

ESTUDIO DE LA GESTIÓN DEL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO, PERÚ BASADO EN HERRAMIENTAS NEUTROSÓFICAS

Wilmer Ortega Chávez^{1*}, Arnulfo Ortega Mallqui^{2**}, Liliam Carola Zevallos Solís^{3*}, Manuel Jesús Basto Sáez^{4***}

* Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Pucallpa-Perú.

** Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco-Perú

*** Universidad Nacional de Huancavelica, -Perú

ABSTRACT

This paper aims to study the management of sustainable development in public and private educational institutions in the Pillco Marca Huánuco District of Perú. For this, a survey based on Bronfenbrenner's ecological model is designed. According to this theory each person is significantly affected by the interactions of a series of overlapping systems. This is part of contextual dialectical theories that explain the change of behavior of the individual through the influence of the environment. For the representation and processing of the data the Neutrosophic Likert scale is used. The classic Likert scale is widely used in psychological and sociological surveys, however, it restricts the possible answers to a fixed number and only one of them must be chosen. The neutrosophic Likert scale allows the respondent to determine the degree he/she prefers among these possible responses, in this way the respondent's opinions are captured more accurately, including the possible degree of indeterminacy between their opinions. Neutrosophic sets generalize fuzzy and intuitionistic fuzzy sets, so that to the degree of membership and non-membership of an element to the set, it is added a degree of indeterminacy, without any restriction among them. On the other hand, "Triple Refined Indeterminate Neutrosophic Sets" (TRINS) are used in the Neutrosophic Likert scale. The novelty of this article is that for the first time Sustainable Development Management is studied with the help of the Neutrosophic Likert scale, in a survey based on the Bronfenbrenner's ecological model.

KEYWORDS: Neutrosophic Likert scale, neutrosophy, Triple Refined Indeterminate Neutrosophic Sets, Bronfenbrenner's ecological model.

MSC: 03B50, 03B52, 03B60, 91E99, 91D10, 97M10, 97M40.

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo estudiar la gestión del desarrollo sostenible en las instituciones educativas públicas y privadas en el distrito Pillco Marca Huánuco. Para ello, se diseñó una encuesta basada en el modelo ecológico de Bronfenbrenner. Según esta teoría cada persona es afectada de modo significativo por las interacciones de una serie de sistemas que se superponen. Esta forma parte de las teorías dialécticas contextuales que explican el cambio de conducta del individuo a través de la influencia del entorno o medio. Para la representación y procesamiento de los datos se utiliza la Escala de Likert Neutrosófica. La escala de Likert clásica es muy utilizada en encuestas psicológicas y sociológicas, sin embargo, restringe las posibles respuestas a un número fijo y de ellas se debe escoger solo una. La escala de Likert neutrosófica permite que el encuestado determine en qué grado prefiere cada una de estas posibles respuestas, de esta manera se capturan con exactitud las opiniones del encuestado, que incluye el posible grado de indeterminación entre sus opiniones. Los conjuntos neutrosóficos generalizan los conjuntos difusos e intuicionistas difusos, de manera que al grado de pertenencia y no pertenencia a un elemento al conjunto se le añade un grado de indeterminación, sin ninguna restricción entre ellos. Por otro lado, los "Conjuntos Neutrosóficos Indeterminados Triplemente Refinados" (TRINS por sus siglas en inglés) se utilizan en la escala de Likert Neutrosófica. La novedad de este artículo está en que por primera vez

¹ Email: wortegac@unia.edu.pe

se estudia la gestión del desarrollo sostenible con ayuda de la escala de Likert Neutrosófica, en una encuesta basada en el modelo ecológico de Bronfenbrenner.

PALABRAS CLAVES: Escala de Likert neutrosófica, neutrosofía, Conjunto Neutrosófico Indeterminado Triplemente Refinado, modelo ecológico de Bronfenbrenner.

1. INTRODUCCIÓN

El modelo ecológico que formula Bronfenbrenner expresa que el desarrollo humano supone la progresiva estructuración mutua entre un ser humano activo, que está en proceso de desarrollo, por un lado, y por el otro las propiedades cambiantes de los entornos limítrofes en los que esa persona en desarrollo vive, [1][2][3][4][5][6]. Es la restauración mutua que se produce a través de un proceso continuo que también se ve afectado por las relaciones que se establecen entre los distintos contextos en los que participa la persona en desarrollo y los ámbitos de mayor magnitud en los que esos entornos están incluidos.

El modelo ecológico, junto con sus correspondientes diseños de investigación, es un sistema teórico en evolución para el estudio científico del progreso humano a lo largo del tiempo. En el modelo ecológico, el desarrollo se define como el fenómeno de continuidad y cambio en las características bio-psicológicas de los seres humanos, tanto como individuos y como grupos. El fenómeno se extiende a lo largo de la vida, a través de generaciones sucesivas y a través del tiempo histórico, expresado en contexto pasado y futuro.

La especie humana, a lo largo del devenir histórico, ha maximizado la capacidad de significar con éxito en la investigación científica, y por lo tanto, en muchos aspectos, ha sido capaz de transformar la naturaleza en su entorno cercano. Como resultado, dentro de ciertos límites, los humanos han alterado la naturaleza y el curso del progreso como especie. Para instalar la teoría ecológica del desarrollo humano en un espacio de mayor amplitud, es significativo reconocer que muchas de las perspectivas generales avanzadas y elaboradas en esta teoría también fundan espacios en otras líneas afines de investigación teórica y empírica sobre el progreso humano. Los ejemplos incluyen la psicología de vida útil. Cuatro propiedades definitorias del modelo ecológico: (1) Proceso, (2) Persona, (3) Contexto y (4) Tiempo.

El núcleo del modelo es el Proceso. Específicamente, esta edificación abarca formas particulares de interacción entre el organismo y el medio ambiente, invocadas como, procesos proximales, que operan a lo largo del tiempo y se diseñan como los mecanismos primarios que producen la mejora social. Sin embargo, el poder de tales procesos para influir en el mejoramiento se presume y se muestra que varía connaturalmente en función de las peculiaridades de la Persona en desarrollo, de los entornos ambientales inmediatos remotos, y los períodos de tiempo, en los que tienen término los procesos proximales.

Se distinguen tres tipos de características de la persona como las de mayor incidencia en la configuración del curso del progreso futuro a través de su capacidad para afectar la dirección y el poder de los procesos proximales en el curso de la vida. En primer lugar, las disposiciones pueden poner en movimiento los fenómenos proximales en un dominio de crecimiento particular y perpetuar la manutención en su funcionamiento. A continuación, se requieren recursos ecológicos de destreza, experiencia, conocimiento y habilidad para el funcionamiento efectivo de los procesos proximales en una etapa concluyente de desarrollo. En último lugar, las características de la demanda invitan o amedrentan las reacciones del entorno social que pueden fomentar o interrumpir el funcionamiento de los procesos proximales. La diferenciación de estas tres formas conduce a su combinación en patrones de estructura de la Persona que pueden explicar con mayor exactitud las diferencias en la dirección y el poder de los procesos proximales resultantes y sus efectos en la mejora de la realidad.

Las seis dimensiones del modelo son las de: Microsistemas, Mesosistema, Exosistema, Macrosistema, Cronosistema y Globosistema, [6], que son los aspectos que se tendrán en cuenta en este artículo para estudiar la gestión del desarrollo sostenible de las instituciones educativas públicas y privadas del distrito de Pillco Marca, Huánuco. En la próxima sección se ofrecen mayores detalles de esta teoría.

El objeto de estudio en donde se aplica el modelo es la Gestión del Desarrollo Sostenible. Bruntland respalda que el desarrollo sostenible está asociado a la preocupación gradual en la comunidad internacional en las últimas décadas del siglo XX, al considerar el vínculo real entre el desarrollo económico y social y sus efectos inmediatos sobre el medio natural, [7]. Este no es un conflicto nuevo. Lo desconocido es la magnitud y extensión alcanzada por este en la actualidad, que conduce a una valoración sobre sus consecuencias futuras, incluida dentro de ellas la capacidad de supervivencia de la especie humana.

Para realizar el estudio se escogieron 103 docentes del distrito, quienes fueron encuestados sobre su conocimiento en el tema. Como es habitual en investigaciones psicológicas, la encuesta se diseñó basada en la

Escala de Likert. La escala de Likert introducida por Likert en 1932, es la escala psicométrica de mayor utilidad para recopilar respuestas del usuario / cliente / paciente en términos de nivel de acuerdo, [11]. Se ha utilizado en varias encuestas como el comportamiento organizacional en institutos de aprendizaje, educación musical, priorización de la rutina en el cuidado dental, deportes sobre características y resultados de los atletas, etcétera. La escala de Likert sufre varios inconvenientes, como la distorsión de la información y el problema de pérdida de información debido a su naturaleza ordinal y formato cerrado.

Es por ello que esta escala se ha enriquecido con la teoría neutrosófica, [14]. La Neutrosofía es la rama de la filosofía, introducida por Florentin Smarandache, que estudia el origen, la naturaleza y el alcance de las neutralidades, así como sus interacciones con diferentes espectros ideacionales. La teoría de conjuntos neutrosóficos, generaliza los conjuntos difusos, intuicionistas difusos, entre otros. Particularmente, en los conjuntos neutrosóficos, la indeterminación se cuantifica explícitamente a través de un nuevo parámetro I. La pertenencia a la veracidad (T), la pertenencia a la indeterminación (I) y la pertenencia a la falsedad (F) son independientes y su suma puede estar entre 0 y 3.

En especial se utilizan los “*Conjuntos Neutrosóficos Indeterminados Triplemente Refinados*” (*TRINS* por sus siglas en inglés) para representar las opciones de la escala de Likert, que es en esencia lo que se definió como la *Escala de Likert Neutrosófica*, [8][9][10]. La intención de extender la escala de Likert clásica a la neutrosófica es la de capturar con mayor exactitud los pensamientos y sentimientos de los encuestados. Usualmente el encuestado se ve obligado a seleccionar una única opción de la escala de Likert clásica, cuando no está seguro o presenta opiniones diferentes dentro de las opciones que brinda la encuesta. Es por ello que con la escala de Likert Neutrosófica el encuestado puede brindar grados cuantitativos de acuerdo por cada opción, en lugar de un solo grado de satisfacción cualitativo.

Por otro lado, los *TRINS* se definen como conjuntos neutrosóficos con grados de pertenencia en $[0, 1]$ con respecto a las cinco siguientes posibles respuestas: “Pertenencia verdadera”, “Indeterminación inclinándose hacia la pertenencia verdadera”, “Pertenencia indeterminada”, “Indeterminación inclinándose hacia la pertenencia falsa”, “Pertenencia falsa”, [9].

En este artículo se utiliza por primera vez la escala de Likert Neutrosófica, para medir el conocimiento de docentes de las instituciones privadas y públicas de una región geográfica peruana, en una encuesta diseñada en base al modelo ecológico de Bronfenbrenner, con el objetivo de estudiar la gestión del desarrollo sostenible en dichas instituciones.

Es por ello que el artículo se divide en una Sección de Preliminares, donde se explican los conceptos significativos del modelo ecológico de Bronfenbrenner, los conjuntos neutrosóficos, los *TRINS*, la escala de Likert Neutrosófica, entre otros. La sección 3 de Resultados contiene la aplicación de estas teorías para resolver el problema que se estudia y los resultados a los que se llegó. Se termina el artículo con la sección dedicada a dar los hallazgos significativos y las conclusiones finales a la que arriban los autores.

2. PRELIMINARES

Esta sección se dedica a exponer las definiciones que servirán de base al estudio que se hace en este artículo.

2.1. Modelo Ecológico de Bronfenbrenner

El entorno ecológico se concibe como un conjunto de estructuras anidadas, cada una dentro de la otra como un conjunto de muñecas rusas, [1][2][3][4][5][6]. Es una premisa básica de la teoría de los sistemas ecológicos que el desarrollo es una función de las fuerzas que emanan de múltiples entornos y de las relaciones entre estos entornos. Fue desarrollado por Urie Bronfenbrenner. Ofrece un marco a través del cual los psicólogos comunitarios examinan las relaciones de los individuos dentro de las comunidades y la sociedad en general. La teoría también se conoce comúnmente como el marco ecológico / sistemas. Identifica seis sistemas ambientales con los que interactúa un individuo.

- *Microsistema*: Se refiere a las instituciones y grupos que afectan inmediatamente al desarrollo del niño, incluidos: familia, escuela, barrio y compañeros.
- *Mesosistema*: Consiste en interconexiones entre los microsistemas, por ejemplo entre la familia y los maestros o entre los compañeros y la familia.
- *Exosistema*: Implica enlaces entre los entornos sociales que no involucran al niño. Por ejemplo, la experiencia de un niño en el hogar puede verse influenciada por las experiencias de sus padres en el trabajo. Un padre puede recibir una promoción que requiere más viajes, lo que a su vez aumenta el conflicto con el otro padre, lo que resulta en cambios en sus patrones de interacción con el niño.

- *Macrosistema*: Describe la cultura general que influye en el niño, así como los microsistemas y mesosistemas incrustados en esas culturas. Los contextos culturales pueden diferir según la ubicación geográfica, el nivel socioeconómico, la pobreza y el origen étnico. Los miembros de un grupo cultural a menudo comparten una identidad, patrimonio y valores comunes. Los macrosistemas evolucionan a lo largo del tiempo y de generación en generación.
- *Cronosistema*: Consiste en el patrón de eventos ambientales y transiciones a lo largo de la vida, así como en el cambio de las circunstancias. Por ejemplo, los investigadores han encontrado que los efectos negativos del divorcio en los niños a menudo alcanzan su punto máximo en el primer año después del divorcio. Dos años después del divorcio, la interacción familiar es menos caótica y de mayor estabilidad. Un ejemplo de circunstancias socio-históricas cambiantes es el aumento de las oportunidades para que las mujeres sigan una carrera durante los últimos treinta años.
- *Globosistema*: es la generalización de la teoría a un plano mundial en el ámbito de la globalización, que incluye y condiciona a los demás sistemas explicados en los puntos anteriores.

2.2. Escala de Likert Neutrosófica

La escala de Likert es la escala psicométrica utilizada para recopilar respuestas de personas en una encuesta. Una encuesta típica a escala de Likert no permite que sus encuestados simplemente seleccionen entre "sí / no"; proporciona opciones específicas que son grados de "acuerdo" o "desacuerdo". El formato de escala de Likert más básico es una respuesta con 5 opciones, con opciones como: "muy en desacuerdo", "en desacuerdo", "ni de acuerdo ni en desacuerdo (no sé)", "de acuerdo" y "totalmente de acuerdo". La opción neutral generalmente es elegida por la persona que no está segura.

El esquema de clasificación de estrellas es casi similar a la escala de Likert. Se considera que 1 estrella es equivalente a la calificación más baja, mientras que la calificación de 5 estrellas es considerada como la calificación máxima. Las estrellas se utilizan como un elemento experimental o heurístico común para evaluar la calidad. El análisis de las respuestas a escala de Likert se realiza generalmente con el uso de gráficos de barras para mostrar resultados, es un modo en el caso de la respuesta común y mientras que se usan rangos intercuartílicos en el caso del análisis de variabilidad.

Generalmente en la escala de Likert, el usuario se ve obligado a seleccionar la opción dominante. Por ejemplo, el elemento de Likert usual de cinco niveles sería:

- Muy en desacuerdo
- Desacuerdo
- Ni de acuerdo o ni en desacuerdo
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

Cualquier usuario tendrá sentimientos / opciones que en realidad varían de "muy de acuerdo" a "muy en desacuerdo" y que no son definidos; siempre son una mezcla de sentimientos. Una pequeña cantidad de desacuerdo podría reducir la opción de "muy de acuerdo" a "de acuerdo", mientras que una persona diferente podría optar por la opción dominante de "muy de acuerdo" ignorando la pequeña / escasa cantidad de desacuerdo. Alguna otra persona podría marcar la opción "ni estar de acuerdo ni en desacuerdo" debido a la misma experiencia negativa. Sin embargo, es muy obvio y claro que las personas reaccionan de manera diferente a la misma experiencia mientras responden la misma pregunta en el cuestionario. El cuestionario que utiliza una escala de Likert no logrará captar los sentimientos / grado exacto de "acuerdo fuerte", grados de "acuerdo débil", grados "ni de acuerdo ni desacuerdo", grados de "desacuerdo débil" y el grado de "desacuerdo fuerte". El encuestado / persona generalmente se ve obligado a ir con la elección dominante o la elección que siente en ese momento o la elección que puede ser solo ligeramente dominante que la otra opción; por lo tanto, el grado de pertenencia con otras opciones se pierde por completo. El método de Likert utiliza solo una medida de escala ordinal gruesa con formato cerrado.

Para superar estas limitaciones se crea la escala de Likert neutrosófica. La escala de Likert indeterminada se define basada en los siguientes elementos:

- Pertenencia de verdad,
- Indeterminación inclinándose hacia la pertenencia de verdad,
- Pertenencia indeterminada,
- Indeterminación inclinándose hacia la pertenencia de falsedad,
- Pertenencia de falsedad.

Durante el uso de una calificación de cinco estrellas, se asignará de una estrella a cinco estrellas. Una escala

de Likert basada en indeterminación tendrá una pertenencia de falsedad que capturará el grado de “totalmente en desacuerdo” con la escala de Likert habitual y el grado de calificación de una estrella en el esquema de calificación de estrellas. Del mismo modo, la pertenencia de “indeterminación que se inclina hacia negativo” capturará el grado de desacuerdo o calificación de dos estrellas. Lo “Neutral / grado ninguno de acuerdo ni en desacuerdo / no sabe” de la escala de Likert habitual, o la calificación de tres estrellas será capturado por la pertenencia “indeterminada”. Del mismo modo, para el grado de “acuerdo” y el grado “acuerdo fuerte” se asignará a la “indeterminación o neutralidad que se inclina hacia la pertenencia positiva” y la “pertenencia positiva”, respectivamente.

Una escala de Likert indeterminada recibirá una representación: “muy insatisfecho(a)”, “insatisfecho(a)”, “neutral”, “satisfecho(a)”, “muy satisfecho(a)” con las escalas individuales para la calificación. Si se le pide a un usuario que califique el servicio prestado en un restaurante, el usuario puede tener varios tipos diferentes de emociones sobre el servicio. El servicio de los camareros podría haber sido excelente; él (ella) dará un 0,5 a “muy satisfecho”. Podría haber esperado durante mucho tiempo para que llegara la comida que ordenó, de ahí un 0,25 a “muy insatisfecho”. Con respecto a la cortesía de los camareros / personal que podría no estar en condiciones de decidirse, sin embargo, podría ser incapaz de calificarlo como bueno o malo, por lo tanto, un 0,25 para las opciones indeterminadas / neutrales. Del mismo modo, en un esquema de calificación de cinco estrellas, el usuario puede llenar la estrella para proporcionar el grado de pertenencia para cada nivel. Esto se puede implementar fácilmente en aplicaciones móviles. Tan pronto como se obtiene una retroalimentación negativa, se le puede pedir al usuario que proporcione detalles si se hacen preguntas particulares y se hace que la retroalimentación sea interactiva. Debido a la naturaleza de la escala de Likert indeterminada, identificar y aislar una experiencia negativa del cliente se vuelve fácil.

Para llevar a cabo la escala de Likert neutrosófica se utilizan los *TRINS* y las operaciones entre ellos. Estos se definen a continuación.

2.3. Conjuntos Neutrosóficos Indeterminados Triplemente Refinados

Definición 1 ([8][9][10]): El *Conjunto Neutrosófico de valor Único (SVNS)* por sus siglas en inglés) del conjunto N sobre el universo de discurso U , se define como $A = \{ \langle x; T_A(x), I_A(x), F_A(x) \rangle : x \in U \}$, donde $T_A: U \rightarrow [0, 1]$, $I_A: U \rightarrow [0, 1]$, y $F_A: U \rightarrow [0, 1]$, $0 \leq T_A(x) + I_A(x) + F_A(x) \leq 3$.

Definición 2 ([12][13][15][16]): La *lógica neutrosófica refinada* se define de tal manera que: un valor de verdad T se divide en varios tipos de valores de verdad: T_1, T_2, \dots, T_p , I en varias indeterminaciones:

I_1, I_2, \dots, I_r y F en varios valores de falsedad: F_1, F_2, \dots, F_s , donde todos $p, r, s \geq 1$ son enteros, y $p + r + s = n$.

Definición 3 ([8][9][10]): Considérese que X es un conjunto de puntos (objetos) con entidades genéricas en X denotadas por x . Un *conjunto neutrosófico indeterminado triplemente refinado (TRINS)* por sus siglas en inglés) A en X se considera como función de pertenencia de verdad $T_A(x)$, Indeterminación inclinándose hacia la pertenencia de verdad $I_{T_A}(x)$, función de pertenencia de indeterminación $I_A(x)$, Indeterminación inclinándose hacia la pertenencia de falsedad $I_{F_A}(x)$, y función de pertenencia de falsedad $F_A(x)$. Cada función de pertenencia tiene un peso $w_m \in [0, 5]$ asociado a ella. Para cada elemento genérico $x \in X$, se cumple:

$T_A(x), I_{T_A}(x), I_A(x), I_{F_A}(x), F_A(x) \in [0, 1]$, $w_T(T_A(x)), w_{I_T}(I_{T_A}(x)), w_I(I_A(x)), w_{I_F}(I_{F_A}(x)), w_F(F_A(x)) \in [0, 5]$ y $0 \leq T_A(x) + I_{T_A}(x) + I_A(x) + I_{F_A}(x) + F_A(x) \leq 5$.

Definición 4 ([8][9][10]): Considere un *TRINS* A , su complemento se denota por $c(A)$ y se define como:

$$\begin{aligned} T_{c(A)}(x) &= F_A(x), \\ I_{T_{c(A)}}(x) &= 1 - I_{T_A}(x), \\ I_{c(A)}(x) &= 1 - I_A(x), \\ I_{F_{c(A)}}(x) &= 1 - I_{F_A}(x), \\ F_{c(A)}(x) &= T_A(x). \end{aligned}$$

Para todo x en X .

Definición 5 ([8][9][10]): Un *TRINS* A está contenido en otro *TRINS* B , $A \subseteq B$, si y solo si:

$$\begin{aligned} T_A(x) &\leq T_B(x), \\ I_{T_A}(x) &\leq I_{T_B}(x), \\ I_A(x) &\leq I_B(x), \\ I_{F_A}(x) &\leq I_{F_B}(x), \end{aligned}$$

$$F_A(x) \geq F_B(x).$$

Para todo x en X .

Definición 6 ([8][9][10]): La unión de dos *TRINS* A y B es un *TRINS* C , denotado como $C = A \cup B$, cuyas funciones de, pertenencia de verdad, indeterminación inclinada hacia la pertenencia de verdad, pertenencia de indeterminación, indeterminación inclinada hacia la pertenencia de falsedad y pertenencia a la falsedad están asociadas a A y B por lo siguiente:

$$\begin{aligned} T_C(x) &= \max(T_A(x), T_B(x)), \\ I_{T_C}(x) &= \max(I_{T_A}(x), I_{T_B}(x)), \\ I_C(x) &= \max(I_A(x), I_B(x)), \\ I_{F_C}(x) &= \max(I_{F_A}(x), I_{F_B}(x)), \\ F_C(x) &= \min(F_A(x), F_B(x)). \end{aligned}$$

Definición 7 ([8][9][10]): La intersección de dos *TRINS* A y B es un *TRINS* C , denotado como $C = A \cap B$, cuyas funciones de, pertenencia de verdad, indeterminación inclinada hacia la pertenencia de verdad, pertenencia de indeterminación, indeterminación inclinada hacia la pertenencia de falsedad y pertenencia a la falsedad están asociadas a A y B por lo siguiente:

$$\begin{aligned} T_C(x) &= \min(T_A(x), T_B(x)), \\ I_{T_C}(x) &= \min(I_{T_A}(x), I_{T_B}(x)), \\ I_C(x) &= \min(I_A(x), I_B(x)), \\ I_{F_C}(x) &= \min(I_{F_A}(x), I_{F_B}(x)), \\ F_C(x) &= \max(F_A(x), F_B(x)). \end{aligned}$$

Sea que A y B sean dos *TRINS* en un universo finito de discurso, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, que se denotan por: $A = \{ (x; T_A(x), I_{T_A}(x), I_A(x), I_{F_A}(x), F_A(x)) | x \in X \}$ y $B = \{ (x; T_B(x), I_{T_B}(x), I_B(x), I_{F_B}(x), F_B(x)) | x \in X \}$, donde $T_A(x_i), I_{T_A}(x_i), I_A(x_i), I_{F_A}(x_i), F_A(x_i), T_B(x_i), I_{T_B}(x_i), I_B(x_i), I_{F_B}(x_i), F_B(x_i) \in [0, 1]$, para cada $x_i \in X$. Sea w_i ($i = 1, 2, \dots, n$) el peso de cada elemento x_i ($i = 1, 2, \dots, n$), con $w_i \geq 0$ ($i = 1, 2, \dots, n$) y $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

La *distancia generalizada ponderada de los TRINS* se define como sigue, [8][9][10]:

$$d_\lambda(A, B) = \left\{ \frac{1}{5} \sum_{i=1}^n w_i \left[|T_A(x_i) - T_B(x_i)|^\lambda + |I_{T_A}(x_i) - I_{T_B}(x_i)|^\lambda + |I_A(x_i) - I_B(x_i)|^\lambda + |I_{F_A}(x_i) - I_{F_B}(x_i)|^\lambda + |F_A(x_i) - F_B(x_i)|^\lambda \right] \right\}^{1/\lambda} \quad (1)$$

Donde $\lambda > 0$.

La *distancia generalizada ponderada de los TRINS* $d_\lambda(A, B)$ para $\lambda > 0$ satisface las siguientes propiedades:

$$\begin{aligned} d_\lambda(A, B) &\geq 0, \\ d_\lambda(A, B) &= 0 \text{ si y solo si } A = B, \\ d_\lambda(A, B) &= d_\lambda(B, A), \end{aligned}$$

Si $A \subseteq B \subseteq C$, es una *TRINS* en X , entonces $d_\lambda(A, C) \geq d_\lambda(A, B)$ y $d_\lambda(A, C) \geq d_\lambda(B, C)$.

Definición 8 ([8][9][10]): Sean A_j ($j = 1, 2, \dots, m$) los elementos de una colección de m *TRINS*, entonces la matriz de distancia *TRINS* $D = (d_{ij})_{m \times m}$, donde $d_{ij} = d_\lambda(A_i, A_j)$ es la distancia *TRINS generalizada* entre A_i y A_j y satisface lo siguiente:

$$\begin{aligned} d_{ij} &\in [0, 5], \forall i, j = 1, 2, \dots, m; \\ d_{ij} &= 0 \text{ si y solo si } A_i = A_j; \\ d_{ij} &= d_{ji} \text{ para todo } i, j = 1, 2, \dots, m. \end{aligned}$$

Definición 9 ([8][9][10]): El *peso neutrosófico generalizado indeterminado triplemente refinado* se define de la siguiente manera:

$$w(A) = \sum_{i=1}^n \left\{ w_T(T_A(x_i)) + w_{I_T}(I_{T_A}(x_i)) + w_I(I_A(x_i)) + w_{I_F}(I_{F_A}(x_i)) + w_F(F_A(x_i)) \right\} \quad (2)$$

Donde, $w_T, w_{I_T}, w_I, w_{I_F}, w_F$ denotan los pesos de cada función de pertenencia.

3. RESULTADOS

La investigación se enmarca en el periodo comprendido entre noviembre del año 2019 a febrero del año 2020. Se seleccionó de forma no aleatoria un grupo de 103 docentes, de diferentes instituciones tanto privadas como públicas, del Distrito de Pillco Marca, Perú, para aplicárseles la siguiente encuesta:

Cuestionario del Modelo Ecológico Bronfenbrenner

Para cada una de las situaciones planteadas se presenta una escala de Likert neutrosófica con valores del 1 al 5, donde se pide que valoren la veracidad de cada una de las situaciones. El significado lingüístico de los diferentes valores es el siguiente:

1 = Falso (totalmente en desacuerdo), 2= Indeterminación inclinándose hacia lo falso (más en desacuerdo que de acuerdo), 3= Indeterminado (no sé), 4= Indeterminación inclinándose hacia lo verdadero (más de acuerdo que en desacuerdo) y 5 = Verdadero (totalmente de acuerdo).

Cada uno de los valores indica como el Modelo Ecológico Bronfenbrenner mejora en los docentes la comprensión del desarrollo sostenible en las instituciones educativas donde laboran y de cómo es la calificación de su apreciación.

N°	Ítems	1	2	3	4	5
Microsistemas						
1.	La integración de la familia es parte del ambiente ecológico sostenible en el medio ambiente.					
2.	La relación humana entre padre e hijos, hermanos, abuelos son parte del buen ambiente ecológico familiar en el hogar.					
3.	La integración familiar en las aulas de clase comprende a sus estudiantes como parte del microsistema familiar.					
4.	La interrelación social es parte del microsistema del ambiente social.					
5.	Las familias adoptivas son un microsistema de la integración familiar.					
Mesosistema						
6.	La relación con las personas en instituciones públicas y privadas deben mantener el pensamiento ecológico del modelo de Bronfenbrenner.					
7.	La interrelación de instituciones debe promover el Modelo Ecológico Bronfenbrenner, en sus grupos organizacionales.					
8.	En la interrelación padres, hijos, vecinos, escuela comunidad es donde se desarrollan las relaciones humanas mesosistémicamente.					
9.	Los bancos institucionales, los restaurantes, los cines, los lugares de diversión, las universidades, etcétera, son considerados lugares mesosistemas.					
10.	La interrelación humana se encuentra en las instituciones donde hacer gestiones a diario.					
Exosistema						
11.	Los gobiernos locales emplean a cabalidad las planificaciones estratégicas de desarrollo social.					
12.	Los espacios de desarrollo ecológico de exosistema comprenden las diferentes religiones que existen en la institución.					
13.	Las normas legales de la educación responden al exosistema de una organización concertada.					
14.	El avance tecnológico hace que el desarrollo de los medios de comunicación promueva el modelo ecológico de Bronfenbrenner.					
15.	Dentro del sistema organizacional el exosistema es el que se encarga de normas legales de control y planificación.					

Tabla 1. Preguntas del cuestionario del Modelo Ecológico Bronfenbrenner (de 1-15).

Fuente: Los autores.

N°	Ítems	1	2	3	4	5
Macrosistema						
16.	El macrosistema es un grupo organizacional de soluciones de problemas ecológicos.					
17.	La familia, los vecinos y otros actores deben promover una convivencia armónica en el entorno social.					
18.	La integración de parientes, hermanos y maestros es positiva para apoyar el desarrollo intelectual de los hijos.					
19.	La familia es la célula madre de sensibilización de la conciencia ecológica.					
20.	El ambiente familiar juega un rol importante para mejorar la calidad de vida ecológica ambiental.					
Cronosistema						
21.	La distribución del tiempo en el quehacer humano debe de ser organizada y planificada para llevar una gestión del tiempo de manera equilibrada.					

22.	El cronosistema influye en la organización del tiempo para determinar los quehaceres en el centro laboral.					
23.	El cronosistema nos permite organizar el tiempo de acuerdo al avance de la ciencia y la tecnología de manera individual, grupal para una convivencia con la gestión del tiempo ordenado.					
24.	Es necesario organizar de manera participativa el tiempo en el centro laboral.					
25.	El tiempo tiene mucha relación con alinearse al desarrollo de la ciencia y la tecnología.					
Globosistema						
26.	Los fenómenos climáticos y los cambios climáticos son considerados como producto de la contaminación ambiental.					
27.	Los incendios forestales son inadecuados porque contaminan la ecología ambiental.					
28.	La destrucción de la capa de ozono es consecuencia de la contaminación ambiental.					
29.	La modificación de las placas tectónicas que causan terremoto en el planeta no es resultado del calentamiento global.					
30.	Los desastres naturales son producto de la contaminación ambiental y los fenómenos naturales.					

Tabla 2. Preguntas del cuestionario del Modelo Ecológico Bronfenbrenner (de 16-30).

Fuente: Los autores.

Cuestionario de Gestión del Desarrollo Sostenible

Cada uno de los valores indica cómo el Modelo ecológico de Bronfenbrenner en el desarrollo sostenible de las instituciones educativas públicas y privadas del distrito de Pillco Marca, se implementa por parte los docentes en su práctica pedagógica.

N°	Ítems	1	2	3	4	5
1.	El Modelo ecológico de Bronfenbrenner permite el desarrollo de la riqueza de nuestra región referente al cuidado ecológico.					
2.	El desarrollo económico es fuente de desarrollo ambiental.					
3.	Las tasas de crecimiento económico son un resultado cuantitativo medible.					
4.	Para el desarrollo económico se debe multar a las personas que contaminan el ambiente donde transitan.					
5.	Es necesario considerar reguladores para controlar la contaminación ambiental para un buen desarrollo sostenible.					
6.	La limpieza nos permite un buen desarrollo económico en nuestra región, localidad y domicilio.					
7.	El desarrollo sostenible va a depender mucho de una buena organización y ejecución del desarrollo económico.					
8.	El desarrollo sostenible va a depender de la producción equilibrada de contaminación.					
9.	Las materias primas no deben ser desasidas en las aguas, sino se deben utilizar sin afectar el desarrollo económico.					
10.	La producción ecológica es considerada como resultado económico, pues se debe considerar como una fuente de riqueza.					
11.	La ecología es importante de la vida humana, va a depender de cómo la cuidamos nosotros como seres pensantes.					
12.	La calidad va a depender de cómo se cuida la naturaleza y qué compromiso se tiene con ella.					
13.	Los modelos de desarrollo deben de prever la poca contaminación ecológica.					
14.	La vida humana es resultado de la relación y metarelación hombre-naturaleza.					
15.	Los modelos sostenibles van a depender de cómo los seres humanos son conscientes al cuidar y deprepar el ambiente ecológico.					
16.	Es necesario advertir que la relación hombre-naturaleza es resultado de una convivencia predictiva con el pensamiento sistémico, para el cuidado del medio ambiente ecológico.					
17.	La vinculación del hombre con la naturaleza no debería ser destruir, sino crear más vínculos ecológicos.					
18.	La naturaleza es la madre de la vida por ello existe la necesidad de cuidarla y protegerla.					
19.	El desarrollo ecológico no es destruir la naturaleza, es duplicar la depredación y triplicar la conservación ecológica.					
20.	Se debe preservar la naturaleza para guardar la vida a nuestras generaciones venideras.					
21.	Una vida de calidad va a depender de cómo se utiliza la naturaleza.					

22.	Los recursos renovables deben ser utilizados para llevar adelante la calidad de vida equilibrada.					
23.	Debemos tener la capacidad de neutralizar la contaminación para vivir de manera sostenible.					
24.	Posee usted la capacidad de no contaminar y vivir sosteniblemente para el desarrollo social.					
25.	Es pertinente considerar al hombre y a la naturaleza como capital del desarrollo social.					

Tabla 3. Preguntas del cuestionario de Gestión del Desarrollo Sostenible (de 1-25).

Fuente: Los autores

N°	Ítems	1	2	3	4	5
26.	Debemos conocer cuáles son los daños que causamos cuando quemamos la basura y mentalizar que esta es una práctica que significa un atraso para el desarrollo social.					
27.	El desarrollo sostenible tiene relación con un desarrollo social de manera integral.					
28.	Sería necesario implementar proyectos sostenibles que permitan el cuidado de la naturaleza para una sostenibilidad de la vida humana.					
29.	No se debe declinar el cuidado oportuno y cualitativo de la naturaleza para el desarrollo social ecológico.					
30.	El desarrollo social determina una calidad de vida humana ecológica.					

Tabla 4. Preguntas del cuestionario de Gestión del Desarrollo Sostenible (de 26-30).

Fuente: Los autores.

Para garantizar que los encuestados comprendan cómo responder adecuadamente la encuesta, debido a que usualmente se tomaría una única respuesta en lugar de múltiples con diferentes grados de veracidad, se les explicó el sentido de responder por grados de satisfacción de cada una de las posibles respuestas. Luego, se les pidió que dieran una calificación de 0 a 10 puntos qué piensa/siente que podría ser cada una de las respuestas posibles por cada pregunta de la encuesta. Para el procesamiento de los resultados, las evaluaciones se dividen entre 10, para así llevarlas a una escala entre 0 y 1.

Para todos los encuestados e_j ($j = 1, 2, \dots, 103$), se calculó la media aritmética de los *TRINS* por cada respuesta R_i ($i = 1, 2, \dots, 30$) a las encuestas E_k ($k = 1, 2$). Esto se calcula como el *TRINS* obtenido de calcular la media aritmética de cada uno de los elementos de los *TRINS*. Los resultados obtenidos se dan a continuación en la Tabla 5.

No. Pregunta	<i>TRINS</i> promedio para la encuesta sobre Modelo Ecológico Bronfenbrenner	<i>TRINS</i> promedio para encuesta sobre Gestión del Desarrollo Sostenible
1	< 0,99; 0,1; 0,1; 0; 0 >	< 0,98; 0,13; 0,1; 0; 0 >
2	< 0,98; 0,1; 0,09; 0; 0 >	< 0,99; 0,09; 0,1; 0; 0 >
3	< 0,99; 0,09; 0,2; 0; 0 >	< 0,99; 0,09; 0,2; 0; 0 >
4	< 0,99; 0,1; 0,08; 0; 0 >	< 0,6; 0,24; 0,33; 0,33; 0,2 >
5	< 0,99; 0,2; 0,09; 0; 0 >	< 0,98; 0,10; 0,10; 0,05; 0,01 >
6	< 0,71; 0,21; 0,22; 0,13; 0,13 >	< 0,99; 0,09; 0,1; 0; 0 >
7	< 0,62; 0,33; 0,16; 0,3; 0,24 >	< 0,99; 0,08; 0,2; 0; 0 >
8	< 0,54; 0,35; 0,36; 0,46; 0,5 >	< 0,56; 0,30; 0,31; 0,05; 0,02 >
9	< 0,55; 0,27; 0,33; 0,38; 0,45 >	< 0,99; 0,09; 0,1; 0; 0 >
10	< 0,53; 0,34; 0,41; 0,51; 0,39 >	< 0,82; 0,21; 0,10; 0,0; 0,0 >
11	< 0,73; 0,21; 0,33; 0,20; 0,20 >	< 0,99; 0,04; 0,10; 0; 0 >
12	< 0,74; 0,22; 0,28; 0,41; 0,12 >	< 0,73; 0,21; 0,21; 0,13; 0,12 >
13	< 0,51; 0,32; 0,21; 0,01; 0,03 >	< 0,83; 0,21; 0,14; 0,0; 0,0 >
14	< 0,49; 0,36; 0; 0,41; 0,45 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
15	< 0,50; 0,34; 0,01; 0,36; 0,40 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
16	< 0,95; 0,2; 0,2; 0,01; 0 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
17	< 0,92; 0,15; 0,19; 0,01; 0,01 >	< 0,94; 0,11; 0,16; 0,1; 0,04 >
18	< 0,93; 0,12; 0,17; 0,1; 0,03 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
19	< 0,94; 0,13; 0,12; 0,03; 0,08 >	< 0,96; 0,13; 0,1; 0,06; 0,1 >
20	< 0,95; 0,16; 0,19; 0,07; 0,1 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
21	< 0,98; 0,13; 0,16; 0,0; 0,0 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >

Tabla 5. *TRINS* promedios obtenidos por cada pregunta (de 1-21) de cada encuesta para todos los entrevistados. Fuente: Los autores.

No. Pregunta	<i>TRINS</i> promedio para la encuesta sobre Modelo Ecológico Bronfenbrenner	<i>TRINS</i> promedio para encuesta sobre Gestión del Desarrollo Sostenible
22	< 0,97; 0,14; 0,01; 0,0; 0,0 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
23	< 0,96; 0,13; 0,02; 0,0; 0,0 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
24	< 0,84; 0,22; 0,13; 0,0; 0,0 >	< 0,76; 0,21; 0,25; 0,40; 0,22 >

25	< 0,96; 0,17; 0,20; 0,0; 0,0 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
26	< 0,95; 0,14; 0,15; 0,01; 0,01 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
27	< 0,94; 0,15; 0,09; 0,09; 0,07 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
28	< 0,98; 0,11; 0,12; 0,04; 0,01 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
29	< 1; 0; 0; 0; 0 >	< 1; 0; 0; 0; 0 >
30	< 0,96; 0,15; 0,02; 0,04; 0,05 >	< 0,51; 0,32; 0,21; 0,01; 0,03 >

Tabla 6. *TRINS* promedios obtenidos por cada pregunta (de 22-30) de cada encuesta para todos los entrevistados.

Fuente: Los autores.

La media aritmética de los *TRINS* por cada encuesta da como resultado < 0,83633; 0,18800; 0,15467; 0,11900; 0,10900 > para el Cuestionario del Modelo Ecológico Bronfenbrenner y < 0,920333; 0,088333; 0,093667; 0,037667; 0,024667 > para el Cuestionario de Gestión del Desarrollo Sostenible. Lo que demuestra que el conocimiento de los encuestados es considerable en cuanto a estos temas, puesto que el promedio de acierto sobre la veracidad de las preguntas fue de 0,83633 y 0,920333, respectivamente.

4. CONCLUSIONES

Este artículo se propuso estudiar la gestión del desarrollo sostenible en las instituciones educativas públicas y privadas en el distrito Pillco Marca Huánuco. Para ello se aplicaron dos cuestionarios, uno sobre el Modelo Ecológico de Bronfenbrenner y otro sobre la Gestión del Desarrollo Sostenible. Por primera vez se combina el Modelo Ecológico de Bronfenbrenner, para estudiar la Gestión de Desarrollo Sostenible en un grupo de instituciones peruanas, donde además se incluyera en este tipo de problemas la escala de Likert Neutrosófica, basada en *TRINS*. La ventaja de utilizar la variante neutrosófica de la escala de Likert, en lugar de la original, está en que los resultados de las encuestas son más precisos, sustentado en el aporte que significa cuantificar, sentimientos y opiniones, que pueden ser contradictorios, pero más apegados a la realidad que se investigo.

La media aritmética de los *TRINS* por cada encuesta da como resultado < 0,83633; 0,18800; 0,15467; 0,11900; 0,10900 > para el Cuestionario del Modelo Ecológico Bronfenbrenner y < 0,920333; 0,088333; 0,093667; 0,037667; 0,024667 > para el Cuestionario de Gestión del Desarrollo Sostenible. Lo que manifiesta que el conocimiento de los intervinientes como encuestados es importante en cuanto a estos temas, debido a que el promedio de acierto sobre la veracidad de las preguntas fue de 0,83633 y 0,920333, respectivamente. Como resultado de las encuestas aplicadas a 103 docentes, se obtuvo que el conocimiento sobre los temas es alto en promedio, lo que consiente una eficaz interacción en los procesos docentes educativos que tributan a la gestión de la sostenibilidad y la sustentabilidad en las instituciones educativas públicas y privadas en el distrito Pillco Marca Huánuco, Perú.

RECEIVED: JANUARY, 2021.

REVISED: APRIL, 2021.

REFERENCIAS

- [1] BRONFENBRENNER, U. (1977): Lewian space and ecological substance. **Journal of Social Issues**, 33, 199–212.
- [2] BRONFENBRENNER, U. (1977): Toward an experimental ecology of human development, **American Psychologist**, 32, 513–531.
- [3] BRONFENBRENNER, U. (1979): **The ecology of human development: Experiments by nature and design**, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- [4] BRONFENBRENNER, U. (1986): Recent advances in research on the ecology of human development. En **Development as action in context: Problem behavior and normal youth development**, 286–309. Springer-Verlag, Nueva York.
- [5] BRONFENBRENNER, U. (1989): Ecological systems theory. En **Annals of child development: Six theories of child development- Revised formulations and current issues** 187–249, JAI Press, Londres.
- [6] BRONFENBRENNER, U. (1989): The ecology of the family as a context for human development: Research perspectives, **Developmental Psychology**, 22, 723–742.
- [7] BRUNDTLAND, G. H. (1987): What is sustainable development? **Our common future**, 8, .1-40.

- [8] PIMIENTA CONCEPCIÓN, I., MAYORGA ALDAZ, E., GABRIEL FLORES, L. y GONZÁLEZ CABALLERO, E.(2020): Neutrosophic Scale to Measure Psychopathic Personalities Based on Triple Refined Indeterminate Neutrosophic Sets, **Neutrosophic Sets and Systems**, 37, 61-70.
- [9] KANDASAMY, I. y SMARANDACHE, F. (2016): Triple refined indeterminate neutrosophic sets for personality classification. En **2016 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)**, IEEE.
- [10] KANDASAMY, I., .OBBINENI, J. M. y SMARANDACHE, F. (2020): Indeterminate Likert scale: feedback based on neutrosophy, its distance measures and clustering algorithm, **Soft Computing**, 24, 7459-7468.
- [11] LIKERT, R. (1932): A technique for the measurement of attitudes, **Archives of psychology**, 22, 5–55.
- [12] LI, Q., MA, Y., ZHANG, X. y ZHANG, J. (2019): Study on the Algebraic Structure of Refined Neutrosophic Numbers, **Symmetry**, 11, 954-966.
- [13] PATRASCU, V. (2016): Refined Neutrosophic Information Based on Truth, Falsity, Ignorance, Contradiction and Hesitation, **Neutrosophic Sets and Systems**, 11, 57-66.
- [14] SMARANDACHE, F. (2000): **A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Probability, and Statistics**. American Research Press, Rehoboth.
- [15] SMARANDACHE, F. (2013): n-valued refined neutrosophic logic and its applications in physics, **Progress in Physics**, 4, 143–146.
- [16] YE, J. y SMARANDACHE, F. (2016): Similarity Measure of Refined Single-Valued Neutrosophic Sets and Its Multicriteria Decision Making Method, **Neutrosophic Sets and Systems**. 12, 41-44.