



Lógica difusa: metodología cuantitativa útil para determinar el consenso entre expertos de ciencias estomatológicas

Fuzzy logic: a useful quantitative methodology to determine consensus among dental science experts

Yanet Fleites Ramos^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-1357-7242>

Annia Esther Vizcaíno Escobar² <https://orcid.org/0000-0002-6058-5544>

Eric Crespo Hurtado³ <https://orcid.org/0000-0003-3481-6350>

¹Policlínico La Campana. Manicaragua, Villa Clara. Cuba. ²Facultad de Psicología. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba.

³Facultad de Matemática. Universidad de Ciencias Pedagógicas Félix Valera. Villa Clara. Cuba.

*Autor para la correspondencia: Correo electrónico: yanetfr@infomed.sld.cu

RESUMEN

La lógica difusa trata de copiar la forma en que los humanos toman decisiones. Específicamente en el área médica, se utiliza desde hace varios años en estudios aplicados a áreas como: ingeniería biomédica, sistemas expertos, modelos epidemiológicos y sistemas diagnósticos. Se confeccionó un cuestionario para medir la calidad de vida relacionada con la



salud oral en adolescentes cubanos; se utilizó la lógica difusa en el proceso de validación por expertos, mediante el software PROCESA_CE (2013). En el nivel de concordancia de los expertos se rechazó la hipótesis nula de que no existe comunidad de preferencia entre ellos, para un nivel de significación de 0,01; esto garantizó, con un 99% de confiabilidad, que es posible hacer valoraciones a partir del consenso de estos expertos. Además, se corroboró la existencia de un consenso de 5 en todos los ítems.

DeCS: lógica difusa; revisión por pares; medicina oral.

ABSTRACT

Fuzzy logic tries to copy the way humans make decisions. It has been used for several years, specifically in the medical field, in studies applied to areas such as biomedical engineering, expert systems, epidemiological models and diagnostic systems. A questionnaire was prepared to measure the quality of life related to oral health in Cuban adolescents; Fuzzy logic was used in the validation process based on expert criteria, using the PROCESA_CE (2013) software. According to expert agreements, the null hypothesis that there is no community of preference among them was rejected, for a significance level of 0.01; this guaranteed, with 99% reliability, that it is possible to make assessments based on their consensuses. In addition, the existence of a consensus of five in all items was corroborated.

MeSH: fuzzy logic; peer review; oral medicine.

Recibido: 28/07/2020

Aprobado: 5/10/2020



La lógica difusa es una metodología cuantitativa para recoger y procesar la información que brindan los expertos, otra definición conocida sobre esta temática es la siguiente: la lógica difusa (LD) (también denominada borrosa) trata de copiar la forma en que los humanos toman decisiones. Lo curioso es que, aunque baraja información imprecisa, esta lógica es, en cierto modo, muy precisa; por ejemplo: se puede aparcar un coche en muy poco espacio sin darle al de atrás, suena a paradoja, pero es así.⁽¹⁾

La lógica difusa fue creada por el Profesor Lofti Zadeh, y ha encontrado múltiples aplicaciones en las más variadas áreas del conocimiento a partir de su formalización en la década de los años 60 del siglo XX.⁽²⁾

Aunque en la actualidad, la lógica difusa es un campo de investigación muy importante, tanto por sus implicaciones matemáticas o teóricas como por sus aplicaciones prácticas, existen tres problemas fundamentales a los que da solución:

- En procesos complejos, si no existe un modelo de solución sencillo.
- En procesos no lineales.
- Cuando haya que introducir la experiencia de un operador experto que se base en conceptos imprecisos obtenidos de su experiencia.

Este último es el caso donde un investigador solicita a un grupo de expertos que valore un aspecto de su propuesta en una escala de: inadecuado, poco adecuado, adecuado, bastante adecuado, muy adecuado; como ya se han dado algunos conceptos, es posible hablar en función de ellos, en este caso se ha enunciado un conjunto de etiquetas lingüísticas con las que se identificarán conjuntos borrosos.⁽¹⁾

El expertizaje consiste en recabar las opiniones expertas sobre el objeto de estudio, y luego establecer una banda global que agrupa todos los valores límites dados por los expertos para cada categoría difusa. Estos procesos son altamente subjetivos, pues involucran juicios de valor fundamentados en la experiencia individual de los expertos, y por tanto, pueden ser

considerados de naturaleza incierta, vaga o difusa; por esta razón es conveniente utilizar los métodos sugeridos por la LD para la toma de decisiones en grupo.⁽³⁾

López Fernández y colaboradores⁽¹⁾ plantearon que en los últimos tiempos parecen improcedentes los listados de precisiones de escalas para los expertos, ejemplo: «se considera adecuado cuando (...)", porque la práctica demuestra que los expertos dan sus opiniones sin mirar estos impertinentes listados que solo sirven para llenar cuartillas en los anexos de las tesis; lo importante es situar a los expertos en el contexto en el que se desarrolla el objeto que se somete a su valoración».

En el área médica, la lógica difusa es utilizada desde hace varios años, en estudios aplicados a áreas como: ingeniería biomédica, sistemas expertos, sistemas diagnósticos y en modelos epidemiológicos. Se ha considerado el uso de innovaciones computacionales en la práctica profesional, y se discute cuáles sistemas basados en lógica difusa, aparentemente, obtienen mejor desempeño que los expertos en el proceso de decisión y describir cómo este proceso ocurre. Así, la lógica difusa podría ser empleada para ayudar al experto a articular como él establece su decisión y hasta para atribuir peso a cada una de las reglas difusas que utiliza en ese proceso. Esto ayudaría al experto a verbalizar su proceso de decisión.

Por medio de la lógica difusa se puede evidenciar que la toma de decisión del experto es realizada por un juicio intuitivo (ya que son considerados varios parámetros); los expertos no siguen rigorosamente las reglas y consideran un conjunto de informaciones para percibir la situación de un todo.⁽⁴⁾

El hombre, en la búsqueda de la precisión, ha intentado ajustar el mundo real a modelos matemáticos rígidos y estáticos. El desarrollo de la lógica difusa fue motivado por la necesidad de un marco conceptual que permitiera manejar la imprecisión del lenguaje corriente con el que se describen los fenómenos de la cotidianidad; esto permite expresarlos en términos matemáticos y capturar todas las incertidumbres asociadas con el razonamiento y el pensamiento humano.

La lógica borrosa es un formalismo matemático que pretende emular la habilidad que tienen algunas personas para tomar decisiones correctas a partir de datos vagos o imprecisos, y que están expresados lingüísticamente.

La vaguedad aparece cuando se utiliza el lenguaje humano, sea o no profesional, para describir la observación o medida del resultado de un experimento como un dato. Es especialmente cierto cuando se trabaja con opiniones de expertos que se traducen en expresiones verbales que, posteriormente, han de ser tratadas como modalidades de una variable (variables lingüísticas), por lo que los problemas básicos subyacentes son la existencia de conceptos sin definición.⁽⁵⁾

La toma de decisiones es un proceso cognitivo mediante el cual, a partir de un grupo o conjunto de alternativas, se selecciona la mejor de estas bajo un criterio específico. La ponderación de las valoraciones de actitudes sobre el componente actitudinal y la selección de estrategias, técnicas e instrumentos que se emplean, son procesos individuales de toma de decisiones. Estos procesos son altamente subjetivos, e involucran juicios de valor fundamentados en la experiencia de los expertos; pueden ser considerados de naturaleza incierta, vaga o difusa, y es conveniente utilizar los métodos sugeridos por la lógica difusa para la toma de decisiones en grupo.⁽³⁾

Otra de las ventajas del método de lógica difusa es que evita el rechazo del experto por no cumplir una regla determinada, como lo hacen los métodos tradicionales. Esto se resuelve mediante un factor de importancia que se le aplica a cada experto de acuerdo al nivel de incidencia que tenga en el proceso de toma de decisiones del grupo.⁽⁶⁾

En la actualidad, han surgido poderosos métodos elaborados a partir de la lógica difusa, los cuales dan un tratamiento matemático a términos permeados de subjetividad, y se obtienen, consecuentemente, resultados mucho más rigurosos.⁽⁷⁾

El método de consenso permite agregar o combinar las opiniones individuales de los expertos consultados para obtener una única representatividad de todos ellos. A tales fines, se analiza la concordancia entre las opiniones de los expertos y la ponderación que se efectúa de cada una

de ellas. Lo primero que sobresale es el grado de acuerdo o consenso entre los expertos consultados. En términos absolutos, el consenso entre dos expertos será la intersección entre los números borrosos aportados por ambos; este puede definirse como el cociente entre la intersección y la unión de ambos números borrosos.

Una vez obtenido el grado de concordancia relativo correspondiente a cada experto consultado, este se utilizará para ponderar su opinión, de manera que el resultado final de las opiniones de todos los expertos será un promedio de todas ellas ponderadas por sus respectivos grados de concordancia relativos.⁽⁸⁾

Se realizó un estudio para la construcción de un cuestionario para medir la calidad de vida relacionada con la salud oral en adolescentes cubanos, el cual quedó estructurado por 29 ítems, distribuidos en 12 indicadores que tributaron a 4 dimensiones. Para determinar la validez del cuestionario, este se expuso a criterio de expertos. En este proceso de validación se utilizó la lógica difusa, donde las valoraciones de estos fueron procesadas por el software PROCESA_CE (2013) adjunto a los trabajos desarrollados por Crespo⁽⁹⁾ (2013).

El primer resultado importante de este procesamiento fue el nivel de concordancia de los expertos, donde se rechazó la hipótesis nula (H_0) de que no existe comunidad de preferencia entre los expertos, para un nivel de significación de 0,01; esto garantizó, con un 99% de confiabilidad, que fuera posible hacer valoraciones a partir del consenso de estos expertos. Además, se corroboró la existencia de un consenso de 5 en todos los ítems.

Se determinaron dos índices: uno para ver el comportamiento de los ítems, y otro para el criterio de expertos.

En el Gráfico 1 se muestra que los índices de los ítems variaron entre 0,86 con 2 ítems en este valor, y el resto osciló entre 0,92 y 1, los que se corresponden con las valoraciones de 5.

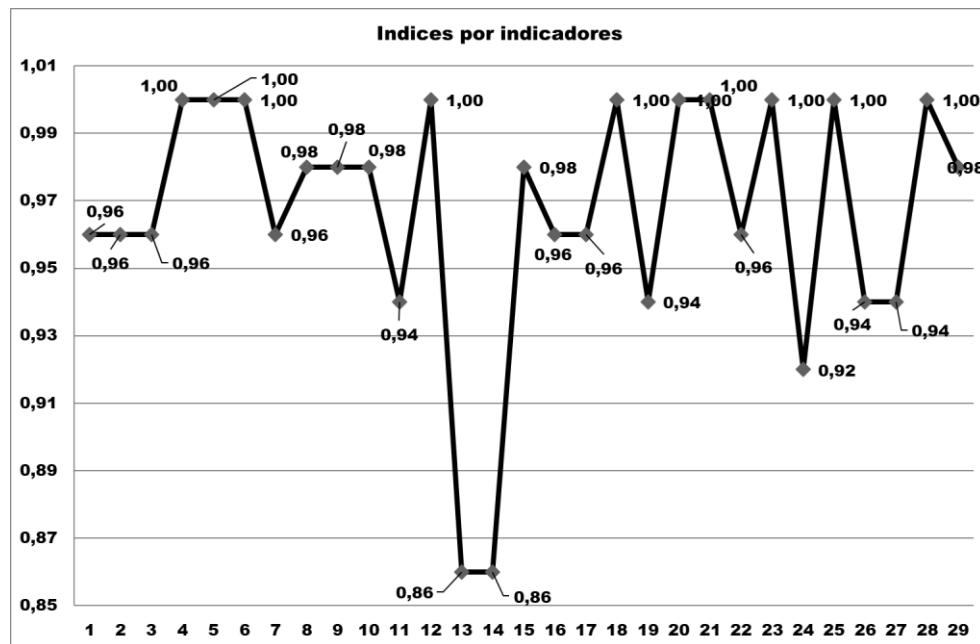


Gráfico 1. Variación de los índices de los ítems.

En cuanto a los índices correspondientes a las valoraciones de los expertos, representados en el Gráfico 2, tomaron valores entre 0,90 y 1. Se puede apreciar que 4 expertos dieron la máxima valoración a todos los indicadores; sus valoraciones fueron altamente positivas y expresaron que los ítems pueden recoger información adecuada para medir cada dimensión, y por consiguiente, dan una evaluación de la calidad de vida en los adolescentes cubanos.

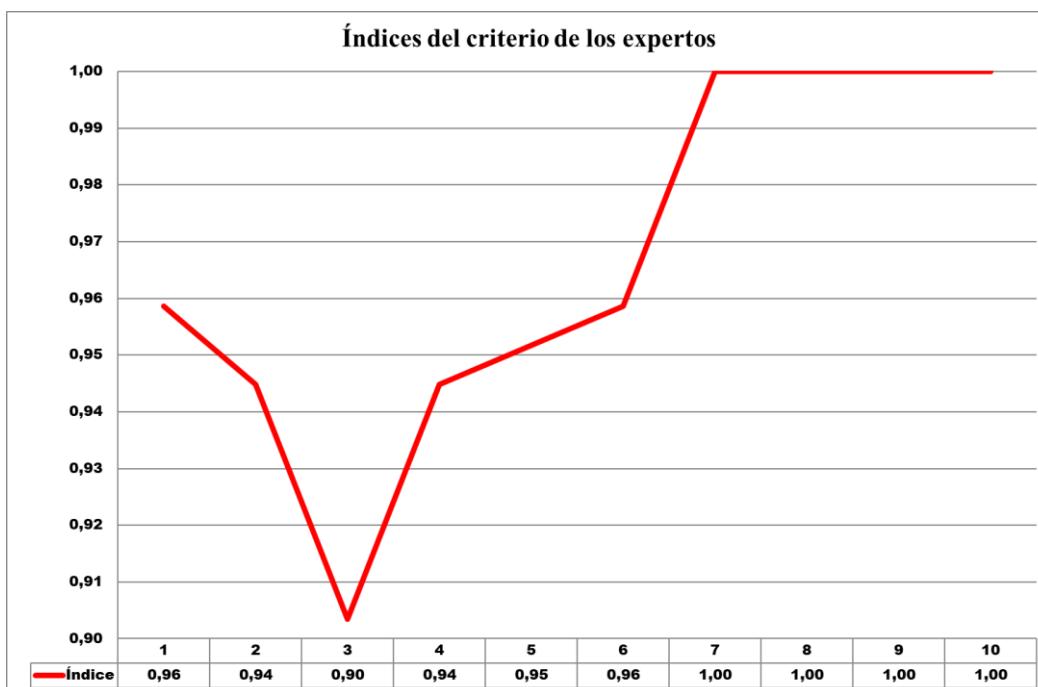


Gráfico 2. Índices correspondientes a las valoraciones de los expertos.

El experto # 3 obtuvo una calificación de 0,90, fue el de más bajo índice en correspondencia con sus valoraciones, porque fue uno de los más críticos y sugirió varias recomendaciones muy acertadas. El índice de los expertos restantes se encontró por encima de 0,94; esto puede considerarse de satisfactorio y en correspondencia con el consenso.

Las valoraciones de los expertos le permitieron a la autora trabajar en base a todas las sugerencias realizadas, que desde otras perspectivas, ayudaron a un mejor diseño del cuestionario.

Se consideró importante la utilización de este método de lógica difusa a la hora de determinar el consenso de los expertos, ya que, según la literatura revisada, este método no había sido utilizado anteriormente en las ciencias estomatológicas, por lo que resultó novedoso y de gran utilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López Fernández R, Crespo Borges TP, Juca Maldonado F. Otros métodos para recoger y procesar los criterios de los expertos. En: López Fernández R (Compilador). Expertos y prospectiva en la investigación pedagógica. Cienfuegos: Universo Sur; 2016. p. 205-34.
2. Entenza Boggiano VA, Argüelles Cortés L, Dorta Enríquez D. Aplicación de la Lógica Difusa en proyectos. EPISTEMUS [internet]. 2019 [citado 25 jun. 2020];12(25):[aprox. 7 p.]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/336014461_Aplicacion_de_la_Logica_Difusa_en_proyectos
3. Arroyo BA, Antolínez NT. La Lógica Difusa como herramienta de evaluación en el sector universitario. Alteridad [internet]. jul.-dic. 2015 [citado 25 jun. 2020];10(2) [aprox. 14 p.]. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/318212719_La_Logica_Difusa_como_herramienta_de_evaluacion_en_el_Sector_Universitario
4. Jensen R, Baena de Moraes Lopes MH. Nursing and fuzzy logic: an integrative review. Rev Latino-Am Enfermagem [internet]. 2011 Jan.-Feb. [citado 29 abr. 2020];19(1):[aprox. 8 p.]. Disponible en:
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692011000100026&lng=en&tlang=en
5. Benjamín GF. Procedimiento para evaluar el impacto de la capacitación en los cuadros de las empresas que contribuyen al desarrollo local utilizando Lógica Difusa [tesis]. Villa Clara, Cuba: UCLV; 2011 [citado 29 abr. 2020]. Disponible en:
<https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/9223>
6. Ramos-Miranda FE, Gómez-Sarduy JR, González-Suárez E, López-Bello N.



Modelo de decisión para seleccionar alternativas de inversiones de reconversión azucarera y biorrefinerías basado en el método DELPHI con enfoque difuso. ICIDCA [internet]. mayo-ago. 2014 [citado 29 abr. 2020];48(2):[aprox. 8 p.]. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223131465006>

7. Ribeiro Simão João E, Argüelles Cortés L. Metodología para el tratamiento de problemas con incertidumbre. Rev Conrado [internet]. 2017 [citado 25 jun. 2020];13(1-Ext.):[aprox. 8 p.]. Disponible en:

<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/649>

8. Morettini M, Artola MA, Blanco G. Medición de activos intangibles con matemática difusa: Aplicación a la fidelidad de pacientes en instituciones de salud. XXXVII Jornadas Universitarias de Contabilidad [internet]. Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata; 9-11 nov. 2016 [citado 25 jun. 2020]. Disponible en: <http://nulan.mdp.edu.ar/2579/1/morettini.etal.2016.pdf>

9. Crespo TP. MOLODI_CE_1 un modelo basado en la lógica difusa para el procesamiento de expertos en la investigación pedagógica. III Taller Internacional: La Matemática, la Informática y la Física en el siglo XXI. Holguín: Universidad de Ciencias Pedagógicas «José de la Luz y Caballero»; 2013.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

