

Construcción de clústeres empresariales en el sector de la salud en Santiago de Cali a través del algoritmo Multivariate Fuzzy C-Means

Construction of Business Cluster in the Health Sector in Santiago de Cali through the Multivariate Fuzzy C-Means Algorithm

Rafael Rentería-Ramos^I, Alonso Velasco Bonilla^{II}, José María Burbano^{II} y Alicia M. Vitale^{III}

I Fundación Centro Colombiano de Estudios Profesionales, Facultad de Ingeniería, Colombia

II Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Santiago de Cali, Colombia.

III Facultad de Economía, Universidad de La Habana, Cuba.

RESUMEN

En este artículo se propone una metodología para la creación de clústeres empresariales en el subsector de los cuidados de la salud de Santiago de Cali. Para ello, como primer elemento se elaboró un instrumento que permite evaluar los componentes que dinamizan la competitividad empresarial en los diferentes contextos territoriales. Una vez obtenidos estos resultados, se implementó el algoritmo *Multivariate Fuzzy C-Means* (MFCM), y a través de los grados de membresía de cada una de las empresas, en los diferentes clústeres se seleccionaron las empresas con las cuales se pueden edificar lazos cooperativos. Esta aplicación, además de generar resultados académicos importantes, permitió caracterizar la posición de las pymes de los subsectores de la salud en Santiago de Cali y los principales retos que estas deben asumir desde la institucionalidad y/o el sector privado, con lo cual se puede garantizar la rentabilidad, sostenibilidad y dinámicas de las sinergias colaborativas.

PALABRAS CLAVE: competitividad, clústeres, grados de membresía.

ABSTRACT

This article proposes a methodology for the creation of business clusters in the subsector of health care in Santiago de Cali. To do this, as an element, an instrument was developed to evaluate the components that boost business competitiveness in different territorial contexts. Once these results were obtained, the *Multivariate Fuzzy C-Means* (MFCM) algorithm was implemented, and through the degrees of membership of each one of the companies, in the different clusters the companies with which cooperative ties could be built were selected. This application, besides generating important academic results, allowed to characterize the position of SMEs in the health subsectors in Santiago de Cali and the main challenges that

these must assume from the institutional and / or private sector. This ensures the profitability, sustainability and dynamics of collaborative synergies.

KEYWORDS: competitiveness, cluster, degrees of membership.

Introducción

Uno de los grandes retos de la economía actual es promover estrategias que permitan el fortalecimiento y competitividad empresarial, a partir de la estructuración de circuitos o alianzas cooperativas con la cual se dinamice el incremento de la competitividad empresarial. La Organización de la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), define la competitividad como «[...]el grado en que un país puede, bajo condiciones de libre mercado y justa competencia, producir bienes y servicios que pasan la prueba de los mercados internacionales y, al mismo tiempo, mantienen o expanden los ingresos reales de la población en el largo plazo» (Arriagada y González, 2012, p.182).

Desde esta perspectiva, el análisis de la competitividad no debe estar sujeto solamente al contexto de aplicación (global, internacional, nacional, regional), sino también debe considerar las dinámicas internas de cada uno de estos escenarios, de forma flexible y sistemática, para lograr la sostenibilidad de la misma. Como consecuencia de estos condicionantes, algunos autores como Murillo y Musik (2005) plantean que, en la estructuración de estos contextos, es necesario establecer, como elemento central de la competitividad, a la empresa, puesto que su interacción con la industria y las principales apuestas regionales en materia económica, propician los insumos para el establecimiento de estrategias o programas enfocados al mejoramiento y sostenimiento de la misma. Además de estos elementos, se requiere que, al interior de las empresas, la planeación y ejecución de programas estén direccionados a incentivar grandes transformaciones en la cultura organizacional, con el objetivo de desarrollar todos los recursos necesarios que permitan la catalización de todas las habilidades que se requieren para la adaptación y mejora continua en la competitividad empresarial.

Una de las grandes apuestas económicas que se ha dinamizado con las demandas propiciadas por la globalización es el sector económico terciario. En dicho sector se encuentran todas las actividades basadas en la prestación y producción de servicios, donde resaltan: el transporte, telecomunicaciones, servicios financieros, servicios públicos, educación, hotelería, turismo y salud (Hernández, 2014). En lo que respecta al sector de la salud, Hernández (2014) manifiesta que existen tres subsectores que aportan considerablemente a su competitividad. En la primera posición se encuentra la medicina natural, con todo su portafolio de servicios. En la segunda, la industria farmacéutica, que es uno de los subsectores más tradicionales en el campo de la salud, pero a su vez, es aquel que ha sufrido la mayor desaceleración del mercado en la última década, hasta llegar incluso a generar el cierre de algunas multinacionales importantes. En la tercera posición se encuentra todo el conglomerado de servicios dedicados al cuidado de la salud. Esta actividad se ha incrementado considerablemente en la actualidad y con la mayor prospección en el sector de la salud, según la Organización Mundial de Comercio (OMC) (Hernández, 2014).

Esta gran oportunidad económica que produce el subsector de la salud no está disponible para todas las empresas que prestan ese servicio, en especial si son pymes, puesto que existen algunos condicionantes legales, financieros y de infraestructura que limitan su participación en el mercado. En cuanto a los aspectos legales, aunque la mayor parte de estas empresas están registradas en la cámara de comercio, algunos servicios demandados requieren permisos especiales de las autoridades competentes, y también reclaman la posesión de una infraestructura (equipos y edificaciones) adecuada para el correcto desempeño de la actividad. Como consecuencia de esta problemática, se reduce la afluencia

de pacientes a estos lugares, y con ello se reduce su liquidez financiera, así como los elementos que propenden a la competitividad empresarial (capital humano). Esta interacción generada por el trinomio de los condicionantes legales, financieros y de infraestructura conduce al planteamiento de estrategias sinérgicas para generar provecho entre todos los participantes; dentro de las cuales las más utilizadas son las redes empresariales (Biggiero, 2001; Carbonara, 2002) y los clústeres empresariales (Porter, 1991, 1995, 1999).

A nivel investigativo sobresalen algunas aproximaciones para la construcción de redes empresariales y clústeres empresariales; las más representativas se encuentran en los trabajos de Altenburg y Meyer-Stamer (1999), Bell y Albu (1999), Carbonara (2002), Carrasco y Albertos (2006) y Feldman, Francis y Bercovitz (2005). Estos establecen como uno de los factores más importante para su edificación, la localización específica de los actores que integran el circuito empresarial, y además, adicionan que su localización no debe de estar sujeta a un territorio específico. Los resultados anteriores, aunque han sido ampliamente utilizados, carecen de elementos que permitan inferir las consecuencias de las diferentes clasificaciones o grupos a los cuales pueda pertenecer un actor o varios actores. Por ello, autores como Eraydin y Armatli-Köroğlu (2005), McCann (1995) y Revilla-Diez (2002) tienen una postura diferente: mencionan que el factor territorial es determinante para garantizar el éxito de las redes y los clústeres. Es decir, se condiciona su presencia a un área territorialmente limitada, y de esta manera se aprovechan algunos factores propios que emergen del desarrollo local de la región. Esta es una condicionante muy precisa para las pymes, porque esto aumenta las posibilidades de innovación de productos, servicios y demás procesos administrativos (Alonso-Villar, Chamorro-Rivas y González-Cerdeira, 2004).

Por lo anteriormente presentado y la importancia que tienen las actividades del subsector de servicios para el cuidado de la salud, se propone, en este artículo, la creación de clústeres empresariales mediante la aplicación de MFCM, y además por ser una herramienta que permite medir el porcentaje de membresía o grado de pertenencia que tiene una empresa con el grupo o clústeres. Esta métrica es de vital importancia, porque no solo genera una clasificación en un conglomerado determinado, sino que permite ver la participación que tiene esa empresa en las diferentes agrupaciones. Esta utilidad de los MFCM garantiza la formación de grupos bastantes homogéneos, a través de características intergrupo, idóneas para la creación de las alianzas que forman circuitos altamente competitivos. La aplicación de esta técnica se realizará en las pymes dedicadas a servicios estéticos ubicadas en Santiago de Cali. En consecuencia, la composición de este artículo consta de dos secciones. En la primera se presentan los MFCM, sus características y las aproximaciones matemáticas más utilizadas; y en la segunda, se presentan los análisis y resultados obtenidos con los MFCM, y la manera en que ellos contribuyen en la formación de alianzas altamente competitivas.

1. Multivariate Fuzzy C-Means

El MFCM es un algoritmo que permite realizar particiones tomando en cuenta la multiplicidad de membresía en cada una de las matrices de pertenencia. Dentro de los algoritmos más eficientes se encuentra el modelo propuesto por Pimentel y De Souza (2013), puesto que, además de generar divisiones muy consistentes, las funcionalidades del algoritmo optimizan ampliamente los recursos computacionales.

Para la definición formal del *Fuzzy C-Means* (FCM), se considera un conjunto Ω de n muestras indexadas por k y formado por p características indexadas por j . Donde cada muestra k es representada por un vector cuantitativo $x_k = (x_{1k}, \dots, x_{pk})^t$. Incluyendo al conjunto L , cuyos valores es un conjunto de c tipos de clústeres asociados a una partición difusa dentro de los c clústeres, y se define como $L = \{Y_1, \dots, Y_c\}$. De esta forma cada clúster $C_i (i=1, \dots, c)$ es también representado por el vector cuantitativo $y_i = (x_{i1}, \dots, y_{ip})$. A partir de esta definición, algunas investigaciones se han concentrado en mejorar la estimación de L , y con ello generar

un sistema particionado que sea conforme a los valores de cada empresa. Una de las apuestas más importantes se encuentra en el trabajo de Bezdek (1981), quien establece el particionado de las observaciones (o muestras) mediante la creación del conjunto U que se define de la siguiente forma $U=[u_{ik}]$, siendo $i=1,\dots,c$ y $(k=1,\dots,n)$. Estos valores son obtenidos de la función objetivo de minimización L , que establece el criterio de parada o finalización de la clasificación de las observaciones (a partir de la diferencia mínima del valor actual y el pasado) que pertenecen al conjunto Ω como se muestra a continuación:

$$L = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n (u_{ik})^m \|x_k - y_i\|^2 \quad (1)$$

Por lo tanto, la partición formada en U , fue definida por Bezdek (1981) como la matriz de membresía; donde u_{ik} , representa el grado de pertenencia de la empresa k en el clúster i , y siendo y_i el centroide de dicho clúster i . El parámetro m es conocido como el fuzzyficador o el exponente de ponderación del grado de membresía de las observaciones, y su funcionalidad se aproxima a las condiciones del error cuadrático encontradas en los clústeres c medias (conocido en inglés como *c means*). Para garantizar la funcionalidad de este algoritmo es necesario adicionar algunos condicionantes que se presentan a continuación:

- $u_{ik} \in [0,1]$ para todo i y k .
- $0 < \sum_{k=1}^n u_{ik} < n < n$ para todo i .
- $\sum_{i=1}^c u_{ik} = 1$ para todo k .

Aunque los resultados obtenidos con el algoritmo de Bezdek (1981) son satisfactorios, su aplicabilidad está limitada a clasificaciones a partir de una sola característica. A pesar de la situación de robustez de este algoritmo, permite modificar y extender su aplicabilidad a condiciones multivariadas. Este elemento fue aprovechado por Pimentel y De Souza (2013) para su propuesta de MFCM, con el fin de posibilitar la obtención de diferentes niveles de pertenencia de una o varias variables en cada clúster. Esta característica es de vital importancia para la presente investigación, porque permite estudiar las ventajas que tienen las empresas al realizar alianzas con diferentes organizaciones, en conformidad a la pertinencia de sus características endógenas que dinamizan el crecimiento de la competitividad de las mismas.

Para corroborar el funcionamiento de este algoritmo en la clasificación multivariada, Pimentel y De Souza (2013) propusieron modificaciones a las funciones originales de Bezdek (1981), como se muestra a continuación.

En la propuesta multivariada la función objetivo de minimización presentada en (1) se modifica por:

$$J^M = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^p (u_{ijk})^m d_{ijk} \quad (2)$$

donde:

u_{ijk} : Es el grado de membresía de la empresa $k(k=1,\dots,n)$ en el clúster $i(i=1,\dots,c)$ en la característica o variable $j(j=1,\dots,p)$.

d_{ijk} : Es la distancia de los datos y está definida por $d_{ijk}=(x_{jk}-y_{ij})^2$ (3); siendo x_{jk} el valor de la variable j que pertenece a la empresa x indexado por k . En este caso, el parámetro y_i será reemplazado por y_{ij} , con el objeto de representar el centro de la variable j dentro del clúster i . De esta manera, para realizar la actualización de los centroides en cada clúster es necesario definir la ecuación (4):

$$y_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (u_{ijk})^m x_{jk}}{\sum_{k=1}^n (u_{ijk})^m} \quad (4)$$

Como se trata de un algoritmo iterado, Pimentel y De Souza (2013) propusieron una serie de pruebas matemáticas para garantizar la estabilidad y los criterios de particionado de los MFCM, las cuales se describen a continuación:

1. El vector $y_i=(y_{i1}, \dots, y_{ip})^t$ de los clústeres es $C_i(i=1, \dots, c)$ con el cual se establece la función de parada y clasificación definida en (2) que es actualizado con la ecuación (4).

Para la realización de esta prueba, Pimentel y De Souza (2013) proponen reemplazar (3) en la ecuación (2), y analizando en un punto fijo J_j se obtiene:

$$J_j = \sum_{k=1}^n (u_{ijk})^m (x_{jk} - y_{ij})^2 \quad (5)$$

Por tanto, el criterio de estabilidad será alcanzado cuando:

$$\frac{dJ_{ij}}{dy_{ij}} = \sum_{k=1}^n (u_{ijk})^m 2(x_{jk} - y_{ij})(-1) = 0 \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^n (u_{ijk})^m x_{jk} - \sum_{k=1}^n (u_{ijk})^m y_{ij} = 0 \quad (7)$$

Al despejar y_{ij} de (7) se obtiene (4). Con lo cual se garantiza que en cada iteración de (4), se acerca a la optimización de (2), y en el instante de tiempo que se alcance la condición objetivo, en ese momento culmina la clasificación. En consecuencia a lo anterior, Pimentel y De Souza (2013) plantean que también es necesario definir una función de actualización para u_{ijk} , lo cual da origen al segundo condicionante.

2. u_{ijk} debe ser actualizado en cada interacción a partir de la ecuación (8):

$$u_{ijk} = \left[\sum_{h=1}^c \sum_{l=1}^p \left(\frac{d_{ijk}}{d_{hik}} \right)^{\frac{1}{m-1}} \right]^{-1} \quad (8)$$

Siendo d_{ahlk} , la distancia de la empresa k en la variable l en el clúster es h . De manera similar al algoritmo de Bedzek (1981), Pimentel y De Souza (2013) plantean una serie de condicionantes para que se garanticen las condiciones de particionado de las observaciones a partir de sus p características:

- $\bar{\delta}_{ik}$, conocido también como grado de pertenencia en el clúster es 0 en la clase i de la empresa k , cuyo valor se define $\bar{\delta}_{ik} = \sum u_{ijk}$ (9), y $\bar{\delta}_{ik} \in [0, 1]$ para todo i y k .
 $0 < \sum_{k=1}^n \bar{\delta}_{ik} < n$, para todo i .
- $\sum_{k=1}^n \bar{\delta}_{ik} = 1$ (10), para todo k .

De acuerdo con las características presentadas con anterioridad, el algoritmo de Pimentel y De Souza (2013) es un instrumento idóneo para generar propuesta de alianzas y/o cooperaciones empresariales en los subsectores económicos más importantes de la región. Por tanto, en esta investigación, los niveles de membresía de cada empresa dentro de los clústeres generados, permitirán evaluar la mejor alternativa de agrupación, conforme a las características y demás funcionalidades internas de cada uno. De esta forma se garantiza la efectividad de generar acuerdos empresariales que propendan a un crecimiento competitivo homogéneo. Para garantizar esta funcionalidad se propone la ejecución del siguiente algoritmo:

- Inicialización: se ajustan los parámetros:
 - c , si $2 \leq c \leq n$.
 - m , si $1 \leq m \leq \infty$.
 - Se realiza asignación aleatoria u_{ijk} , además $u_{ijk} \in [0, 1]$.
 - $\sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^p u_{ijk} = 1$ en $(t=1)$
 - ε es el porcentaje de diferencia entre los valores de J_t^M y J_{t+1}^M y para
- Representación: se calcula y_i , en cada C_i con (4).
 Caracterización de la membresía: actualizar el valor de u_{ijk} , con (8).
- Criterio de parada: si $\|J_t^M - J_{t+1}^M\| < \varepsilon$ va al paso 5. De lo contrario va al paso 3 y $t=t+1$
- Clasificación por membresía: se calcula $\bar{\delta}_{ik}$ con (9).

2. Análisis y discusión de resultados

Para establecer el clúster con sus respectivos niveles de pertenencia, es necesario definir el tamaño de las observaciones y las variables que se desean estudiar. Para la selección del tamaño de las observaciones se tomaron los establecimientos matriculados en la Cámara de Comercio de Santiago de Cali, cuya actividad principal es el subsector de la medicina estética. A partir de estos se determinó la selección de 120 empresas, con lo cual se asegura un criterio de confianza del 95 %. En cuanto a las variables, se desarrolló una encuesta que consta de 23 preguntas que apuntan a los factores claves para el desarrollo de la competitividad empresarial, tales como:

- Normativos
- Tributarios
- Financieros
- Contables

- Mercadeo
- Servicio al cliente
- Administrativo
- Organizacional
- Recursos humanos
- Medio ambiente
- Responsabilidad social
- Calidad
- Producción
- TIC

Antes de realizar el ajuste del algoritmo de Pimentel y De Souza (2013), fue necesario formalizar una modificación a la función de distancia presentada en (2) y (8), puesto que la mayoría de las preguntas que se desarrollan en el instrumento son categóricas y/o cualitativas. Este cambio fue realizado con dos procesos, el primero de ellos fue el cálculo de la matriz de similitud de Jaccard (Choi, Cha y Tappert, 2010), y posteriormente con dicho valor se construyó la matriz de distancia al aplicar el modelo de Gower (1966; 1967). Una vez obtenidos estos valores se procede a configurar los parámetros del algoritmo (tabla 1).

Tabla 1. Configuración de los parámetros del algoritmo

PARÁMETRO	VALOR
n	120
c	3
p	23
m	3

Realizada la configuración de los parámetros, es necesario formalizar la configuración de cada uno de los clústeres. Para este caso como se seleccionaron tres clústeres, los factores de agrupación de cada uno de ellos se realizaron de acuerdo a las caracterizaciones mencionadas en los trabajos de Altenburg y Meyer-Stamer (1999); Bell y Albu (1999); Carbonara (2002); Carrasco y Albertos (2006); Feldman, Francis y Bercovitz (2005); Eraydin y Armatli-Köroğlu. (2005); McCann (1995) y Revilla-Diez (2002):

- En el primer clúster se consideró un escenario pesimista, en el sentido de articular los valores más bajos en cada uno de los componentes que fueron evaluados con el instrumento diseñado para esta investigación (una encuesta de 23 preguntas).
- En el segundo clúster se establecieron valores intermedios para cada uno de los componentes, con lo cual podría participar fácilmente en un entorno competitivo local y regional.
- En el tercer clúster, se establecieron los valores más altos para cada uno de los componentes. Incluso el diseño de esta configuración, les permitirá a las empresas participar en un entorno competitivo nacional.

Una vez establecida esta configuración, se aplicó el algoritmo de Pimentel y De Souza (2013). A continuación se refieren los resultados obtenidos en este proceso. Un primer elemento importante que se puede resaltar de estos resultados es que ninguna de las observaciones alcanza el 100 % de pertenencia en los tres clústeres, con lo cual no se puede ubicar de manera inicial a cada una de estas empresas en un clúster específico. Como consecuencia

de lo anterior, se debe realizar un mayor nivel de desagregación en cada una de las agrupaciones y observar las características intergrupo de cada empresa. Esta actividad se inicia con el primer clúster, cuyos resultados y observaciones se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Observaciones a eliminar para la creación de agrupaciones competitivas por tener mayor pertenencia al primer clúster

NOMBRE DE LA EMPRESA	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	GRADO DE PERTENENCIA
Yubitza	28	0,924
Kinesis	8	0,886
In moda	95	0,785
Surtileza	68	0,776
Fuzion	33	0,718
Círculo de la belleza	35	0,713
Centro estético y peluquería Yamis	81	0,689
Productos capilares LZ	47	0,669
Tu spa móvil	58	0,596
Sun sthetic center	64	0,591
Piel canela al oeste	46	0,584
Vive vital	43	0,554

Para este clúster la empresa que obtuvo el grado de membresía más alto fue la 120 (Luz Mery Medical) con un valor del 94,4 %. En consecuencia, se puede asignar esta empresa a la agrupación sin importar su posición en los clústeres restantes. De acuerdo a las condiciones que se definieron en el primer clúster, la información que presenta la empresa 120, no es de gran utilidad para la creación de alianzas que promuevan la competitividad, debido a que las valoraciones de los 23 elementos seleccionados están muy cerca al centro de la agrupación. Otras observaciones a pesar de que no alcanzaron porcentajes tan altos como la 120, presentan un alto grado de membresía a este clúster que demanda su desvinculación absoluta para establecer alianzas cooperativas para mejorar su participación en el mercado. Una vez finalizado el análisis del primer clúster, se inicia el mismo proceso para el segundo. Los valores de membresía de esta agrupación y sus observaciones se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Observaciones a eliminar para la creación de agrupaciones competitivas por tener mayor pertenencia al segundo clúster

NOMBRE DE LA EMPRESA	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	GRADO DE PERTENENCIA
Salud y belleza	20	0,713
Sol y luna	99	0,687
Dr. Luis Hernán González	21	0,665
Zoraidas	22	0,646
Mente & cuerpo sano	109	0,631

Puesto que la configuración de los centros de este clúster, era encontrar las empresas con las mejores condiciones competitivas para realizar alianzas en el contexto regional, en este caso solo se toman en consideración aquellas empresas que tienen mayor grado de pertenencia en esta agrupación. En ese sentido, sobresale la empresa 16 (IEstecti) con 0,874, lo cual la denota, como la empresa del subsector de la medicina estética más promisoría para construir alianzas competitivas dentro de Santiago de Cali. Sobre este hallazgo importante, se pueden construir asociaciones con observaciones que tengan altos valores de membresía en el clúster, y poca

distancia estadística con esa observación. En consideración a lo anterior se destacan las expuestas en la tabla anterior.

Por lo tanto, esta alianza empresarial es la que tendría las mayores ventajas competitivas para atender el mercado local. Pero, además de las bondades que produce esta alianza en Santiago de Cali, la ubicación geográfica las convierte en un grupo estratégico en el Valle del Cauca; elemento que contrasta con los condicionantes que establece Revilla-Diez (2002).

En referencia al entorno nacional, la estructuración del tercer clúster es la que denota cuáles son las alianzas empresariales que les permitirán participar y competir en el mercado.

Al igual que en el anterior, se pueden edificar alianzas considerando pertenencia y distancia estadística, obteniendo los resultados presentados en la tabla 4.

Tabla 4. Observaciones a eliminar para la creación de agrupaciones competitivas por tener mayor pertenencia al tercer clúster

NOMBRE DE LA EMPRESA	NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	GRADO DE PERTENENCIA
Arte francés	97	0,886
Splendor	54	0,883
Peluquería arte y color	77	0,870
Corte inglés	75	0,818
Plasty estetika	96	0,739
Biothecare	109	0,737
Salud, armonía y belleza LTDA	67	0,721
Therapy care	73	0,720
Depileasy	84	0,715

Estos resultados demuestran que, a pesar de ser una de las grandes apuestas para el sector económico, en el subsector de cuidados para la salud, una pequeña parte de las pymes puede generar alianzas cooperativas que les permitan acceder a mejores oportunidades de mercado. Esta situación demanda la creación de programas institucionales que promuevan ampliamente el mejoramiento de los procesos y palancas corporativas, para garantizar su sostenimiento en el medio.

Conclusiones

El desarrollo de herramientas como el MFCM es una gran alternativa para la construcción de aproximaciones de alianzas estratégicas empresariales en un mercado competitivo. Además de considerar los factores que están relacionados con los aspectos socioeconómicos importantes para las alianzas, vincula aspectos teóricos y variables del contexto territorial. Otro de sus aportes importantes es la capacidad que tiene en convertirse en una herramienta ex-ante para los tomadores de decisiones, y de esta forma generar circuitos cooperativos e innovativos para atender las necesidades del mercado. También existe la posibilidad de generar análisis inter e intragrupo en conformidad a los valores de membresía en cada grupo, y la importancia de esa empresa dentro del mismo.

Aunque el objeto de estudio en esta investigación fue solamente para un subsector económico, sus resultados pueden ser replicables a varios sectores completos, y a través de los resultados, generar programas de intervención con alto grado de pertenencia a las variables de cada sector.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO-VILLAR, O.; J. M. CHAMORRO-RIVAS Y X. GONZÁLEZ-CERDEIRA (2004): «Agglomeration Economies in Manufacturing Industries: the Case of Spain», *Applied Economics*, vol. 36, n.º 18, pp. 2103-2116.
- ALTENBURG, T. y J. MEYER-STAMER (1999): «How to Promote Clusters: Policy Experiences from Latin America», *World Development*, vol. 27, n.º 9, pp. 1693-1713.
- ARRIAGADA, K. y T. GONZÁLEZ (2012): «Diseño y validación de instrumento para medir el nivel de competitividad en pequeñas empresas del sector TIC de la Región Metropolitana», *Revista Gestión de las Personas y Tecnología*, vol. 5, n.º 13, pp. 179-189.
- BELL, M. y M. ALBU (1999): «Knowledge Systems and Technological Dynamism in Industrial Clusters in Developing Countries», *World Development*, vol. 27, n.º 9, pp. 1715-1734.
- BEZDEK, J. C. (1981): *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*, Plenum Press, New York.
- BIGGIERO, L. (2001): «Self-organizing Processes in Building Entrepreneurial Networks: a Theoretical and Empirical Investigation», *Human Systems Management*, vol. 20, n.º 3, pp. 209-222.
- CARBONARA, N. (2002): «New Models of Inter-firm Networks within Industrial Districts», *Entrepreneurship & Regional Development*, vol. 14, n.º 3, pp. 229-246.
- CARRASCO, J. y J. M. ALBERTOS (2006): «Redes institucionales y servicios a las empresas en el clústeres cerámico de Castellón», *Scripta Nova*, vol. 10, n.º 213, <<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-213.htm>> [21/04/2014].
- CHOI, S. S.; S. H. CHA y C. C. TAPPERT (2010): «A Survey of Binary Similarity and Distance Measures», *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, vol. 8, n.º 1, pp. 43-48.
- ERAYDIN, A. y B. ARMATLI-KÖROĞLU (2005): «Innovation, Networking and the New Industrial Clusters: the Characteristics of Networks and Local Innovation Capabilities in the Turkish Industrial Clusters», *Entrepreneurship & Regional Development*, vol. 17, n.º 4, pp. 237-266.
- FELDMAN, M.; J. FRANCIS Y J. BERCOVITZ (2005): «Creating a Cluster while Building a Firm: Entrepreneurs and the Formation of Industrial Clusters», *Regional Studies*, vol. 39, n.º 1, pp. 129-141.
- GOWER, J. C. (1966): «Some Distance Properties of Latent Root and Vector Methods in Multivariate Analysis», *Biometrika*, vol. 3-4, n.º 53, pp. 315-328.
- GOWER, J. C. (1967): «A Comparison of Some Methods of Cluster Analysis», *Biometrics*, vol. 23, n.º 4, pp. 623-637.
- HERNÁNDEZ, S. (2014): «¿Es Colombia competitiva y atractiva en comercio de servicios de salud? », tesis de especialización, Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá.
- MCCANN, P. (1995): «Rethinking the Economics of Location and Agglomeration», *Urban Studies*, vol. 32, n.º 3, pp. 563-577.
- MURILLO, R. y G. MUSIK (2005): «Sobre el concepto de competitividad», *Comercio Exterior*, vol. 55, n.º 3, pp. 200-214.
- PIMENTEL, B. Y R. DE SOUZA (2013): «A Multivariate Fuzzy C-Means Method», *Applied Soft Computing*, vol. 13, n.º 4, pp. 1592-1607.
- PORTER, M. (1991): *La ventaja competitiva de las naciones*, Editorial Vergara, Buenos Aires, Argentina.
- PORTER, M. (1995): *Ventaja Competitiva*, Compañía Editorial Continental SA de CV, México D.F.
- PORTER, M. E. (1999): «Ser competitivo: Fronteras en expansión», *Harvard Deusto Business Review*, n.º 91, pp. 34-36.

REVILLA-DIEZ, J. (2002): «Metropolitan Innovation Systems: a Comparison between Barcelona, Stockholm, and Vienna», *International Regional Science Review*, vol. 25, n.º 1, pp. 63-85.

RECIBIDO: 18/01/2017

ACEPTADO: 09/02/2017

Rafael Rentería-Ramos. Fundación Centro Colombiano de Estudios Profesionales, Facultad de Ingeniería, Colombia. Correo electrónico: rafael.renteria@cecep.edu.co

Alonso Velasco Bonilla. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Santiago de Cali, Colombia. Correo electrónico: alonso.velasco00@usc.edu.co

José María Burbano. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Santiago de Cali, Colombia. Correo electrónico: jomabu18@gmail.com

Alicia M. Vitale. Facultad de Economía, Universidad de La Habana, Cuba. Correo electrónico: alicia@fec.uh.cu