

# El capital humano y estructural a través de lógica difusa 2<sup>1</sup>

Jorge Ariel Franco-López<sup>2</sup>, Andrea Uribe<sup>3</sup>, Juan C. Monsalve<sup>4</sup>

## Resumen

**Introducción.** La gestión del conocimiento como proceso innovador y clave para organizaciones inteligentes permitió llevar su aplicación a centros de investigación de educación superior, basados en el capital intelectual (CI), como eje fundamental en la creación de activos intangibles, haciendo uso del modelo Intellectus, el cual enfatiza como componentes del CI: el Capital Humano (CH), Estructural (CE) y Relacional (CR). **Objetivo.** Desarrollar una metodología en la medición del CH y CE para centros de investigación. **Materiales y métodos.** Haciendo uso de la técnica de lógica difusa 2 y el *toolbox* Matlab®, se generaron algoritmos para obtener una herramienta inteligente. Para su validación, el modelo se aplicó al grupo de investigaciones de Ciencias Administrativas del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín. Mediante la técnica Delfi, seis expertos dictaminaron que las variables

decisivas a evaluar son, del CH: valores y aptitudes, actitudes, y conocimiento; del CE organizativo: aprendizaje organizativo y del CE tecnológico: I+D. La información se obtuvo de la aplicación en 16 investigadores en un formato con 54 preguntas, medidas en escala de Likert. **Resultados.** Con lógica difusa 2 se logró una base de reglas que, junto al tipo de reducción Karnik-Mendel, permitieron la toma de decisiones sobre las variables, a través de la superficie de control. **Conclusión.** La combinación entre capacidades y esfuerzo, I+D aporta mayor valor. La relación actitudes con aprendizaje organizativo es significativa, aunque no prioritaria en la generación de valor y la generación de valor, entre las variables valores y aptitudes, con aprendizaje organizativo, no es significativa.

**Palabras clave:** gestión del conocimiento, inteligencia artificial, gestión capital intelectual, lógica difusa 2

1 Artículo original derivado del proyecto de investigación *Método basado en lógica difusa 2 para la cuantificación en la creación de valor en las instituciones de educación superior derivado de la gestión del conocimiento*, financiado por la Institución Universitaria Salazar y Herrera–IUSH y cofinanciado por el Instituto Tecnológico Metropolitano ITM. Investigación desarrollada entre 2017 y primer semestre de 2018

2 Magíster en Administración, especialista en Gerencia de Proyectos, especialista en Formulación de Proyectos, economista, sociólogo, profesor investigador del Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, Programa Ciencias Administrativas. ORCID 0000-0002-0507-2914

3 Especialista en Gerencia de Sistemas y Tecnología, ingeniera electrónica, profesora asistente de la Institución Universitaria Salazar y Herrera IUSH, Facultad de Ingeniería. ORCID 0000-0002-1601-0313

4 Especialista en Automática, ingeniero electrónico, ingeniero desarrollador electrónica. A-MAQ S.A. ORCID 0000-0001-5327-5719

**Autor para correspondencia:** Jorge Ariel Franco-López. Correo: jorgefranco@itm.edu.co

Recibido: 28-10-2019 Aceptado: 14-02-2020

## Human and Structural Capital Through Diffuse Logic 2

**Keywords:** Knowledge management, artificial intelligence, intellectual capital management, fuzzy logic 2

### Abstract

**Introduction:** Knowledge management as an innovative and key process for smart organizations allowed its application in higher education research centers, based on intellectual capital (IC), as a fundamental axis in the creation of intangible assets, using the Intellectus model, which emphasizes as components of the IC: Human Capital (HC), Structural Capital (SC) and Relational Capital (RC). **Objective:** The work seeks to develop a measurement methodology for HC and SC for research centers. **Materials and methods:** Using the fuzzy logic technique 2 and the Matlab® toolbox, algorithms were generated to obtain an intelligent tool. The model validation was applied to the Administrative Sciences research group of the Metropolitan Technological Institute of Medellin. Through the Delphi technique, six experts determined that the decisive variables to be evaluated, according to the model, were from the HC: values and aptitudes, attitudes, and knowledge; from organizational SC: organizational learning; and from technological SC: R&D. The information was obtained from the application of a questionnaire with 54 questions to 16 researchers, measured with a Likert scale. **Results:** With fuzzy logic 2, a base of rules was achieved that, together with the Karnik-Mendel type of reduction, allowed decision making on the variables through the control surface. **Conclusion:** The combination of capabilities and effort and R&D brings greater value. The relationship between attitudes and organizational learning is significant, although not a priority in the generation of value; and the generation of value, between the values and skills variables, with organizational learning, is not significant.

## Capital humano e estrutural através da lógica difusa 2

### Resumo

**Introdução.** A gestão do conhecimento como processo inovador e chave para organizações inteligentes permitiu levar sua aplicação a centros de pesquisa de educação superior, baseados no capital intelectual (CI), como eixo fundamental na criação de ativos intangíveis, fazendo uso do modelo Intellectus, o qual enfatiza como componentes do CI: o Capital Humano (CH), Estrutural (CE) e Relacional (CR). **Objetivo.** Desenvolver uma metodologia na medição do CH e CE para centros de pesquisa. **Materiais e métodos.** Fazendo o uso da técnica de lógica difusa 2 e o *toolbox* Matlab®, se geraram algoritmos para obter uma ferramenta inteligente. Para a sua validação, o modelo se aplicou ao grupo de pesquisas de Ciências Administrativas do Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín. Mediante a técnica Delfi, seis expertos ditaram que as variáveis decisivas a avaliar são, do CH: valores e aptidões, atitudes e conhecimento; do CE organizativo: aprendizagem organizativo e do CE tecnológico: P&D. A informação se obteve da aplicação em 16 pesquisadores em um formato com 54 perguntas, medidas em escala de Likert. **Resultados.** Com lógica difusa 2 se conseguiu uma base de regras que, junto ao tipo de redução Karnik-Mendel, permitiram a tomada de decisões sob as variáveis, através da superfície de controle. **Conclusão.** A combinação entre as capacidades e o esforço, P&D aporta maior valor. A relação atitudes com aprendizagem organizativo é significativa, embora não seja prioritária na geração de valor,

e a geração de valor entre as variáveis valores e aptidões, com aprendizagem organizativo, não é significativa.

**Palavras chave:** gestão do conhecimento, inteligência artificial, gestão capital intelectual, lógica difusa 2

## Introducción

El discurrir histórico viene generando en las últimas décadas, en el mundo, tendencias diferentes y claras para las organizaciones que buscan liderazgo, una de ellas es la gestión del conocimiento (GC) como factor clave de competitividad, “La GC puede considerarse como un proceso de aprovechamiento de los conocimientos para lograr la innovación en los productos, para una efectiva toma de decisiones, y también para la adaptación de la organización al mercado” (Marulanda, López y López, 2016), en esa dimensión asistimos a una revolución, “la última fase de la evolución del saber, cuando este se aplica al saber mismo, produce hoy una revolución de la gestión, pues el saber está deviniendo el factor número uno de la producción” (Druker, 1993).

La GC como práctica organizacional ha venido cobrando importancia en las últimas décadas en las organizaciones que buscan liderazgo; en ese sentido, con la investigación se incursiona en el capital intelectual (CI), con el objetivo de generar un modelo del capital humano (CH) y estructural (CE) haciendo uso de la técnica de lógica difusa 2. La validación del modelo se efectuó en el grupo de investigación de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM).

El sustento teórico fue el modelo Intellectus, descrito por Eduardo Bueno y otros (2011), los cuales indican que el CI está compuesto por el CH, el cual a su vez tiene tres (3) elementos: valores y actitudes, aptitudes, capacidades; por el CE con dos (2) elementos: organizativo

y cuatro (4) variables: cultura, estructura, aprendizaje organizativo y procesos; y el otro elemento es el CE tecnológico con cuatro (4) variables: esfuerzo I+D, dotación tecnológica, propiedad intelectual y vigilancia tecnológica.

Para la delimitación del modelo propuesto y lograr obtener variables claves se utilizó el método Delphi, con el cual seis (6) expertos analizaron veinticuatro (24) cruces de variables entre el CH y el CE, dando como resultado que entre CH valores, actitudes y aptitudes con CE organizativo y tecnológico aplicó el aprendizaje organizativo, y del CH conocimiento con CE organizativo y tecnológico aplicó el esfuerzo I + D. A partir de allí, se desarrolla el instrumento para obtener información mediante una encuesta estructurada y aplicada a diez y seis (16) investigadores del grupo; el formato de preguntas se efectuó a través de tres (3) matrices, que correspondían a cincuenta y cuatro (54) preguntas, así: veinticuatro (24) para la relación valores y aptitudes con aprendizaje organizativo; veinte (20) para la relación actitudes con aprendizaje organizativo; diez (10) para la relación conocimiento con esfuerzo I+D. Las preguntas efectuadas en el trabajo de campo se delimitaron a través de una escala de Likert y el rango de respuestas se hizo mediante una escala de uno (1) a cinco (5). Después de efectuada la tabulación, se procede a llevar las respuestas al modelo de Lógica difusa tipo 2 en escenarios de razonamientos aproximados.

La lógica difusa proporciona, por su parte, un mecanismo de inferencia para simular aquellos procedimientos de razonamiento humano en sistemas basados en conocimiento, como lo es en este caso, la gestión del CI en el grupo

de investigación del ITM. A través del marco matemático de la lógica difusa que permite modelar la incertidumbre del proceso cognitivo humano, este puede ser tratado a través de un computador (González, 2015). Se usa el *toolbox Fuzzy Logic* del software Matlab® el cual posee robustas herramientas para implementar soluciones con este tipo de técnica.

Una vez implementada la herramienta de lógica difusa tipo 2, teniendo en cuenta los insumos de conocimiento adquiridos a través de las encuestas realizadas, se obtienen las superficies de control de las relaciones más relevantes a analizar. La superficie de control es creada a partir de las reglas y permiten visualizar la salida del sistema a partir de una gráfica tridimensional (Zadeh, 1996). La ventaja del uso de la lógica difusa es que permite convertir variables cualitativas en cuantitativas a través de conjuntos difusos, operadores lógicos y manipulaciones matemáticas, siendo de utilidad cuando se trabaja con conocimiento de expertos (Escobar, Tovar y Romero, 2016).

## Materiales y métodos

El capital que mayor valor agrega en la GC en la organización, según Torres y Hernández (2014), es el capital intelectual (CI) es decir, la información necesita gestionarse, tener un proceso de elaboración, análisis, proposición y socialización (Torres, 2014). En esa perspectiva, para las instituciones de educación superior (IES) se debe pensar en CI, como eje básico en la creación de activos intangibles, siendo una labor compleja en la medida de la inmaterialidad del recurso, y por ello la valoración. Argumenta Villafañe (2005), que las organizaciones exitosas deben contar con visión estratégica, sistema de evaluación, integrar la gestión a la cadena de valor y una estrategia de comunicación para informar a los interesados (*stakeholders*). Indica Pérez y Tangarife (2013) que el CI no tiene

forma física, pero deben de tener un soporte tangible como, por ejemplo, una marca que se registre y cuyo valor está limitado por derechos de posesión de sus propietarios.

El capital humano (CH) comprende habilidades, capacidades, valores y actitudes, aptitudes; todo lo que posee el talento humano puesto al servicio de la operación. La organización no es propietaria del CH (Edvinsson y Malone, 2003); el CH que tiene la organización posee unas características propias derivadas de las capacidades individuales de sus miembros. Otra versión indica que el CH es el “Valor económico potencial de la mayor capacidad productiva de un individuo, o del conjunto de la sociedad activa de un país, que es fruto de unos mayores conocimientos, adquiridos en la escuela, la universidad o la experiencia” (Viloria, Nevado y López, 2009).

Otro componente, el capital estructural (CE), es propiedad de la organización. Según Ramírez (2013) este corresponde al conocimiento explícito que soporta la difusión y comunicación del conocimiento científico y técnico. Se clasifica en organizativo y tecnológico (patentes, licencias, bases de datos); la organización lo puede negociar o transferir y forma parte de sus activos.

Del CI forma parte, además, el capital relacional (CR) que se define como el conjunto de relaciones que le permiten a una persona integrarse con el entorno político – económico y las instituciones que le faculten la generación de valor. “Conjunto de conocimientos que se incorporan a la organización y a las personas que la integran como consecuencia del valor derivado del número y calidad de las relaciones que se mantienen con el mercado y la sociedad” (Bueno et al., 2011). Está integrado, en consecuencia, por el capital de la organización y el capital social.

La literatura en torno del CI coincide en utilizar análisis multivariantes aplicables a ciencias sociales. Varela y Levy (2003), Alaminos et al. (2016), bajo esa dirección, y tomando el modelo de Bueno et al. (2011), extrajeron las combinaciones de variables que permitieron sacar lo más influyente del CI en el grupo de investigación de Ciencias Económicas y Administrativas (ITM) al cual se aplicaron las encuestas. Previamente a ello y haciendo uso del método Delphi (Matthews, Wallace, & Robinson, 2017) se entregaron las combinaciones a un total de seis (6) expertos: tres (3) pertenecientes al Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM): uno (1) con formación doctoral y dos (2) con maestría; además, tres (3) pertenecientes a la Institución Universitaria Salazar y Herrera (IUSH): uno (1) con formación doctoral y dos (2) con maestría. Cada uno de los expertos ha tenido un proceso de experiencia o cercanía relacionado a las variables que se pretenden caracterizar. Finalmente, la evaluación se efectuó en dos (2) rondas.

Resultaron veinticuatro (24) combinaciones posibles de variables, distribuidas en tres (3) grupos, donde la escala de evaluación hecha por los expertos estableció un rango de uno a ocho, siendo (1) lo menos representativo y ocho (8) lo más representativo. La primera ronda generó tres pares de variables importantes por cada experto. De las variables seleccionadas, en la segunda ronda de expertos quedaron tres (3) relaciones de variables. De la relación, el elemento CH valores, y actitudes con el elemento CE organizativo y tecnológico, se decide incursionar con “aprendizaje organizativo”, siguiendo el análisis de los expertos y apoyados en investigaciones similares, las cuales han dicho que “existe una relación significativa entre el CI y la capacidad de aprendizaje organizacional. Según los resultados, existe una relación significativa entre el CH, CE y el CR con la capacidad de aprendizaje organizacional” (Abinejad, Zeinolsalehin y Taboli, 2016).

En Nazem (2012) el modelo de ecuaciones estructurales en el empoderamiento de las universidades indica un gran efecto en la GC para el aprendizaje organizacional.

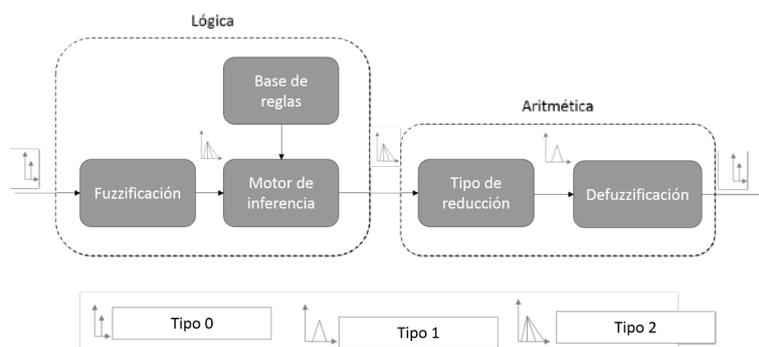
Por su parte, en la relación elemento CH capacidades con el elemento CE organizativo y tecnológico, se destacó por parte de los expertos el esfuerzo I+D, y lo refirieron Bermúdez, Boscan, Muñoz, Vidal y Archila (2017) con el concepto que el CH de los centros de investigación debe estar sustentado en equipos donde se tenga un esfuerzo I+D. Después de haber obtenido las variables seleccionadas, se establecen tres matrices sustentadas en los indicadores del modelo de Bueno et al. (2011). La primera contiene veinticuatro (24) preguntas (Tabla 5), la segunda veinte (20) (Tabla 6), la tercera diez (10) (Tabla 7) para un total de cincuenta y cuatro (54) preguntas.

Para la aplicación de la lógica difusa, no se requiere un modelamiento matemático como es usual en cualquier método clásico de control, pero si un conocimiento profundo por parte del experto (Zadeh, 1996). Por lo tanto, se tratan variables de tipo cualitativo, caracterizadas por medio de conjuntos difusos, con lo cual es posible representar la percepción de expertos dentro del grupo de investigación y posteriormente, generar un modelamiento a través de valores numéricos. La propuesta admite la valoración sistemática del CI desde el CH y CE, aclarando, las relaciones generadas entre las variables consideradas dentro de cada uno de los componentes. Luego, los sistemas de valoración humana y percepción lograrán un mayor grado de objetividad permitiendo el uso de valores intermedios (grados de verdad), para acceder a nuevos estados diferentes a los de la lógica booleana.

Cuando la pertenencia de un elemento no se puede definir en 1 o en 0, se emplea un conjunto difuso tipo 1, pero si las circunstancias

analizadas son difusas o borrosas, que incluso presentan problemas de subjetividad para definir el grado de pertenencia como un valor puntual, se usa, entonces, un conjunto difuso tipo 2 (Ponce, Brian y Molina, 2016),

Para obtener el resultado de la implementación de la lógica difusa tipo 2 en el modelo del CI es necesario aplicar el diagrama de bloques mostrado en la Figura 1.



**Figura 1.** Diagrama de bloques sistema lógico difusa tipo 2

**Fuente:** elaboración propia.

Para el proceso de fuzzificación se definen los conjuntos difusos con las variables de entrada, teniendo en cuenta las huellas de incertidumbre con su función de membresía máxima y mínima (Taskin y Kumbasar, 2016).

El mecanismo de inferencia por su parte, representa esencialmente la inteligencia del proceso difuso y, es necesaria, la generación de una base de reglas (provenientes de la información suministrada por los expertos) (Taskin y Kumbasar, 2016). La salida del motor de inferencia genera un conjunto difuso tipo 2 de salida, el cual fue defuzzificado a través del método Karnik-Mendel (KM) (Liu, 2013). Finalmente, la salida del sistema difuso tipo 2 de intervalo son valores puntuales, que conforman una superficie de control para visualizar, para cualquier coordenada de las variables de entrada, el valor de salida correspondiente. Para este caso, la salida del sistema será la medición de la generación de valor del CI. A continuación, se muestran los resultados obtenidos luego de procesar las 3 relaciones de variables planteadas para el desarrollo de la medición del CI: valores y aptitudes y aprendizaje organizativo; actitudes y aprendizaje organizativo; capacidades y esfuerzo I+D.

Para analizar la generación de valor en el CI, a partir de cada par de variables relacionadas al CH y el CE, se establece un lazo de control abierto (no realimentado). Se usa la herramienta de desarrollo IT2-FLS de Matlab®/Simulink (Interval Type-2 FuzzyLogicSystems), con licencia pública general GNU versión 3 (Kumbasar, 2015). A través del comando “\*.it2fis” se crea el espacio de trabajo de Matlab, que incluye toda la información del diseño del sistema como de los parámetros y tipos de funciones de membresía, reglas y tipos de algoritmos de reducción. El tipo de reducción de defuzzificación seleccionado es el algoritmo Karnik-Mendel, método basado en el cálculo de centroides (Liu, 2013).

## Resultados

### Relación de variables 1: valores y aptitudes y aprendizaje organizativo

Las entradas son el conjunto difuso para valores y aptitudes, con huellas de incertidumbre para pertenencia y compromiso, automotivación, satisfacción, sociabilidad,

flexibilidad y creatividad. Y el conjunto difuso de aprendizaje organizativo con huellas de incertidumbre, para entornos de aprendizaje, pautas organizativas, captación y transmisión de conocimiento, y creación y desarrollo de conocimiento. En el editor de funciones de membresía de Matlab® se normalizan las variables y se ingresan los parámetros para su conformación. El rango de normalización es  $[-1, 1]$ , donde  $-1$  es el valor mínimo, y  $1$  es el valor máximo. Para la formación de las huellas de incertidumbre se tuvo en cuenta el valor máximo, el valor mínimo, y el promedio de todas las calificaciones aportadas por el grupo de expertos (lo anterior se replica para las dos siguientes relaciones de variables).

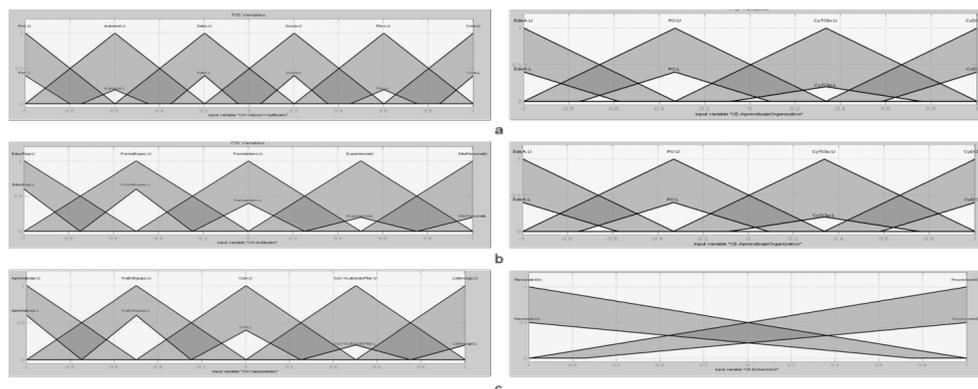
La Figura 2a muestra respectivamente el conjunto difuso de la variable valores y aptitudes, que está conformado por 6 funciones de membresía, y el conjunto difuso para la variable aprendizaje organizativo conformado por 4 funciones de membresía. Producto de la conformación de los conjuntos difusos de entrada, se realiza cada una de las reglas con las que el sistema tomará las decisiones de control, para este caso puntual el número máximo posible de reglas son 24 y establecen de la siguiente forma: “SI... Y..... ENTONCES...”, con el fin de generar posibles salidas para el CI. Finalmente, la Figura 2a muestra, desde dos perspectivas, la superficie

de control tridimensional que designa la salida o agregación de valor en el CI para cada punto de la relación de la variable de valores y aptitudes, y aprendizaje organizativo.

## Relación de variables 2: actitudes y aprendizaje organizativo

Las entradas son el conjunto difuso para actitudes con huellas de incertidumbre para educación reglada, formación especializada, formación interna, experiencia, y desarrollo personal. Y el conjunto difuso de aprendizaje organizativo con huellas de incertidumbre para entornos de aprendizaje, pautas organizativas, captación y transmisión de conocimiento, y creación y desarrollo de conocimiento. Como muestra la Figura 2b, el conjunto difuso de la variable actitudes está conformado también por 6 funciones de membresía con huella de incertidumbre, y el conjunto difuso para la variable aprendizaje organizativo está conformado por 4 funciones de membresía, respectivamente. Para esta relación el número máximo posible de reglas son 24 y son establecidas en el editor de reglas difusas tipo 2 de Matlab®.

La Figura 2a muestra, desde dos perspectivas, la superficie de control tridimensional que designa la salida o agregación de valor en el CI para cada punto de la relación de la variable de actitudes, y aprendizaje organizativo.



**Figura 2.** Conjuntos difusos de entrada para cada relación de variables

**Fuente:** elaboración propia.

### Relación de variables 3: capacidades y esfuerzo I+D

Las entradas son el conjunto difuso para capacidades con huellas de incertidumbre para aprendizaje, trabajo en equipo, comunicación, conciliación- vida laboral y familiar, y liderazgo. Y el conjunto difuso de esfuerzo I+D con huellas de incertidumbre para personal I+D y proyectos I+D. En el gráfico 2c se pueden observar los conjuntos difusos construidos para cada entrada, respectivamente. Y, para este caso, por la conformación de los conjuntos difusos de entrada el número de reglas a implementar

son 10. El gráfico 3c muestra la superficie de control tridimensional que designa la salida o agregación de valor en el capital intelectual para cada punto de la relación de la variable de capacidades y esfuerzo I+D.

La normalización de todas las variables de entrada de las diferentes relaciones se designa entre [-1,1]. La salida, que en este caso es el CI, está normalizada para valores comprendidos en el rango [0,1], donde 0 equivale a INSIGNIFICANTE para la generación de CI y 1 equivale a MUY ALTO para la generación de CI.

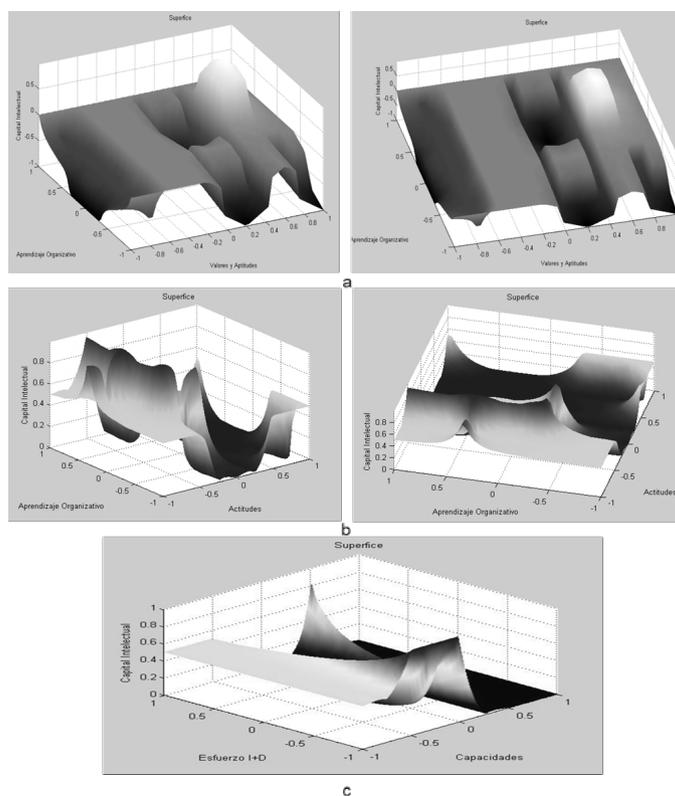


Figura 3. Superficies de control (salida) para cada relación de variables

Fuente: elaboración propia.

## Discusión

La GC como proceso innovador es un factor fundamental para organizaciones inteligentes, que ha venido cobrando importancia en las

últimas décadas y las investigaciones se han venido incrementando, como lo indican Gómez, Londoño y Mora (2020) en una amplia revisión de la literatura. Desde la temática del CI existen aportes que referencian trabajos de investigación que complementan la propuesta, en Arias,

Lozada, y Henao (2019), han desarrollado una investigación donde analizan la relación entre la gestión del CI y el desempeño de grupos de investigación universitarios, logrando detectar tres tipos de grupos: líderes, seguidores y rezagados. Concluyen que es necesario modificar el enfoque tradicional del CI que han utilizado las universidades en Colombia. Por su parte Galleguillos, Silva y Becerra (2018) profundizan el CI en el rendimiento financiero en IES. Lo anterior indica la transversalidad que tiene la temática del CI. Consideramos que la obra presentada es un esfuerzo interesante desde el punto de vista metodológico, la lógica difusa 2 es una herramienta de la inteligencia artificial que aquí se coloca al servicio del CI, aplicada en centros de investigación.

## Conclusiones

Teniendo en cuenta la relación entre las variables valores y aptitudes, y aprendizaje organizativo en el grupo de investigación de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas del ITM, la generación de valor del CI se concentra en MUY ALTA, cuando existe flexibilidad en el manejo de capital y la transmisión de conocimiento. Así mismo, la generación del valor del capital intelectual es MEDIA, cuando existen pertenencia y compromiso y pautas organizativas a la vez. Para el resto de las combinaciones de subvariables de esta relación y, según la superficie de control generada por el modelo, se considera que la generación de valor es ALTA. En términos generales, el fortalecimiento de los valores y aptitudes y el aprendizaje es una buena estrategia para generar valor en el CI dentro del mismo.

En la relación entre las variables actitud y aprendizaje organizativo existen combinaciones de subvariables que aunadas son potenciales en la generación de valor, entre las cuales están la formación especializada, la educación

reglada y la formación interna del CH, junto a la acomodación de pautas organizativas, la captación y transmisión de conocimiento y la creación y desarrollo de conocimiento. Si el grupo coloca esfuerzos para el fortalecimiento de estas variables podrá obtener resultados importantes en la gestión del CI generado. Para esta relación, el grupo de investigación no deberá incorporar estrategias que combinen el desarrollo del personal, con la captación y transmisión de conocimiento y, según la superficie de control, la generación de valor sería BAJA.

La relación entre las capacidades del CH y el esfuerzo I+D, no requiere generar fuertes estrategias que promuevan el desarrollo de la comunicación y el liderazgo; al mismo tiempo que se desarrollan proyectos I+D, el aporte solo aumenta en forma MEDIA en el CI, sin embargo, formar un personal I+D con integrantes que posean capacidades de aprendizaje, trabajo en equipo, comunicación, liderazgo, y que sean capaz de tener conciliación en la vida laboral y familiar fortalecerá altamente la gestión del CI del grupo de investigación.

El orden de estrategias para el grupo de investigación debe ser: primero, al aporte de las capacidades y el esfuerzo I+D; segundo, a las actitudes con el aprendizaje organizativo y, finalmente, al relacionamiento de los valores y aptitudes con el aprendizaje organizativo. Lo anterior resulta de la lectura de las superficies de control extraídas para cada relación, que evidencia dónde hay mayor número de combinaciones de subvariables que generan más valor en cuanto a la gestión del CI.

El artículo presentado fue fruto de la investigación Método basado en lógica difusa 2, para la cuantificación en la creación de valor en las instituciones de educación superior, derivado de la gestión del conocimiento, en asocio entre la Institución Universitaria Salazar y Herrera

(IUSH) y el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM). No existe ningún conflicto de intereses suscitado en la investigación.

## Referencias

- Abinejad, F., Zeinolsalehin, H. y Taboli, H. (2016). Investigating the relationship between intellectual capital and organizational learning capability in faculty members of higher educational centers of Sirjan. *International Business Management*, 10 (15), 3113-3115.
- Alaminos, A., Francés, F., Penalva, V. y Santacreu, O. (2016). *Análisis multivariante para las ciencias sociales I índices de distancia, conglomerados y análisis factorial*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Arias, J., Lozada, N. y Henao, E. (2019). Gestión del capital intelectual y desempeño de grupos de investigación universitarios en un país emergente: el caso de Colombia. *Información tecnológica*, 30 (4), 181-188.
- Bermúdez, M., Boscán, N., Muñoz, D., Vidal, B. y Archila, C. (2017). Knowledge management on R+D groups: an approach to the human capital components. *Revista Lasallista de Investigación*, 14 (1), 133-143.
- Bueno, E., Del Real, H., Fernández, P., Longo, M., Merino, C., Murcia, C. y Salmador, M. (2011). *Modelo Intellectus: medición y gestión del capital intelectual* (Segunda edición). Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Druker, P. (1993). *La sociedad poscapitalista*. Barcelona: Apóstrofe.
- Edvinsson, L. y Malone, M. (2003). *El capital intelectual: cómo identificar y calcular el valor de los recursos intangibles de su empresa*. Barcelona: Gestión 2000.
- Escobar, M., Tovar, L. y Romero, J. (2016). Diseño de un sistema experto para reutilización de aguas residuales tratadas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26 (2), 21-34.
- Galleguillos, C., Silva, J. y Becerra, P. (2018). Incidencia del capital intelectual en el rendimiento financiero de las universidades de Chile. *Ingeniare: Revista Chilena de Ingeniería*, 26 (4), 593-598.
- Gómez, L., Londoño, E. y Mora, B. (2020). Modelos de capital intelectual a nivel empresarial y su aporte en la creación de valor. *CEA*, 6 (11), 165-184.
- González, C. (2015). Lógica difusa una introducción práctica, técnicas de Soft Computing. Recuperado de: [https://www.esi.uclm.es/www/cglez/downloads/docencia/2011\\_Softcomputing/LogicaDifusa.pdf](https://www.esi.uclm.es/www/cglez/downloads/docencia/2011_Softcomputing/LogicaDifusa.pdf)
- Kumbasar, A. (2015). An open source matlab/simulink toolbox for interval type-2 fuzzy logic systems. Recuperado de: <https://www.semanticscholar.org/paper/An-Open-Source-Matlab%2FSimulink-Toolbox-for-Interval-Ta%C5%9Fk%C4%B1n-Kumbasar/c34b1e7318fd8529e25ee8b448e18a5bc79e800b>
- Liu, X. (2013). A survey of continuous Karnik-Mendel algorithms and their generalizations. En A. Sadeghian, J. Mendel y H. Tahayori (Eds.), *Advances in Type-2 fuzzy sets and systems: studies in fuzziness and soft computing* (19-31). New York: Springer.
- Marulanda, C., López, M. y López, F. (2016). La cultura organizacional y las competencias

- para la gestión del conocimiento en las pequeñas y medianas empresas (Pymes) de Colombia. *Información tecnológica*, 27 (6), 3-10.
- Matthews, J., Wallace, M. y Robinson, L. (2017). The delphi technique in radiography education research. *Radiography*, 23 (1), S53-S57.
- Nazem, F. (2012). A structural equation model of knowledge management for empowerment in universities. *Proceedings of the European Conference on Knowledge Management, ECKM* (págs. 817-824). Cartagena (España): Department of Education, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran.
- Pérez, G. y Tangarife, P. (2013). Los activos intangibles y el capital intelectual: una aproximación a los retos de su contabilización. *Saber, ciencia y libertad*, 8 (1), 143–166.
- Ponce, P., Molina, A. y Brian, M. (2016). Fuzzy logic type 1 and type 2 based on labview FPGA. En P. Ponce, A. Molina y M. Brian (Eds.), *Studies in fuzziness and soft computing* (159-230). Maine: Springer.
- Ramírez, Y. (2013). Intellectual capital management and reporting in European higher. *Intangible Capital*, 9 (1), 1-19.
- Taskin, A., & Kumbasar, T. (2016). An open source Matlab/Simulink Toolbox for interval Type 2 Fuzzy Logic Systems. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/304289349\\_An\\_Open\\_Source\\_MatlabSimulink\\_Toolbox\\_for\\_Interval\\_Type-2\\_Fuzzy\\_Logic\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/304289349_An_Open_Source_MatlabSimulink_Toolbox_for_Interval_Type-2_Fuzzy_Logic_Systems)
- Torres, L. (2015). The management of information and the management of knowledge. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 19 (2), 96-98.
- Torres, M. y Hernández, J. (2014). Gestión del conocimiento: experiencia de instituciones académicas y hospitalarias. *Ciencias de la Salud*, 12 (2), 169-181.
- Varela, J. y Levy, P. (2003). *Análisis multivariable de las ciencias sociales*. Madrid: Pearson Educación.
- Villafañe, J. (2005). La gestión de los intangibles empresariales. *Comunicação e Sociedade*, 8, 101-113.
- Viloria, G., Nevado, D., & López, V. (2009). *Medición y valoración del capital intelectual*. (G. Muriel, Ed.) [https://es.slideshare.net/slides\\_eoi/medicion-y-valoracion-capital-intelectual](https://es.slideshare.net/slides_eoi/medicion-y-valoracion-capital-intelectual)
- Zadeh, L. (1996). Nacimiento y evolución de la lógica borrosa, el soft computing y la computación con palabras: un punto de vista personal. *Psicothema*, 8 (2), 421- 429.
- Zadeh, L. A. (1981). Test-Score Semantics for Natural Languages and Meaning Representation via PRUF. En B. Rieger (Ed.), *Quantitative linguistics volumen 12* (280-348). Bochumer, Stidoenverlag Dr. Norbert Brockemeyer.