

Hacia el diagnóstico de perdurabilidad empresarial*

Towards the diagnosis of business perdurability

Liliana Adriana Mendoza Saboya**

RESUMEN

Este estudio presenta un modelo que tiene por objetivo establecer una metodología con la cual las empresas puedan describan su combinación estratégica. Para el diseño del modelo se toma como fuente de información la experiencia en 318 empresas colombianas, la experiencia es descrita a través de directivos y líderes con posiciones de liderazgo. La metodología de diseño del modelo se base en inferencia difusa básica, se opta por esta metodología dado que es un mecanismo apropiado para describir la incertidumbre de cada componente de la estrategia y sus mutuas relaciones.

Palabras clave: Lógica Difusa, Perdurabilidad Empresarial, Estrategia, Inferencia difusa, Modelo diagnóstico.

ABSTRACT

This study present a model aims to establish a methodology by which companies can describe their strategic combination. To design the model takes as a source of experience in 318 Colombian companies, the experience is described through managers and leaders with leadership positions. The model design methodology based on fuzzy inference is basic, this methodology is chosen as an appropriate mechanism to describe the uncertainty of each component of the strategy and their mutual relationships.

Keywords: Fuzzy Logic, Durability Business, Strategy, fuzzy inference, model diagnostics.

INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo tiene por objetivo presentar los avances de investigación en la comprensión de un modelo de perdurabilidad empresarial. El modelo se basa en 13 componentes hallados por el Grupo de Investigación en Perdurabilidad Empresarial (GIPE) del Centro de Estudios Empresariales para la Perdurabilidad (CEEP). Las herramientas tecnológicas de los modelos se desarrollan a través del Laboratorio de Modelamiento y Simulación Empresarial, el laboratorio es

liderado por Francisco Fernando Ortega, con la asesoría de Carlos Eduardo Maldonado.

En particular, este modelo fue creado en respuesta a la necesidad que tiene las empresas en determinar si sus acciones llevan a un atractor de perdurabilidad empresarial. El modelo tiene dos objetivos:

1. determinar la combinación estratégica que está desarrollando la empresa bogotana,
2. establecer una metodología con la cual las empresas puedan encontrar su combinación estratégica,

* Recibido: 22 abril de 2011. Aceptado: 1 junio de 2011. Este artículo es uno de los productos del proyecto de investigación desarrollado a partir de una metodología de la Universidad del Rosario con miras a identificar las características de las empresas perdurables, y no de los resultados. Dentro de los investigadores del grupo están: Luis Fernando Restrepo Puesta. Ángel Rodrigo Vélez, Carlos Eduardo Méndez y Liliana Adriana Mendoza.

** Candidata a Doctora en estadística e investigación de operaciones, con formación en Economía, Dinámica de sistemas, Lógica difusa y Maestría en Dirección y Gerencia de Empresas. Investigador del CEEP de la Universidad del Rosario. lilianaadriana11@hotmail.com

Con los parámetros de las funciones de pertenencia¹ de los conjuntos difusos de cada componente, se identificó si la empresa tiene las mismas directrices de las empresas que fueron base para la construcción de este modelo.

El modelo tiene dos resultados, el resultado general abstraído de las repuestas de los 318 participantes que se identifica como lo observado y, el resultado simulado que se identifica como lo estimado.

Los datos son capturados por medio del instrumento de medición tipo escala likert, las 47 preguntas del instrumento son discriminadas en 13 componentes hallados a partir de análisis factorial (Restrepo, Vélez, Méndez, Rivera & Mendoza, 2009, p. 41). Con los datos se diseña una matriz a la cual se le haya medidas de posicionamiento.

Agrupando los 13 componentes de perdurabilidad en una matriz de dimensión $n \times 39$ se obtiene la siguiente matriz²:

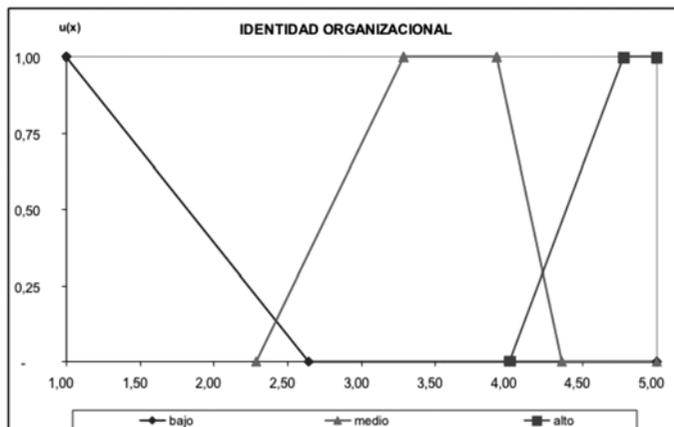
$$\tau(\Omega)_{5,39} = \begin{pmatrix} \min(B^{\min}_{C_1}) & \min(\bar{B}_{C_1}) & \min(B^{\max}_{C_1}) & \dots & \min(B^{\min}_{C_{13}}) & \min(\bar{B}_{C_{13}}) & \min(B^{\max}_{C_{13}}) \\ \text{perc}_{10}(B^{\min}_{C_1}) & \text{perc}_{10}(\bar{B}_{C_1}) & \text{perc}_{10}(B^{\max}_{C_1}) & \dots & \text{perc}_{10}(B^{\min}_{C_{13}}) & \text{perc}_{10}(\bar{B}_{C_{13}}) & \text{perc}_{10}(B^{\max}_{C_{13}}) \\ \text{prom}(B^{\min}_{C_1}) & \text{prom}(\bar{B}_{C_1}) & \text{prom}(B^{\max}_{C_1}) & \dots & \text{prom}(B^{\min}_{C_{13}}) & \text{prom}(\bar{B}_{C_{13}}) & \text{prom}(B^{\max}_{C_{13}}) \\ \text{perc}_{25}(B^{\min}_{C_1}) & \text{perc}_{25}(\bar{B}_{C_1}) & \text{perc}_{25}(B^{\max}_{C_1}) & \dots & \text{perc}_{25}(B^{\min}_{C_{13}}) & \text{perc}_{25}(\bar{B}_{C_{13}}) & \text{perc}_{25}(B^{\max}_{C_{13}}) \\ \max(B^{\min}_{C_1}) & \max(\bar{B}_{C_1}) & \max(B^{\max}_{C_1}) & \dots & \max(B^{\min}_{C_{13}}) & \max(\bar{B}_{C_{13}}) & \max(B^{\max}_{C_{13}}) \end{pmatrix}$$

La cual da origen al sistema de conjuntos difusos de cada componente.

Y por ejemplo para representar las calificaciones bajas de la componente uno C_1 se usa la primera columna de la matriz, $\tau(\Omega)$ la cual está basada en $(B^{\min}_{C_1})$. Y en el caso general para las calificaciones bajas, medias y altas, en cada componente i , C_i , se usa la columna basada en $(B^{\min}_{C_i})$, (\bar{B}_{C_i}) , $(B^{\max}_{C_i})$, respectivamente. Con esta construcción cada componente se puede representar con un sistema de conjuntos difusos compuesto por los conjuntos bajo, medio y alto.

Gráficamente cada sistema se representa como por ejemplo en el caso de la componente de identidad organizacional.

Gráfica 1. Sistema de conjuntos difusos identidad organizacional



Fuente: Mendoza, L. (2010). Tomado del documento de investigación Estructura matemática del modelo de perdurabilidad empresarial.

1. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

Dado que se trata los resultados de una investigación experimental, las relaciones entre componentes se hallan a través la matriz de relaciones y correlaciones construida a partir del coeficiente de Pearson³.

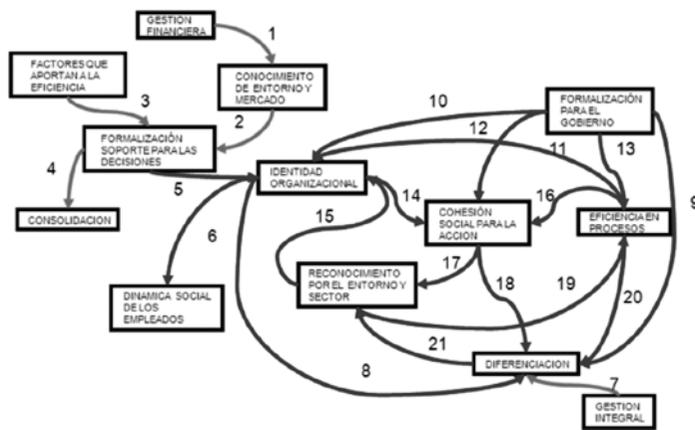
Los resultados muestran que las relaciones no son mayores a 0.69, es decir, los componentes no muestran gran paridad entre ellos. No obstante, se diferencian tres niveles de fuerza en las relaciones: las relaciones fuertes registran un coeficiente de correlación superior a 0.5, las relaciones débiles se hayan tomando el coeficiente de correlación máximo entre las filas, de la matriz de correlaciones en los que no hay relaciones fuertes.

Los componentes con relaciones débiles son: Factores que aportan a la eficiencia, Consolidación, Gestión integral, Conocimiento de entorno y mercado y Gestión financiera. En la fila del componente Factores que aportan a la eficiencia el coeficiente máximo es de 0.345, el cual muestra una relación con Formación soporte para las decisiones; el máximo en la fila de Consolidación es de 0.434 que relaciona la Consolidación con Formación soporte para las decisio-

¹ La función de pertenencia de los elementos del conjunto difuso indican el grado al que dicho elemento pertenece, el grado puede ir de 0 a 1, y para cada valor del conjunto difuso hay un grado. Pero cada valor de la función de pertenencia puede tener asociado más de un elemento del conjunto difuso. MENDOZA, L. A. (2009), Pág. 12. ROSS, J. Timothy (1995). Pág. 14.
² Los detalles de las operaciones se describen en un documento de investigación en proceso de publicación. Estructura matemática del modelo de perdurabilidad empresarial. Mendoza, L. 2010.
³ El coeficiente de Pearson muestra la asociación entre dos variables.

nes; en la fila de Gestión integral el coeficiente muestra una relación con Diferenciación; Conocimiento de entorno y mercado muestra relación con Formación soporte para las decisiones y; Gestión financiera muestra relación débil con Conocimiento de entorno y mercado. El diagrama de influencia para el modelo de perdurabilidad se ilustran las 5 relaciones de influencia débil denominadas como 1, 2, 3, 4 y 7 y; 17 relaciones fuertes, que son las restantes.

Ilustración 1. Diagrama de influencias de los 13 componentes



Fuente: Elaboración propia, basado en estudio de las condiciones de perdurabilidad. GIPE.

La debilidad de las relaciones está directamente relacionada con la capitalización de información⁴ y dado que esos componentes no recogen información del todo el sistema, como si lo hace por ejemplo el componente identidad organizacional. A estos componentes relacionados débilmente se les denomina componentes input⁵, los cuales dan información al sistema para su operación. En este caso los componentes: Gestión financiera, Factores que aportan a la eficiencia.

De otro lado, los elementos que constituyen output⁶ del sistema son: Dinámica social de los empleados y Consolidación. Estos componentes son respuesta del funcionamiento del sistema, y según el diseño de este sistema no comparte su información con otro elemento.

Y los demás elementos del sistema tienen doble función, genera su propia información y la comparten con otro ele-

mento del sistema.

2. DINÁMICA DEL FLUJO DE INFORMACIÓN

La dinámica comienza con una información inicial que tiene cada componente, pero para efectos de la dinámica los elementos input son los que van a proporcionar el estado inicial del sistema. Entonces, para la primera vuelta en la dinámica del flujo de información, el modelo se realiza en 9 pasos que producen resultados en cada componente y determinan el comportamiento de los output.

El primer paso indica la transferencia de información producto de la gestión financiera como apoyo para conocer el entorno y el mercado, y el mecanismo para hacerlo tiene dos vías por metas o estrategias pre programadas o por resultados de periodos anteriores, a nivel de sector o de empresa.

En el segundo paso la información lograda en el proceso del conocimiento del sector y el mercado así como la determinación de los factores que aportan a la eficiencia de la empresa, es transferida para el desarrollo de una formalización soporte para las decisiones, de cada empresa o del sector.

En el tercer paso se recoge información de los lineamientos que logra la eficiencia en procesos, formalización soporte para las decisiones, formalización para el gobierno de la empresa y el indicador o requisitos para el reconocimiento de la empresa por el entorno y el sector. Dicha información se recoge el componente identidad organizacional.

En el paso cuatro se recoge información generada por la experiencia de procesos eficientes, de los protocolos de la formalización para el gobierno y de la identidad organizacional, la cual va a complementar la información del componente cohesión social para la acción.

En el paso cinco se conectan la información generada por la eficiencia en procesos, la formalización para el gobierno, la gestión integral de la empresa, identidad organizacional y cohesión social; para generar una diferenciación de la empresa en relación a las otras de su propio sector.

La información recogida en el paso seis proviene de la cohesión social y de la diferenciación de la empresa, la cual se procesa para lograr un reconocimiento del entorno y el sector.

⁴ Capitalización se refiere a la acumulación de información desde diferentes fuentes.

⁵ Son los elementos del sistema que los determina el administrador del sistema y son el punto de inyección de la información inicial.

⁶ Son las salidas que se exhiben en cada uno de los elementos del sistema.

En el paso siete el reconocimiento por el sector y la formalización para el gobierno de la empresa pasan información que contribuye a la eficiencia en procesos. Lo que indica que este componente no solamente es autónomo en condiciones iniciales de la empresa, sino que también es modificado por el sistema producto de la información que en la empresa fluye a través de los diferentes procesos tangibles o intangibles.

En el paso ocho la información del componente formalización soporte para las decisiones es transferida hacia la consolidación de la empresa para la perdurabilidad.

Y finalmente, el paso nueve es producto de la información que recoge identidad organizacional a través del paso tres, la cual se transfiere como insumo para la dinámica social de los empleados.

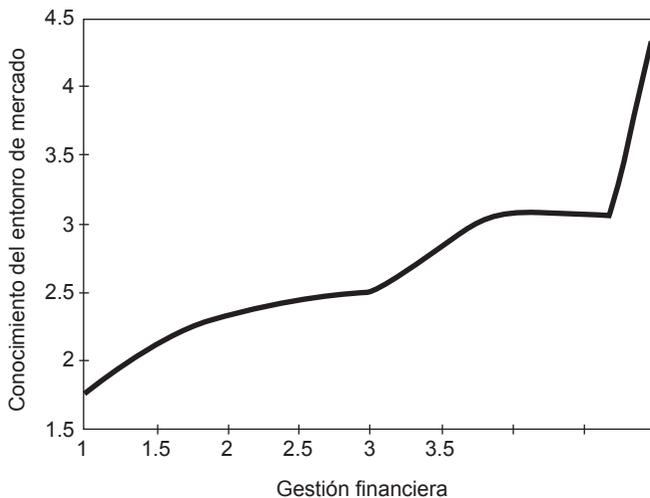
La dinámica del sistema través de estos nueve pasos de flujo de información cambia según la intensidad y la calidad de información se que transite a través del sistema.

3. REGLAS DIFUSAS

Las conexiones entre componentes no es lineal pero se puede delimitar con la ayuda de reglas difusas entre cada sistema de conjuntos difusos que describen cada componente. Como se indica en la ilustración 7 cada paso describe una relación en la que varios elementos aportan información y un elemento la recibe.

Gráficamente la relación no es una recta o una función conocida que grafique el comportamiento de estas dos variables, a menos que se desarrolle un modelo lineal que contemple algún error de estimación.

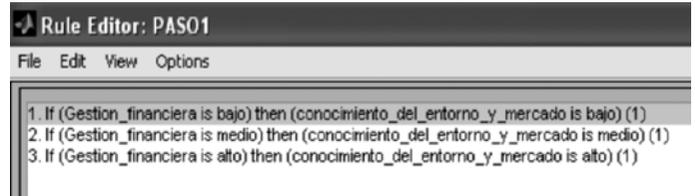
Ilustración 2. Salida MatLab. Surface 2D



Fuente: Elaboración propia

En este caso, el paso 1 puede graficar dado que se trata de la relación de dos variables, en la que a un resultado bajo de la una le corresponde un resultado bajo de la otra, la cual se expresa como regla difusas entre conjunto difusos.

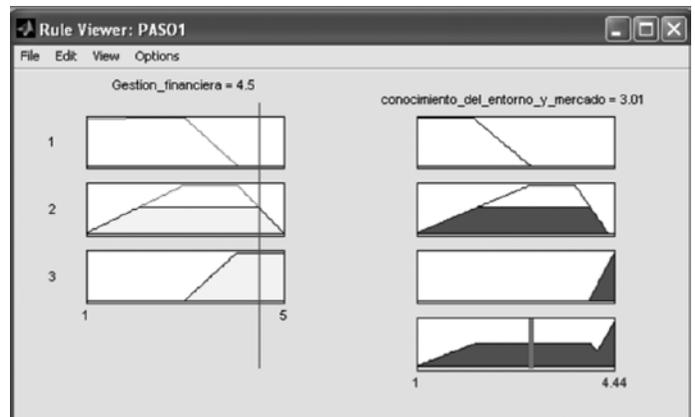
Ilustración 3. Salida MatLab. Reglas difusa



Fuente: Elaboración propia.

A partir de las relaciones difusas se puede inferir el comportamiento de otro componente relacionado. Por ejemplo, si Gestión financiera es 4.5 entonces Conocimiento del entorno y el mercado es 3.01. Dicha inferencia se hace mediante un mecanismo denominado de inferencia Mandami, (SIVANANDAM, S; SUMATHI, S. y DEEPA, S., 2007, p. 96). De esta forma se puede determinar el resultado de los componentes según el flujo de información que reciba del sistema.

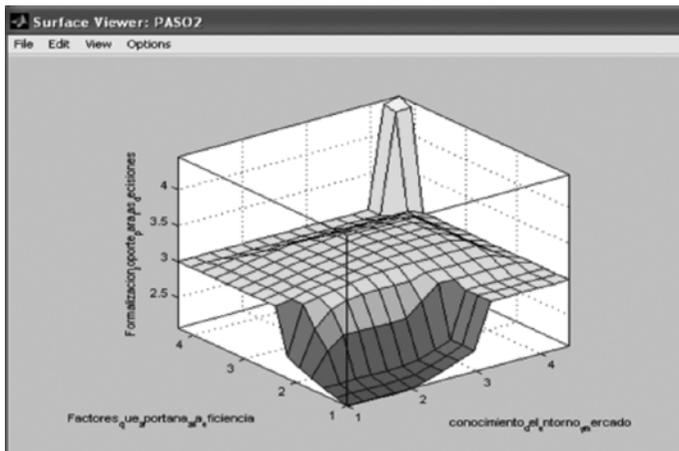
Ilustración 4. Salida MatLab. Inferencia difusa. Ejemplo1.



Fuente: Elaboración propia.

Bajos este mismo esquema están contruidos los 9 pasos. Una gráfica de los tres elementos relacionados, como el paso 2, muestra una superficie continua, en la que en el extremo superior y en el extremo inferior hay una convergencia definida, caso contrario sucede con los puntos medios en los que se observa una cavidad la cual ilustra la difusidad que hay en la relación.

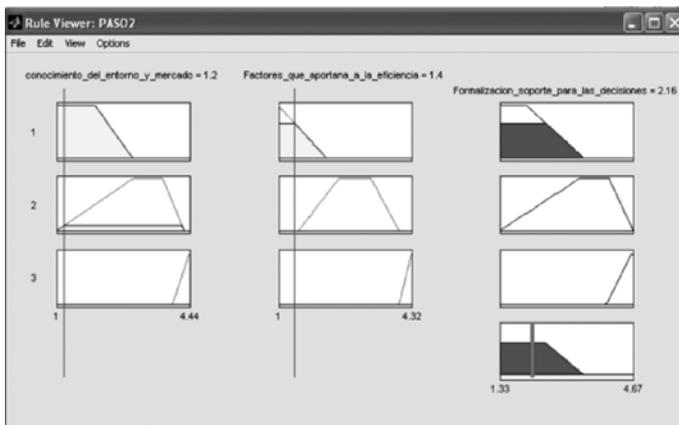
Ilustración 5. Salida MatLab.Surfaces 3D.



Fuente: Elaboración propia

En este caso el comportamiento de formalización soporte para las decisiones se puede inferir a través de la información obtenida de los componentes conocimiento de entorno y mercado y factores que aportan a la eficiencia. Por ejemplo, si el conocimiento de entorno y mercado es 1.2 y factores que aportan a la eficiencia es 1.4 entonces formalización soporte para las decisiones es 2.16.

Ilustración 6. Salida MatLab. Inferencia difusa. Ejemplo 2.



Fuente: Elaboración propia.

En cada paso puede hacer inferencia de un elemento según los puntajes de los elementos que aportan información. En general las regla difusas de los 9 pasos son las siguientes:

PASO 1

SI Gestión financiera es bajo ENTONCES Conocimiento de entorno y mercado es bajo.
 SI Gestión financiera es medio ENTONCES Conocimiento de entorno y mercado es medio.

SI Gestión financiera es alto ENTONCES Conocimiento de entorno y mercado es alto.

PASO 2

SI conocimiento de entorno y mercado es bajo Y factores que aportan a la eficiencia es bajo ENTONCES formalización soporte para las decisiones es bajo.
 SI conocimiento de entorno y mercado es medio Y factores que aportan a la eficiencia es medio ENTONCES formalización soporte para las decisiones es medio.
 SI conocimiento de entorno y mercado es alto Y factores que aportan a la eficiencia es alto ENTONCES formalización soporte para las decisiones es alto.

PASO 3

SI Formalización para el gobierno es bajo Y Eficiencia en procesos es bajo Y Reconocimiento por el entorno y sector es bajo Y Formalización soporte para las decisiones es bajo ENTONCES Identidad organizacional es bajo.
 SI Formalización para el gobierno es medio Y Eficiencia en procesos es medio Y Reconocimiento por el entorno y sector es medio Y Formalización soporte para las decisiones es medio ENTONCES Identidad organizacional es medio.
 SI Formalización para el gobierno es alto Y Eficiencia en procesos es alto Y Reconocimiento por el entorno y sector es alto Y Formalización soporte para las decisiones es alto ENTONCES Identidad organizacional es alto.

PASO 4

SI Formalización para el gobierno es bajo Y Eficiencia en procesos es bajo E Identidad Organizacional es bajo ENTONCES Cohesión social para la acción es bajo.
 SI Formalización para el gobierno es medio Y Eficiencia en procesos es medio E Identidad organizacional es medio ENTONCES Cohesión social para la acción es medio.
 SI Formalización para el gobierno es alto Y Eficiencia en procesos es alto E Identidad organizacional es alto ENTONCES Cohesión social para la acción es alto.

PASO 5

SI Formalización para el gobierno es bajo Y Eficiencia en procesos es bajo Y Gestión integral es bajo E Identidad organizacional es bajo Y Cohesión social para la acción es bajo ENTONCES Diferenciación es bajo.
 SI Formalización para el gobierno es medio Y Eficiencia en procesos es medio Y Gestión integral es medio E Identidad organizacional es medio Y Cohesión social para la acción es medio ENTONCES Diferenciación es medio.
 SI Formalización para el gobierno es alto Y Eficiencia en procesos es alto Y Gestión integral es alto E Identidad organizacional es alto Y Cohesión social para la acción es alto ENTONCES Diferenciación es alto.

PASO 6

SI Diferenciación es bajo Y Cohesión social para la acción es bajo ENTONCES Reconocimiento por el entorno y sector es bajo.

SI Diferenciación es medio Y Cohesión social para la acción es medio ENTONCES Reconocimiento por el entorno y sector es medio.

SI Diferenciación es alto Y Cohesión social para la acción es alto ENTONCES Reconocimiento por el entorno y sector es alto.

PASO 7

SI Reconocimiento por el entorno y sector es bajo Y Formalización para el gobierno es bajo ENTONCES Eficiencia en procesos es bajo

SI Reconocimiento por el entorno y sector es medio Y Formalización para el gobierno es medio ENTONCES Eficiencia en procesos es medio

SI Reconocimiento por el entorno y sector es alto Y Formalización para el gobierno es alto ENTONCES Eficiencia en procesos es alto

PASO 8

SI Formalización soporte para las decisiones es bajo ENTONCES Consolidación es bajo

SI Formalización soporte para las decisiones es medio ENTONCES Consolidación es medio

SI Formalización soporte para las decisiones es alto ENTONCES Consolidación es alto

PASO 9

SI Identidad organizacional es bajo ENTONCES Dinámica social de los empleados es bajo

SI Identidad organizacional es medio ENTONCES Dinámica social de los empleados es medio

SI Identidad organizacional es alto ENTONCES Dinámica social de los empleados es alto.

4. RESULTADOS

Al desarrollar la inferencia de forma ordenada con los 9 pasos, para lo cual el modelo previamente define la información de los componentes input con un puntaje de 0 a 5:⁷

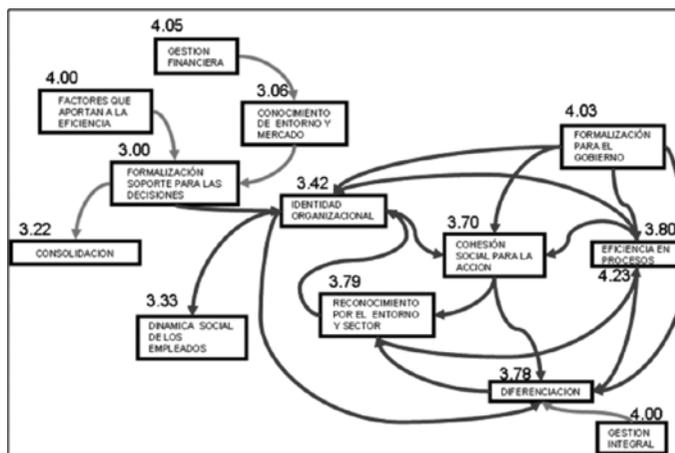
Tabla 1. Promedio observado en la muestra.

COMPONENTE	PROMEDIO
Gestión financier	4,05
Gestión integral	4,00
Formalización para el gobierno	4,05
Factores que aportan a la eficiencia	4,00
Reconocimiento por el entorno y sector	4,30
Eficiencia en procesos	4,23

Fuente: Elaboración propia.

Terminados los 9 pasos el modelo dar lugar a alimentar nuevamente algunos componentes, dado que el modelo debe alimentarse nuevamente con esta información arrojada por el componente Eficiencia en procesos. Según este resultado los pasos que se repiten son: Paso 3, Paso 4, Paso 5, Paso 6, Paso 7 y Paso 9. La dinámica se repite hasta que la información que fluye muestre ser invariante entre cada vuelta.

Ilustración 7. Estimaciones bajo el modelo.



Fuente: Elaboración propia.

Si por ejemplo Eficiencia en proceso se califica en promedio de forma input como 3 entonces el nuevo ciclo tendría los siguientes resultados:

PASO 3: Formalización para el gobierno es 4.03 Y Eficiencia en procesos es 3.8 Y Reconocimiento por el entorno y sector es 4.3 Y Formalización soporte para las decisiones es 3 ENTONCES Identidad organizacional es 3.39.

⁷ Estos puntajes son la valoración de la importancia de la información del componente, calificada a través de una percepción.

PASO 4: Formalización para el gobierno es 4.03 Y Eficiencia en procesos es 3.8 Y Identidad Organizacional es 3.42 ENTONCES Cohesión social para la acción es 3.67.

PASO 5: Formalización para el gobierno es 4.03 Y Eficiencia en procesos es 3 Y Gestión integral es 4 E Identidad organizacional es 3.39 Y Cohesión social para la acción es 3.67 ENTONCES Diferenciación es 3.77

PASO 6: Diferenciación es 3.77 Y Cohesión social para la acción es 3.7 ENTONCES Reconocimiento por el entorno y sector es 3.79

PASO 7: Reconocimiento por el entorno y sector es 3.79 Y Formalización para el gobierno es 4.03 ENTONCES Eficiencia en procesos es 3.8

PASO 9: Identidad organizacional es 3.39 ENTONCES Dinámica social de los empleados es 3.33

La información que fluye a través de los pasos 6, 7 y 9 no hace cambiar la información de las componentes output. Por lo que el sistema no recoge nueva información y termina su dinámica.

CONCLUSIONES

La Facultad de administración de la Universidad del Rosario ha puesto uno de los ladrillos más significativos en el abordaje de la observación de la perdurabilidad de la empresa, dicho aporte se trata de lograr describir “el pensamiento de la empresa” en 13 elementos holísticos de esta teniendo en cuenta sus grupos de interés y su entorno cambiante.

Al plasmar esta metodología, la muestra reporta que los promedios, desarrollados bajo estadística clásica, son mejores que los promedios controlados por la dinámica de las empresas. Y los componentes con mayor percepción son: Reconocimiento por el entorno y sector, Eficiencia en procesos, Diferenciación y Cohesión social para la acción. Y los componentes con menor percepción son: identidad organizacional, Dinámica social de los empleados, Conocimiento de entorno y mercado y Factores que aportan a la eficiencia.

La relación de influencia de la información que carga cada uno de los 13 componentes es descrita de forma dinámica y aunque la teoría sistémica determina que en alguna medida todas las variables de un modelo se intervienen directa o indirectamente, en este modelo se toman las relaciones con mayor concordancia teórica con los resultados empíricos. Es por lo que el modelo describe 21 relaciones que se tra-

ducen en, 9 pasos de causalidad, los cuales describen el comportamiento característico de la empresa Bogotana y a través de los que se transfiere información producida por del pensamiento empresarial.

El modelo es dinámico porque una vez se dan los 9 pasos la información de cada componente se renueva y en el flujo hacia una nueva vuelta el modelo dinámico lleva información recogida a través del modelo.

Particularmente, se observa que el reconocimiento por el entorno y sector y la dinámica social de los empleados puede permanecer invariante ante los cambios en los niveles de eficiencia en procesos de la empresa. Pero los pequeños cambios en eficiencia en procesos en un nivel medio, produce cambios importantes en la identidad organizacional, cohesión social, diferenciación y el reconocimiento de la empresa en el entorno y sector.

Adicionalmente, el modelo muestra que la dinámica de los empleados permanece invariante ante grandes cambio en identidad organizacional. Y cuando la eficiencia en procesos es alta y aumenta su nivel, ello provoca una disminución en los niveles de identidad organizacional y dicha disminución logra una disminución de cohesión social, esta combinación de cambios hace que la diferenciación disminuya. Lo que rebate la posición de que la lograr una eficiencia en proceso en una compañía es la mejor estrategia para la perdurabilidad.

REFERENCIAS

- Cañadas, I. (1998). Categorías de respuesta en escalas tipo likert. *Psicothema*, Vol. 10, N° 3, Pag. 623-631.
- Eppen, G. D.; Schmidt, C. P.; Gould, F. J. y Moore, J. H. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa: construcción de modelos para la toma de decisiones con hojas de cálculo electrónicas*. México. Pearson Educación.
- Fernández J. (2005) *Sistemas organizacionales. Teoría y práctica*. Bogotá. Editorial Universidad Cooperativa de Colombia.
- Mendoza, L. A. (2008). *Herramientas de estadística I*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Mendoza, L. A. (2009). *Metodología de lógica difusa*. Documentos de investigación. No 60. Pag. 1-57.
- Restrepo, L.; Vélez, R.; Méndez, C., Rivera H., y Mendoza, L. (2009). *Aproximación a una metodología para la iden-*

tificación de componentes que crean condiciones para la perdurabilidad en empresas colombianas. Documentos de investigación. No 39. Pag.1-79.

Rodríguez, M.; S. Álvarez S. y Bravo, E. (2001) Coeficientes de Asociación Mexico. Universidad Autonoma de Metropolitana Plaza y Valdez S.A.

Ross, J. Timothy. (1995) Fuzzy Logic with Engineering Applications. New York. (2^a ed). McGraw-Hill.

Sivanandam, S; Sumathi, S. y Deepa, S. (2007). Introduction to Fuzzy Logic using MATLAB. New York. Ed. Springer.