



Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico para la evaluación del cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible

Analytical Hierarchical Neutrosophic Analytical Process for the Evaluation of Environmental Care and Sustainable Development

Danaysi Santana González¹, Vero Edilio Rodríguez Orrego², and Bety Díaz Cárdenas³

¹ Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, Cienfuegos. Cuba. E-mail: dsantana@ucf.edu.cu

² Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, Cienfuegos. Cuba. E-mail: vrodriiguez@ucf.edu.cu

³ Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”, Cienfuegos. Cuba. E-mail: bdcardenas@ucf.edu.cu

Resumen. La presente investigación propone la implementación de un método para la evaluación del cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible. Basa su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio con el empleo del Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico. El trabajo permite determinar el cumplimiento y promoción de la Cultura de Paz ambiental que incorpore la perspectiva desde la Ciencia Tecnología y Sociedad, para generar espacios de convivencia armónica y sustentable dentro de las instituciones educativas y en las comunidades, toda vez que urge un acercamiento multidisciplinar y un diálogo abierto entre las distintas racionalidades implicadas.

Palabras Claves: Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico, Cultura de Paz ambiental, Medio Ambiente.

Abstract.

This research proposes the implementation of a method for the evaluation of environmental care and sustainability. Its operation is based on a multi-criteria approach using the Neutrosophic Hierarchical Analytical Process. The work allows to determine the fulfillment and promotion of the Culture of Environmental Peace that incorporates the perspective from Science, Technology and Society, to generate spaces of harmonious and sustainable coexistence within educational institutions and in the communities, whenever a multidisciplinary approach is urgent and an open dialogue between the different rationalities involved.

Keywords: Neutrosophic Hierarchical Analytical Process, Environmental Peace Culture, Environment.

1 Introducción

El rápido avance científico-tecnológico producido tras la Edad Media que culminó en la Revolución Industrial trajo consigo el descubrimiento, uso y explotación de los combustibles fósiles, así como la explotación intensiva de los recursos minerales de la Tierra. Con la Revolución Industrial los seres humanos empezaron a cambiar la faz del planeta, la naturaleza de su atmósfera y la calidad de su agua. Hoy, la demanda sin precedentes a la que el rápido crecimiento de la población humana y el desarrollo tecnológico someten al medio ambiente está produciendo un declive cada vez más acelerado en la calidad y en su capacidad para sustentar la vida [1].

Ante esta situación es preciso hacer conciencia sobre la necesidad de preservar el medio ambiente para lograr una mejor calidad de vida en las generaciones actuales y por venir, problemática que está en el accionar de científicos y organizaciones que se esfuerzan por conservar los recursos naturales y frenar el deterioro ambiental.

Concretamente, los estudios Sociales en Ciencia y Tecnología, conocidos por el acrónimo CTS, comienzan a consolidar sus posiciones a partir de la década de 1960, asentadas en una visión interdisciplinar. El propósito central de estos estudios se concentró en "(...) exponer una interpretación de la ciencia y la tecnología como procesos sociales, es decir, como complejas empresas en las que los valores culturales, políticos y económicos

ayudan a configurar el proceso que, a su vez, incide sobre dichos valores y sobre la sociedad que los mantiene" [2].

Asimismo, la educación en CTS persigue precisamente cultivar ese sentido de responsabilidad social de los sectores vinculados al desarrollo científico tecnológico y la innovación, develando críticamente sus impactos sociales y ambientales. Con arreglo a ello, la sinergia de esta perspectiva con la formación de la Cultura de Paz para la protección del medio ambiente es totalmente pertinente, teniendo en cuenta los múltiples y crecientes impactos que en tal sentido se generan actualmente por parte del quehacer tecnocientífico.

A tenor de lo antes descrito, el trabajo que se presenta tiene como motivación promover una Cultura de Paz desde la dimensión ambiental que incorpore la perspectiva CTS, para generar espacios de convivencia armónica y sustentable dentro de las instituciones educativas y en las comunidades, toda vez que urge un acercamiento multidisciplinar y un diálogo abierto entre las distintas racionalidades implicadas.

Desde la perspectiva CTS se parte de la clásica definición de ciencia expuesta por John D. Bernal que no pierde actualidad y se ajusta al propósito de este trabajo. Para Bernal la ciencia debe ser definida a partir de cinco rasgos: como método (1), institución (2), tradición acumulativa de conocimientos (3), factor principal en el mantenimiento y desarrollo de la producción (4) y una de las influencias más poderosas en la conformación de las opiniones respecto al universo y el hombre (5). [3].

Por otra parte, se empleará una noción sistémica de tecnología que hace evidentes sus nexos con la sociedad y el medio ambiente. Para esto sirve la definición de [4]. Este autor considera que el fenómeno tecnológico debe ser estudiado y gestionado en su conjunto, como una práctica social, haciendo evidentes siempre los valores culturales que le subyacen. Para ello, emplea tres dimensiones: una dimensión técnica, concebida como conocimientos, destrezas, herramientas, máquinas. La segunda, incluye también los aspectos organizativos: actividad económica e industrial, actividad profesional, usuarios y consumidores, y los aspectos culturales: objetivos, valores y códigos éticos, códigos de comportamiento. Las soluciones técnicas deben ser consideradas siempre en relación con los aspectos organizativos y culturales.

2 Preliminares

El saber ambiental constituye uno de los desafíos cognoscitivos y epistemológicos actuales más acuciantes dada la creciente envergadura de su problemática social: económica, política y cultural, convertido en uno de los grandes temas de debate intelectual del inicio del siglo XXI, sin embargo, carece de una adecuada sistematización al interior de los ámbitos universitarios. Esta falta de sistematización implica una elevada tensión entre distintos enfoques científicos y precientíficos que llevan a un grado relativo de legitimidad académica que dificulta en la relación de distintas disciplinas, de forma interdisciplinar o transdisciplinar [5].

El tema ambiental ocupa un lugar controversial en la investigación social, debido a que involucra la participación de diversos actores, quienes en el mismo escenario desarrollan una serie de acciones en ocasiones sinérgicas, en otras contradictorias. Al respecto, los científicos sociales han desarrollado diferentes aproximaciones conceptuales para abordar el tema del comportamiento sustentable, reconociéndose la importancia de la conducta individual y colectiva en los resultados ambientales reconocidos por los investigadores [6-8].

Los problemas del medio ambiente no son problemas del entorno, sino en su génesis y en sus consecuencias problemas sociales, problemas del ser humano, de su historia, de sus condiciones de vida, de su referencia al mundo y a la realidad, de su ordenamiento económico, cultural y político [9].

La articulación de las ciencias de la educación con las ciencias naturales, proceso que responde al concepto de ciencia de la sostenibilidad, debe dar respuesta a la crisis del modelo económico productivista-consumista impuesto por el capitalismo avanzado, que ha conducido al agotamiento de los recursos y el deterioro del medio ambiente, así como al surgimiento de epidemias como la que el mundo está sufriendo en este momento.

El modelo de desarrollo económico neoliberal trajo como consecuencia una serie de problemas ambientales como la pérdida de suelos, de recursos hídricos, contaminación de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, contaminación visual, cambio climático, deforestación y pérdida de la biodiversidad, los cuales afectan gravemente a los ecosistemas del planeta. De no afrontarse este deterioro a corto plazo, se pueden tener dificultades de escasez de los recursos naturales renovables y no renovables. Es necesario contar con nuevas estrategias educativas para entender y mitigar, desde diversos puntos de vista, el deterioro ambiental de nuestro tiempo [10].

El problema de la posibilidad de la destrucción del medio ambiente es un asunto que atañe a toda la humanidad y las generaciones actuales y futuras tienen la tarea de darle solución. En ese empeño son pilares el respeto hacia la naturaleza, la justicia económica, los derechos humanos universales y la Cultura de Paz. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), específicamente el objetivo 16 resume los objetivos generales de los estudios para la preservación de lo ambiental al promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles [5].

Otro enfoque del desarrollo socio-económico requerirá también nuevas estrategias de investigación científica

que lo sustenten [11]. La multiplicidad de actores, la fragmentación académica de los análisis y las numerosas, y a menudo contradictorias, propuestas en circulación que tratan de solventar los problemas socio-ambientales resultan en una confusión ideológica y terminológica que pide de forma urgente un acercamiento multidisciplinar y un diálogo abierto entre las distintas racionalidades implicadas.

2.1 La Ciencia y la Técnica en la formación de la Cultura de Paz ambiental

Desde lo ambiental y desde la paz se elaboran estrategias para la resolución de problemas y de modelos de comportamiento sostenible. Los autores [12], [13] investigan cómo desarrollar formas creativas y específicas para dar solución a los problemas ambientales desde la construcción de la paz. [5] Jiménez plantea la necesidad de tomar conciencia de una nueva forma de participación ciudadana en los asuntos públicos, para construir unos modelos alternativos de desarrollo económico y, sobre todo, un modelo alternativo de valores culturales, que tenga más en cuenta la dimensión ecológica del ser humano.

Desde la educación los estudios para contribuir al respeto al medio ambiente demandan la implementación de un enfoque humanístico que permita aprendizajes vivenciales y con sentido de la realidad de su entorno para construir la Cultura de Paz que implica ser, conocer, hacer y convivir mediante el respeto de los derechos humanos y el medio ambiente. El carácter holístico, integrador y multidisciplinar de los estudios de Cultura de Paz los convierten en un foro híbrido de diálogo entre perspectivas, racionalidades y propuestas muy diversas, un lugar privilegiado desde donde elaborar un discurso integrador y abordar el complejo problema socio-ambiental contemporáneo.

Paz y medio ambiente, son términos complejos y por tanto complicados de abordar desde una sola dimensión; ellos requieren un abordaje multidimensional para lograr el compromiso social. La formación de una Cultura de Paz ambiental en la actualidad, es una educación para la vida, una educación que cultive en el ser humano los valores de justicia, equidad, solidaridad, libertad, autonomía y del cuidado del medio ambiente; pero a la vez, tenga la autoridad para criticar y cuestionar valores contrarios al desarrollo de una Cultura de Paz, que requiere que todos los actores implicados desaten procesos de paz.

Construir Cultura de Paz se concibe como un proceso permanente de desarrollo de la personalidad, que posibilita el aprender a vivir consigo mismo, con los demás y con el medio ambiente en contextos de solidaridad y justicia social. Se entiende entonces, que construir Cultura de Paz requiere educar, en contextos de respeto a la dignidad, al derecho del otro y al medio ambiente; es decir, una educación diseñada para formar integralmente a la persona.

Una de las dimensiones de la educación para la paz es la Educación para vivir en paz con la naturaleza, el desarrollo sostenible y el respeto al medio ambiente que implica la preparación de los individuos para la corrección de las injusticias actuales en la distribución de la riqueza y el consumo en el mundo y en cada nación, con su preparación para la comprensión de que se debe y se puede alcanzar el desarrollo sin comprometer el destino sobre la tierra de nuestros descendientes. Se trata también de inculcar el respeto y el amor por la naturaleza y por los ambientes en que el hombre vive [6].

La paz será siempre una tarea inacabada, un esfuerzo continuo; la paz requiere un largo proceso de aprendizaje. Como afirma la Carta de la Tierra (2000): “La competición por recursos escasos genera conflictos, mientras que la conservación de la naturaleza y de los recursos naturales contribuye a la justicia y el mantenimiento de la paz y no puede ser alcanzado hasta que la humanidad aprenda a vivir en paz y abandone la guerra y las armas.” Construir la paz precisa de una conciencia de la globalidad de los impactos producidos, de las complejas conexiones causales y de la irreversibilidad de los efectos de nuestras acciones. La construcción de una Cultura de Paz y la protección medioambiental son tareas estrechamente relacionadas.

Las conductas responsables con el ambiente forman parte de una cultura y pedagogía para la paz y la convivencia. El pensamiento ambiental radica en el concepto de respeto a lo otro; respeto a las otras especies y respeto al pensamiento y a la dignidad de los seres humanos. Los estilos de desarrollo austeros, frugales y equitativos son vitales en la construcción de la paz al facilitar la protección de la naturaleza; la sostenibilidad o respeto a las generaciones futuras; el respeto a la infraestructura física de uso público y la necesidad de fortalecimiento del factor humano.

Atendiendo a la necesidad de mantener una cultura de paz con el medio ambiente para garantizar el futuro sostenible de las próximas generaciones, en la presente investigación se realiza un Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico para la evaluación del cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible dentro de las instituciones educativas.

3.1 El Proceso Analítico Jerárquico

El Proceso Analítico Jerárquico (AHP) fue propuesto por Thomas Saaty 1980 [14]. Constituye uno de los métodos más difundidos en la resolución de problemas de toma de decisiones multicriterios. Esta técnica realiza

una modelación del problema que da lugar a la formación de una jerarquía representativa del esquema decisional asociado [15-17]. Dicha jerarquía presenta en el nivel superior la meta que se persigue al resolver el problema y en el nivel inferior se incluyen las distintas alternativas a partir de las que debe tomarse una decisión. Los niveles intermedios detallan el conjunto de criterios y atributos considerados [18], [19].

AHP es un método que selecciona alternativas en función de una serie de criterios o variables, normalmente jerarquizados, los cuales suelen entrar en conflicto. En esta estructura jerárquica, el objetivo final se encuentra en el nivel más elevado, y los criterios y subcriterios en los niveles inferiores [20-22]. La figura 1 muestra la estructura jerárquica de AHP [23], [24].

En una jerarquía típica el nivel más alto localiza el problema de toma de decisiones [7], [25-27]. Los elementos que afectan la toma de decisiones son representados en el nivel intermedio, ocupando los criterios los niveles intermedios. En el nivel más bajo se comprenden las opciones de decisiones [28], [29], [30].

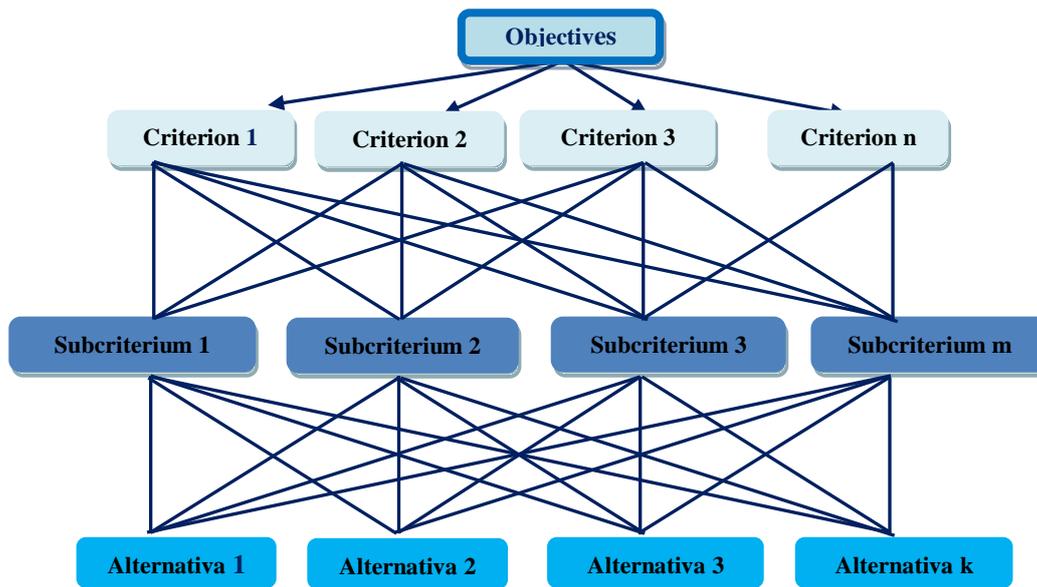


Figura 1. Proceso Analítico Jerárquico.

Una vez definida la estructura jerárquica, se comparan los criterios de cada grupo del mismo nivel jerárquico y la comparación directa por pares de las alternativas respecto a los criterios del nivel inferior. Para ello se utilizan matrices de comparación pareadas usando una Escala Fundamental [31].

La comparación de las diferentes alternativas respecto al criterio del nivel inferior de la estructura jerárquica, como la comparación de los diferentes criterios de un mismo nivel jerárquico dan lugar a una matriz cuadrada denominada matriz de decisión.

3.2 El Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico

El método propuesto en esta investigación está estructurado en tres etapas: entrada, procesamiento y salida de información. La etapa de entrada nutre los criterios de selección del método, posteriormente en la etapa de procesamiento se implementa la evaluación multicriterio [32]. La etapa de salida visualiza la inferencia propuesta por el método como resultado del proceso de evaluación [33-36]. El método basa su funcionamiento mediante Neutrosophic Analytic Hierarchy Process (NAHP).

Los números neutrosóficos se pueden expresar en la lógica neutrosófica como se muestra en [37], [38],[26] : Sean

$$N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\}n,$$

Un valor neutrosófico es un mapeo de un grupo de fórmulas proporcionales a N , a partir de cada sentencia p se tiene [23], [39], [30], [8]:

$$v(p) = (T, I, F) \quad (2)$$

Donde:

T: representa la dimensión del espacio que representa la verdad,

I: representa la falsedad,

F: representa la indeterminación.

3.3 Estructura del método propuesto.

Una vez identificado los criterios evaluación, el método realiza un proceso de comparación entre criterios. Se establecen los niveles de importancia o ponderación asociados a los criterios. Se estiman por medio de comparaciones apareadas entre cada criterio. Esta comparación se lleva a cabo usando una escala, tal como expresa la ecuación (1) [40], [41].

$$S = \left\{ \frac{1}{9}, \frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \right\} \tag{1}$$

En el caso de n atributos la comparación apareada del elemento i con el elemento j es colocado en la posición de a_{ij} de la matriz A de comparaciones apareadas, tal como se muestra en la ecuación (2).

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{1} & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \tilde{a}_{n2} & \dots & \tilde{1} \end{bmatrix} \tag{2}$$

A partir del proceso de comparación se obtienen los valores recíprocos de estas comparaciones. Los valores obtenidos se colocados en la posición a_{ji} de A , con la finalidad de preservar la consistencia del juicio [8, 42]. El proceso de decisión debe comparar la importancia relativa de un elemento con respecto a un segundo, usando la escala de 9 puntos mostrada en la tabla 1.

Para el elemento 1 que fue calificado con fuerte dominancia sobre el elemento 2, se expresa como resultado en la posición a12, se coloca un 5 y recíprocamente en la posición de a21 se coloca 1/5.

Tabla 1. La escala de Saaty traducida a una escala triangular neutrosófica.

Escala Saaty	Definición	Neutrosophic Triangular Scale
1	Igualmente influyente	$\tilde{1} = \langle (1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50 \rangle$
3	Ligeramente influyente	$\tilde{3} = \langle (2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70 \rangle$
5	Fuertemente influyente	$\tilde{5} = \langle (4, 5, 6); 0.80, 0.15, 0.20 \rangle$
7	Muy fuertemente influyente	$\tilde{7} = \langle (6, 7, 8); 0.90, 0.10, 0.10 \rangle$
9	Absolutamente influyente	$\tilde{9} = \langle (9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00 \rangle$
2, 4, 6, 8	Valores intermedio entre dos escalas cercanas	$\tilde{2} = \langle (1, 2, 3); 0.40, 0.65, 0.60 \rangle$ $\tilde{4} = \langle (3, 4, 5); 0.60, 0.35, 0.40 \rangle$ $\tilde{6} = \langle (5, 6, 7); 0.70, 0.25, 0.30 \rangle$ $\tilde{8} = \langle (7, 8, 9); 0.85, 0.10, 0.15 \rangle$

Por su parte, Saaty estableció que el Índice de Consistencia (CI) debería depender de λ_{max} , el valor propio máximo de la matriz. Definió la ecuación $CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$, donde n es el orden de la matriz. Además, definió la Relación de Consistencia (CR) con la ecuación $CR = CI/RI$, donde RI se relaciona en la Tabla 2.

Tabla 2. RI asociada a cada pedido

Orden (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.52	0.89	1.11	1.25	1.35	1.40	1.45	1.49

Si $CR \leq 0.1$ se considera que la evaluación de los expertos es suficientemente consistente y por lo tanto podemos proceder a utilizar NAHP.

NAHP tiene como objetivo calificar criterios, subcriterios y alternativas, y clasificar cada alternativa de acuerdo con estos puntajes [43, 44].

NAHP también se puede utilizar en la evaluación de grupo. En tal caso, el valor final se calcula mediante la media geométrica ponderada, mediante las ecuaciones 3 y 4.

$$\bar{x} = \left(\prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \right)^{1/\sum_{i=1}^n w_i} \tag{3}$$

Si los pesos de los expertos suman uno, es decir $\sum_{i=1}^n w_i = 1$, la ecuación 3 se transforma en la ecuación 4.

$$\bar{x} = \prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \tag{4}$$

4 Resultados y discusión

Como parte de los resultados el método propuesto fue implementado para la evaluación del cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible. La presente sección realiza una descripción de los resultados obtenidos de su implementación. Para la obtención de la información el método propuesto emplea un enfoque multicriterio multiexperto, expresado como:

El grupo de criterios que caracterizan manifestaciones para la evaluación del cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible en el problema de toma de decisiones tal que:

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}, m \geq 1$$

Para lo cual participan el grupo de expertos que intervienen en el problema de toma de decisiones tal que:

$$E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}, n \geq 1$$

Mediante el conjunto de alternativas de decisión para en el problema de toma de decisiones propuesto tal que:

$$A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}, k \geq 1$$

A partir del análisis realizado, se obtienen los principales criterios a tener en cuenta.

La alternativa para evaluar es la siguiente:

A₁: Sí existen adecuado cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad

A₂: No existen adecuado cuidado del medio ambiente y la sustentabilidad

Los criterios para evaluar son los siguientes tal como se definen en la tabla 3.

Tabla 3: criterios para evaluativos.

Criterio	Nombre	Descripción
C ₁	Autorreconocimiento como ser de paz y ecosistémico	Representa que se percibirse como individuo que puede hacer juicios morales, sobre su ética de comportamiento con el ambiente sin llegar a violentarse o violentar a los demás y bajo un estado netamente de conciencia.
C ₂	Mantenimiento de una visión compleja y sistémica del ambiente	Es si al analizarse los problemas ambientales se contemplan las dimensiones humanas, sociales, políticas, económicas y culturales, y no sólo las bioecológicas o climáticas, la conservación de la biodiversidad y la protección del ambiente se abocarían a una comprensión integral y pacífica de las relaciones entre los humanos y los ecosistemas.
C ₃	Abortar la idea catastrófica del ambiente; al concebir las dificultades ambientales como situaciones irreparables	Que no es posible emprender acciones para su solución, sino que se sostiene la visión negativa del ambiente. Desde la cultura de paz, dichos estados conflictivos internos, personales y colectivos con el ambiente tienen una posibilidad de reflexión, de conciliación, de actuación y de transformación. Mirar el lado catastrófico del ambiente es estar parado sobre la orilla de lo legítimamente violento.
C ₄	Promoción de una ética y pedagogía del cuidado de la Tierra	Esta idea promueve e impulsa la postura de concebir la Tierra como un sistema orgánico, vivo y dinámico del cual formamos parte. La Tierra es mi casa y por tanto la cuido, la arreglo, le quito y le pongo cosas para embellecerla permanentemente, y mantenerla con vida y armónica. La Tierra es una única comunidad, en la que se asienta el concepto de aldea planetaria. Así, el cuidado fluye naturalmente cuando siento que la naturaleza es concebida y sentida como parte de mí.
C ₅	Cambio de mirada y desaprendizaje de los comportamientos antiecológicos	Construirse en conductas propias de un comportamiento ecológico responsable, puesto que se estarían incorporando al imaginario,

		a la memoria, a los sistemas de valores y creencias, y a los hábitos de la persona y el colectivo social.
	Aplicación de competencias proambientales cotidianamente se relaciona con el saber (cognitivo)	El saber hacer (habilidades) y el saber ser (comportamientos) de los estudiantes. Implica, por tanto, saber y poder aplicar el conocimiento aprendido en la solución creativa de los problemas.

Las tres matrices por pares obtenidas correspondientes a los criterios, una por experto, se resumen en la tabla 4. Los valores se expresan en forma de la escala dada en la tabla 1.

Tabla 4: Pares de comparación correspondientes a los criterios agregados dados por los expertos.

Criterio	A ₁	A ₂
A ₁	$\tilde{3}^{-1}$	$\tilde{1}$
A ₂	$\tilde{1}$	$\tilde{5}$

La tabla 5, contiene la valoración media para el total de expertos correspondientes a los requisitos, uno por cada criterio.

Tabla 5: Matriz media nítida por pares correspondiente a los requerimientos dados por los expertos según criterio C.

C	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄
C ₁	$\langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$	$\langle(4, 5, 6); 0.80, 0.15, 0.20\rangle$
C ₂	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$	$\langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$	$\langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$
C ₃	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$	$\langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$
C ₄	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$	$\langle(4, 5, 6); 0.80, 0.15, 0.20\rangle$	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$
C ₅	$\langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$

A partir de la aplicación de la ecuación 1, se aplica la ecuación 4 para convertir las matrices por pares en matrices nítidas. El CR obtenido fue 0.00325 que represente el valor agregado de los expertos, Se observa que es menor que 0.1. Mientras que, para las matrices de requerimientos, los CR son menores a 0.1 respecto a cada experto y cada criterio.

La Tabla 5 resume los vectores prioritarios de los tres expertos para los criterios, aplicando la Ecuación 2 con pesos $w_i = 1/3$ para $i = 1, 2, 3$.

Tabla 6: Promedio de vectores de prioridad obtenidos para cada criterio sobre los expertos y su orden.

Alternativas	Promedio sobre expertos de Criterios	Vectores Prioritarios	Orden
A ₁	$\tilde{9} = \langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$		1
A ₂	$\tilde{3} = \langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$		2

La Tabla 7 resume los pesos para cada requerimiento y el orden final.

Tabla 7: Los vectores de prioridad de requisitos y el orden final de requisitos.

Criterios	A ₁ (0.96)	A ₂ (0.68)	Vector Prioridad	Order
C ₁	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$	$\langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$	0,3870	3
C ₂	$\langle(2, 3, 4); 0.30, 0.75, 0.70\rangle$	$\langle(3, 4, 5); 0.60, 0.35, 0.40\rangle$	0,2258	4
C ₃	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$	0,0645	5
C ₄	$\langle(6, 7, 8); 0.90, 0.10, 0.10\rangle$	$\langle(3, 4, 5); 0.60, 0.35, 0.40\rangle$	0,4326	2
C ₅	$\langle(9, 9, 9); 1.00, 1.00, 1.00\rangle$	$\langle(1, 1, 1); 0.50, 0.50, 0.50\rangle$	0,4525	1

De acuerdo con los resultados resumidos en la Tabla 6, los indicadores poseen un nivel de cumplimiento que se ordenan de la siguiente manera: $C_5 > C_4 > C_1 > C_2 > C_3$.

Conclusión

La presente investigación, propuso un método para para la evaluación del cuidado del medio ambiente el desarrollo sostenible. Basó su funcionamiento mediante un enfoque multicriterio multiexperto. El método propuesto obtuvo como resultado un proceso de inferencia mediante a partir del Proceso Analítico Jerárquico Neutrosófico. Dentro de los principales resultados obtenidos se evidenció el estado del cumplimiento de los indicadores evaluativos, resultando una solución que permite la evaluación cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible. El trabajo permite determinar el cumplimiento y promoción de la Cultura de Paz ambiental que incorpore la perspectiva CTS.

La Cultura de Paz desde la dimensión ambiental permitirá conservar el planeta a partir de sensibilizar a la comunidad educativa ante las problemáticas mundiales, en concreto, las ambientales; desarrollar una conciencia del efecto de las actitudes y comportamientos habituales sobre el equilibrio del entorno, que favorezca el clima y la cultura del centro basado en los principios éticos medioambientales.

El principio de conservar el planeta constituye uno de los más urgentes. La problemática ambiental constituye un tema de reflexión y preocupación que pone en peligro la capacidad de satisfacer necesidades elementales y elevar el nivel de desarrollo humano. Es preciso vivir en paz con el medio ambiente para el logro de un desarrollo sostenible.

Referencias

- [1] P. M. Marcillo Sánchez, "Análisis del desarrollo de software con metodología ágil y la capacidad de la sostenibilidad implementada," ETSI_Sistemas_Infor, 2022.
- [2] J. N. Jover, *La ciencia y la tecnología como procesos sociales: lo que la educación científica no debería olvidar*: Editorial Félix Varela, 1999.
- [3] J. D. Bernal, "La ciencia en su historia, tomo i," *Dirección General de publicaciones, Universidad Autónoma de México (UNAM), México DF*, 1954.
- [4] F. Vasen, "La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento. Ética, política y epistemología. León Olivé. México: Fondo de Cultura Económica, 2007, 238 páginas," *CTS: Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, vol. 4, no. 12, pp. 9, 2009.
- [5] F. J. Bautista, "Paz ecológica y Paz gaia: Nuevas formas de construcción de paz," *Revista de Cultura de paz*, vol. 1, pp. 7-29, 2017.
- [6] S. Arteaga González, "Modelo pedagógico para desarrollar la educación para la paz centrada en los valores morales en la escuela media superior cubana," *Universidad de Ciencias Pedagógicas" Félix Varela". Facultad de Educación ...*, 2005.
- [7] J. E. Ricardo, N. B. Hernández, R. J. T. Vargas, A. V. T. Suntaxi, and F. N. O. Castro, "La perspectiva ambiental en el desarrollo local," *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2017.
- [8] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and I. P. Pupo, "Sistema de recomendaciones sobre la evaluación de proyectos de desarrollo de software," *Revista Cubana de Informática Médica*, vol. 13, no. 2, 2021.
- [9] U. Beck, M. R. Borrás, J. Navarro, and D. Jimenez, *La sociedad del riesgo*: Paidós Barcelona, 2019.
- [10] L. Benavides, "Educación para la Paz, el respeto al medio Ambiente y la integración socio-cultural, a través de las artes," *Arte, individuo y sociedad*, vol. 18, pp. 165-184, 2006.
- [11] Y. Pino-Sera, J. J. Del Toro-Prada, B. L. Castells-Gil, and D. Vázquez-López, "La gestión del impacto de los resultados científicos producidos en las maestrías," *Ciencias Holguín*, vol. 28, no. 2, pp. 25-33, 2022.
- [12] D. O. Sotelo, "Eco (bio) lencia, irenología y lucha por la paz en nuestro mundo único," *Iztapalapa, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, no. 74, pp. 41-82, 2013.
- [13] M. Vargas-Clavijo, "Construcción de una cultura de paz con el ambiente a partir del desarrollo de competencias proambientales," *Revista Ouricuri*, vol. 5, no. 1, pp. 183-205, 2015.
- [14] T. L. Saaty, *Toma de decisiones para líderes*: RWS Publications, 2014.
- [15] J. E. Ricardo, M. Y. L. Vázquez, A. J. P. Palacios, and Y. E. A. Ojeda, "Inteligencia artificial y propiedad intelectual," *Universidad y Sociedad*, vol. 13, no. S3, pp. 362-368, 2021.
- [16] I. A. González, A. J. R. Fernández, and J. E. Ricardo, "Violación del derecho a la salud: caso Albán Comejo Vs Ecuador," *Universidad Y Sociedad*, vol. 13, no. S2, pp. 60-65, 2021.
- [17] G. Á. Gómez, J. V. Moya, J. E. Ricardo, and C. V. Sánchez, "La formación continua de los docentes de la educación superior como sustento del modelo pedagógico," *Revista Conrado*, vol. 17, no. S1, pp. 431-439, 2021.
- [18] A. Arquero, M. Alvarez, and E. Martinez, "Decision Management making by AHP (analytical hierarchy process) trough GIS data," *IEEE Latin America Transactions*, vol. 7, no. 1, pp. 101-106, 2009.

- [19] S. E. López Cuenca, "Análisis de factibilidad y pertinencia del programa de Maestría en Administración de Empresas con mención en Innovación mediante el modelo AHP difuso," Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería Comercial., 2017.
- [20] S. D. Álvarez Gómez, A. J. Romero Fernández, J. Estupiñán Ricardo, and D. V. Ponce Ruiz, "Selección del docente tutor basado en la calidad de la docencia en metodología de la investigación," *Conrado*, vol. 17, no. 80, pp. 88-94, 2021.
- [21] J. E. Ricardo, V. M. V. Rosado, J. P. Fernández, and S. M. Martínez, "Importancia de la investigación jurídica para la formación de los profesionales del Derecho en Ecuador," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 2020.
- [22] J. E. Ricardo, J. J. D. Menéndez, and R. L. M. Manzano, "Integración universitaria, reto actual en el siglo XXI," *Revista Conrado*, vol. 16, no. S 1, pp. 51-58, 2020.
- [23] F. Smarandache, S. Broumi, P. K. Singh, C.-f. Liu, V. V. Rao, H.-L. Yang, I. Patrascu, and A. Elhassouny, "Introduction to neutrosophy and neutrosophic environment," *Neutrosophic Set in Medical Image Analysis*, pp. 3-29: Elsevier, 2019.
- [24] O. M. Cornelio, I. S. Ching, J. G. Gulín, and L. Rozhnova, "Competency assessment model for a virtual laboratory system at distance using fuzzy cognitive map," *Investigación Operacional*, vol. 38, no. 2, pp. 169-177, 2018.
- [25] B. B. Fonseca, and O. Mar, "Implementación de operador OWA en un sistema computacional para la evaluación del desempeño," *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 2021.
- [26] C. Marta Rubido, and O. M. Cornelio, "Práctica de Microbiología y Parasitología Médica integrado al Sistema de Laboratorios a Distancia en la carrera de Medicina," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [27] O. Mar, and B. Bron, "Procedimiento para determinar el índice de control organizacional utilizando Mapa Cognitivo Difuso," *Serie Científica*, pp. 79-90.
- [28] C. Tubet Abramo, "Diseño de una metodología de evaluación de la sostenibilidad del Mix Eléctrico Nacional, basada en el Proceso Analítico Jerárquico (AHP)," 2016.
- [29] F. Smarandache, "Neutrosophic Overset, Neutrosophic Underset, and Neutrosophic Offset. Florentin Smarandache Similarly for Neutrosophic Over-/Under-/Off-Logic, Probability, and Statistics," 2017.
- [30] M. L. Vázquez, and F. Smarandache, *Neutrosophia: Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre: Infinite Study*, 2018.
- [31] O. M. Cornelio, and J. G. Gulín, "Modelo para la evaluación de habilidades profesionales en un Sistema de Laboratorios a Distancia," *Revista Científica*, vol. 3, no. 33, pp. 1, 2018.
- [32] O. Mar Cornelio, "Modelo para la toma de decisiones sobre el control de acceso a las prácticas de laboratorios de Ingeniería de Control II en un sistema de laboratorios remoto," 2019.
- [33] R. G. Ortega, M. D. O. Rodríguez, M. L. Vázquez, J. E. Ricardo, J. A. S. Figueiredo, and F. Smarandache, *Pestel analysis based on neutrosophic cognitive maps and neutrosophic numbers for the sinos river basin management: Infinite Study*, 2019.
- [34] F. Smarandache, J. E. Ricardo, E. G. Caballero, M. Y. L. Vázquez, and N. B. Hernández, *Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment: Infinite Study*, 2020.
- [35] E. G. Caballero, M. Leyva, J. E. Ricardo, and N. B. Hernández, "NeutroGroups Generated by Uninorms: A Theoretical Approach," *Theory and Applications of NeutroAlgebras as Generalizations of Classical Algebras*, pp. 155-179: IGI Global, 2022.
- [36] O. F. Von Feigenblatt, *Honor, Loyalty, and Merit: The Cultura Contemporary of the Spanish Nobility: Ediciones Octaedro*, 2022.
- [37] H. Wang, F. Smarandache, R. Sunderraman, and Y. Q. Zhang, *Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing: Hexis*, 2005.
- [38] Y. Wang, and Y. Deng, "OWA aggregation of multi-criteria with mixed uncertain fuzzy satisfactions," *arXiv preprint arXiv:1901.09784*, 2019.
- [39] M. Leyva-Vázquez, F. Smarandache, and J. E. Ricardo, "Artificial intelligence: challenges, perspectives and neutrosophy role.(Master Conference)," *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valore*, vol. 6, no. Special, 2018.
- [40] J. González, and O. Mar. "Algoritmo de clasificación genética para la generación de reglas de clasificación," No.1, Vol.8; https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo983540-algoritmo-clasificacion-genetica-generacion-reglas-clasificacion.
- [41] W. Ho, and X. Ma, "The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process," *European Journal of Operational Research*, vol. 267, no. 2, pp. 399-414, 2018.

- [42] M. Cornelio, "Estación de trabajo para la práctica de Microbiología y Parasitología Médica en la carrera de medicina integrado al sistema de laboratorios a distancia," *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 20, no. 2, pp. 174-181, 2016.
- [43] B. B. Fonseca, O. M. Cornelio, and F. R. R. Marzo, "Tratamiento de la incertidumbre en la evaluación del desempeño de los Recursos Humanos de un proyecto basado en conjuntos borrosos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 13, no. 6, pp. 84-93, 2020.
- [44] N. Caedentey Moreno, and O. Mar-Cornelio, "Monitoreo energético en los laboratorios de la Universidad de las Ciencias Informáticas," *Ingeniería Industrial*, vol. 37, no. 2, pp. 190-199, 2016.

Recibido: 15 de agosto de 2022. **Aceptado:** 24 de septiembre de 2022