



Impacto de las estadísticas neutrosóficas en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Impact of neutrosophic statistics on the teaching-learning process

Dante Manuel Macazana Fernández¹, Wilder Fabio Ramos Palacios², Daniel Amílcar Pinto Pagaza³, Mary Liz Mendoza Hidalgo⁴, and Tula Margarita Espinoza Moreno⁵

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú; dmacazanaf_af@unmsm.edu.pe

² Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú; wramosp@unmsm.edu.pe

³ Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Perú; dpintop@unamba.edu.pe

⁴ Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú; mmendozah@unfv.edu.pe

⁵ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú; tespinozam@unmsm.edu.pe

Resumen. En el ámbito educativo, la eficacia de la enseñanza depende de la interacción entre las competencias profesionales y las estrategias metacognitivas de los docentes. Por ello, el presente estudio se ha propuesto evaluar la relación entre las competencias profesionales y las estrategias metacognitivas, utilizando la gestión de indeterminaciones para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para este fin, se aplicó el método de estadísticas neutrosóficas para analizar datos sobre competencias y estrategias metacognitivas en un grupo de docentes. Entre los resultados, se reveló una relación general positiva entre las competencias profesionales y las estrategias metacognitivas, con variaciones significativas en áreas específicas. Finalmente, se concluyó que existe una conexión significativa, donde la variabilidad sugiere la necesidad de fortalecer la formación en competencias específicas y estrategias metacognitivas para optimizar el proceso educativo.

Palabras clave: Estadísticas neutrosóficas, Enseñanza-aprendizaje, Metodología educativa, Proceso de enseñanza.

Abstract. In the educational field, teaching effectiveness depends on the interaction between professional competencies and teachers' metacognitive strategies. Therefore, the present study has proposed to evaluate the relationship between professional competencies and metacognitive strategies, by using the management of indeterminacies to improve the teaching-learning process. To this end, the neutrosophic statistics method was applied to analyze data on meta-cognitive competencies and strategies in a group of teachers. Among the results, a general positive relationship was revealed between professional competencies and metacognitive strategies, with significant variations in specific areas. Finally, it has been concluded that there is a significant connection, where the variability suggests the need to strengthen training in specific competencies and metacognitive strategies to optimize the educational process.

Keywords: Neutrosophic statistics, Teaching-learning, Educational methodology, Teaching process.

1 Introduction

El campo educativo desempeña un papel central en el desarrollo de la sociedad, al promover el aprendizaje y el crecimiento físico y psicológico de los estudiantes [1]. La educación no solo se enfoca en la adquisición de conocimientos, sino también en el desarrollo integral del ser humano, al incluir aspectos cognitivos, sociales y morales [2]. En este sentido, la labor docente en la universidad no se limita a la enseñanza de una profesión, sino que también busca formar individuos que contribuyan al progreso de la sociedad.

Por consiguiente, el enfoque por competencias ha emergido como una metodología clave en la educación, particularmente en la formación de profesionales de la educación [3]. Este enfoque abarca una serie de conocimientos, actitudes y habilidades que permiten a los individuos no solo conocer su entorno, sino también transformarlo de manera efectiva. Las competencias, entendidas como la integración de conocimientos teóricos y prácticos, son esenciales para un desempeño profesional exitoso, y la universidad tiene la responsabilidad de fomentar su desarrollo continuo [4].

El concepto de competencia es complejo y multidimensional, al involucrar no solo el conocimiento técnico,

sino también la capacidad de aplicar dicho conocimiento en contextos específicos [5]. Las competencias profesionales incluyen la habilidad para resolver problemas de manera autónoma, trabajar en equipo y adaptarse a las demandas cambiantes del entorno. En este marco, la formación universitaria debe proporcionar las herramientas necesarias para que los estudiantes desarrollen estas competencias y las apliquen de manera efectiva en la vida profesional [6].

Por ende, se deben proponer estrategias metacognitivas que jueguen un papel crucial en el desarrollo de las competencias, al permitir a los estudiantes reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje y regularlo de manera efectiva [7]. La metacognición, que implica el conocimiento y control de los propios procesos cognitivos se enfoca en lograr un aprendizaje significativo y el desarrollo de la autonomía en los estudiantes. Por consiguiente, los docentes universitarios deben dominar estas estrategias para implementarlas en las prácticas pedagógicas y así potenciar el desarrollo integral de los estudiantes [8].

Finalmente, se ha observado que la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, al participar en proyectos como Tuning, reconoce las competencias en la formación de capital humano. Estas competencias no solo preparan a los estudiantes para el mercado laboral, sino que también promueven el crecimiento personal y social. Aunque se deben identificar y analizar los elementos indeterminados que afectan la integración de las variables competencias profesionales y estrategias metacognitivas. En este contexto, la presente investigación busca evaluar la relación entre las competencias profesionales y las estrategias metacognitivas de los docentes, al utilizar la estadística neutrosófica para manejar las indeterminaciones y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

2 Materials and methods

2.1 Neutrosophic statistics.

Las probabilidades y estadísticas neutrosóficas son una generalización de las probabilidades y estadísticas clásicas e imprecisas [6]. La probabilidad neutrosófica de un evento E es la probabilidad de que ocurra el evento E, la probabilidad de que el evento E no ocurra y la probabilidad de indeterminación (no saber si el evento E ocurre o no) [9]. En probabilidad clásica $n_{sup} \leq 1$, mientras que en la probabilidad neutrosófica $n_{sup} \leq 3+$. La función que modela la probabilidad neutrosófica de una variable aleatoria X se denomina distribución neutrosófica:

Donde $\vartheta_A(x), \eta_A(x), \delta_A(x)$ cumpla la siguiente condición $0 \leq \vartheta_A(x), \eta_A(x), \delta_A(x) \leq 3$ para todo $x \in X$. De modo que para definir cada número neutrosófico sea expresado de la siguiente forma h, i, j para la modelación de la metodología neutrosófica a usar. Por tanto, se definen las siguientes funciones:

$h = \vartheta_A(x)$ para las funciones de pertenencia a verdadero, donde $\in \{0,1\}$.

$i = \eta_A(x)$ para las funciones de pertenencia a indeterminado, donde $\in \{0,1\}$.

$j = \delta_A(x)$ para las funciones de pertenencia a falso, donde $\in \{0,1\}$.

Por tanto, el número neutrosófico definido para el estudio se determina como $L = (h, i, j)$, donde $h, i, j \in \{0,1\}$ y satisface la siguiente condición $0 \leq h + i + j \leq 3$. De modo, que se defina como función de puntuación B de un número neutrosófico según la propuesta de Smarandache o de Basset para la desneutrosificación.

Donde h representa la probabilidad de que el valor x se produce, $j(x)$ representa la probabilidad de que el valor x no ocurra, e $I(x)$ representa la probabilidad indeterminada o desconocida del valor x . La estadística neutrosófica es el análisis de los eventos neutrosóficos y se ocupa de los números neutrosóficos, la distribución de probabilidad neutrosófica, la estimación neutrosófica y la regresión neutrosófica entre otras. Para ello, se deben operar con números neutrosóficos pertenecientes al conjunto neutrosófico de valor único (CNVU), con el fin de ser usados con fines prácticos [10]. Algunas operaciones entre NNVU se expresan a continuación:

Dados $L_1 = (h_1, i_1, j_1)$ y $L_2 = (h_2, i_2, j_2)$ dos NNVU se tiene que la suma entre L_1 y L_2 se define como:

$$L_1 + L_2 = (h_1 + h_2 - h_1h_2, i_1i_2, j_1j_2) \quad (1)$$

Dados $L_1 = (h_1, i_1, j_1)$ y $L_2 = (h_2, i_2, j_2)$ dos NNVU se tiene que la multiplicación entre L_1 y L_2 se define como:

$$L_1 \cdot L_2 = (h_1h_2, i_1+i_2 - i_1i_2, j_1 + j_2 - j_1j_2) \quad (2)$$

El producto por un escalar positivo con un NNVU, $L = (h, i, j)$ se define por:

$$L = (1 - (1 - h), i, j) \quad (3)$$

En fin, la lógica neutrosófica [11], los conjuntos neutrosóficos y las probabilidades y estadísticas neutrosóficas tienen una amplia aplicación en diversos campos investigativos y constituye un novedoso referente de estudio en pleno desarrollo. La estadística neutrosófica comprende todas las técnicas para resumir y describir las características de los datos numéricos neutrosóficos [12].

Para el desarrollo del estudio, se procede utilizar las probabilidades y estadísticas neutrosóficas, al integrarse en el análisis de la relación entre las competencias profesionales docentes y el uso de estrategias metacognitivas, al incorporar un componente de indeterminación. Esto permite abordar la evaluación de eventos educativos con información que puede ser imprecisa, incompleta o desconocida. Para la modelación de la estadística neutrosófica se identifica la variable aleatoria neutrosófica, donde L representa el nivel inferior y superior correspondientemente que puede alcanzar la variable estudiada, en un intervalo indeterminado. De modo que sigue la media neutrosófica de la variable (\bar{L}) al formular:

$$\bar{L} = \frac{1}{n_N} \sum_{i=1}^{n_N} L_i \tag{4}$$

Donde n_N es una muestra aleatoria neutrosófica de la población estudiada. En este estudio la muestra consistió de (20-40) docentes, a quienes se les aplicaron cuestionarios validados. Se utilizó una escala de respuesta neutrosófica, para recolectar datos sobre las variables estudiadas (ver tabla 1).

Tabla 1: Términos lingüísticos neutrosóficos. Fuente: Elaboración propia.

criterio	NNVU
Extremadamente alto (EA)	(1,0,0)
Muy muy alto (MMA)	(0.91,0.06,0.14)
Muy alto (MA)	(0.81,0.16,0.24)
Alto (A)	(0.71,0.26,0.34)
Medianamente alto (MDA)	(0.61,0.36,0.44)
Medio (M)	(0.51,0.46,0.54)
Medianamente bajo (MDB)	(0.41,0.56,0.64)
Bajo (B)	(0.31,0.65,0.74)
Muy bajo (MB)	(0.21,0.76,0.84)
Muy muy bajo (MMB)	(0.11,0.86,0.94)
Extremadamente bajo (EB)	(0,0.96,1)

Una vez definido la media neutrosófica, se procede para el cálculo de la varianza de la muestra neutrosófica. Para ello, se define la siguiente ecuación:

$$S_N^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_N} (L_i - \bar{L})^2}{n_N} \tag{5}$$

Posteriormente, se procede a calcular el coeficiente neutrosófico (NCV) que mide la consistencia de la variable. Cuanto menor sea el valor del NCV, el rendimiento del factor es más consistente que el de los demás factores. Para ello, se propone la siguiente ecuación:

$$CV_N = \sqrt{S_N^2} \times 100 \tag{6}$$

Se formuló una hipótesis nula en términos neutrosóficos, que propuso la inexistencia de una relación significativa entre las variables, al utilizar un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, evaluado bajo criterios neutrosóficos. Mientras que para determinar la correlación de Pearson entre ambas variables se procede a aplicar la siguiente ecuación.

$$r = \frac{Cov(L^X, L^Y)}{\sqrt{\sigma_{L^X}^2 \cdot \sigma_{L^Y}^2}} \quad (7)$$

Donde para calcular la Covarianza se procede a aplicar la siguiente fórmula.

$$Cov(X, Y) = \frac{\sum_{i=0}^n (L_i^X - \bar{L}^X)(L_i^Y - \bar{L}^Y)}{n - 1} \quad (8)$$

Mientras que la σ se obtiene a partir de los resultados obtenidos de la estadística neutrosófica o puede ser sustituido por S_N^2 para análisis muestrales.

3 Results

3.1 Recolección de datos. Descripción de las variables.

Para el desarrollo del estudio se procedió a aplicar los dos cuestionarios competencias profesionales y las estrategias metacognitivas a los docentes, entre designados y contratados, del PAE de Educación Física de la Facultad de Educación de la UNMSM. A continuación, se visualizan las variables y las dimensiones, donde se destacan los elementos que permiten el análisis neutrosófico (ver tabla 2).

Tabla 2: Variables que inciden en el desarrollo integral de los universitarios. Fuente: Elaboración propia.

Variable	Código	Dimensiones	Código	Elementos
Competencias profesionales	CP	Competencias de asignatura	CP-A	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocimientos de la materia ▪ Gestión curricular
		Competencias de gestión docente	CP-B	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Didáctica docente ▪ Planificación docente ▪ Actividades docentes
		Competencias participativas	CP-C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vínculo con la institución ▪ Vínculo con la dirección ▪ Vínculo con el contexto
Estrategias metacognitivas	EM	Expectativas hacia los estudiantes	EM-A	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprender a comprender ▪ Identificación con los estudiantes ▪ Desempeño tutorial
		Estrategias de enseñanza	EM-B	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adaptación didáctica ▪ Comunicación pedagógica ▪ Motivador
		Afectividad en el aula	EM-C	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promotora del clima ecológico ▪ Comportamiento social ▪ Mediador de las interacciones entre pares

3.2 Estadística neutrosófica.

3.2.1 Competencias profesionales.

El estudio realizado se evaluó la variable *competencias profesionales* de 40 docentes, al utilizar un enfoque basado en la lógica neutrosófica. Para ello, se definen tres dimensiones clave: competencias de asignatura, competencias de gestión docente, y competencias participativas, al incorporar la indeterminación en la valoración final de cada elemento (ver tabla 3).

Tabla 3: Evaluación neutrosófica de cada dimensión perteneciente a la variable competencias profesionales. Fuente: Elaboración propia.

Docente	CP-A	CP-B	CP-C
1	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
2	(0.71,0.26,0.34)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
3	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
4	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
5	(0.61,0.36,0.44)	(0.91,0.06,0.14)	(0.71,0.26,0.34)
6	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
7	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
8	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
9	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
10	(0.71,0.26,0.34)	(0.91,0.06,0.14)	(0.71,0.26,0.34)
11	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.81,0.16,0.24)
12	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
13	(0.61,0.36,0.44)	(0.91,0.06,0.14)	(0.71,0.26,0.34)
14	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
15	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
16	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
17	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
18	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
19	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
20	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
21	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
22	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
23	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
24	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.71,0.26,0.34)
25	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
26	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
27	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
28	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
29	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
30	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
31	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
32	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)

Docente	CP-A	CP-B	CP-C
33	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
34	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
35	(0.81,0.16,0.24)	(0.91,0.06,0.14)	(0.81,0.16,0.24)
36	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
37	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
38	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
39	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
40	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)

Interpretación y análisis:

Conocimiento del tema (CP-A): La mayoría de los docentes se encuentran en categorías neutrosóficas que van desde "Medianamente Alto" hasta "Muy Alto". Esto indica que la mayoría de los docentes poseen una comprensión sólida y variada de los temas que imparten, aunque existe una variedad en el nivel de profundidad de su conocimiento.

Uso de contenidos (CP-B): Los resultados muestran una predominancia en categorías neutrosóficas como "Muy Alto" y "Extremadamente Alto". De modo que refleja que los docentes organizan y aplican los contenidos de manera altamente efectiva. Esto sugiere que el uso de los contenidos en la práctica docente se encuentra adaptado a las necesidades de los estudiantes.

Gestión curricular y evaluación (CP-C): En esta dimensión, la mayoría de los docentes están clasificados en niveles neutrosóficos que van de "Medianamente Alto" a "Muy Alto". Esto muestra que, aunque la mayoría de los docentes manejan bien la planificación curricular y la evaluación, existe cierta variabilidad e indeterminación en la eficacia de su gestión curricular.

En conjunto, estos resultados proporcionan una visión clara sobre el desempeño de los docentes en términos del conocimiento, aplicación de contenidos y gestión curricular. La mayoría se encuentra en niveles elevados, lo que refleja una competencia generalizada, aunque con algunas indeterminaciones en la profundidad y eficacia en cada dimensión. Por consiguiente, es necesario recurrir al análisis de CV_{ND} para estas dimensiones y determinar el que más incide en la variable para determinar las soluciones previstas (ver tabla 4).

Tabla 4: Determinación de \bar{L} , S_N y CV_N de cada dimensión en la variable competencias profesionales. Fuente: Elaboración propia.

Competencias profesionales	\bar{L}	S_N	CV_N
CP-A	0.76 [(0.61,0.36,0.44);(0.71,0.26,0.34)]	0.005	0.072
CP-B	0.92 [(0.81,0.16,0.24);(0.91,0.06,0.14)]	0.002	0.043
CP-C	0.78 [(0.61,0.36,0.44);(0.71,0.26,0.34)]	0.005	0.069

De los resultados obtenidos, se visualiza que la dimensión *competencias de gestión docente* posee el rendimiento más consistente entre las demás dimensiones con un valor de 0.043. Mientras que por el contrario la dimensión *competencias de asignatura* alberga una mayor indeterminación en el proceso de desarrollo profesional con un valor de 0.072. Por tanto, se debe potenciar los resultados obtenidos de la variable a partir de la inclusión de los elementos indeterminantes existentes para el desarrollo de los profesionales.

3.2.2 Estrategias metacognitivas.

Por último, se evaluó la variable de estrategias metacognitivas en 40 docentes, al aplicar una medición neutrosófica. Para la valoración integral, se definieron tres dimensiones fundamentales: expectativas hacia los estudiantes, estrategias pedagógicas, y la afectividad en el entorno de aprendizaje. De modo que permitió incorporar la indeterminación en la evaluación final, al ofrecer una visión más completa y precisa de la dinámica educativa (ver tabla 5).

Tabla 5: Evaluación neutrosófica de cada dimensión perteneciente a la variable estrategias metacognitivas. Fuente: Elaboración propia.

Docente	EM-A	EM-B	EM-C
1	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
2	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
3	(0.81,0.16,0.24)	(0.75,0.25,0.1)	(0.71,0.26,0.34)
4	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
5	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
6	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
7	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
8	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
9	(0.61,0.36,0.44)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
10	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
11	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
12	(0.81,0.16,0.24)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
13	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
14	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.61,0.36,0.44)
15	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
16	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
17	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
18	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
19	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
20	(0.61,0.36,0.44)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
21	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
22	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
23	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
24	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
25	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
26	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
27	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
28	(0.71,0.26,0.34)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
29	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
30	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
31	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.61,0.36,0.44)
32	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
33	(0.81,0.16,0.24)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)

Docente	EM-A	EM-B	EM-C
34	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
35	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.61,0.36,0.44)
36	(0.81,0.16,0.24)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)
37	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
38	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)	(0.71,0.26,0.34)
39	(0.81,0.16,0.24)	(0.81,0.16,0.24)	(0.51,0.46,0.54)
40	(0.61,0.36,0.44)	(0.81,0.16,0.24)	(0.71,0.26,0.34)

Interpretación y análisis:

Expectativas hacia los estudiantes (EM-A): La mayoría de los docentes se encuentran en las categorías neutrosóficas de "Medianamente Alto" a "Alto". Esto sugiere que, en general, los docentes muestran un compromiso sólido hacia las expectativas de los estudiantes, aunque con cierta variabilidad.

Estrategias de enseñanza (EM-B): Los resultados indican predominancia en las categorías neutrosófica "Media Alta" y "Alto", lo que refleja la aplicación efectiva de estrategias de enseñanza por parte de los docentes.

Afectividad en el aula (EM-C): Los docentes se sitúan en niveles neutrosóficos de "Medianamente Alto" a "Alto", lo que muestra una gestión eficaz del ambiente del aula y de las interacciones con los estudiantes, aunque con algunas variaciones en la eficacia.

Por consiguiente, se procede a determinar y analizar la CV_{ND} de las dimensiones de la variable estrategias metacognitivas. Con ello, se busca evaluar los niveles de indeterminación e incluirlas en las soluciones previstas (ver tabla 6)

Tabla 6: Determinación de \bar{L} , S_N y CV_N de cada dimensión en la variable estrategias metacognitivas. Fuente: Elaboración propia.

Estrategias metacognitivas	L	S_N	CV_N
EM-A	0.77 [(0.61,0.36,0.44);(0.71,0.26,0.34)]	0.007	0.081
EM-B	0.85 [(0.71,0.26,0.34);(0.81,0.16,0.24)]	0.004	0.062
EM-C	0.71 [(0.61,0.36,0.44);(0.71,0.26,0.34)]	0.008	0.087

De los resultados obtenidos, se observa que la dimensión *estrategias de enseñanza (EM-B)* presenta el rendimiento más consistente entre las dimensiones evaluadas, con un valor de 0.062. En contraste, la dimensión *afectividad en el aula (EM-C)* muestra una mayor indeterminación en el proceso de aplicación de estrategias metacognitivas, con un valor de 0.087. Por lo tanto, se debe fortalecer los resultados obtenidos en la variable mediante la integración de los elementos indeterminantes presentes para optimizar el desarrollo y la efectividad de las estrategias metacognitivas.

3.2.3 Correlación entre competencias profesionales y estrategias metacognitivas.

Para llevar a cabo el análisis de correlación se debe convertir los valores neutrosóficos de las evaluaciones realizadas por los docentes para la variable competencias profesionales y estrategias metacognitivas (ver tabla 7). Para ello, se procede a desneutrosificar estos valores según la ecuación de Basset. De modo que se proceda analizar la correlación entre ambas variables (ver tabla 8)

Tabla 7: Evaluación de los docentes a las variables competencias profesionales y estrategias metacognitivas. Fuente: Elaboración propia.

Docente	Competencias profesionales	Estrategias metacognitivas
1	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
2	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
3	(0.74,0.35,0.25)	(0.74,0.35,0.25)
4	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
5	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
6	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)

Docente	Competencias profesionales	Estrategias metacognitivas
7	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
8	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
9	(0.74,0.35,0.25)	(0.74,0.35,0.25)
10	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
11	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
12	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
13	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
14	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
15	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
16	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
17	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
18	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
19	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
20	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
21	(0.74,0.35,0.25)	(0.74,0.35,0.25)
22	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
23	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
24	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
25	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
26	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
27	(0.74,0.35,0.25)	(0.74,0.35,0.25)
28	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
29	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
30	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
31	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
32	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
33	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
34	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
35	(0.94,0.15,0)	(0.74,0.35,0.25)
36	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
37	(0.74,0.35,0.25)	(0.74,0.35,0.25)
38	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)
39	(0.74,0.35,0.25)	(0.94,0.15,0)
40	(0.94,0.15,0)	(0.94,0.15,0)

Tabla 8: Correlación de Pearson de las variables L^X y L^Y . Fuente: Elaboración propia.

	S^2	$Cov(L^X, L^Y)$	r
L^X	0.0012564	-	
L^Y	0.0007477	-	0.913
-	-	0.001	

El análisis de la correlación entre competencias profesionales y estrategias metacognitivas revela una relación positiva y significativa con un coeficiente de correlación de 0.913. Este resultado valida la hipótesis de investigación y rechaza la hipótesis nula, al indicar que a medida que se fortalecen las competencias profesionales, se mejoran las estrategias metacognitivas de los docentes. No obstante, se debe incluir la relación neutrosófica entre variables y las dimensiones con elementos indeterminantes:

1. Conocimiento del tema (CP-A) y estrategias de enseñanza (EM-B):
 - Variabilidad en la profundidad del conocimiento: La dimensión de conocimiento del tema muestra que la mayoría de los docentes poseen un entendimiento sólido, aunque con variaciones en la profundidad. Esta variabilidad puede influir directamente en la estrategia de enseñanza. Los docentes con un conocimiento más profundo implementan estrategias más efectivas

- y adaptadas, mientras que aquellos con menos profundidad enfrentarían dificultades para aplicar las estrategias de manera óptima.
2. Uso de contenidos (CP-B) y expectativas hacia los estudiantes (EM-A):
 - Adaptabilidad y compromiso: La predominancia en categorías neutrosóficas de uso de contenidos indica que los docentes aplican y organizan los contenidos de manera efectiva. Esta capacidad de adaptación a las necesidades estudiantiles se encuentra vinculada a las expectativas hacia los estudiantes. Un alto nivel de expectativas generalmente se traduce en una mejor adaptación y uso de contenidos, debido que los docentes ajustan su enfoque según las expectativas y necesidades de los estudiantes.
 3. Gestión curricular y evaluación (CP-C) y afectividad en el aula (EM-C):
 - Eficiencia de la gestión y manejo del ambiente del aula: La dimensión de gestión curricular y evaluación muestra una buena planificación y evaluación con cierta variabilidad en su eficacia. Esta indeterminación se encuentra relacionada con la afectividad en el aula. Por tanto, una gestión eficaz del ambiente y de las interacciones con los estudiantes mejora la eficacia de la planificación y evaluación. Incluso facilita una implementación más coherente y adaptada de los planes curriculares.
 4. Conocimiento del tema (CP-A) y expectativas hacia los estudiantes (EM-A):
 - Profundidad del conocimiento y compromiso: La solidez en el conocimiento del tema influye en las expectativas hacia los estudiantes. Un conocimiento más profundo permite a los docentes establecer expectativas más altas y realistas para los estudiantes, basadas en un entendimiento completo de los temas y contenidos. Esto, a su vez, conlleva a una mayor claridad y consistencia en las expectativas establecidas.
 5. Uso de contenidos (CP-B) y afectividad en el aula (EM-C):
 - Aplicación efectiva y ambiente del aula: Un uso eficaz de los contenidos contribuye a una mejor gestión del ambiente del aula, debido que los docentes que aplican los contenidos de manera adecuada suelen gestionar mejor las interacciones y el clima del aula, al facilitar un ambiente de aprendizaje positivo y productivo.

Las dimensiones analizadas muestran relaciones interdependientes entre sí. La indeterminación en la profundidad del conocimiento, la capacidad de usar y adaptar contenidos, la gestión curricular y la afectividad en el aula están todas interrelacionadas. Estas relaciones destacan cómo los diferentes aspectos de la práctica docente influyen mutuamente y afectan el desarrollo y el rendimiento de los estudiantes. Por consiguiente, refuerza la necesidad de las competencias profesionales en la optimización de la formación docente, la mejora de la intervención pedagógica, y el fomento de habilidades sociocognitivas, reflexión crítica, y creatividad.

4 Conclusion

Once the investigation was concluded, the following conclusions could be reached:

El análisis basado en el método de estadística neutrosófica ha revelado que los docentes de la UNMSM exhiben en su mayoría un alto nivel de competencia profesional, particularmente en términos de gestión pedagógica. Sin embargo, se han identificado variaciones significativas en las áreas de conocimiento de la materia y gestión curricular. Estas observaciones sugieren la necesidad de intervenciones focalizadas para fortalecer la formación en estas áreas específicas y así mejorar la homogeneidad del desempeño docente.

La aplicación de estrategias metacognitivas por parte de los docentes ha mostrado una tendencia positiva, especialmente en la adaptación de estrategias de enseñanza. No obstante, el análisis neutrosófico también revela una alta variabilidad en la dimensión afectiva en el aula. De modo que indica la necesidad de mejorar la capacitación en la gestión de aspectos emocionales y sociales del entorno educativo para optimizar la eficacia docente.

La correlación entre las competencias profesionales y las estrategias metacognitivas, evaluada mediante el método neutrosófico, ha mostrado una relación general positiva. Sin embargo, la variabilidad observada sugiere que, aunque existe una conexión significativa entre el dominio de las variables, se debe intensificar los esfuerzos para lograr una integración más consistente y optimizar el impacto en el proceso educativo.

References

- [1] E. Alieto, B. Abequibel Encarnacion, E. Estigoy, K. Balasa, A. Eijansantos, and A. Torres Toukoumidis, "Teaching inside a digital classroom: A quantitative analysis of attitude, technological competence and access among teachers across subject disciplines," *Heliyon*, vol. 10, no. 2, p. e24282, 2024.
- [2] D. Varas, M. Santana, M. Nussbaum, S. Claro, and P. Imbarack, "Teachers' strategies and challenges in teaching 21st century skills: little common understanding," *Thinking Skills and Creativity*, vol. 48, no. June, pp. 2-9, 2023.

- [3] P. Gutiérrez *et al.*, "Neutrosophic Sets and Systems Special Issue: Neutrosophic Advancements Plithogenic Iadov model to study university teaching practices in the complexity of the educational process of comprehensive training by competencies," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 62, no. 1, pp. 79-83, 2023.
- [4] P. Gutiérrez *et al.*, "Plithogenic Iadov model to study university teaching practices in the complexity of the educational process of comprehensive training by competencies," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 62, no. 1, pp. 79-83, 2023.
- [5] M. S. Ramírez-Montoya, M. I. Loaiza-Aguirre, A. Zúñiga-Ojeda, and M. Portuguez-Castro, "Characterization of the Teaching Profile within the Framework of Education 4.0," *Future Internet*, vol. 13, no. 4, p. 91, 2021.
- [6] M. Fong Betancourt, L. R. López, R. O. Torres, and F. P. Naranjo, "Evaluation of Assertive Communication Competencies in Nurses using Neutrosophic Statistics," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 44, no. 1, pp. 2-5, 2021.
- [7] I. Lauriola, A. Lavelli, and F. Aiolli, "An introduction to Deep Learning in Natural Language Processing: Models, techniques, and tools," *Neurocomputing*, vol. 470, no. January, pp. 443-456, 2021.
- [8] F. Prasetya *et al.*, "The impact of augmented reality learning experiences based on the motivational design model: A meta-analysis," *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 10, no. October, pp. 1-10, 2024.
- [9] K. Jaramillo, J. Quilambaqui, and J. Yanez, "Blockchain in Healthcare from a Neutrosophic Analysis," *International Journal of Neutrosophic Science*, vol. 18, no. 3, pp. 177-188, 01/01 2022.
- [10] G. A. A. Gómez, C. G. Armijos, A. R. Fernández, and K. P. Teruel, "Neutrosophic Methods in Corporate Social Responsibility," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 62, no. 1, 2024.
- [11] M. R. Alabdullah, "The Neutrosophic Regular and Most Important Properties that Bind Neutrosophic Ring Elements," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 61, no. 1, p. 1, 2023.
- [12] E. González Caballero, M. Leyva Vázquez, and F. Smarandache, "On neutrosophic uninorms," *Neutrosophic Sets and Systems*, vol. 45, no. 2021, pp. 340-348, 2021.

Recibido: 29 de septiembre de 2024. Aceptada: 23 de octubre de 2024