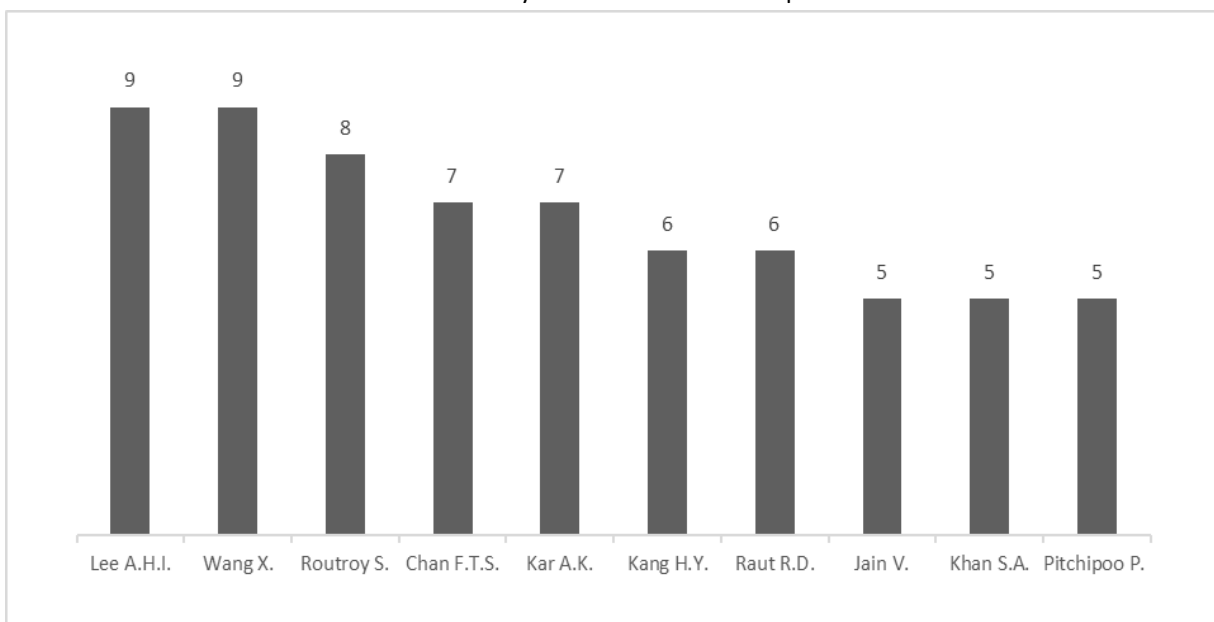
Figura 9
Red de coincidencia de autores co-citados



Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

Figura 10

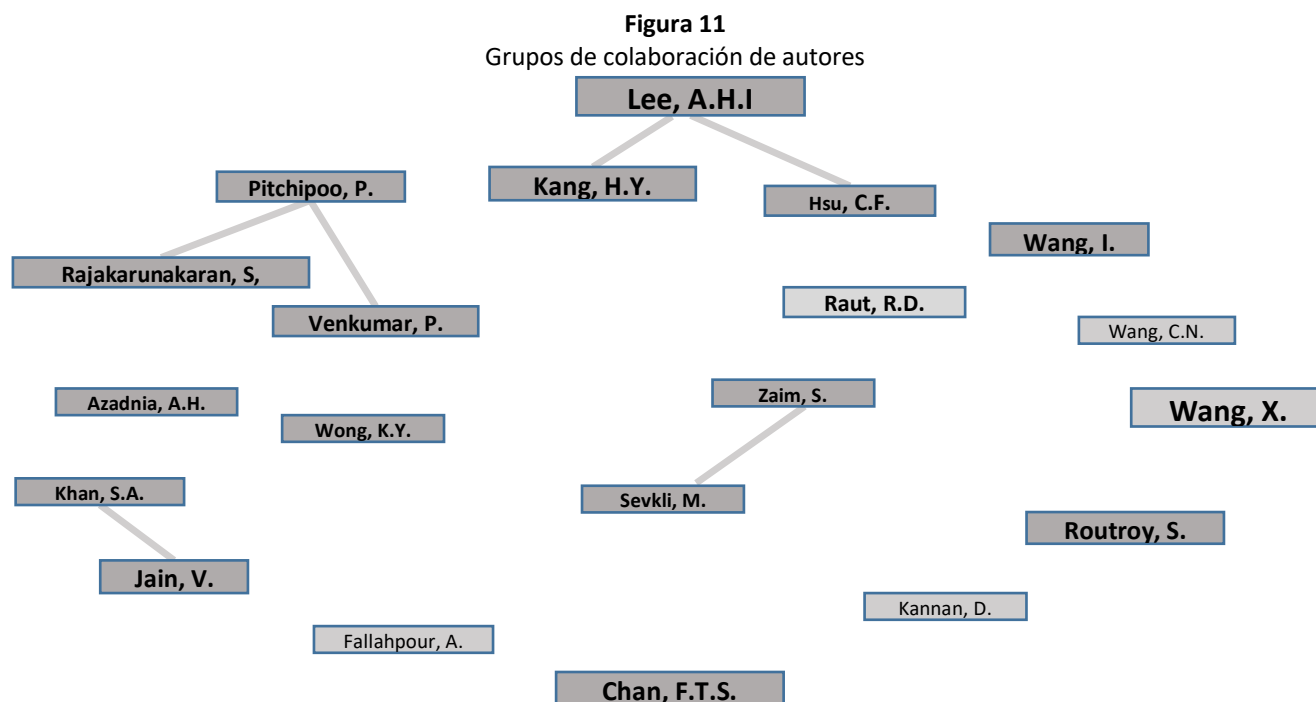
Autores con el mayor número de artículos publicados



Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

La red de coincidencia de colaboración entre autores muestra como los autores o instituciones están relacionados entre sí en el campo de la investigación científica: la influencia que tienen unos autores sobre otros, las instituciones relevantes en un campo específico de investigación, así como, las redes de coautoría y

colaboración científica. En la Figura 11, se visualizan cuatro grupos de colaboración existentes en el campo de la selección de proveedores, entre los cuales el grupo más fuerte lo encabeza el grupo de autores Lee , Kang y Hsu.



Fuente: Elaboración a partir de documentos de Scopus

4. Conclusiones

Este estudio analizó la literatura relacionada con la selección de proveedores y el proceso jerárquico analítico (AHP) desde la perspectiva de la toma de decisiones estratégica. Cabe mencionar que la limitación de esta investigación fue el solo usar la base de datos de Scopus.

El objetivo de este estudio se logró a través del análisis bibliométrico, el cual evidenció que de 583 publicaciones estudiadas de 1997 a 2020 de los métodos de MCDM, el método AHP se aplicó como método de selección de proveedores en todos los documentos de la consulta tanto de manera simple como combinada con otros métodos. De tal manera que, el método de análisis matemático AHP en combinación con los métodos de inteligencia artificial son los más utilizados en la selección de proveedores con 228 publicaciones, en específico, la combinación más utilizada es la del método AHP con el método de lógica difusa como lo muestra la Tabla 1 de modelos y métodos más utilizados en la selección de proveedores.

En los artículos más citados se evidencia que AHP puede combinarse con otros métodos, tales como: programación lineal, lógica difusa, el proceso de votación y el costo total de propiedad.

En la red de coincidencia de palabras clave, las palabras selección de proveedores y AHP se muestran como los principales nodos de la red con interconexiones de relación a temas de dirección de la cadena de suministro, toma de decisiones, evaluación de proveedores, desarrollo sustentable, conjuntos difusos, industria, competencia, lógica difusa y manufactura.

En relación a la evolución de las publicaciones en el periodo de estudio, estas han estado creciendo a una tasa anual del 4% con un promedio de 24 publicaciones por año, teniendo dos saltos muy significativos, de 2007 a 2008 incrementando de 23 a 43 publicaciones, y el otro de 2015 a 2016 incrementando de 41 a 51 publicaciones.

En el análisis de las principales revistas se encontró que la revista *Expert Systems With Applications* tiene el mayor número de publicaciones; sin embargo, la revista *International Journal of Production Research* posicionada en el segundo lugar de publicaciones, se coloca con la mayor indización de todas las revistas del listado, lo que significa que sus publicaciones son las más citadas.

En la distribución de artículos por país de origen, se graficaron los países que concentran el 60% de los artículos, se observa que solo 10 países concentran la mayoría de los documentos, donde China es el país más productivo, con el 36% de los artículos, seguido de la India, Taiwán y Turquía con 16%, 12% y 9% respectivamente. Se observa también una concentración de países asiáticos (China, India, Taiwán, Turquía, Irán, Indonesia, Malasia, Korea y Hong Kong) en la producción de artículos con el 91%.

En la distribución de citas por país, se aprecia que de los 10 países que concentran el mayor volumen de citas, Taiwán está en primer lugar con 5,090 citas y 47 citas por artículo en promedio. Por otro lado, Dinamarca, aunque presenta el menor volumen de citas con 306, tiene igual número de citas por artículo, por lo cual las publicaciones de Dinamarca son las más citadas.

La red de coincidencia de autores co-citados, muestra que los autores Saaty, Wang, Weber, Dickson y Lee son los referentes en el mapa de co-citas con el mayor número de enlaces a otros autores.

Por otro lado, los autores con el mayor número de publicaciones lo encabezan Lee, A.H.I. y Wang, X., con 9 publicaciones seguidos de Routroy, S. con 8. En la gráfica de colaboración de autores, se visualizan cuatro grupos de colaboración existentes en el campo de la selección de proveedores, entre los cuales el grupo más fuerte lo encabeza el grupo de autores compuesto por Lee, A.H.I, Kang, H.Y. y HSU, C.F.

Las diferentes industrias deben considerar la aplicación del AHP tanto como método simple o en combinación con otros métodos para sus problemas de selección de proveedores ya que este es un elemento clave del abastecimiento estratégico.

Como futura línea de investigación, se propone realizar un análisis cuantitativo que incluya el factor de impacto de las publicaciones.

Agradecimientos

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) por su apoyo y patrocinio para la realización de este artículo.

Referencias bibliográficas

- Amid, A., Ghodsypour, S. H., & O'Brien, C. (2006). Fuzzy multiobjective linear model for supplier selection in a supply chain. *International Journal of Production Economics*, 104(2), 394–407. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.04.012>
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Avanzadas, F., & Scopus, E. N. (2016). Scopus funcionalidades avanzadas. *Fundación Española Para La Ciencia y La Tecnología*, 1–68.
- Badri, M. A. (1999). Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem. *International Journal of Production Economics*, 62(3), 237–248. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00249-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00249-7)

- Barbarosoğlu, G., & Yazgaç, T. (1997). An application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem. *Production and Inventory Management Journal*, 38(1), 14–21.
- Bard, J. F. (1992). A comparison of the analytic hierarchy process with multiattribute utility theory: A case study. *IIE Transactions (Institute of Industrial Engineers)*, 24(5), 111–121.
<https://doi.org/10.1080/07408179208964251>
- Bhutta, K.S., & Huq, F. (2002). Supplier selection problem: A comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches. *Supply Chain Management*, 7(3), 126–135.
<https://doi.org/10.1108/13598540210436586>
- Bhutta, Khurram S., & Huq, F. (2002). Supplier selection problem: A comparison of the total cost of ownership and analytic hierarchy process approaches. *Supply Chain Management*, 7(3), 126–135.
<https://doi.org/10.1108/13598540210436586>
- Brandenburg, M., Govindan, K., Sarkis, J., & Seuring, S. (2014). Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions. *European Journal of Operational Research*, 233(2), 299–312.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.09.032>
- Bruno, G., Esposito, E., Genovese, A., & Passaro, R. (2012). AHP-based approaches for supplier evaluation: Problems and perspectives. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 18(3), 159–172.
<https://doi.org/10.1016/j.pursup.2012.05.001>
- Chan, F. T. S., Kumar, N., Tiwari, M. K., Lau, H. C. W., & Choy, K. L. (2008). Global supplier selection: A fuzzy-AHP approach. *International Journal of Production Research*, 46(14), 3825–3857.
<https://doi.org/10.1080/00207540600787200>
- Chen, Y. J. (2011). Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain. *Information Sciences*, 181(9), 1651–1670. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2010.07.026>
- Cuartiles - Índices de impacto - Biblioguías Deusto at Universidad de Deusto. (n.d.). Retrieved May 6, 2020, from <https://biblioguias.biblioteca.deusto.es/c.php?g=155487&p=1114311>
- De Boer, L., Van Der Wegen, L., & Telgen, J. (1998). Outranking methods in support of supplier selection. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 4(2–3), 109–118.
[https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(97\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(97)00034-8)
- Dickson, G. W. (1966). An Analysis Of Vendor Selection Systems And Decisions. *Journal of Purchasing*, 2(1), 5–17. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493x.1966.tb00818.x>
- Ferreira, M. P. (2011). A bibliometric study on Ghoshal’s Managing across Borders. *Multinational Business Review*, 19, 357–375. <https://doi.org/10.1108/15253831111190180>
- Ghodsypour, S. H., & O’Brien, C. (1998). A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. *International Journal of Production Economics*, 56–57, 199–212. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(97\)00009-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(97)00009-1)
- Gottfredson, M., Puryear, R., & Phillips, S. (2005). Estratégico : De La Periferia Al Centro. *Harward Deusto Business Review*, 1–9.
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual’s scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102(46), 16569–16572.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>

- Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., & Diabat, A. (2013). Integrated fuzzy multi criteria decision making method and multiobjective programming approach for supplier selection and order allocation in a green supply chain. *Journal of Cleaner Production*, 47, 355–367. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.02.010>
- Liu, F.-H. F., & Hai, H. L. (2005). The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. *International Journal of Production Economics*, 97(3), 308–317. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.09.005>
- Nallusamy, S., Sri Lakshmana Kumar, D., Balakannan, K., & Chakraborty, P. S. (2016). MCDM tools application for selection of suppliers in manufacturing industries using AHP, fuzzy logic and ANN. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 19, 130–137. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.19.130>
- Narasimhan, R. (1983). An Analytical Approach to Supplier Selection. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 19(4), 27–32. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493x.1983.tb00092.x>
- Nydick, R. L., & Hill, R. P. (1992). Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 28(2), 31–36. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493x.1992.tb00561.x>
- Partovi, F. Y., Burton, J., & Banerjee, A. (1990). Application of Analytical Hierarchy Process in Operations Management. *International Journal of Operations & Production Management*, 10(3), 5–19. <https://doi.org/10.1108/01443579010134945>
- Sarache, W. A., Castrillón, Ó. D., & Ortiz, L. F. (2009). Selección de Proveedores: Una Aproximación al Estado del Arte. *Cuadernos de Administración*, 22(38), 145–167. Retrieved from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20511730008>
- Sarfaraz, A. R., & Balu, R. (2006). An integrated approach for supplier selection. In *2006 IEEE International Conference on Industrial Informatics, INDIN'06* (pp. 463–468). <https://doi.org/10.1109/INDIN.2006.275600>
- Sipahi, S., & Timor, M. (2010). The analytic hierarchy process and analytic network process: An overview of applications. *Management Decision*, 48(5), 775–808. <https://doi.org/10.1108/00251741011043920>
- Small, H. (1973). Co-citation in the Scientific Literature : A New Measure of the Relationship Between Two Documents. *Journal of the American Society for Information Science*, 24(4), 265–269. Retrieved from http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/asi.4630240406/abstract%5CnD:%5Czotero_Data%5Czotero%5CProfiles%5C1sqw9v0j.default%5Czotero%5Cstorage%5CGCR7NPQA%5Cabstract.html
- Talluri, S., & Narasimhan, R. (2004). A methodology for strategic sourcing. *European Journal of Operational Research*, 154(1), 236–250. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(02\)00649-5](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(02)00649-5)
- Tramarico, C. L., Mizuno, D., Salomon, V. A. P., & Marins, F. A. S. (2015). Analytic hierarchy process and supply chain management: A bibliometric study. *Procedia Computer Science*, 55(Itqm), 441–450. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.07.005>
- von Nitzsch, R., & Weber, M. (1993). The Effect of Attribute Ranges on Weights in Multiattribute Utility Measurements. *Management Science*, 39(8), 937–943. <https://doi.org/10.1287/mnsc.39.8.937>
- Wang, Y.-M., Chin, K.-S., & Leung, J. P.-F. (2009). A note on the application of the data envelopment analytic hierarchy process for supplier selection. *International Journal of Production Research*, 47(11), 3121–3138. <https://doi.org/10.1080/00207540701805653>

- Weber, C. A., & Current, J. R. (1993). A multiobjective approach to vendor selection. *European Journal of Operational Research*, 68(2), 173–184. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(93\)90301-3](https://doi.org/10.1016/0377-2217(93)90301-3)
- Weber, C. A., Current, J. R., & Benton, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 50(1), 2–18. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90033-R](https://doi.org/10.1016/0377-2217(91)90033-R)
- Xia, W., & Wu, Z. (2007). Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments. *Omega*, 35(5), 494–504. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2005.09.002>
- Zimmer, K., Fröhling, M., & Schultmann, F. (2016). Sustainable supplier management - A review of models supporting sustainable supplier selection, monitoring and development. *International Journal of Production Research*, 54(5), 1412–1442. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1079340>
- Zimmer, Konrad, Fröhling, M., & Schultmann, F. (2015). Sustainable supplier management – a review of models supporting sustainable supplier selection , monitoring and development, 7543(October). <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1079340>