



Método Multicriterio Neutrosófico para la evaluación del impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor.

Neutrosophic Multicriteria Method for the evaluation of the impact of a battery of physical exercises for the prevention of depression in the elderly.

Silvia Vanessa Calva Rojas¹, Kevin Steven Rodríguez Muñoz², and Julio Rodrigo Morillo Cano³

¹ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán, Ecuador. E-mail: et.silviavcr83@uniandes.edu.ec

² Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán, Ecuador. E-mail: kevinsm50@uniandes.edu.ec

³ Universidad Regional Autónoma de Los Andes, Tulcán, Ecuador. E-mail: ut.juliomorillo@uniandes.edu.ec

Resumen. La literatura avala los beneficios del ejercicio físico para personas con trastornos depresivos, ya que al realizar ejercicios se liberan hormonas como dopamina, serotonina y endorfinas, todo lo contrario cuando una persona está deprimida ya que libera cortisol y serotonina. Al realizar actividad física se puede mejorar el estado de ánimo y reducir los sentimientos de depresión. La presencia de la depresión en los adultos mayores es una problemática importante dentro de ámbito de salud, el cual se asocia con el sufrimiento y una alta prevalencia y mala evolución con respecto a la problemática de salud. La presente investigación propone el desarrollo de un método multicriterio neutrosófico para la evaluación del impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor. El método propuesto basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio para la evaluación. Los resultados alcanzados con la implementación del método neutrosófico, evidencian una relación significativa entre la disminución de la depresión de los adultos mayores y la efectividad de la práctica de actividad física, ya que se ayudó a combatir dicha enfermedad, disminuyendo posibles traumas psíquicos, morales y sociales. Los resultados sugieren la importancia de implementación una batería de ejercicios físicos para la prevención de dicha patología.

Palabras Claves: método multicriterio neutrosófico, batería de ejercicios físicos, depresión en el adulto mayor

Abstract. The literature supports the benefits of physical exercise for people with depressive disorders, since when exercising hormones such as dopamine, serotonin and endorphins are released, the opposite when a person is depressed since cortisol and serotonin are released. By doing physical activity, mood can be improved and feelings of depression can be reduced. The presence of depression in older adults is an important problem within the health field, which is associated with suffering and a high prevalence and poor evolution with respect to the health problem. The present research proposes the development of a multicriteria neutrosophic method for the evaluation of the impact of a battery of physical exercises for the prevention of depression in older adults. The proposed method bases its operation on a multicriteria approach for evaluation. The results achieved with the implementation of the neutrosophic method show a significant relationship between the decrease in depression in older adults and the effectiveness of physical activity practice, since it helped to combat this disease, reducing possible psychological, moral and social traumas. The results suggest the importance of implementing a battery of physical exercises for the prevention of this pathology.

Keywords: neutrosophic multicriteria method, battery of physical exercises, depression in the elderly

1 Introducción

La presencia de la depresión en los adultos mayores es una problemática importante dentro del ámbito de salud el cual se asocia con el sufrimiento y una alta prevalencia y mala evolución [1]. En esta investigación se

revisaron varios estudios sobre la depresión y los programas de actividad física para prevenirla y mejorar la calidad de vida del adulto mayor. En este sentido, se ha valorado proponer una batería de ejercicios físicos y ayudar al personal de enfermería a prevenir los estados depresivos, aumentar el amor propio, y que su mente permanezca relajada al realizar las actividades propuestas.

El ser humano en todo momento de su vida está en constante evolución y desarrollo físico, espiritual, social y psíquico (mental –emocional), por lo que el individuo requiere un acompañamiento para compartir y desarrollar el sentido de trascendencia en su ciclo vital. En su desarrollo el individuo experimenta aparentemente dos etapas marcadas de vida en las cuales manifiesta mayor grado de dependencia durante la convivencia humana - sobre todo física y emocional – la infancia y la vejez. En esta última se observa “místicamente” que la persona mayor de 55 años presenta una supuesta declinación en todas sus áreas vitales (mente y cuerpo) lo cual puede influir en la dinámica familiar convirtiendo al anciano en una carga social [2,26].

No cabe duda que la práctica física siempre ha existido y se ha considerado como un elemento fundamental para conseguir un estado de salud óptimo. Antiguamente se ha utilizado el ejercicio físico como medio terapéutico, con fines de preparar al hombre para la guerra y la vida. Actualmente se concibe, sin dudas, que la práctica de la actividad física no solo conduce al incremento del tono y la masa muscular, así como, la fuerza y la eficiencia de los movimientos, lo cual disminuye la tensión arterial, previene la aterosclerosis, la osteoporosis y ayuda en el control de enfermedades crónicas como la diabetes y mejora la salud mental de los individuos [1].

El ejercicio físico en la vejez es un elemento importante en el problema de salud del anciano, opera cambios en la mente del hombre hacia direcciones más positivas independientemente de cualquier efecto curativo. Un programa de ejercicios adecuado fortalece la psiquis humana, produciendo efectos positivos sobre estados depresivos, ansiedad, estrés y bienestar psicológico. Este ayuda a que personas habituadas a un ritmo de vida dinámico, con rendimiento físico y mental, no se retiren de ella, pues resultaría un serio daño para él, pudiéndole proporcionar traumas psíquicos, morales y sociales, acelerando el proceso involutivo hacía una vejez ociosa.

Los trastornos depresivos son un importante problema de salud pública al que se enfrentan diariamente los médicos de Atención primaria. En los estudios epidemiológicos se aportan cifras de morbilidad inalcanzables para la intervención de los psiquiatras, y los centros de salud mental son insuficientes para atender las demandas [3].

El diagnóstico de la depresión continúa siendo puramente clínico el cual suele ser más complejo ante la superposición con enfermedades orgánicas frecuentes. En cualquier caso, deben utilizarse criterios aceptados para clasificar el trastorno (CIE-10 de la OMS o DSM-IV de la Asociación Psiquiátrica Americana). El paciente deprimido exige un tiempo y una dedicación especial que, por desgracia, muchos médicos de familia no están en condiciones de ofrecer [4,27].

En Ecuador, de acuerdo a la encuesta SABE, se concluyó que el 39% de adultos mayores presentan depresión. En la vejez hay una disminución de serotonina que es un neurotransmisor que regula las emociones de bienestar y el sueño, provocando un cambio en su energía y se ve reflejado en una serie de alteraciones en las que domina los sentimientos de tristeza, pérdida, ira o frustración interfieren con la vida diaria [4].

Atendiendo a la problemática planteada, la presente investigación propone el desarrollo de un método multicriterio neutrosófico para la evaluación del impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor.

2 Materiales y métodos

La presente sección describe el funcionamiento del método multicriterio neutrosófico para la evaluación del impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor. Se presentan las características generales de la solución propuesta. Se describen las principales etapas y actividades que conforman el método.

El método multicriterio neutrosófico para la evaluación del impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor, está diseñado bajo las siguientes cualidades:

- Integración: el método garantiza la interconexión de los diferentes componentes que inciden en la evaluación del impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor.
- Flexibilidad: utiliza 2-tuplas para representar la incertidumbre de modo que aumente la interoperabilidad de las personas que interactúan con el método.
- Interdependencia: el método utiliza como punto de partida los datos de entrada proporcionados por los expertos del proceso. Los resultados analizados contribuyen a una base de experiencia que conforma el núcleo del procesamiento para la inferencia.

El método se sustenta en los siguientes principios:

- Identificación mediante el equipo de expertos de los indicadores para la evaluación del impacto de la batería de ejercicios físicos para tratar casos de depresión.
- El empleo de métodos multicriterios en la evaluación.

El método para la evaluación del impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor, está estructurado para gestionar el flujo de trabajo del proceso de evaluación, a partir de un método de inferencia multicriterio. Posee tres etapas fundamentales: entrada, procesamiento y salida de información. La Figura 1 muestra un esquema que ilustra el funcionamiento general del método.

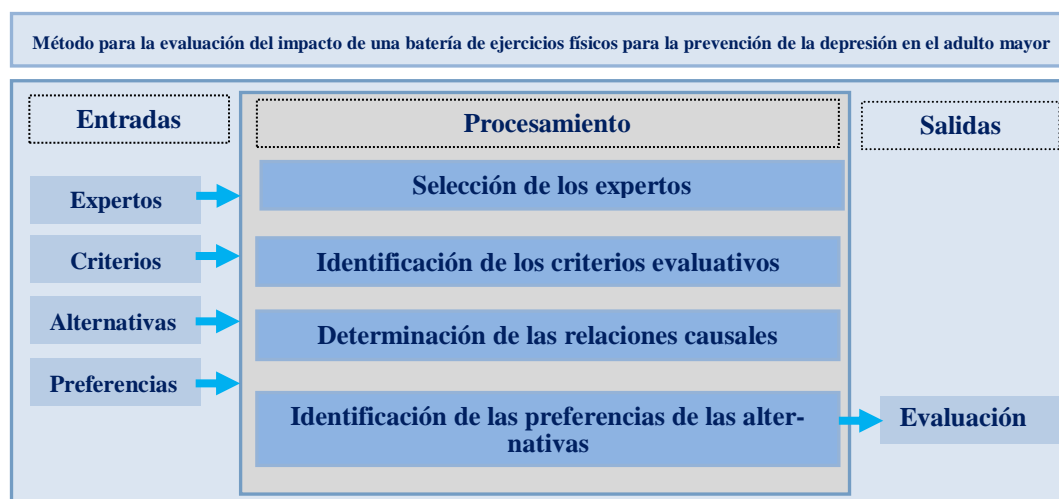


Figura 1. Esquema general del funcionamiento del método.

2.1 Descripción de las etapas del método

El método propuesto está diseñado para garantizar la gestión del flujo de trabajo en el proceso para la evaluación del impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor. Utiliza un enfoque multicriterio multiexperto donde se identifican indicadores evaluativos para determinar el funcionamiento del procesamiento del método.

La etapa de procesamiento está estructurada por cuatro actividades que rigen el proceso de inferencia del procesamiento. A continuación se detalla su funcionamiento:

Actividad 1: Selección de los expertos.

La actividad se centra en determinar el grupo de expertos que intervienen en el proceso. Para su selección se emplea la metodología propuesta por Fernández [5,28,29]. Para comenzar el proceso se envía un modelo a los posibles expertos con una explicación breve sobre los objetivos del trabajo y el área del conocimiento en el que se enmarca la investigación. Se realizan las siguientes actividades:

1. Se establece contacto con los expertos conocedores y se les pide que participen en el panel. La actividad obtiene como resultado la captación del grupo de expertos que participará en la aplicación del método.

El proceso debe filtrar los expertos con bajo nivel de experticia participando en el proceso los de mayor conocimiento y prestigio en el área del conocimiento que se enmarca el objeto de estudio de la investigación. Para realizar el proceso de filtraje se realiza un cuestionario de autoevaluación para expertos. El objetivo es determinar el coeficiente de conocimiento o información (K_c). La ecuación 1 expresa el método para determinar el nivel de experticia.

$$K_c = n(0,1) \quad (1)$$

Where:

K_c : coeficiente de conocimiento o información

n : rango seleccionado por el experto

Actividad 2 Identificación de los criterios de evaluación

Una vez identificados los expertos que intervienen en el proceso se procede a la identificación de los criterios evaluativos. Los criterios que nutren el método, representan parámetros de entrada que se utilizan en la etapa de procesamiento. A partir del trabajo en grupo de los expertos se realizan las siguientes actividades:

1. Se envía un cuestionario a los miembros del panel y se les pide su opinión para la selección de los criterios evaluativos que sustenten la investigación. A partir de un cuestionario previamente elaborado, se obtiene como resultado el conjunto de criterios de los expertos.

2. Se analizan las respuestas y se identifican las áreas en que están de acuerdo y en las que difieren. La actividad permite realizar un análisis del comportamiento de las respuestas emitidas por los expertos y se identifican los elementos comunes.
3. Se envía el análisis resumido de todas las respuestas a los miembros del panel, se les pide que llenen de nuevo el cuestionario y que den sus razones respecto a las opiniones en que difieren. La actividad permite obtener una nueva valoración del grupo de expertos sobre el conocimiento recogido y resumido.
4. Se repite el proceso hasta que se estabilizan las respuestas. La actividad representa la condición de parada del método, a partir de que se estabilicen las respuestas se concluye su aplicación considerándose este el resultado general. [30,31,32]

La actividad obtiene como resultado el conjunto de criterios evaluativos del método. Emplea un enfoque multicriterio expresado como muestra la ecuación 1.

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\} \quad (2)$$

Donde:

$$m > 1, \quad (3)$$

Actividad 3 Determinación de los pesos de los criterios.

Para determinar los pesos atribuidos a los criterios evaluativos se utiliza el grupo de expertos que intervienen en el proceso. Se les pide que determinen el nivel de importancia atribuido a los criterios evaluativos identificados en la actividad previa.

Los pesos de los criterios evaluativos son expresados mediante un dominio de valores difusos. Los conjuntos difusos dan un valor cuantitativo a cada elemento, el cual representa el grado de pertenencia al conjunto. Un conjunto difuso A es una aplicación de un conjunto referencial S en el intervalo [0, 1], Tal que:

$$A: S \rightarrow [0,1],$$

y se define por medio de una función de pertenencia:

$$0 \leq \mu_A(x) \leq 1. \quad (4)$$

Para aumentar la interpretatividad en la determinación de los vectores de pesos asociados a los criterios se utilizan términos lingüísticos basados en 2-tuplas Neutrosófica [6], [7]. El uso de etiquetas lingüísticas en modelos de decisión supone, en la mayoría de los casos, la realización de operaciones con etiquetas lingüísticas [8-11]. La tabla 1 muestra el conjunto de términos lingüísticos con sus respectivos valores.

Tabla 1: Dominio de valores para expresar causalidad.

Término lingüístico	Números SVN
Extremadamente buena (EB)	[1,0,0]
Muy muy buena (MMB)	[0.9, 0.1, 0.1]
Muy buena (MB)	[0.8,0.15,0.20]
Buena (B)	[0.70,0.25,0.30]
Medianamente buena (MDB)	[0.60,0.35,0.40]
Media (M)	[0.50,0.50,0.50]
Medianamente mala (MDM)	[0.40,0.65,0.60]
Mala (MA)	[0.30,0.75,0.70]
Muy mala (MM)	[0.20,0.85,0.80]
Muy muy mala (MMM)	[0.10,0.90,0.90]
Extremadamente mala (EM)	[0,1,1]

Una vez obtenidos los vectores de pesos de los diferentes expertos que intervienen en el proceso se realiza un proceso de agregación de información a partir de una función promedio tal como muestra la ecuación 5.

$$VA = \frac{\sum_{i=1}^n C_{ij}}{E} \quad (5)$$

Where:

VA: valor agregado,

E: cantidad de expertos que participan en el proceso,

C_{ij}: vector de pesos expresado por los expertos para los criterios C.

Actividad 4 determinación de las preferencias de las alternativas.

La actividad para la determinación de las preferencias consiste en identificar el impacto que poseen los criterios evaluativos sobre el impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor. El proceso de evaluación es realizado mediante una escala numérica de modo que se exprese el nivel de pertenencia de los indicadores. La figura 2 muestra una gráfica con los conjuntos de etiquetas lingüísticas utilizados.

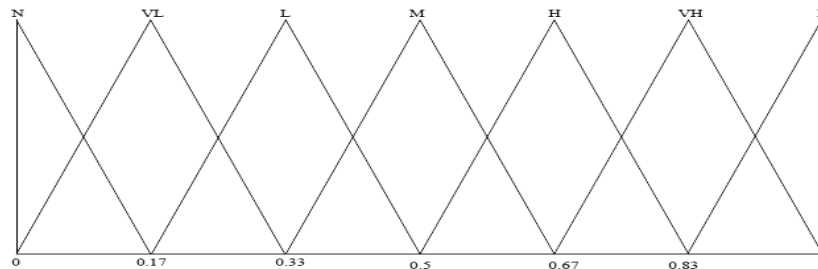


Figura 2. Conjunto de etiquetas lingüísticas.

Donde:

N: Nulo

VL: Muy Bajo

L: Bajo

M: Medio

H: Alto

VH: Muy Alto

P: Preferido

Para la evaluación del impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor, se describe el problema y la evaluación de cada alternativa a partir del cual se forma la matriz de evaluación [12,33], [13,34], [14,35]. La matriz está compuesta por las alternativas, los criterios y la valoración de cada criterio para cada alternativa.

A partir de obtener las preferencias de cada criterio evaluativo sobre el objeto de estudio, se realiza el proceso de inferencia de información. La inferencia es guiada mediante el uso de operadores de agregación de información.

Se parte del conjunto de alternativas A:

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\} \quad (6)$$

A las cuales se les obtienen las preferencias P:

$$P = C_1, C_n \quad (7)$$

A los criterios evaluativos se les aplica un método multicriterio para procesar las alternativas a partir de los vectores de pesos W definidos por los expertos sobre los criterios evaluativos.

$$W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\} \quad (8)$$

El proceso de agregación se realiza con la utilización de operadores de agregación de información [15,29], [16,30,31], [17,32,33,34]. El objetivo fundamental consiste en obtener valoraciones colectivas a partir de valoraciones individuales mediante el uso de operadores de agregación [18-20]. Para el procesamiento del método propuesto se utiliza el operador de agregación OWA (*Ordered Weighted Averaging*) [21,35,36],[22,37,39].

Los operadores OWA funcionan similar a los operadores media ponderada, aunque los valores que toman las variables se ordenan previamente de forma decreciente y, contrariamente a lo que ocurre en las medias ponderadas, los pesos no están asociados a ninguna variable en concreto [23,36], [24,37], [25,38,40].

Definición 1: Dado un vector de pesos $W = w_1, \dots, w_n \in [0,1]^n$ tal que: $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, el operador (OWA) asociado a w es el operador de agregación $f_n^w: \rightarrow \mathbb{R}$ definido por:

$$f_n^w(u) = \sum_{i=1}^n w_i v_i \quad (9)$$

donde v_i es el i -ésimo mayor elemento de $\{u_1, \dots, u_n\}$

Para la presente investigación se define el proceso de agregación de la información empleado, tal como ex-

presa la ecuación 10.

$$F(p_1, p_2, p_n) = \sum_{j=1}^n w_j b_j \quad (10)$$

Donde:

P : conjunto de preferencias obtenidas de la evaluación de los criterios para la evaluación el impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor.

w_j : son los vectores de pesos atribuidos a los criterios evaluativos.

b_j : es el j -ésimo más grande de las preferencias p_n ordenados.

3 Resultados y discusión

Para la implementación del método propuesto se ha realizado un estudio de caso donde se representa un instrumento enfocado hacia el caso específico que se modela. El objeto de análisis es un caso de estudio para la evaluación del impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor. A continuación se presentan las valoraciones alcanzadas por cada actividad:

Actividad 1: Selección de los expertos.

Para la implementación del método, se aplicó un cuestionario con el objetivo de seleccionar el grupo de expertos a intervenir en el proceso. Se logró el compromiso desinteresado de 9 expertos. Se les aplicó el cuestionario de autoevaluación a los 9 expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados:

- 3 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia sobre el tema objeto de estudio de 10 puntos.
- 2 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 9 puntos.
- 2 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 8 puntos.
- 2 expertos se autoevalúan con un nivel de competencia de 6 puntos.

El coeficiente de conocimiento K_c representa un parámetro importante en la aplicación del método propuesto. Para la investigación se obtienen los K_c por experto tal como refiere la tabla 2

Tabla :

Tabla 2. Coeficiente de conocimiento por expertos.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0,60	0,90	0,90	1	1	0,80	0,60	0,80

Se aplicaron 4 preguntas a los expertos donde se obtuvieron los siguientes resultados para identificar los niveles de conocimientos sobre el tema:

- Sobre la pregunta 1. Análisis teóricos realizados por usted sobre el efecto de los ejercicios físicos para tratar la depresión en el adulto mayor: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 6 expertos y *Media* para 1 experto.
- Sobre la pregunta 2. Estudio de trabajos publicados por autores ecuatorianos sobre el efecto de los ejercicios físicos para tratar la depresión en el adulto mayor: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 6 expertos, *Media* para 2 expertos y *Baja* para 1 experto.
- Sobre la pregunta 3. Experiencia directa en la implementación de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 6 expertos, *Media* para 2 expertos y *Baja* para 1 experto.
- Sobre la pregunta 4. Conocimiento del estado actual de la utilización de los ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor: se obtuvo una autoevaluación de *Alta* para 5 expertos, *Media* para 3 expertos y *Baja* para 1 experto.

La figura 3 muestra una gráfica con el comportamiento de los coeficientes de conocimiento de los expertos. A partir del análisis de los resultados se determina utilizar 7 de los 9 expertos previstos inicialmente.

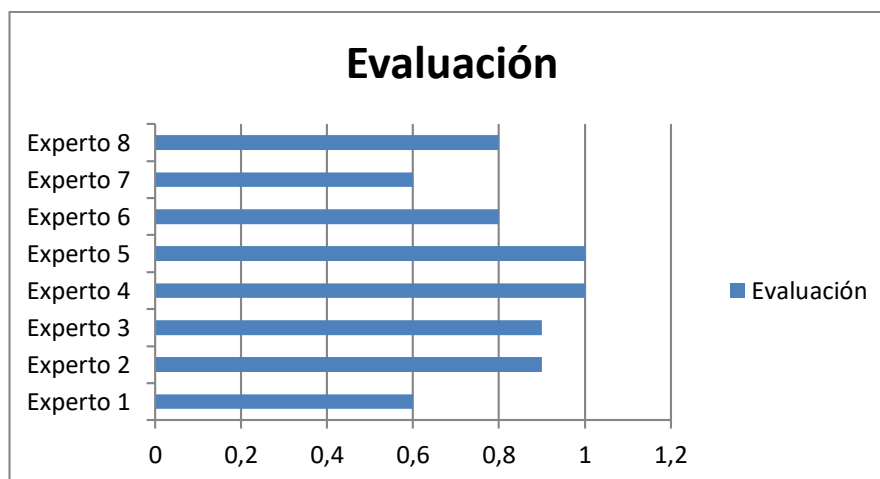


Figura 3. Representación del coeficiente de conocimiento de los expertos.

Actividad 2 Identificación de los criterios de evaluación

Para la actividad se realizó una encuesta a los expertos que intervienen en el proceso. El objetivo consistió en identificar los criterios evaluativos para la batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor. Los indicadores constituyen el elemento fundamental sobre el cual se realiza el procesamiento en etapas siguientes.

La tabla 3 visualiza los criterios evaluativos obtenidos de la actividad.

Tabla 3: Criterios evaluativos obtenidos.

Número	Criterios evaluativos
C_1	Cambios en el estado de ánimo
C_2	Mejora en la calidad de vida
C_3	Niveles de actividad física
C_4	Función cognitiva
C_5	Condición física general
C_6	Adherencia y satisfacción con el programa

- Cambios en el estado de ánimo: Evaluar el estado de ánimo de los participantes antes y después del programa de ejercicios mediante herramientas estandarizadas como el Inventario de Depresión de Beck (BDI) o la Escala de Depresión Geriátrica (GDS).
- Mejora en la calidad de vida: Utilizar cuestionarios como el SF-36 (*Short Form Health Survey*) para medir cambios en la percepción de calidad de vida en diferentes dominios como la salud física, emocional y social.
- Niveles de actividad física: Medir la cantidad y calidad de la actividad física realizada por los participantes mediante dispositivos como podómetros, acelerómetros o cuestionarios de actividad física específicos para adultos mayores.
- Función cognitiva: Evaluar cambios en la función cognitiva utilizando test como el *Mini-Mental State Examination* (MMSE) o el *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), ya que la actividad física puede tener efectos beneficiosos sobre las funciones cognitivas.
- Condición física general: Medir mejoras en parámetros de condición física tales como fuerza muscular, flexibilidad, equilibrio y capacidad cardiovascular, utilizando pruebas como la prueba de caminata de seis minutos o el test de levantarse y sentarse.
- Adherencia y satisfacción con el programa: Evaluar la adherencia al programa de ejercicios y la satisfacción de los participantes mediante encuestas y entrevistas, para entender la motivación, las barreras y los facilitadores del ejercicio en esta población.

Actividad 3 Determinación de los pesos de los criterios

Para determinar los pesos sobre los criterios se utilizó un enfoque multiexperto, en el que participaron los 7 seleccionados en la actividad 1. Con el empleo de 2-tuplas tal como propone la tabla 1 se realizó el trabajo por el grupo de expertos.

A partir de la agregación realizada mediante la ecuación 9, se unifican los pesos de los 5 expertos en un valor agregado. La tabla 4 muestra el resultado de los vectores de pesos resultantes de la actividad.

Tabla 4: Pesos de los criterios a partir del criterio de experto.

Número	Vectores de pesos W para los criterios C
C_1	[0.85, 0.1, 0.1]
C_2	[0.75,0.25,0.30]
C_3	[0.72,0.25,0.30]
C_4	[0.9, 0.1, 0.1]
C_5	[0.9, 0.1, 0.1]
C_6	[0.85, 0.1, 0.1]

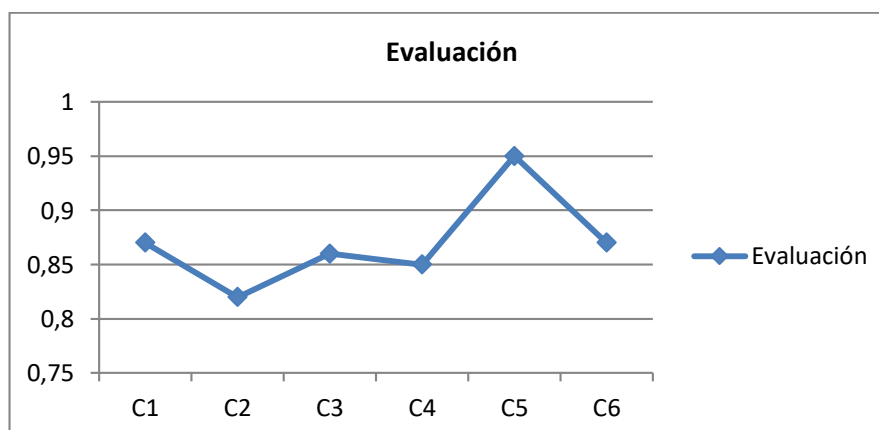
Se llegó al consenso en la segunda iteración del proceso. A partir de lo cual se tomó como valor de parada. Actividad 4 determinación de las preferencias de las alternativas.

Para el estudio de caso propuesto con el objetivo de evaluar el impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor, se realizó una evaluación del cumplimiento de los criterios. Se tomó como información de partida los vectores de pesos atribuidos a cada criterio evaluativo. Se evaluó el cumplimiento de los indicadores con el empleo del conjunto de etiquetas lingüísticas. Se obtuvo como resultado un sistema con valores difusos que se agregan como valores de salidas. La tabla 5 muestra el resultado del procesamiento realizado. [39,40]

Tabla 5: Resultado de las evaluaciones obtenidas por los expertos.

Número	W	Preferencia	$\sum_{j=1}^n w_j b_j$
C_1	[0.85, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.87, 0.1, 0.1]
C_2	[0.75,0.25,0.30]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.82, 0.1, 0.1]
C_3	[0.72,0.25,0.30]	[1,0,0]	[0.86, 0.1, 0.1]
C_4	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.80,0.25,0.30]	[0.85, 0.1, 0.1]
C_5	[0.9, 0.1, 0.1]	[1,0,0]	[0.95, 0.1, 0.1]
C_6	[0.85, 0.1, 0.1]	[0.9, 0.1, 0.1]	[0.87, 0.1, 0.1]
Índice			[0.87, 0.1, 0.1]

La figura 4 muestra el comportamiento de las inferencias sobre los criterios evaluativos para el caso de estudio propuesto.

**Figura 4.** Comportamiento de las inferencias.

A partir de los datos presentados en la tabla 5, se identifica un índice de impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor, de un II 0,87. Los resultados obtenidos son valorados como un Alto índice de impacto. [26,27,28]

Conclusión

A partir de la implementación del método propuesto, se obtuvieron los vectores de pesos de agregación para la evaluación de los criterios para evaluar el impacto de una batería de ejercicios físicos para la prevención de la depresión en el adulto mayor. La implementación del método arrojó que la realización de ejercicios físicos tiene un alto impacto para la prevención de la depresión en el adulto mayor.

Se pudo determinar que la depresión en los adultos mayores puede agravarse, y con ello a la aparición de la distimia (afecta la manera de comer y dormir, pensar sobre las cosas, y sentir sobre uno mismo) La soledad para los adultos mayores es un oscuro rincón lleno de tristeza, dificultades, miedo, inseguridad y falta de autoestima por eso es necesario la implementación de la batería de ejercicios con el fin de los adultos mayores alcancen un mayor nivel de autonomía física y a su vez mejorar la calidad de vida y su cuerpo se mantenga un estado saludable ya que con el ejercicio físico va haber menor deterioro musculoesquelético y por ende van a sufrir menos calidad ya que su cuerpo se encuentra en constante movimiento y a su vez va a tener mayor elasticidad y el adulto mayor se va ha sentir más seguro de sí mismo tanto emocionalmente como físicamente por eso es necesario la implementación de una batería de ejercicios físicos.

Referencias

- [1] O. M. Cardozo-Fernández, E. Aguilera-Gaona, M. I. Ferreira-Gaona, and C. V. Diaz-Reissner, "Depresión y factores de riesgo asociados en pacientes geriátricos hospitalizados," *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, vol. 15, no. 1, pp. 48-56, 2017.
- [2] J. C. Lorenzo Diaz, "Calidad de vida su vínculo con la depresión en el adulto mayor," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 24, no. 3, 2020.
- [3] M. E. Chávez Valenzuela, A. Bautista Jacobo, D. A. García Fernández, M. d. I. Á. Fuentes Vega, C. E. Ogarrio Perkins, E. E. Montaña Del Cid, and G. Hoyos Ruíz, "La aplicación de un programa de intervención para el beneficio de la salud física y emocional en mujeres adultas mayores en Hermosillo, Sonora," *MHSalud*, vol. 15, no. 1, pp. 39-56, 2018.
- [4] E. Méndez Chacón, "Evaluación psicométrica de la escala de depresión de Yesavage en adultos mayores latinoamericanos: Estudios SABE y CRELES," *Interdisciplinaria*, vol. 38, no. 2, pp. 103-115, 2021.
- [5] S. H. d. M. Fernández. "Criterio de expertos. Su procesamiento a través del método Delphy," http://www.ub.edu/histodidactica/index.php?option=com_content&view=article&id=21:criterio-de-expertos-su-procesamiento-a-traves-del-metodo-delphy&catid=11.
- [6] Z.-S. Chen, K.-S. Chin, and K.-L. Tsui, "Constructing the geometric Bonferroni mean from the generalized Bonferroni mean with several extensions to linguistic 2-tuples for decision-making," *Applied Soft Computing*, vol. 78, pp. 595-613, 2019.
- [7] J. Giráldez-Cru, M. Chica, O. Córdón, and F. Herrera, "Modeling agent-based consumers decision-making with 2-tuple fuzzy linguistic perceptions," *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 35, no. 2, pp. 283-299, 2020.
- [8] S. Broumi, and F. Smarandache, "Cosine similarity measure of interval valued neutrosophic sets," *Infinite Study*, 2014.
- [9] I. Deli, S. Broumi, and F. Smarandache, "On neutrosophic refined sets and their applications in medical diagnosis," *Journal of new theory*, no. 6, pp. 88-98, 2015.
- [10] M. R. Hashmi, M. Riaz, and F. Smarandache, "m-Polar neutrosophic topology with applications to multi-criteria decision-making in medical diagnosis and clustering analysis," *International Journal of Fuzzy Systems*, vol. 22, pp. 273-292, 2020.
- [11] J. F. Ramírez Pérez, M. Leyva Vázquez, M. Morejón Valdes, and D. Olivera Fajardo, "Modelo computacional para la recomendación de equipos de trabajo quirúrgico combinando técnicas de inteligencia organizacional," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, vol. 10, no. 4, pp. 28-42, 2016.
- [12] S. Schmied, D. Großmann, S. G. Mathias, and S. Banerjee, "Vertical Integration via Dynamic Aggregation of Information in OPC UA." pp. 204-215.
- [13] P. T. Schultz, R. A. Sartini, and M. W. Mckee, "Aggregation and use of information relating to a users context for personalized advertisements," Google Patents, 2019.
- [14] N. Gospodinov, and E. Maasoumi, "Generalized Aggregation of Misspecified Models: With An Application to Asset Pricing," 2019.
- [15] X. He, "Typhoon disaster assessment based on Dombi hesitant fuzzy information aggregation operators," *Natural Hazards*, vol. 90, no. 3, pp. 1153-1175, 2018.
- [16] O. Mar, I. Santana, YunweiChen, and G. Jorge, "Model for decision-making on access control to remote laboratory practices based on fuzzy cognitive maps," *Revista Investigación Operacional*, vol. 45, no. 3, pp. 369-380, 2024.
- [17] P. Liu, H. Xu, and Y. Geng, "Normal wiggly hesitant fuzzy linguistic power Hamy mean aggregation operators and their application to multi-attribute decision-making," *Computers & Industrial Engineering*, vol. 140, pp. 106224, 2020.
- [18] M. Saqlain, M. Saeed, M. R. Ahmad, and F. Smarandache, *Generalization of TOPSIS for Neutrosophic Hypersoft set using Accuracy Function and its Application*: Infinite Study, 2019.

- [19] N. Valcá, and M. Leyva-VÁ, "Validation of the pedagogical strategy for the formation of the competence entrepreneurship in high education through the use of neutrosophic logic and Iadov technique," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 23, pp. 45-51, 2018.
- [20] C. M. Villamar, J. Suarez, L. D. L. Coloma, C. Vera, and M. Leyva, *Analysis of technological innovation contribution to gross domestic product based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers: Infinite Study*, 2019.
- [21] R. R. Yager, and D. P. Filev, "Induced ordered weighted averaging operators," *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, vol. 29, no. 2, pp. 141-150, 1999.
- [22] T. R. Sampson, C. Challis, N. Jain, A. Moiseyenko, M. S. Ladinsky, G. G. Shastri, T. Thron, B. D. Needham, I. Horvath, and J. W. Debelius, "A gut bacterial amyloid promotes α -synuclein aggregation and motor impairment in mice," *Elife*, vol. 9, pp. e53111, 2020.
- [23] L. Jin, R. Mesiar, and R. Yager, "Ordered weighted averaging aggregation on convex poset," *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, vol. 27, no. 3, pp. 612-617, 2019.
- [24] X. Sha, Z. Xu, and C. Yin, "Elliptical distribution-based weight-determining method for ordered weighted averaging operators," *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 34, no. 5, pp. 858-877, 2019.
- [25] H. Garg, N. Agarwal, and A. Tripathi, "Choquet integral-based information aggregation operators under the interval-valued intuitionistic fuzzy set and its applications to decision-making process," *International Journal for Uncertainty Quantification*, vol. 7, no. 3, 2017.
- [26] Leyva Vázquez, M. Y., Viteri Moya, J. R., Estupiñán Ricardo, J., & Hernández Cevallos, R. E. "Diagnosis of the challenges of post-pandemic scientific research in Ecuador". *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, vol. 9 num. spe1, 2021.
- [27] Gómez, G. A. Á., Vázquez, M. Y. L., & Ricardo, J. E. "Application of Neutrosophy to the Analysis of Open Government, its Implementation and Contribution to the Ecuadorian Judicial System". *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 52, pp 215-224. 2022
- [28] Vera, D. C., Suintaxi, A. V. T., Alcívar, G. C. I., Ricardo, J. E., & Rodríguez, M. D. O. "Políticas de inclusión social y el sistema de ingreso a las instituciones de educación superior del Ecuador". *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. 2018
- [29] Cruz, M. F., Salinas, E. B., Salazar, R. M. P., Castillo, G. J. C., Arcos, G. R. T., & Ricardo, J. E. "Estudio situacional para determinar estrategias formativas en la atención a escolares con necesidades educativas especiales en la zona 5 del Ecuador". *Investigación Operacional*, vol. 4 num. 2. 2019.
- [30] RICARDO, J. E. "Estrategia de Gestión en la Educación Superior; pertinencia e impacto en la interrelación de los procesos académicos, de investigación científica y de vinculación con la sociedad en el periodo enero 2016-mayo 2018 en la Facultad de Ciencias Jurídicas, Sociales y de la Educación de la Universidad Técnica de Babahoyo en Ecuador". *Infinite Study*. 2018
- [31] Estupiñán Ricardo, J., Romero Fernández, A. J., & Leyva Vázquez, M. Y. "Presencia de la investigación científica en los problemas sociales post pandemia". *Conrado*, vol. 18 num.86, pp 258-267. 2022
- [32] Hernández, N. B., Aguilar, W. O., & Estupiñán, R. J. "El desarrollo local y la formación de la competencia pedagógica de emprendimiento. Una necesidad en el contexto social de Cuba". *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, vol. 8 num. 5, pp 213-226. 2017
- [33] Ramos Sánchez, R. E., Ramos Solorzano, R. X., & Estupiñán Ricardo, J. "La transformación de los objetivos de desarrollo sostenible desde una dinámica prospectiva y operativa de la Carrera de Derecho en Uniandes en época de incertidumbre". *Conrado*, vol. 17 num. 81, pp 153-162. 2021
- [34] Vázquez, M. L., Estupiñán, J., & Smarandache, F. "Neutrosophia en Latinoamérica, avances y perspectivas Neutrosophics in Latin America, advances and perspectives". *Collected Papers. Volume X: On Neutrosophics, Plithogenics, Hypersoft Set, Hypergraphs, and other topics*, pp 238. 2022
- [35] von Feigenblatt, O. F., & Ricardo, J. E. "The challenge of sustainability in developing countries: the case of Thailand". *Universidad y Sociedad*, vol. 15 num. 4, pp 394-402. 2023
- [36] Ricardo, J. E., Menéndez, J. J. D., Arias, I. F. B., Bermúdez, J. M. M., & Lemus, N. M. "Neutrosophic K-means for the analysis of earthquake data in Ecuador". *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 44, pp 255-262. 2021
- [37] Ricardo, J. E., Vázquez, M. Y. L., Banderas, F. J. C., & Montenegro, B. D. N. "Aplicación de las ciencias neutrosóficas a la enseñanza del derecho". *Infinite Study*. 2022
- [38] Estupiñán Ricardo, J., Martínez Vásquez, Á. B., Acosta Herrera, R. A., Villacrés Álvarez, A. E., Escobar Jara, J. I., & Batista Hernández, N. "Sistema de Gestión de la Educación Superior en Ecuador. Impacto en el Proceso de Aprendizaje". *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. 2018
- [39] Estupiñán Ricardo, J., Leyva Vázquez, M., & Romero Fernández, A. "Evaluación del aprendizaje basado en proyectos". *Investigación Operacional*, vol. 43 num. 3, pp 409-419. 2022
- [40] Ricardo, J. E., Hernández, N. B., Zumba, G. R., Márquez, M. C. V., & Balla, B. W. O. "EL ASSESSMENT CENTER PARA LA EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS ADQUIRIDAS POR LOS ESTUDIANTES DE NIVEL SUPERIOR". *Investigación Operacional*, vol. 40 num. 5. 2019

Recibido: Febrero 24, 2024. **Aceptado:** Marzo 23, 2024