

PROCESO PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PROVEEDORES

XIX
CONGRESO
INTERNACIONAL
DE
CONTADURÍA
ADMINISTRACIÓN
E
INFORMÁTICA

Área de Investigación: Operaciones

María del Pilar Ester Arroyo López

Escuela de Ingeniería Tecnológico de Monterrey
Campus Toluca, México
pilar.arroyo@itesm.mx

José Antonio Ramos Rangel

Escuela de Ingeniería Tecnológico de Monterrey
Campus Toluca, México
joseantonio.ramos@itesm.mx



Octubre 8, 9 y 10 de 2014 ♦ Ciudad Universitaria ♦ México, D.F.



ANFECA
Asociación Nacional de Facultades y
Escuelas de Contaduría y Administración



PROCESO PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE PROVEEDORES

Introducción

De acuerdo con el Word Bank, México está clasificado dentro del grupo de países de bajo costo LCC (Low Cost Country), lo cual resulta atractivo para aquellas empresas multinacionales que buscan reducir sus costos de producción. Sin embargo el abasto global requiere de algo más que bajos costos; otros atributos importantes que se requiere para que un país resulte atractivo como zona de abasto internacional incluyen una buena infraestructura logística internacional; seguridad política, económica y social y una base de proveedores regionales competitiva. En los estudios sobre competitividad industrial realizados por la agencia de consultoría Deloitte Touche Tohmatsu Limited junto con el U.S. Council on Competitiveness se han incluido estos y otros elementos clave a nivel macro, como los cambios estructurales de la economía mundial y los avances en manufactura, para establecer el grado de competitividad de un país. Los resultados del estudio del 2012 –basado en encuestas a 550 ejecutivos de alto nivel- mostraron que los trece países con mayor competitividad industrial actual en orden descendente fueron: China, Alemania, USA, India, Corea del Sur, Taiwán, Canadá, Brasil, Singapur, Japón, Tailandia, México y Malasia.

En un esfuerzo por mejorar la competitividad de México como país proveedor internacional, tanto el gobierno federal como los locales han realizado diversas acciones entre las que destacan la inversión y mejora de la infraestructura logística, la oferta de estímulos para la inversión extranjera y el desarrollo de proveedores locales para que éstos puedan integrarse a las cadenas de suministro internacionales. Entre estas iniciativas destaca el Programa Nacional de Desarrollo de Proveedores patrocinado por la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA), la Secretaría de Economía y Nacional Financiera el cual cuenta además con el soporte de empresas líderes tanto nacionales como multinacionales que buscan desarrollar proveedores mexicanos. El objetivo del programa es contribuir al desarrollo económico a través de la creación de relaciones de asociación entre proveedores regionales y empresas líderes, la transferencia de tecnología y el intercambio de conocimientos. La participación y apoyo técnico que se brinda al proveedor depende de hasta donde cumple con los requisitos o criterios de desempeño de las empresas compradoras. La definición de estos criterios es relevante no sólo para decidir su esquema de participación en el programa y la asesoría que requiere sino también para mejorar la competitividad de la base actual de proveedores mexicanos, lo cual es determinante para que México sea elegido como país atractivo para el abasto global.

El objetivo de este estudio fue implementar un proceso sistemático y orientado en metas estratégicas para construir un puntaje (score) de evaluación para los proveedores que



demandan las empresas líderes del sector de electrónicos con el fin de identificar los puntos débiles de los proveedores mexicanos que aspiran a formar parte de las cadenas globales de este sector y sugerir programas de desarrollo enfocados a mejorar su competitividad actual. Se eligió a este sector porque de acuerdo con el Global Trade Atlas, en años recientes México fue el segundo mayor exportador de uno de los productos electrónicos más importantes, los televisores. Éste y otros de los productos más importantes para este sector –computadoras, teléfonos celulares, micrófonos, altavoces y auriculares, partes de teléfonos, aparatos de transmisión y recepción, circuitos modulares y consolas de videojuegos – están siendo producidos en México por compañías líderes como LG, Sony, Samsung y Lenovo, y por empresas globales subcontratistas de manufactura de electrónicos (manufacturing subcontractors) como Flextronics, Jabil Circuit y Sanmina. En México hay un total de 777 empresas especializadas en la industria electrónica, las cuales están ubicadas principalmente en Baja California, Tamaulipas, Chihuahua y Jalisco.

Marco Teórico

De acuerdo con el Council of Supply Chain Management, la administración de la cadena de abastecimiento (SCM por sus siglas en inglés) involucra la administración de todas las actividades relacionadas con el aprovisionamiento, producción y suministro de bienes, así como la gestión de la logística y de las relaciones con todos los integrantes de la cadena. Dentro de este concepto de SCM el tema de aprovisionamiento ha ido ganando interés debido a la necesidad de integración y coordinación pro-activa de materiales, componentes, procesos, tecnologías, diseños e instalaciones a nivel mundial que amerita el abasto global (Trent y Monczka, 2005). La producción de bienes en diversas zonas del mundo ha contribuido a la desintegración de la cadena de suministro que incluye actualmente a una red de proveedores dispersos geográficamente y de cuyas competencias depende la eficiencia del aprovisionamiento. Debido a esto, la función del área de compras ya no se visualiza más como una actividad operativa sino como una actividad estratégica denominada administración del abasto (*procurement* en inglés). Las responsabilidades de esta nueva función incluyen: la administración de costos y precios de los productos; la identificación, evaluación, selección y administración de relaciones con proveedores; y el control de los flujos de productos hasta su recepción por parte de la empresa (Sarache-Castro, Castrillón-Gómez y Ortiz-Franco, 2009).

En la administración del abasto, la evaluación extensa y sistemática de la eficiencia de los proveedores es crítica para seleccionarlos y controlar su desempeño (Lasch y Janker, 2005). Los criterios empleados para calificar proveedores están determinados por la estrategia de la empresa la cual se refleja en la estrategia de abasto y en el tipo de relación que se establece entre las empresas compradora y proveedora. Por ejemplo, si la estrategia de la empresa es de costos, la estrategia de abasto se orientará a la reducción en el precio de compra; tal estrategia puede implementarse de diferentes formas. Si existe un mercado de proveedores competentes, se pueden realizar subastas de precio, lo que resultaría en relaciones transaccionales de corto plazo con el proveedor, mientras que otra opción sería elegir una única fuente de abasto y trabajar en colaboración con el proveedor elegido para realizar



proyectos de reducción de costos. Estas alternativas son contrastantes e influyen en los criterios elegidos para calificar proveedores, en la primera el criterio dominante será el costo de la adquisición pero en la segunda habrá que incluir criterios relacionados con las competencias del proveedor para la mejora continua y el trabajo colaborativo, entre otras.

Un único método para la evaluación de proveedores no puede por tanto atender a los objetivos estratégicos de todas las empresas, siendo necesario seguir un proceso sistemático para definir el sistema de evaluación más conveniente para cada contexto. Sarache-Castro et al. (2009) consideran que para construir un índice de evaluación apropiado para un proveedor es necesario tomar en cuenta los siguientes tres elementos: 1) las características de la cadena de suministro, 2) la estrategia empresarial para la administración del abasto y 3) los métodos de selección que apoyan la decisión. Las particularidades de la cadena de suministro definen el tipo de relaciones entre proveedores y el tamaño de la base de proveedores, en tanto la estrategia de aprovisionamiento establece los criterios clave a utilizar en la construcción del índice de evaluación. Finalmente es necesario elegir los métodos para la evaluación y selección de proveedores; una gran variedad de métodos cuantitativos está disponible por lo que es necesario analizar sus ventajas y desventajas de acuerdo con el contexto de decisión (De Boer, Labro y Morlacchi, 2001).

Respecto al primer elemento, resulta relevante considerar los dos tipos de cadenas globales, impulsadas por el producto o impulsadas por el comprador, considerados por Gereffi, Humphrey y Kaplinsky (2001). En una cadena global impulsada por el producto la empresa líder domina las actividades de innovación en producto y proceso. La estructura de la cadena es jerárquica y las barreras de entrada para nuevos proveedores son altas ya que éstos tienen que satisfacer un conjunto de requisitos técnicos. El líder o empresa focal de esta cadena protege sus capacidades críticas mediante el control sobre la tecnología de producto y proceso, limitando la participación en las actividades de diseño y manufactura del producto a sus socios estratégicos, los proveedores de nivel 1 (tier 1). En tanto que con los proveedores que manufacturan componentes no-estratégicos se mantienen relaciones de compra-venta ya que si se cuenta con un mercado competitivo de estos proveedores, el objetivo del aprovisionamiento es la reducción de costos, liberación de recursos e incremento en la eficiencia de las actividades de producción. Entre los sectores con cadenas globales impulsadas por el producto destacan el automotriz y el de electrónicos.

En el otro tipo de cadena, la impulsada por el comprador, las capacidades medulares de la empresa líder no son de manufactura sino de diseño, comercialización y distribución. La fabricación de productos es más intensa en mano de obra y requiere de tecnología menos compleja por lo cual las barreras de entrada para los proveedores son relativamente bajas y éstos se eligen en función del precio y su desempeño operativo. La base de proveedores puede por tanto ser bastante amplia, por lo cual para reducir los costos de transacción en las relaciones con ellos, es usual subcontratar los servicios de terceras partes que fungen como



coordinadores del abasto. Como resultado de esta práctica, la empresa focal no mantiene relaciones directas con los proveedores sino únicamente con los agentes responsables del aprovisionamiento (Bitran, Gurumurthi y Sam, 2007). Este segundo tipo de cadenas globales impulsadas por el comprador son características de las industrias textiles, del vestido y fabricante de accesorios.

De acuerdo con lo anterior, aún cuando el desarrollo de relaciones de asociación cercanas entre cliente y proveedor ofrece ventajas en términos de proyectos colaborativos (por ejemplo el co-diseño de productos), aprendizaje mutuo y la combinación de capacidades organizacionales complementarias (Giannakis, 2008), la estructura de la cadena de suministro define las políticas para la selección y construcción de relaciones con proveedores. Adicional a esto, autores como Gadde y Snehota (2000) argumentan que para una empresa resultaría altamente costoso y complejo tratar de mantener relaciones de asociación con todos sus proveedores. En consecuencia, la propuesta es que la empresa tendría que manejar un portafolio de relaciones con proveedores las cuales variarán en su grado de colaboración e involucramiento dependiendo de los beneficios esperados para la relación. Bajo esta perspectiva, las compras rutinarias de productos no-estratégicos (insumos básicos y componentes de bajo valor) no ameritan mantener relaciones de asociación cercanas con el proveedor, sino evaluar y seleccionar a múltiples proveedores en términos de precio y desempeño operativo. La competencia entre estos proveedores representa mejores opciones de precio y calidad al comprador. En contraste, con los proveedores que surten productos estratégicos o que son los únicos disponibles en el mercado, habrá que desarrollar relaciones más cercanas y utilizar criterios de evaluación más complejos para calificarlos, ya que sus capacidades contribuyen potencialmente a la ventaja competitiva del comprador (De Boer et al., 2001). El tamaño de la base de proveedores estratégicos resultante es pequeño, por lo cual más que evaluarlos con fines de selección se les califica para identificar a aquellos con quienes es potencialmente más viable colaborar. De donde, los criterios y métodos de evaluación y selección difieren dependiendo del tipo de proveedor (estratégico y no-estratégico), la estructura del mercado de proveedores (oligopolio o mercado competitivo) y la contribución potencial de éste a la ventaja competitiva del comprador lo que remarca la importancia de alinear la decisión de selección con la estrategia de abasto.

Selección de criterios para evaluar proveedores

Dado el rol estratégico de la administración del abasto, cada vez más la práctica de elegir proveedores involucra criterios adicionales al costo. Ya desde hace varias décadas, Weber, Current y Benton (1991) concluyeron que además del costo, las empresas evaluaban a sus proveedores empleando otros criterios como calidad y confiabilidad de entrega. Cuando además un proveedor es considerado un socio de negocios, Ellram (1990) identificó el uso de criterios adicionales como son la cultura organizacional del proveedor, sus capacidades tecnológicas y la reputación que tiene en el mercado. Calvi (2010) toma como referencia el



trabajo de Ellram (1990) para proponer que los criterios a usar para calificar a un proveedor estratégico deben estar relacionados directamente con el beneficio potencial que representa para el comprador colaborar con el proveedor. A medida que las demandas del mercado por productos innovadores y amigables con el ambiente se incrementan, otros criterios para evaluar proveedores van considerándose. Así Miltenburg (1995) reporta el uso de los criterios servicio al cliente e innovación, mientras que más recientemente Igarashi et al. (2013) reportan el uso de criterios asociados con la responsabilidad social y ambiental del proveedor.

Más recientemente y dentro del contexto de abasto global Kusumal (2007) identifica 14 indicadores clave para evaluar el desempeño de proveedores internacionales, los cuales consideran aspectos relacionados con el desempeño del producto y del proceso, la ubicación del proveedor, el ciclo de entrega y el costo de la adquisición. En tanto Ting (2008) identifica una serie de criterios de evaluación utilizados por empresas multinacionales que operan en Taiwán. Estos criterios quedan clasificados en seis categorías: costos, calidad del producto, confiabilidad de las entregas, servicio al cliente, capacidades de cooperación y asociación y estado financiero del proveedor. Por su parte, Ho, Dey y Lockström (2011) enfatizan el hecho de que aun cuando la evaluación se base en múltiples criterios, en su definición no se suele considerar su impacto sobre los objetivos del negocio ni los requerimientos de las distintas áreas funcionales de la empresa (Finanzas, Compras, Producción y Control de calidad) que se ven afectadas por la selección. Tomando como referente los requerimientos de estas áreas, estos autores agruparon los criterios para la evaluación de proveedores en nueve dimensiones en las cuales se incluyen demandas actuales en cuanto a seguridad de las operaciones y políticas de responsabilidad social.



Ellram (1990)	Calvi (2010)	Kusumal (2007)	Ting (2008)	Ho et al. (2011)
<u>Aspectos financieros</u> Desempeño económico Estabilidad económica <u>Cultura organizacional</u> Sentimiento de confianza Actitud de la dirección a la perspectiva futura Ajuste estratégico Compatibilidad de la alta dirección Compatibilidad a todos los niveles Estructura organizacional <u>Aspectos tecnológicos</u> Valoración de capacidad actual Valoración de capacidad futura Capacidad de diseño Rapidez de desarrollo de nuevos productos <u>Otros aspectos</u> Registro de seguridad Referencias de negocios	<u>Beneficios directos potenciales</u> Reducción potencial de precio Mejora potencial de calidad Mejora potencial de entregas Mejora potencial de conocimiento Reducción potencial de costos internos del comprador <u>Factores de éxito de proyecto</u> Habilidad para el manejo de proyectos Compromiso del proveedor Calidad de la relación Capacidad del comprador para apoyar el proyecto de mejora del proveedor <u>Importancia estratégica del proveedor</u> Dependencia en el proveedor Capacidad competitiva del proveedor Evaluación de riesgos del proveedor Efecto en la base de proveedores	Calidad del producto Infraestructura de comunicación Prácticas de negocios Capacidad de los sistemas de información Capacidad de producción Entregas a tiempo Longitud de tiempo ciclo Consistencia de tiempo ciclo Seguridad y cantidad de envíos Daños de envío Facturación correcta Costos de transportación Niveles de inventarios de seguridad	<u>Costos de compras</u> Precio del producto Costos de transportación Costos de ordenar <u>Calidad del producto</u> Tasa de defectos y desperdicio Tasa de rechazo del producto Sistema de calidad (presencia o ausencia de estándares de calidad y certificaciones) <u>Confiabilidad de entregas</u> Retrasos en tiempo de entrega Faltantes de entrega por calidad <u>Servicio al cliente</u> Respuesta al cambio Tiempo de entrega Respuesta a reclamos <u>Cooperación y asociación</u> Producción en co-diseño Contratos de suministro <u>Estado financiero</u> Activos y deudas Ingresos y ganancias Flujo de efectivo	Costo total de la adquisición de bienes Calidad Confiabilidad del cumplimiento de las órdenes Cumplimiento con estándares y procedimientos industriales. Intercambio electrónico de datos Empresa establecida y estabilidad financiera Cumplimiento de requisitos sociales y ambientales Referencias de clientes satisfechos Gestión de riesgo

Tabla 1. Resumen de criterios para selección de proveedores internacionales

Métodos para la evaluación y selección de proveedores

Se cuenta con una amplia variedad de metodologías para la selección de proveedores que van desde técnicas basadas en un único objetivo, usualmente el costo, hasta técnicas multi-criterio para el apoyo a la toma de decisiones que toman en cuenta la incertidumbre en la definición de criterios y las preferencias de los responsables de la decisión (Sarache Castro et al., 2009; Muralidharan, Anantharaman y Deshmukh, 2002; De Boer et al. 2001). Estos métodos se pueden clasificar en términos de su perspectiva y/o fundamento teórico en las siguientes



categorías: métodos basados en juicios, centrados en costos, métodos de ponderación (lineal y no-lineal), de programación matemática, técnicas estadísticas, jerarquización analítica, métodos sustentados en la teoría de la utilidad multi-atributos, métodos de superación, técnicas difusas y métodos basados en inteligencia artificial. En la tabla 2 se reportan las características de los métodos dentro de las categorías antes citadas y también citas de trabajos que utilizaron estas metodologías; estas citas no pretenden ser una lista exhaustiva, el objetivo es proporcionar ejemplos ilustrativos.

Categoría	Criterios	Tipo de decisión
Basados en costos (Roodhooft y Konings, 1997)	Unidimensional (un único criterio, costo)	Optimización Determinística
Métodos ponderados (Baily et al. 1998; Thompson, 1990)	Multidimensional o Multiatributo	Compensatoria (El valor bajo de ciertos criterios se compensa con valores altos en otros) Se puede considerar la incertidumbre en la decisión
Programación matemática Análisis envolvente de datos (Pan, 1989; Weber y Current, 1991; Papagapiou et al., 1996; Gheidar- Kheljani, 2010)	Multidimensional	Optimización Determinística
Teoría de la utilidad multiatributo (Min, 1994)	Multidimensional	Compensatoria Se puede considerar la incertidumbre en la decisión
Métodos estadísticos (Lasch y Janker, 2005)	Multidimensional	Compensatoria Se puede considerar la incertidumbre en la decisión
Métodos de superación Chatterjee, Mukherjee y Chakraborty (2011)	Multidimensional	Compensatoria Se puede considerar la incertidumbre en la decisión
Proceso de jerarquización analítica Muralidharan et al. (2002) Ho, Dey y Lockström (2011)	Multidimensional	Compensatoria Se puede considerar la incertidumbre en la decisión
Inteligencia artificial Zhao y Yu (2011)	Multidimensional	Compensatoria Se puede considerar la incertidumbre en la decisión

Tabla 2. Aplicaciones de técnicas cuantitativas para la selección de proveedores

Identificación del problema de investigación

Dado que los criterios para evaluación de proveedores son dependientes del contexto – características de la cadena de suministro, estrategia del negocio y de abasto- y en vista de la gran variedad de métodos disponibles para evaluar y seleccionar proveedores, el desarrollo de un sistema de rating de proveedores tiene que atender a las necesidades específicas de la empresa, necesidades que están determinadas en gran medida por el ambiente de negocios del sector donde opera. En este trabajo se propone un proceso sistemático para la



construcción de ratings para proveedores y cuya conveniencia se demuestra a través de un caso de aplicación para las empresas líderes en manufactura (OEM, Original Equipment Manufacturers por sus siglas en inglés) dentro del sector de electrónicos. Las preguntas de investigación que se busca responder a través del caso de aplicación son las siguientes:

¿Cuáles son los criterios más relevantes para la evaluación de proveedores estratégicos dentro del sector de electrónicos?

¿Qué tan alta es la imprecisión de las preferencias de los tomadores de decisiones en cuanto al grado de importancia que asignan a los varios criterios y cómo corregirla?

Metodología

La metodología seguida para definir los ratings para los proveedores estratégicos del sector electrónicos corresponde al proceso sistemático propuesto en este trabajo. Las etapas de la metodología buscan asegurar que el esquema de evaluación y selección de proveedores está bien alineado con las estructura de la cadena de suministro, la estrategia de negocios y de abasto de la empresa. El primer paso del proceso es realizar una revisión de la literatura, lo más exhaustiva posible, para identificar aquellos criterios que de acuerdo con la academia son usados actualmente para calificar y seleccionar proveedores. En este trabajo el resultado de esta etapa se resume en la tabla 1. Así mismo se recomienda realizar entrevistas con expertos para incluir criterios adicionales; para el caso de aplicación que se reporta se condujeron entrevistas con dos expertos del área de compras de OEM líderes de cadenas de suministro impulsadas por el producto. Para la segunda fase del proceso de diseño de los ratings, se requiere de elaborar definiciones operacionales para cada criterio así como asociarles sub-criterios que cumplan con los requisitos de ser precisos, descritos de manera específica, medibles, comparables desde la perspectiva de varias áreas funcionales, universales y consistentes con las metas de la organización (Beamon, 1999). En la tabla 3 se reporta un ejemplo de los resultados de esta segunda fase para el caso de la industria de electrónicos.

CRITERIO: Desarrollo Tecnológico	
Tecnología de producto	Se realiza un uso adecuado de los materiales e insumos con los cuales se fabrica el producto. Se mantienen actualizados y se aplican efectivamente los conocimientos sobre el diseño y desarrollo de nuevos productos y servicios.
Tecnología de proceso	Se han sistematizado los conocimientos sobre los procesos de manufactura y el uso de maquinarias de producción El conocimiento sobre los procesos productivos de la empresa se actualiza y aplica para la mejora de las actividades de manufactura
Tecnología para apoyo de procesos administrativo	Se utilizan tecnologías de información y comunicación (TIC) que facilitan la colocación, rastreo y entrega de órdenes de compra y producción (ejemplo XML, UML, NIEM, sistemas ERP) Se utilizan las TIC para facilitar la comunicación interna (entre áreas funcionales de la empresa) y externa (con socios de negocios críticos) e integrar procesos administrativos

Tabla 3. Definición operacional de sub-criterios, del criterio “Desarrollo Tecnológico”

El siguiente paso en la metodología es la integración de un grupo de “expertos”, quienes con el apoyo de un coordinador (los autores de este trabajo en este caso), han de realizar las tareas subsiguientes de identificación y asignación de ponderaciones a los criterios de acuerdo con su experiencia profesional al evaluar proveedores estratégicos. En el caso de aplicación, para



integrar el grupo se realizó primero la identificación de las OEM del sector electrónico que operan en las zonas de mayor concentración geográfica del sector. Tres participantes fueron localizados en los parques industriales de la ciudad de Chihuahua y tres más en la zona industrial de la ciudad de Guadalajara. Todos los participantes son ejecutivos responsables de la función de aprovisionamiento de su empresa con al menos tres años de experiencia. Una vez que se gestionó su participación, estos “expertos” fueron convocados a una reunión de trabajo por el equipo coordinador.

Previo a la sesión con el grupo experto es necesario seleccionar el método para la evaluación/selección de proveedores. Para ello se requiere de un análisis de los varios métodos disponibles para la selección de proveedores (resumen en tabla 2) que permita ponderar sus ventajas y desventajas; las revisiones disponibles en la literatura son la base principal para este análisis. Después de contrastar las varias técnicas disponibles, para el caso de aplicación se eligió el Proceso de Jerarquización Analítica (AHP, Analytic Hierarchy Process por sus siglas en inglés) en su variante Difusa (Fuzzy AHP). El AHP fue desarrollado por Saaty (1980) y es uno de los métodos multi-criterio más difundidos- el segundo más usado después del Análisis Envolvente de Datos (DEA) que se centra mucho en costos, ya que resulta ser una herramienta robusta para determinar la importancia relativa de múltiples criterios de forma intuitiva, así como manejar criterios tanto cualitativos como cuantitativos (Ho et al., 2011). En su versión difusa, permite corregir por la imprecisión y la falta de información exacta con la cual algunos criterios están definidos (Ayhan, 2013). Libros y múltiples artículos están disponibles para consultar con detalle la metodología de AHP por lo cual en la siguiente sección únicamente se proporciona una breve descripción sobre la técnica con fines de complementar el contenido de este trabajo.

Una vez elegido el método para la construcción de los ratings para los proveedores, la sesión de trabajo con el grupo experto se realiza en función de las características del método. En la etapa final del proceso, se presentan los resultados alcanzados (jerarquía revisada, definiciones operacionales para los criterios y sub-criterios y ponderaciones para los criterios) al grupo decisor para que valide resultados antes de utilizarlos para calificar a proveedores potenciales. La Figura 1 resume el proceso a seguir para el desarrollo del sistema de rating de proveedores.



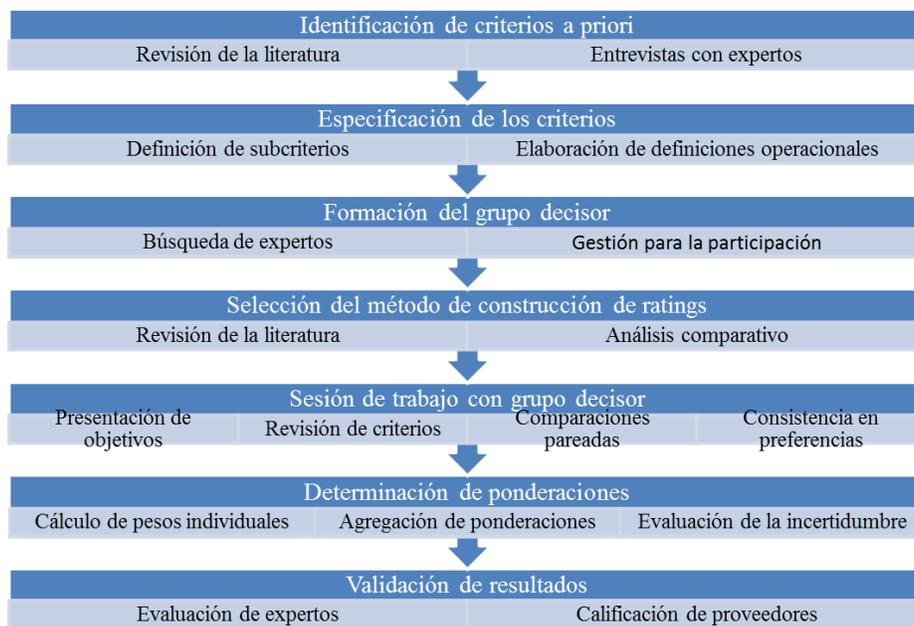


Figura 1. Proceso de desarrollo de un sistema de rating para la selección de proveedores

Proceso de Jerarquización Analítica

La mayor fortaleza del AHP es su habilidad para estructurar jerárquicamente un problema complejo con múltiples objetivos y en el que intervienen múltiples personas (Saaty, 1980). Los niveles de jerarquización describen un sistema en el cual en el nivel más alto se tiene criterios multi-dimensionales con un mayor grado de abstracción que se van desagregando en sub-criterios cada vez más específicos y medibles. En el último nivel de la jerarquía están las posibles alternativas (proveedores para esta aplicación) que van a ser evaluadas con base en los criterios de los niveles anteriores. Cada uno de los integrantes del grupo decisor experto realiza comparaciones entre parejas de criterios a un mismo nivel y expresa sus preferencias sobre una escala de nueve categorías desde 1 = ambos criterios son igualmente importantes o críticos para la decisión, hasta 9 = el criterio A es extremadamente más importante (crítico) que el B para guiar la decisión. Si es B el criterio dominante, entonces se utiliza el recíproco de la escala (1/9 si B es extremadamente más importante que A). Con base a los juicios de los expertos se calculan ponderaciones agregadas para desarrollar un puntaje aditivo y compensatorio que representa la calificación obtenida para el proveedor. El AHP es bastante aceptado entre los profesionales debido a la utilidad de la representación jerárquica del problema y el uso de comparaciones pareadas para expresar las preferencias entre los criterios; el número de aplicaciones es muy grande y cubre muchas áreas y temas (Vaidya y Kumar, 2006). En la tabla 4 se describen las principales ventajas y desventajas -varias de las cuales se han atendido a través de la introducción de variantes al AHP- identificadas para este método.



Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> - Gran difusión y aceptación por parte de los profesionales de compras y abasto - Simple y fácil de utilizar - Flexibilidad para integrarse con otras técnicas - Permite evaluar la consistencia de las preferencias - Descomposición jerárquica de los criterios - Uso de criterios cualitativos y cuantitativos - Soporte para la toma de decisiones grupales mediante la agregación de juicios después de consenso - Desarrollo de puntajes agregados derivados de criterios complejos - Cuenta con un sólido apoyo académico y software para su implementación 	<ul style="list-style-type: none"> - Posible inversión en los rangos de preferencia si se incluyen alternativas muy similares a las iniciales - Es un método compensatorio - Incremento en el número de comparaciones pareadas cuando se incluyen muchos niveles en la jerarquía lo que dificulta el trabajo del decisor - Escala de evaluación amplia lo que dificulta distinguir entre números cercanos (ej. 6 o 7)

Tabla 4. Análisis de las cualidades de AHP

Esta investigación involucra a administradores de compras de diferentes empresas que si bien comparten una estrategia común determinada por la estructura del mercado de electrónicos, tienen estrategias de negocios particulares. Debido a esto es importante considerar que los términos lingüísticos que describen a cada criterio y a cada nivel de la escala de valoración empleada en la técnica AHP, pueden interpretarse de forma diferente por cada participante. Esta vaguedad interpretativa –la cual se asocia con la incertidumbre o información incompleta respecto a la verdadera importancia del criterio- dificulta asignar una calificación a los criterios bajo comparación. Por ejemplo, si un criterio de decisión resulta para alguno de los decisores “ligeramente más importante que otro”, debería existir desde el punto de vista de bivalencia (si o no) una delimitación exacta en la cual el criterio pasaría (al variar su elementos descriptivos) de “igualmente” a “casi igualmente” importante (de 1 a 2 en la escala de comparación) o de “casi igualmente” a “ligeramente más” importante (de 2 a 3 en la escala de comparación). A fin de aliviar un poco esta complejidad en la evaluación, la cual afecta los resultados individuales y grupales, se empleó una escala de cinco niveles de comparación (números difusos) con descripción de nivel de importancia perfectamente identificable por los decisores según se muestra en la tabla 5. Es importante notar que un valor de 3 indica el intervalo (1,5) y un valor de 5 indica el intervalo (3,7) en tanto valores como 4 pertenecen en cierto grado a ambos intervalos. A estos intervalos se les denomina números triangulares difusos con niveles mínimo, medio y máximo (l,m,u) por sus siglas en inglés (ver tabla 5 y figura 2).

Números difusos para AHP	Escala lingüística de importancia	Número triangular difuso (l,m,u)
1	Igualmente importante	(1,1,3)
3	Ligeramente más importante	(1,3,5)
5	Más importante	(3,5,7)
7	Fuertemente más importante	(5,7,9)
9	Extremadamente más importante	(7,9,9)

Tabla 5. Escala de calificación para la comparación pareada del método AHP



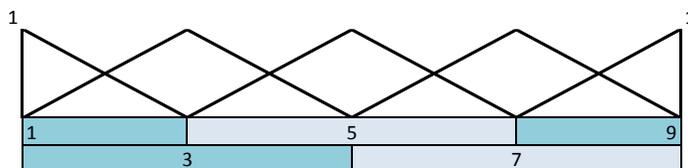


Figura 2. Representación gráfica de números triangulares difusos

El uso de conjuntos difusos en el AHP permite considerar la incertidumbre en la evaluación de los criterios; entre los autores que han utilizado esta variante para seleccionar proveedores están Jain, Sing y Mishra (2013) y Ayhan (2013). Para implementar la perspectiva difusa se emplea una función que asigna a cada elemento (número) un nivel de pertenencia (número triangular difuso) al conjunto dentro del intervalo $[0,1]$ que representa el grado en el cual el elemento es miembro de un conjunto difuso. A esta función se le denomina “función de pertenencia” y se le identifica como (μ) , así el grado de pertenencia de x al conjunto B se denota como $\mu_B(x)$. La función de pertenencia se puede definir de tres maneras: 1) Entrevistando a las personas familiarizadas con el concepto fundamental y ajustar la función posteriormente mediante una estrategia de afinación; 2) Construir la automáticamente a partir de los datos; y 3) Deducirla con base a la retroalimentación del desempeño del sistema (Yen, 1998).

La metodología de la sesión de trabajo con el grupo de expertos se describe a continuación, cabe aclarar que esta misma metodología se puede aplicar para cualquier otro caso en que el AHP difuso sea la técnica seleccionada para la evaluación y selección de proveedores.

1. Los expertos analizaron la estructura jerárquica de criterios y sub-criterios para realizar comparaciones pareadas entre criterios a un mismo nivel, y así asignar un nivel de importancia a cada criterio de acuerdo con su relevancia dentro del proceso de selección y evaluación de proveedores de su empresa.

2. Se llenaron las matrices de comparación pareada empleando números difusos y su correspondiente escala lingüística de importancia. Se monitoreó el grado de consistencia de los juicios y se pidió a los expertos que revisarían sus evaluaciones hasta lograr un grado de consistencia (CI) menor o igual a 0.10.

3. Empleando los números triangulares difusos, se agregaron los puntajes de importancia asignados por cada experto en las matrices de comparación pareada para obtener el grado de importancia grupal empleando la media geométrica (Saaty, 1987).

4. Se aplicó la técnica de AHP difuso a la matriz agregada para calcular el grado de importancia de cada criterio considerando la vaguedad en los juicios de los expertos. El resultado de esta etapa es un vector de pesos para cada criterio.

5. Este proceso se repitió para cada uno de los grupos de sub-criterios descritos en niveles inferiores de la jerarquía hasta obtener una ponderación agregada para cada uno de ellos, más la ponderación general resultante de combinar los pesos de los sub-criterios en que se descomponen cada uno de los criterios del primer nivel de la jerarquía.

Para evaluar a los proveedores se emplean las ponderaciones grupales obtenidas en (3) y (5) para generar un resultado duro de la calificación de cada proveedor. Mientras que los datos de las ponderaciones individuales se usan para conocer el grado de variación que existe en la ponderación de cada criterio y sub-criterio entre los expertos, y para ajustar por la imprecisión

de sus preferencias. En la siguiente sección se presentan los resultados de la aplicación de la metodología descrita en la Figura 1 al caso del sector de electrónicos.

Análisis de resultados: caso de aplicación a la industria de electrónicos

Las ponderaciones finales tanto individuales como grupales, para los criterios en el primer nivel de la jerarquía, se reportan en la tabla 6. La variación entre las ponderaciones individuales se describe gráficamente en la Figura 3.

Criterio de evaluación de primer nivel	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Experto 6	Ponderación grupal
Precio de compra	0.220	0.253	0.225	0.234	0.170	0.243	0.238
Calidad del producto	0.222	0.343	0.225	0.000	0.205	0.206	0.216
Confiabilidad de entregas	0.131	0.301	0.158	0.128	0.089	0.206	0.164
Tecnología	0.066	0.000	0.085	0.037	0.121	0.165	0.067
Servicio	0.128	0.099	0.203	0.000	0.000	0.007	0.082
Cultura organizacional	0.000	0.000	0.000	0.000	0.071	0.000	0.000
Salud financiera	0.202	0.000	0.000	0.318	0.179	0.133	0.125
Resiliencia del abasto	0.029	0.004	0.103	0.283	0.165	0.041	0.108

Tabla 6. Ponderación individual y grupal de criterios de evaluación de primer nivel

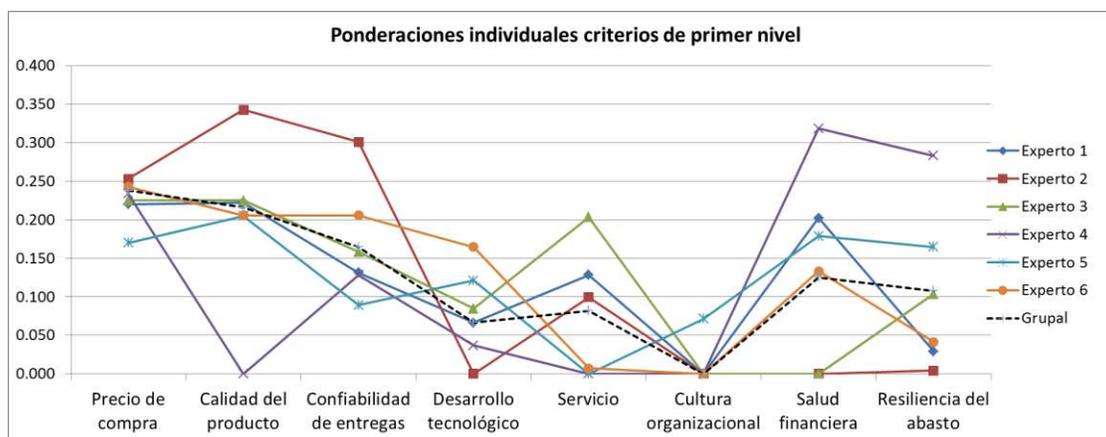


Figura 3. Variabilidad de las ponderaciones individuales para criterios de primer nivel

En la parte de determinación de pesos (ver tabla 6) es de observar que el AHP difuso permite minimizar criterios cuya importancia en el proceso de decisión es poco relevante, este es el caso de la cultura organizacional. Los sub-criterios asociados a este de primer nivel se eliminaron debido a la calificación de cero que después de la “fusificación-defusificación” obtuvo el criterio, mientras que un peso mayor fue asignado a criterios realmente importantes como el precio de compra y la calidad del producto

Los sub-criterios que resultaron de mayor importancia en el proceso de evaluación y selección de proveedores en la industria electrónica son: tasa de defectos y rechazos y entregas tardías (ambos asociados a la confiabilidad), nivel de ventas y de utilidades (asociados a la salud financiera), y sistema de calidad (asociado a calidad del producto). En la Figura 4 se describe gráficamente la variabilidad en las evaluaciones individuales para todos los sub-criterios. Notar que tanto en la Figura 3 como 4 es apreciable una alta variación



entre individuos en casi todos los criterios y sub-criterios, este grado de imprecisión en la relevancia asignada a cada criterio es tomado en cuenta cuando se aplica AHP difuso.

Sub-criterio de evaluación	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Experto 6	Ponderación grupal
Tasa de defectos y rechazos	0.111	0.300	0.113	0.000	0.171	0.171	0.143
Sistema de calidad	0.111	0.043	0.113	0.000	0.034	0.034	0.073
Entregas tardías	0.109	0.251	0.132	0.032	0.015	0.180	0.109
Entregas incompletas	0.022	0.050	0.026	0.096	0.074	0.026	0.055
Tecnología del producto	0.008	0.000	0.037	0.021	0.073	0.100	0.027
Tecnología del proceso	0.022	0.000	0.007	0.005	0.011	0.015	0.010
Tecnología de apoyo	0.036	0.000	0.041	0.011	0.037	0.050	0.030
Garantía del producto	0.064	0.050	0.102	0.000	0.000	0.002	0.040
Tiempo y actitud de respuesta	0.064	0.050	0.102	0.000	0.000	0.005	0.042
Nivel de confianza	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000
Relaciones organizacionales	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000
Postura ante solicitud de cambios	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	0.000	0.000
Resultado de activos y deudas	0.101	0.000	0.000	0.265	0.030	0.017	0.047
Nivel de ventas y utilidades	0.101	0.000	0.000	0.053	0.149	0.116	0.078

Tabla 7. Ponderación individual y grupal de sub-criterios de evaluación

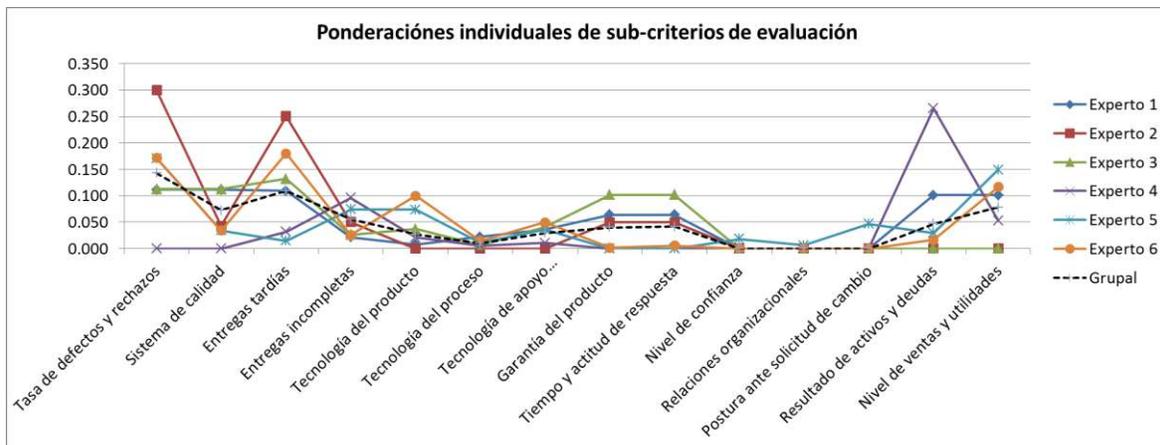


Figura 4. Variación en las ponderaciones individuales de sub-criterios de evaluación.

Conclusiones

El proceso sugerido para la construcción de un sistema de ratings para proveedores estratégicos cubre las demandas del sector de electrónicos y puede ser usado para: 1) definir criterios que expresen las preferencias y exigencias de todas las áreas afectadas por las decisiones de abasto y faciliten la toma de decisiones grupal, 2) evaluar proveedores potenciales identificando sus fortalezas y también aquellos elementos en los cuales requieren mejorar para ser más elegibles, y 3) seleccionar proveedores con el mejor perfil de acuerdo con la estrategia de abasto empresarial.

Si bien la evaluación y selección de proveedores es un problema frecuente que ha recibido la atención de la academia y los profesionales, el abordarlo tomando en consideración las características de la cadena de suministro y la estrategia de abasto no suele ser la práctica común. A través del proceso sugerido se busca enfatizar la importancia de alinear la



evaluación/selección de proveedores con los objetivos estratégicos de la empresa. Por otra parte, aun cuando se cuenta con una gran variedad de métodos para la evaluación y selección de proveedores, en las sesiones con los grupos de expertos resultó evidente que los profesionales de la función de aprovisionamiento desconocen estos recursos y tienden a construir ratings a juicio o usando scores ponderados donde los pesos son arbitrariamente asignados. La difusión de los métodos cuantitativos entre los profesionales es por tanto una actividad que conviene realizar para mejorar la calidad de los esquemas de evaluación de proveedores.

Existen varios métodos para la construcción de ratings para proveedores, el AHP ofrece la ventaja de estar reconocido como un método versátil, relativamente fácil de usar e implementar que al combinarse con otras técnicas -métodos difusos en el caso de este trabajo- ofrece mayor flexibilidad para manejar situaciones especiales tales como la incertidumbre en la importancia que tiene un criterio respecto a otro. La aplicación al caso del sector de electrónicos demuestra las ventajas y viabilidad de este método.

Una extensión para este trabajo es aplicar el proceso de elaboración de ratings en distintos sectores y usarlo para elegir proveedores; esto permitirá la revisión del proceso así como contrastar criterios (y ponderaciones) entre sectores críticos para la economía nacional. Tal comparativo es relevante para definir estrategias de competitividad y desarrollo para los proveedores nacionales según el sector que se desea fortalecer, así como para difundir la conveniencia de aplicar un proceso sistemático para la creación de ratings.

Referencias

- Ayhan, M. B. (2013). A fuzzy AHP approach for supplier selection problem: A case study in a gear motor company. *International Journal of Managing Value and Supply Chains*, 4(3), 11-23.
- Baily, P., Farmer, D., Jessop, D., Jones, D. (1998). *Purchasing principles and management*. London: Pitman Publishing.
- Beamon, B. (1999). Measuring supply chain performance. *International Journal of Operations & Production Management*, 19, 275-292.
- Bitran, G. R., Gurumurthi, S. and Sam, S. L. (2007). The need for Third-Party coordination in supply chain governance. *MIT Sloan Management Review*, 48(3), 30-37.
- (De) Boer, L., Labro, E. y Morlacchi, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7, 75-89.
- Brans, J. P., Mareschal, B. Y Vincke, P. (1986). How to select and how to rank projects. The PROMETHEE method. *European Journal of Operation Research*, 24(2), 228-238.
- Calvi R., le Dain M., Fendt T. y Herrmann C. (2010). Supplier selection for strategic supplier development. CERAG Centre d'Estudes et de Recherches Appliquées a la Gestion : Paris.
- Chatterjee, P., Mukherjee, P. y Chakraborty, S. (2011). Supplier selection using compromise ranking and outranking methods. *Journal of Industrial Engineering Int.* 7(14), 61-73.



- Ellram, L.M. (1990). The supplier selection decision in strategic partnerships. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, 26(4), 8-14.
- Gadde, L. E. and Snehota, I. (2000). Making the most of supplier relationships. *Industrial Marketing Management*, 29(4), 305-316.
- Gereffi, G., Humphrey, J. y Kaplinsky, R. (2001). Introduction: Globalisation, value chains and development. *IDS bulletin*, 32(3), 1-8.
- Giannakis, M. (2008). Facilitating learning and knowledge transfer through supplier development. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(1), 62-72.
- Gheidar-Kheljani, J., Ghodsypour, S. H. y Fatemi-Ghomi, S. M. T. (2010). Supply chain optimization policy for a supplier selection problem: a mathematical programming approach. *Iranian Journal of Operations Research*, 2(1), 17-31.
- Ho, W., Dey, P. K. y Lockström, M. (2011). Strategic sourcing: a combined QFD and AHP approach in manufacturing. *Supply Chain Management: An International Journal*, 16(6), 446-461.
- Igarashi, M., De Boer, L. y Magerholm, A. (2013). What is required for greener supplier selection? A literature review and conceptual model development. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 19(4), 247-263.
- Jain, R., Sing, A. R., Mishra, P. K. (2013) Prioritization of Supplier Selection Criteria: A Fuzzy-AHP Approach. *MIT International Journal of Mechanical Engineering*, 3(1) 34-42.
- Kusumal, R., Russell, D., y Thomchick, E. (2007). U.S. Sourcing from Low-Cost Countries: A Comparative Analysis of Supplier Performance. *Journal of Supply Chain Management*, 43(4), 16-30.
- Lasch, R. y Janker, C. G. (2005). Supplier selection and controlling using multivariate analysis. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 35(6), 409-425.
- Miltenburg, J. (1995). Manufacturing strategy. Oregon: Press Portland.
- Min, H. (1994). International supplier selection: a multi-attribute utility approach. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 24(5), 24-33.
- Mollahosseini, A. and Barkhordar, M. (2010). Supplier knowledge management for supplier development. *Review of Business Information Systems*, 14(4), 17-25.
- Muralidharan, C., Anantharaman, N. y Deshmukh, S. G. (2002). A multi-criteria group decision making model for supplier rating. *The Journal of Supply Chain Management*, 38(3), 22-33.
- Papagapiou, A., Mingers, J., Thanassoulis, E. (1997). Would you buy a used car with DEA? *OR Insight*, 10(1), 13-19.
- Pan, A. C. (1989). Allocation of order quantities among suppliers, *Journal of Purchasing and Materials Management*, 25(3), 36-39.



- Roodhooft, F. y Konings, J. (1997). Vendor selection and evaluation an activity based costing approach. *European Journal of Operational Research*, 96(1), 97–102.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, NY.
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process, what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3-5), 161-176.
- Sarache-Castro, W. A., Castrillón-Gómez, O. D. y Ortiz-Franco, L. F. (2009). Selección de proveedores: una aproximación al estado del arte. *Cuadernos de Administración*, 22(38), 145-167.
- Stevens, B. J. (1978). Scale, Market Structure and the Cost of Refuse Collection. *The Review of Economics and Statistics*, 60(3), 438-448
- Ting, S. C., y Cho, D. I. (2008). An integrated approach for supplier selection and purchasing decisions. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(2), 116-127
- Thompson, K. (1990). Vendor profile analysis. *Journal of Purchasing and Materials Management*, 26(1), 11-18.
- Trent, R. J. y Monczka, R. M. (2005). Achieving excellence in global sourcing. *MIT Sloan Management Review*, 47(1), 24-32.
- Vaidya, O. S. y Kumar, S. (2006). Analytical hierarchy process: An overview of applications. *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1–29.
- Weber, C. A., Current, J. R., y Benton, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 50(1), 2-18.
- Yen, J. y Langari R. (1998) *Fuzzy logic: intelligence, control and information*. New Jersey: Prentice Hall
- Zhao, K. y Yu, X. (2011). A case based reasoning approach on supplier selection in petroleum enterprises. *Expert Systems with Applications*, 38(6), 6839-6847.

