

## **Evaluación del nivel de competitividad del servicio de investigaciones oceanográficas basado en la lógica difusa compensatoria**

### **Evaluation of Competitiveness in the Oceanographic Research Service Based on Compensatory Fuzzy Logic**

Dr. C. Yuniel Bolaño Rodríguez<sup>1\*</sup>

Yoandra Ricardo Pérez<sup>2</sup>

Barbara Yamily Mansito Reyes<sup>3</sup>

Mónica Vichot Llano<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba

<sup>2</sup>Empresa GEOCUBA. Estudios Marinos, La Habana, Cuba

<sup>3</sup>Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, Mayabeque, Cuba

\*Autor para la correspondencia: [ybolanor@ind.cujae.edu.cu](mailto:ybolanor@ind.cujae.edu.cu)

#### **RESUMEN**

Se evalúa la competitividad de los servicios de investigaciones oceanográficas utilizando la modelación matemática basada en lógica difusa compensatoria (LDC). Se realizó un análisis teórico de la competitividad y de los servicios de investigaciones oceanográficas lo que aportó como elementos para la evaluación de la competitividad de los servicios: el capital humano y su rendimiento, la tecnología que se utiliza, el producto que se ofrece mediante el servicio y la gestión económica como resultado de los servicios. En la modelación matemática basada en LDC se obtiene como predicado compuesto final la competitividad de los servicios de investigaciones oceanográficas, la cual se evalúa con 4 predicados compuestos y 14 predicados simples. Los predicados compuestos coinciden con los elementos anteriormente mencionados. Entre los predicados simples se tienen cualitativos y cuantitativos; los cualitativos se obtienen a partir de una lista de chequeo diseñada y los cuantitativos a partir de indicadores que

se miden en la organización. Las ecuaciones matemáticas que caracterizan la modelación utilizan el operador AND que trabaja con la media geométrica y las operaciones internas acordes con esta teoría permiten llevar de la escala de valores reales de los predicados simples a la escala de valores de verdad  $[0; 1]$  que es con la que trabaja la LDC. Los resultados demuestran que es más falso que verdadero que el servicio es competitivo; los predicados compuestos que más influyen en el resultado son: el capital humano competente y el servicio diferenciado al mercado.

**Palabras clave:** competitividad, evaluación de la competitividad, servicios oceanográficos, lógica difusa compensatoria.

## ABSTRACT

The competitiveness of oceanographic research was evaluated through mathematical modeling based on Compensatory Fuzzy Logic (CFL). A theoretical analysis of competitiveness and oceanographic research services was made, which brought up new elements for evaluation of competitiveness in services such as human capital and its performance, technology use, products offered through services and economic management derived from services. The CFL mathematical modeling concluded that competitiveness of oceanographic research services was the final compound predicate; it was evaluated with 4 compound predicates and 14 simple predicates. The compound predicates coincided with the previously mentioned elements. Some simple predicates were qualitative and quantitative; the qualitative predicates were obtained from a designed checklist, and the quantitative ones were obtained from indicators measured in the organization. The mathematical modeling equations utilized the AND operator, which works with the geometric means. The internal operations of this theory facilitated the transformation of a real value scale of simple predicates into a truth scale  $[0; 1]$ , which is compatible with CFL. The results showed that the competitiveness of the service is more false than true, thus the most influential compound predicates were competent human capital and custom-made service.

**Key words:** competitiveness, evaluation of competitiveness, oceanographic services, compensatory fuzzy logic.

Recibido: 28/05/2018

Aprobado: 04/07/2019

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la competitividad de las empresas es un tema de investigación pertinente y no está limitado solo a la competencia del mercado, sino también se tienen en cuenta características o cualidades de la gestión de las entidades. De igual forma la competitividad puede analizarse a nivel de los productos o los servicios que se ofrecen a los clientes. También el concepto puede estudiarse desde el punto de vista del capital humano referido a la competitividad de los trabajadores para responder a las demandas del puesto de trabajo.

Debido a la intensa competencia, las empresas se ven obligadas a mantener, incluso aumentar, la participación en el mercado por medio de una constante innovación de productos y procesos de producción, así como de sistemas de producción flexible, para responder rápidamente a los cambios en el entorno. Se enfatiza en la reducción de costos y en el aumento de la productividad, en la búsqueda permanente de nichos de mercado y en impulsar la mano de obra calificada, todo ello con el afán de insertarse al mercado global (Cervantes, 2005).

La actividad oceanográfica se coordina a través del Comité Oceanográfico Internacional (COI) que es una agencia especializada de la ONU con autonomía funcional y sede en la UNESCO. Los países, instituciones u organizaciones dedicadas a los servicios de investigaciones oceanográficas establecen sus propias normas o se rigen por la norma internacional ISO-9000 referidas al Sistema de gestión de la calidad (ISO, 2015), adecuándola a sus características específicas.

La empresa GEOCUBA Estudios Marinos del Grupo Empresarial GEOCUBA presta servicios de investigaciones oceanográficas, ingeniería de costa, hidrografía, geología y geofísica, publicaciones (EDIMAR) y servicios marítimos. Desde el año 2009 se ha

dedicado a incrementar sus capacidades con inversiones tecnológicas importantes y la preparación de especialistas.

En la actualidad las investigaciones oceanográficas abordan problemas que constituyen necesidades fundamentales del mercado de productos y servicios, de clientes nacionales y extranjeros. Algunas de estas necesidades se asocian a proyectos de importancia estratégica para el país. La actividad de oceanografía se ha consolidado en el mercado nacional a partir de haber desarrollado capacidades propias para asumir nuevos productos y servicios de alta integración, complejidad y haber logrado disponibilidad tecnológica.

Esta labor científica se caracteriza por su carácter específico, de ahí que la evaluación de la competitividad de los servicios oceanográficos depende no solo de las variables que la componen, sino de la experiencia práctica. Las variables para la evaluación de la competitividad de los servicios oceanográficos pueden ser cuantitativas (indicadores medibles del servicio o de la empresa) o cualitativas (pueden obtenerse a través de encuestas, entrevistas, listas de chequeo u otros instrumentos).

Una de las teorías que permite en una misma modelación integrar las variables cuantitativas y las cualitativas es la lógica difusa compensatoria (LDC). Las variables que pueden tenerse en cuenta para la evaluación de la competitividad, de forma general, se comparten en condiciones de conocimiento impreciso y requieren evaluarse a través de expertos. Esto conduce a la utilización de un sistema lógico multivalente para modelar ese conocimiento y las propiedades de la LDC posibilitan cumplir con esas condiciones (Cejas, Espín y Alfonso, 2012; González y Espín, 2014; Ceruto, Rosete y Espín, 2014; Espín, Fernández y González, 2011; Zadeh, 1994). En distintos trabajos se aplicaron estas teorías en la medición de variables (Bolaño y Alfonso, 2016a, b), (Bolaño, 2016).

En función de todo lo planteado anteriormente, el objetivo general de este trabajo es evaluar la competitividad del servicio de investigaciones oceanográficas utilizando la modelación en lógica difusa compensatoria.

## **DESARROLLO**

## **Estudio teórico de la competitividad de los servicios**

Existen diferentes definiciones de competitividad; entre ellas destacan coincidencias: el carácter relativo del concepto ya que se dice que no está determinada por los logros de la empresa, sino por estos, en relación con los de sus competidores; además, los factores que la condicionan cambian a lo largo del tiempo y que debe ser sostenible en él, es decir, toda organización debe ser capaz de mantener o mejorar su posición. Además, se considera la competitividad como la capacidad para competir.

A nivel empresarial se identifican dos tipos principales de variables que determinan el desempeño competitivo y los índices que miden y describen la posición alcanzada en ese sentido; estas son consideradas factores competitivos (Orozco, 2012).

En los servicios, la integración de los aspectos técnicos, organizativos y subjetivos se hace más necesaria que en otros sectores, ya que la satisfacción del cliente requiere del compromiso de todos los miembros de la organización, pues su desempeño formará las expectativas y la confianza que percibirán los clientes (González, 2014). Las empresas de hoy requieren poner más énfasis en los servicios al usuario, mediante estrategias y técnicas de marketing para que cada día siga creciendo y aumentando sus carteras de clientes (Gómez, 2007).

Es frecuente la confusión entre servicio y servicio al cliente como un elemento diferenciador que permite a las empresas y organizaciones el acceso a niveles de mayor competitividad empresarial; sin embargo son dos enfoques diferentes que buscan un mismo fin (González, 2014). En cuanto al servicio, se refiere a una serie de actividades que prestan las empresas con el propósito de garantizar sus productos, de esta manera se encuentran garantías, soporte de instalación y servicios de post venta, todo lo anterior, en la búsqueda de crear un valor agregado al producto para mayor satisfacción de los consumidores.

El servicio al cliente consiste en el contacto entre este y los trabajadores y funcionarios de una empresa. Como tal, es un valor agregado que permite al usuario satisfacer sus necesidades y a la empresa una mayor eficiencia, mejor imagen y mayor desarrollo de su objeto social. Establecer una estrategia de servicio al cliente como factor diferenciador permite encontrar ventajas competitivas y de esta forma lograr una mayor competitividad (Gómez, 2007).

Los conocimientos, habilidades y actitudes de los trabajadores y cómo estos laboran, son factores cada vez más vitales para la competitividad de los servicios. La promoción de personal competente, la motivación a través de las políticas retributivas y una adecuada gestión de los planes formativos para lograr que el personal esté lo suficientemente calificado para afrontar los retos organizativos (Rubio y Aragón, 2006). Las ventajas competitivas de las empresas que desarrollan servicios dependen cada vez más de los recursos humanos con que cuentan (Cuesta, 2010). Los profesionales cada día valoran más la flexibilidad, la autonomía, los programas de apoyo, la formación, las medidas de conciliación de la vida personal y laboral y el buen ambiente laboral (Luna, 2012). La ventaja competitiva es el valor que una empresa es capaz de crear para sus clientes (Porter, 2013).

El desarrollo de capacidades en un sector y sus empresas contribuye a impulsar la competitividad de una gama de productos o servicios; estas también influyen profundamente en las capacidades de crecimiento y diferenciación competitiva de una gama de productos mucho más allá que en el éxito o fracaso de un producto único (De la Cruz y Morales, 2006).

La competitividad puede verse también como la capacidad de respuesta y de anticipación de la entidad ante las demandas y necesidades del entorno. Como factores más representativos están: la gestión comercial, la gestión económica financiera, la gestión de la producción y la gestión de la dirección (Hernández, 2008). Estos factores se pueden desglosar en un grupo de indicadores que permiten determinar el grado de intensidad de las variables competitivas representadas en precio, calidad del producto, servicio, innovación, etc. (Aguilar, 2006).

En el estudio de la ventaja competitiva se pueden destacar dos grandes modelos dominantes. Un modelo en el que la empresa crea estrategias competitivas que le permiten encontrar una posición en el sector en que se ubica. El otro gran modelo es el que propone la teoría de los recursos y capacidades distintivas, que son específicos de cada empresa y que poseen características como el valor, la inimitabilidad, la escasez o la durabilidad que otorgan a la ventaja competitiva el atributo de la sostenibilidad (Saavedra, 2012).

Se ha intentado generar modelos y metodologías con el fin de determinar la competitividad en la empresa. Hoy, la idea dominante es que se trata de una organización que aprende y que lo hace a través de nuevas exigencias planteadas a los recursos humanos y un nuevo modelo productivo. En esta visión es importante reconocer los indicadores de desempeño, referidos a la capacidad de mantener mercados y penetrar en nuevos, la eficiencia en el uso de los recursos clave (financieros, materia prima, tiempo), a la actualización de las técnicas organizacionales y de las tecnologías.

La competitividad es un concepto más amplio que otros relacionados con el desempeño o la eficiencia. Está relacionada con tener mejores habilidades y capacidades e involucra tanto los resultados obtenidos hasta el momento, como la percepción del potencial de las empresas, lo que resulta de gran importancia al garantizar los servicios y/o productos que estas ofertan.

### **Los servicios oceanográficos y las características de su competitividad**

La COI fue establecida por las Naciones Unidas en 1960 para actuar como el organismo competente y centro de coordinación de la oceanografía dentro del sistema de la ONU. Dicha organización de las Naciones Unidas tiene un papel fundamental, dado su trabajo actual en los centros internacionales de datos marinos, la coordinación intergubernamental de la investigación científica, los sistemas de alerta contra catástrofes y el crecimiento de nuevas funciones, como la planificación espacial marina. Los estudios oceanográficos se realizan para obtener una descripción cuantitativa del carácter y movimientos de las aguas de los mares y océanos.

Las empresas de investigaciones marinas más competitivas son aquellas que identifican mejor el entorno y lugares para ubicar en las zonas costeras las infraestructuras necesarias para el desarrollo sostenible de los países. Estas determinaciones constituyen valiosas herramientas para tomar decisiones a la hora de ejecutar una inversión en la franja costera y valorar el potencial de recursos marinos aprovechables desde el punto de vista energético, pesquero, ambiental y turístico.

Las empresas deben mantenerse actualizadas respecto al rápido avance de la tecnología a nivel mundial, en cuanto a las investigaciones oceanográficas; una vía

para esto son los estudios de vigilancia tecnológica. Así, la introducción de estudios de innovación y asimilación de tecnología es un objetivo permanente en la gestión de desarrollo de las organizaciones. El impulso a las infraestructuras en un país permite incrementar el nivel de investigaciones oceanográficas asociadas a los procesos inversionistas. Anticiparse a esta demanda, conocer cómo se mueve el mercado en el territorio, es una gestión que la empresa debe estar constantemente evaluando para poder insertarse en este sector y a su vez, posicionarse con tecnología y recursos humanos altamente calificados.

### **Evaluación del nivel de competitividad de servicio de investigaciones oceanográficas**

A través de la LDC se modela matemáticamente el nivel de competitividad del servicio de investigaciones oceanográficas. Esta forma de modelar permite integrar en un mismo cuerpo un conjunto de variables cualitativas y cuantitativas con ayuda del lenguaje. Las formulaciones verbales que se establecen, partiendo de un concepto general, posibilitan modelar predicados compuestos y simples que ayudan a evaluar un predicado compuesto final; en este caso el nivel de competitividad de un servicio de investigaciones oceanográficas.

### **Modelación matemática de la competitividad del servicio de investigaciones oceanográficas basada en la lógica difusa compensatoria**

La LDC asociada a la modelación matemática trabaja con conceptos relativos a la realidad, siguiendo patrones de comportamiento similares al pensamiento humano. Características principales de los modelos son: flexibilidad, tolerancia con la imprecisión, con capacidad de moldear problemas no-lineales y su fundamento en el lenguaje de sentido común (Espín *et al.*, 2011), (Cejas *et al.*, 2012).

La modelación de la competitividad del servicio de investigaciones oceanográficas (CSIO), mediante LDC, considera 14 variables como predicados simples. A partir de estas variables se evalúan 4 predicados compuestos que a su vez evalúan al predicado compuesto final. La formulación verbal de los predicados de la CSIO y las ecuaciones matemáticas correspondientes a cada nivel de la modelación se exponen en la Tabla 1.

**Tabla 1. Modelación de la competitividad de los servicios de investigaciones oceanográficas**

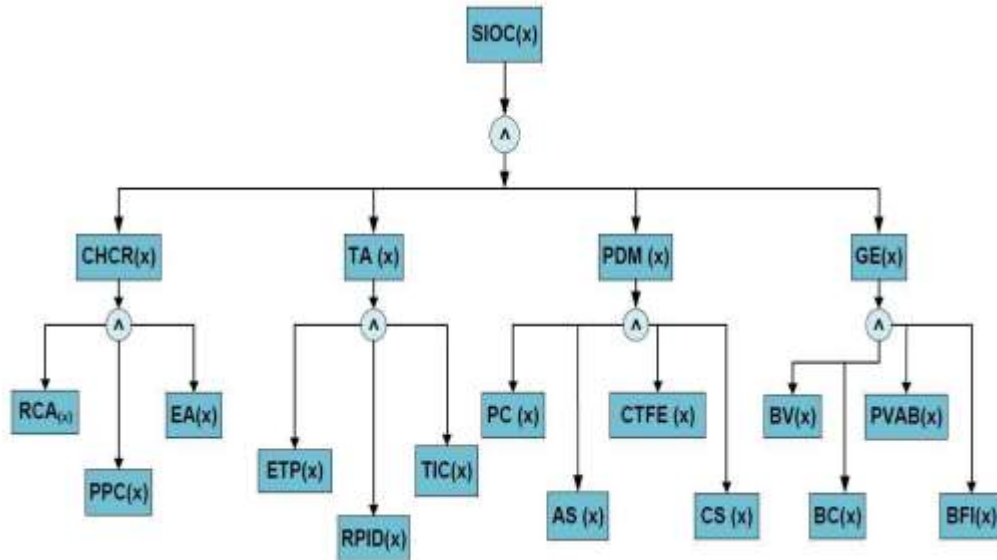
Formulaciones verbales de los predicados	Ecuación matemática
--	---------------------



<p>Existe una alta competitividad de un Servicio X de investigaciones oceanográficas (CSIO) si:          Posee un capital humano competente y de alto rendimiento (CHCR)          Posee una tecnología actualizada (TA)          Ofrece un producto diferenciado en el mercado (PDM)          Tiene una buena gestión económica (GE)</p>	$CSIO(X) = CHCR(x) \wedge TA(x) \wedge PDM(x) \wedge GE(x)$ $CSIO(X) = \sqrt[4]{CHACR(X) * TA(X) * PDM(X) * GE(X)}$
<p>Un servicio X de investigaciones oceanográficas posee un capital humano competente y de alto rendimiento (CHCR) si:          Tiene un alto grado de rendimiento y compromiso en la actividad (RCA).          Es un personal preparado y capacitado (PPC).          Tiene un porcentaje elevado del personal que posee una vasta experiencia en la actividad (EA).</p>	$CHCR(X) = RCA(X) \wedge PPC(X) \wedge EA(X)$ $CHCR(X) = \sqrt[3]{RCA(X) * PPC(X) * EA(X)}$
<p>Un servicio X de investigaciones oceanográficas posee una tecnología actualizada (TA) si:          Se cuenta con equipamiento tecnológico de punta (ETP).          Introdúcen resultados de proyectos de Investigación + Desarrollo + innovación (RPID).          Utilizan tecnologías avanzadas de la informática y las comunicaciones (TIC).</p>	$TA(X) = ETP(X) \wedge RPID(X) \wedge TIC(X)$ $TA(X) = \sqrt[3]{ETP(X) * RPID(X) * TIC(X)}$
<p>Un servicio X de investigaciones oceanográficas ofrece un servicio diferenciado en el mercado (PDM) sí.          Ofrece un precio competitivo (PC).          Ofrece una amplitud de las prestaciones del servicio (AS).          Cumple con un porcentaje elevado el cronograma de trabajo y la fecha de entrega (CTFE).          Logra una alta calidad del servicio oceanográfico (CS).</p>	$PDM(X) = PC(X) \wedge AS(X) \wedge CTFE(X) \wedge CS(X)$ $PDM(X) = \sqrt[4]{PC(X) * AS(X) * CTFE(X) * CS(X)}$
<p>Un servicio X de investigaciones oceanográficas tiene una buena gestión económica (GE) si:          Tiene muy buenas ventas (BV)          Tiene bajos costos/\$ ventas (BC)          Tiene buena productividad/VAB (PVAB)          Tiene una gestión eficiente en la búsqueda de financiamiento para inversiones (BFI).</p>	$GE(X) = BV(X) \wedge BC(X) \wedge PVAB(X) \wedge BFI(X)$ $GE(X) = \sqrt[4]{BV(X) * BC(X) * PVAB(X) * BFI(X)}$

Todas las ecuaciones matemáticas expuestas en la tabla 1 utilizan el operador AND que trabaja con la media geométrica, lo que es característico de la compensación de variables y criterios considerados en la modelación.

El árbol lógico de predicados de la modelación a través de las formulaciones verbales se expone en la Fig. 1. De los 14 predicados simples (los que se observan en la parte inferior del árbol de predicados), 9 de ellos se evalúan a través de la media geométrica de las preguntas de la lista de chequeo que aparece en la tabla 2.



**Fig. 1.** Representación del árbol lógico de predicados para evaluar la competitividad de los servicios de investigaciones oceanográficas

**Tabla 2:** Variables y elementos de la lista de chequeo

Variables	Elementos
1. Tiene un alto grado de rendimiento y compromiso en la actividad.	1.1 Los trabajadores se encuentran motivados e identificados con el desarrollo de las actividades del servicio oceanográfico. 1.2 Se cuenta con un buen sistema de atención al trabajador que propicia un alto grado de compromiso y sentido de pertenencia con el servicio oceanográfico.
2. Es un personal preparado y capacitado.	2.1 El servicio oceanográfico cuenta con un personal altamente calificado y especializado. 2.2 Se desarrollan programas de capacitación y formación orientados a las actividades del servicio oceanográfico.
3. Equipamiento tecnológico de punta.	3.1 Se cuenta con equipamiento de alta tecnología para la medición de parámetros oceanográficos. 3.2 El equipamiento tecnológico brinda una alta calidad y confiabilidad en la información que brindan sobre los parámetros oceanográficos.
4. Introducen resultados de proyectos de Investigación + Desarrollo + innovación.	4.1 Se desarrollan actividades relacionadas con la I + D + I de manera sistemática y bien orientadas hacia el servicio oceanográfico. 4.2 El servicio oceanográfico se perfecciona a través de la implementación de los proyectos de I + D + I.
5. Tecnologías avanzadas de la informática y las comunicaciones.	5.1 El servicio oceanográfico cuenta con equipos de cómputo de última generación en los puestos que lo requieran. 5.2 El servicio oceanográfico se apoya en la utilización de servicios de redes, intranet e internet que benefician la comunicación y actualización de la información. 5.3 El servicio oceanográfico utiliza sistemas informáticos que favorecen la rapidez y confiabilidad de los procesamientos de datos.
6. Precio competitivo.	6.1 El precio de los servicios oceanográficos está a niveles competitivos a nivel mundial. 6.2 Se conforma el precio de los servicios oceanográficos con métodos o procedimientos en correspondencia con el mercado internacional.

7. Amplitud de las prestaciones del servicio	7.1 Se cuenta con una diversidad de prestaciones para el servicio oceanográfico que permite la satisfacción de clientes. 7.2 El servicio es capaz de incorporar prestaciones que no fueron concebidas inicialmente por los clientes.
8. Calidad del servicio oceanográfico	8.1 Se logra una alta satisfacción de las necesidades de los clientes. 8.2 Es bajo el nivel de reclamaciones de los clientes por la calidad del servicio brindado.
9. Búsqueda o creación de financiamiento para inversiones	9.1 Se logra la creación de un fondo financiero para inversiones dirigidas al servicio oceanográfico. 9.2 Búsqueda de financiamiento (a través de fuentes nacionales o internacionales) para inversiones dirigidas al servicio oceanográfico.

Esta lista de chequeo contiene 19 preguntas cualitativas para evaluar las 9 variables del modelo las cuales necesitan de criterios de expertos o especialistas en la organización, para diagnosticar el estado actual de los servicios de investigaciones oceanográficas. Las preguntas se evalúan entre 1 y 10 puntos. Constituye un instrumento de diagnóstico para evaluar la competitividad de los servicios de investigaciones oceanográficas.

La modelación de la competitividad del servicio de investigaciones oceanográficas se introduce en el software Fuzzy Tree Studio, donde se representa el diagrama de la modelación y se definen para los predicados simples el valor centro (valor aceptable a partir del cual comienza a ser verdadero el predicado simple) y el valor sigma (valor que representa la desviación entre el valor aceptable y el valor inadmisibles o casi falso). Al hacer corresponder los datos de los predicados simples con el diagrama de la modelación se obtiene el valor de verdad de la competitividad del servicio de investigaciones oceanográficas. Al interior del software los valores reales de los predicados simples (tanto los cualitativos evaluados con la lista de chequeo como los cuantitativos obtenidos a través de indicadores de la organización) se transforman a partir del valor centro y valor sigma en valores de la escala de verdad (con valores entre 0 y 1) utilizando la expresión siguiente:

$$f(x) = \frac{1}{(1 + e^{-\delta(x-\gamma)})}$$

Donde:

f(x): Función que transforma los datos de una escala (0-10 puntos) a una escala difusa (entre 0 y 1)

$\delta$  : Valor sigma

X: Valor puntual de la variable que se introduce en el software (0-10 puntos)

$\gamma$  : Valor centro

### Aplicación de la lista de chequeo para evaluar las variables intangibles

Para realizar la evaluación se seleccionó un grupo de especialistas del área como, el director de la unidad empresarial básica, un especialista A tres B de Oceanografía, el jefe de grupo de fotografía y actividades subacuáticas y un técnico A oceanógrafo. Se seleccionaron 7 especialistas teniendo en cuenta: los años de experiencia en la actividad (más de 10 años), el conocimiento del tema a tratar (de 1 a 5, mientras más alto, más conocimiento), la antigüedad en el cargo (más de 3 años) (Tabla 3).

Se aplicó la lista de chequeo al grupo de trabajo seleccionado (especialistas). Luego de analizada y procesada la información en el Minitab se obtuvo la información recogida en la tabla 4.

**Tabla 3:** Selección del grupo de trabajo

Grupo de trabajo	Años de experiencia	Conocimiento del tema	Antigüedad en la empresa
Ángel Lenin Rodríguez	30	5	5
Jorge Viamontes Fernández	30	4	20
Iván Reyes Cordero	25	5	10
Daysi López García	30	5	15
Jarmila Pérez Canet	23	4	10
Rolando Griñan Labañino	25	4	20
Miguel Blanco Concepción	30	5	30

**Tabla 4. Resultados del procesamiento de la lista de chequeo en el Minitab**

Elementos evaluados	Media	Moda	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
1.1	7,143	7,000	0,690	7,000	6,000	8,000
1.2	8,143	8,000	0,690	8,000	7,000	9,000
2.1	6,714	6,000	0,756	7,000	6,000	8,000
2.2	5,286	5,000	0,756	5,000	4,000	6,000
3.1	8,286	8,000	0,756	8,000	7,000	9,000
3.2	8,714	9,000	0,488	9,000	8,000	9,000
4.1	6,857	6,000	0,900	7,000	6,000	8,000
4.2	7,857	8,000	1,069	8,000	6,000	9,000
5.1	8,429	8,000	0,535	8,000	8,000	9,000
5.2	6,429	6,000	0,535	6,000	6,000	7,000
5.3	7,714	8,000	0,488	8,000	7,000	8,000
6.1	4,429	4,000	0,787	4,000	4,000	6,000
6.2	4,286	4,000	1,113	4,000	3,000	6,000

7.1	7,714	8,000	0,488	8,000	7,000	8,000
7.2	5,286	5,000	0,756	5,000	4,000	6,000
8.1	8,429	8,000	0,535	8,000	8,000	9,000
8.2	8,714	9,000	0,488	9,000	8,000	9,000
9.1	7,143	7,000	0,690	7,000	6,000	8,000
9.2	6,429	8,000	1,272	6,000	5,000	8,000

Del análisis de la media, la mediana, la moda, el mínimo y el máximo se puede decir que el 73,68 % tiene una media superior a 6, que los elementos 1.2; 3.1; 3.2; 5.1; 8.1 y 8.2 son los de mejor comportamiento en la media; se puede afirmar que los trabajadores se sienten atendidos lo que propicia su compromiso; que se cuenta con tecnología de punta para dar respuesta y satisfacer a los clientes, lo que trae consigo la baja tasa de reclamaciones; la mediana general es de 7 puntos, que no es mala calificación.

El 36,8 % de las evaluaciones tienen una mediana de 8; el 210,5 % la tienen de 7; el resto de los datos mantienen una mediana entre 4; 5; 6 y 9. De esta manera los elementos evaluados de más bajos resultados fueron 2.2; 6.1; 6.2 y 7.2. Con esto se llega a la conclusión que no se desarrollan programas de capacitación (cursos, entrenamientos, maestrías, especialidades, doctorados, etc.) y formación orientados a las actividades del servicio oceanográfico de manera sistemática. No se realizan estudios de mercado que faciliten la formación de un precio competitivo. Se dificulta, luego de formulado el contrato y firmado, añadir servicios que no fueron contratados inicialmente. La puntuación máxima fue de 9 y la mínima de 3.

La atención al hombre, la tecnología instalada, la calidad de la información, el desarrollo de proyectos de I+D+i, la utilización de software actualizados y la satisfacción del cliente son los de mejores resultados. Los elementos referidos a la motivación de los trabajadores, el precio competitivo, la amplitud de las prestaciones, la búsqueda de financiamiento son los de mayor variación en las respuestas, ya que presentan una mayor dispersión de datos.

### **Evaluación del nivel de competitividad del servicio de investigaciones oceanográficas y análisis de los resultados**

En la Tabla 5 se muestran los valores aceptables, inadmisibles y los valores sigma para cada uno de los predicados simples modelados en el software Fuzzy Tree Studio. Para

tomar estos valores se consultaron directivos y especialistas de la temática, quienes analizaron los diferentes niveles de las variables. Los valores de la CSIO están entre 0 y 1 y se pueden interpretar según la escala de valores de verdad que se expone en la Tabla 6.

**Tabla 5:** Valores tenidos en cuenta para evaluar los predicados simples en la modelación de CSIO

Variable o predicados simples	Valor centro o aceptable (Y)	Valor inadmisibles ( $\beta$ )	Sigma	Valor puntual (X)
			$\delta = \frac{\ln(0.9) - \ln(0.1)}{(y - \beta)}$	
RCA	7	4	0,7324	7,68
PPC	7	4	0,7324	5,97
EA	60	30	0,0732	28,57
ETP	6	3	0,7324	8,6
RPID	6	3	0,7324	7,38
TIC	7	4	0,7324	7,48
PC	7	4	0,7324	4,2
AS	6	3	0,7324	6,36
CTFE	70	50	0,1099	92
CS	7	4	0,7324	8,6
BV	3000	2500	0,0044	3830
BC	0,3	0,4	-21,9722	0,251
PVAB	27	20	0,3139	25
BFI	6	3	0,7324	6,79

Legenda:

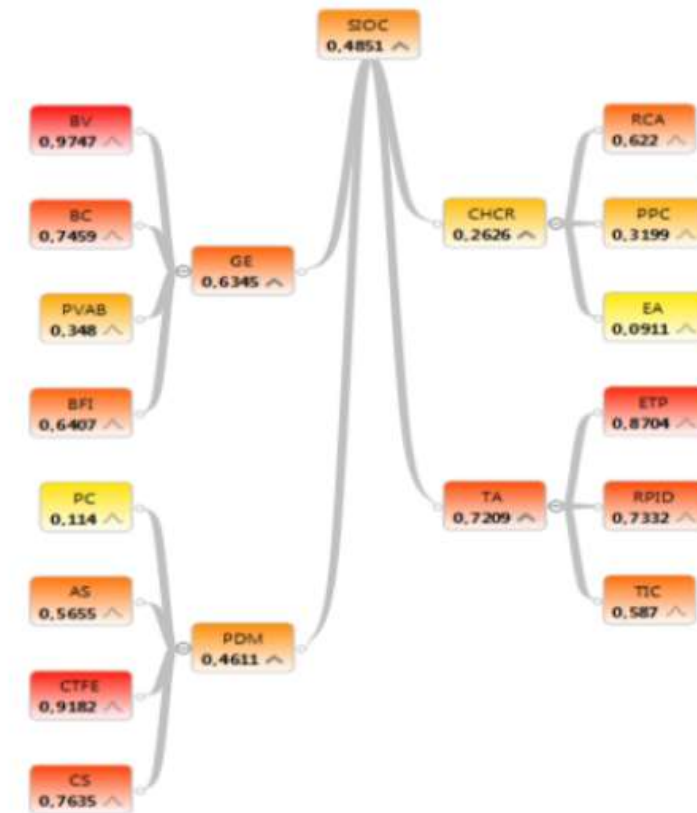
- RCA Tiene un alto grado de rendimiento y compromiso en la actividad
- PPC Es un personal preparado y capacitado
- EA Tiene un porcentaje elevado del personal que posee una vasta experiencia en la actividad
- ETP Se cuenta con equipamiento tecnológico de punta
- RPID Introduce resultados de proyectos de Investigación + Desarrollo + innovación
- TIC Utilizan tecnologías avanzadas de la informática y las comunicaciones
- PC Ofrece un precio competitivo
- AS Ofrece una amplitud de las prestaciones del servicio
- CTFE Cumple con un porcentaje elevado el cronograma de trabajo y la fecha de entrega
- CS Logra una alta calidad del servicio oceanográfico
- BV Tiene muy buenas ventas
- BC Tiene bajos costos/\$ ventas
- PVAB Tiene buena productividad/VAB
- BFI Tiene una gestión eficiente en la búsqueda de financiamiento para inversiones

**Tabla 6.** Escala de valores de verdad de la lógica difusa compensatoria

Valor de verdad	Categoría
0	Absolutamente falso
0,1	Casi falso
0,2	Bastante falso
0,3	Algo falso
0,4	Más falso que verdadero
0,5	Tan falso como verdadero
0,6	Más verdadero que falso
0,7	Algo verdadero
0,8	Bastante verdadero
0,9	Casi verdadero
1	Absolutamente verdadero

En el Fuzzy Tree Studio se obtiene la modelación de CSIO. Luego se evalúa el diagrama con los datos expresados en la tabla 5. Se obtiene como resultado un valor de verdad de 0,4851 de competitividad del servicio de investigaciones oceanográficas. Este valor puede interpretarse como la existencia de cierta incertidumbre, ya que puede ser más falso que verdadero que el servicio de investigaciones oceanográficas sea competitivo, influenciado esto por la diferenciación del producto con 0,4611 y el capital humano con una puntuación de 0,2626, la más baja (Fig. 2).

De la evaluación se puede resumir que la tecnología con puntuación de 0,7209 es algo verdadero que puede ser competitiva; aunque persisten algunas deficiencias como son los problemas en las comunicaciones intranet y las limitaciones para la navegación en internet. La gestión económica se encuentra en buenas condiciones ya que obtuvo una evaluación de 0,6345 siendo más verdadero que falso que sea competitiva. La diferenciación del producto obtuvo una calificación de 0,4611, es más falso que verdadero que sea un producto competitivo, lo que más influyó fue la falta de un precio competitivo debido a insuficientes estudios que permitan formar precios a niveles del mercado internacional. El capital humano resultó ser el de menor calificación con 0,2626, es bastante falsa la competitividad del personal, esto es debido a la poca preparación y a la falta de experiencia.



**Fig. 2:** Resultado de la evaluación de los predicados compuestos y simples  
Fuente: Salida del software Fuzzy Tree Studio

## CONCLUSIONES

La importancia del estudio de la competitividad está relacionada con tener mejores habilidades y capacidades que los competidores, incluye los resultados presentes, así como la percepción futura del potencial de las empresas, lo que resulta de gran importancia al garantizar los servicios y/o productos. El aporte teórico y metodológico de este trabajo se refiere a la modelación matemática basada en la lógica difusa compensatoria para evaluar el nivel de competitividad de los servicios de investigaciones oceanográficas.

A través de la LDC se determinó la competitividad del servicio de investigaciones oceanográficas (CSIO). Los resultados muestran que es más falso que verdadero que hay una buena competitividad, siendo los predicados compuestos relacionados con un



capital humano competente y de alto rendimiento y el servicio diferenciado en el mercado los que más influencia tienen en el resultado.

Es necesario el desarrollo de planes de capacitación y entrenamiento del personal que brinda los servicios de investigaciones oceanográficas, así como eliminar las dificultades para la comunicación electrónica, los estudios de mercado y las causas de la baja motivación de los directivos.

## REFERENCIAS

Bolaño, Y. (2016). Evaluación del nivel de gestión de la cadena de valor de la industria del mármol en Cuba. En *Simposio de Ingeniería Industrial* llevado a cabo en la 18 Convención de Ingeniería y Arquitectura, La Habana.

Bolaño, Y. y Alfonso, D. (2016a). La capacidad de prevención estratégica del sistema de dirección de la empresa. *DYNA Management*, 4(1, enero-diciembre), s.p.

Bolaño, Y. y Alfonso, D. (2016b). La capacidad de prevención estratégica del sistema de dirección de la empresa. En *Simposio de Ingeniería Industrial* llevado a cabo en la 18 Convención de Ingeniería y Arquitectura, La Habana, Cuba.

Cejas, J., Espín, R. y Alfonso, D. (2012). Aplicación de la lógica difusa compensatoria en el sector empresarial. *Revista Dyna*, 87(3, mayo-junio), 271-274. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cemconres>

Ceruto, T., Rosete, A. y Espín, R. A. (2014). Búsqueda de predicados difusos en una base de datos utilizando metaheurísticas, *Ingeniería Industrial*. 35(1), 74-84.

Cervantes A. (2005). *Competitividad e internacionalización de las pequeñas y medianas empresas mexicanas* (tesis de pregrado). Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México.

Cuesta, A. (2010). *Tecnología de gestión de los recursos humanos* (3ra. ed. corregida y aumentada. La Habana, Cuba: Ed. Academia-Ed. Félix Varela

De la Cruz, I. y Morales, J. (octubre de 2006). Desarrollo de competencias en la micro, pequeña, mediana y gran empresa en México: Un estudio empírico exploratorio. En *Memorias del XI Foro de Investigación*. Llevado a cabo en el Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática, México.

- Espín, R. A., Fernández, E. y González, E. (2011). Un sistema lógico para el razonamiento y la toma de decisiones: la lógica difusa compensatoria basada en la media geométrica. *Investigación Operacional*, 32(3), 230-245.
- Gómez, M. (2007). *La logística moderna en la empresa*. La Habana, Cuba: Ed. Logicuba.
- González, E. (2014). *El servicio al cliente como un generador de competitividad en las empresas y organizaciones públicas colombianas* (ensayo crítico de especialización en Gestión de Desarrollo Administrativo). Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.
- González, E. y Espín, R. A. (2014) Aplicación de solución difusa de la negociación a tres casos de estudios. *Ingeniería Industrial*. 35(2), 199-213.
- ISO. (2015). *ISO 9000: 2015. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario*. Ginebra, Suiza: Organización Internacional de Normalización. Recuperado el 2 de enero de 2018, de <http://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- Luna, J. E. (2012). *Influencia del capital humano para la competitividad de las pymes en el sector manufacturero de Celaya, Guanajuato* (tesis doctoral en Administración, Universidad de Celaya, Guanajuato, México).
- Orozco, F. A. (2012). *Modelación de las interrelaciones entre factores e índices de competitividad en empresas constructoras* (tesis doctoral en Ciencias de la Ingeniería). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Porter, M. (2013). *Ventaja competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior*. México: Grupo Editorial Patria.
- Rubio, A. y Aragón, A. (2006). Competitividad y recursos estratégicos en la Pyme. *Revista de Empresa*, 17(1), 32-47.
- Zadeh, L. A. (1994). Soft Computing and Fuzzy Logic. *IEEE Software*. 11(6), 48-56.
- Hernández, J. (2008). *Ventaja competitiva. Creatividad para tu negocio*. Pyme Adminístrate Hoy. Recuperado el 10 de enero de 2018, de <http://agarciaaliana.com/data/documents/Protocolo de Responsabilidad Social Empresarial.pdf>
- Aguilar, J. C. (2006). *Marco teórico 5 fuerzas de Porter*. Cali, Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.

Saavedra, M. L. (2012). Una propuesta para la determinación de la competitividad en la pyme latinoamericana. *Pensamiento y Gestión*, (33), 93-124. Recuperado el 2 de enero de 2018, de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/view/4898/3878>