

ANÁLISIS DEL ACOMPAÑAMIENTO DIRECTIVO DEL TRABAJO REMOTO SOBRE EL CONOCIMIENTO DISCIPLINAR Y PEDAGÓGICO DEL DOCENTE DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR PERUANA MEDIANTE MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS Y MÉTODO DELPHI

Walter Fernando Pineda Aguilar^{1*}, Judith Dávila Talepcio^{2*}, Wilmer Ortega Chávez^{3**}, Lidia Quispe Soto^{4**}

* Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa, Perú

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

ABSTRACT

A deep disciplinary knowledge on the part of the higher education teachers is essential for having good quality in the teaching of classes in higher education. The teacher must master to the smallest detail on how to teach his/her subject. On the other hand, pedagogical knowledge allows teachers to educate students with disciplinary knowledge in the most effective and efficient way. This paper aims to analyze the relationship that exists between the increase of disciplinary and pedagogical knowledge as a result of the management accompaniment of remote work, that is, the supervision of managers of the teaching and learning work through information and communication technologies. Because it deals with concepts whose relationships are complex, this problem is modeled by dynamic fuzzy cognitive maps (FCM). This takes the results obtained from the experience of specialists in the subject from the application of the Delphi method.

KEYWORDS: Fuzzy cognitive map, disciplinary knowledge, pedagogical knowledge, Higher Education.

MSC: 03B52, 68T30, 68T35, 68T37, 97B40.

RESUMEN

El conocimiento disciplinar profundo por parte del docente de educación superior es imprescindible para que exista calidad en la impartición de las clases en este nivel de enseñanza. El docente debe dominar hasta el mínimo detalle cómo impartir su materia. Por otro lado, el conocimiento pedagógico le permite hacer que llegue a los estudiantes el conocimiento disciplinar de la manera más eficaz y eficiente. Este artículo tiene como objetivo el análisis de la relación que existe entre el incremento del conocimiento disciplinar y pedagógico como resultado del acompañamiento directivo del trabajo remoto, o sea la supervisión de los directivos del trabajo de enseñanza y aprendizaje a través de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Debido a que se trata con conceptos cuyas relaciones son complejas, se modela este problema mediante Mapas Cognitivos Difusos (MCD) dinámicos, se aprovechan los resultados de la experiencia de especialistas en el tema mediante la aplicación del método Delphi.

PALABRAS CLAVES: Mapa Cognitivo Difuso, conocimiento disciplinar, conocimiento pedagógico, Educación Superior.

1. INTRODUCCIÓN

Los resultados de logros de aprendizaje nos dan señales que son influenciados por factores asociados como: capacitación del docente, colaboración de los padres de familia, nivel socioeconómico de los padres, dominio del conocimiento disciplinar y pedagógico que maneja el docente, entre otros. Esta investigación se centra en el estudio sobre el conocimiento del docente, siguiendo esta idea, es frecuente escuchar la frase: “No se puede enseñar lo que no se sabe”. La frase explica que el docente debe tener manejo del conocimiento disciplinar y conocimiento pedagógico.

Ortega en el artículo científico sobre conocimiento escolar y conocimiento disciplinar del profesor llega a la conclusión de que el conocimiento profesional del profesor debe comprenderse bajo procesos de interpelación subjetiva en el orden cultural, impregnados por la intencionalidad de la enseñanza que hace posible la emergencia de un conocimiento propio para la escuela, hecho que instala una apertura en la comprensión del carácter disciplinar de este conocimiento profesional, [19].

¹ Email: walter_pineda@unu.edu.pe

El conocimiento disciplinar de un “saber que representa una creación histórica de la propia escuela, por y para la escuela”, son “contenidos de enseñanza con los cuales el docente ha mantenido una relación histórica, como saber enseñado, y en consecuencia ha posibilitado la emergencia de sujetos aprendices de tales contenidos”, [19], también el mismo autor indica que “Son saberes escolares con que el profesor educa y forma individuos, y son el resultado de un proceso de producción histórico-cultural con el cual el profesor ha devenido sujeto productor y enseñante del contenido asociado a las disciplinas escolares”; es “describir cómo los profesores comprenden la materia y la transforman didácticamente en algo ‘enseñable’ [...] es clave en este proceso el paso del conocimiento de la materia...”, [19].

El docente no solo tiene la responsabilidad histórica de enseñar el capital cultural escolar, que en esta vía enriquece su saber profesional y académico, sino en el marco de la relación histórica que han guardado con el saber (contenido disciplinar escolar), bajo el acto intencionado que tienen de enseñarlo, produce conocimiento que otorga a su vez identidad a estas disciplinas, [19].

Por otro lado, el conocimiento pedagógico, “es el acto de transformación del saber disciplinar, cuyo saber en últimas corresponde con el saber enseñado”, [19]; “el saber enseñado se dinamiza en este sentido a través de la transposición didáctica, la cual representa, entre otros actos transpositivos”, [19], son “conocimientos construidos de manera formal e informal por los docentes, así como los valores, ideologías, actitudes y prácticas; es decir, creaciones del docente, en un contexto histórico cultural, que son producto de las interacciones personales e institucionales que evolucionan, se reestructuran, se reconocen y permanecen en su vida” ([16]); “la transformación que el profesor realiza del saber sabio (académico, bajo una perspectiva clásica del término) a formas susceptibles de ser enseñadas (didactizadas) y fácilmente comprendidas por los educandos” ([16]); son las formas de representación de ideas, analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosas, en resumen, son las formas de representación y formulación de la materia que hacen a esta comprensible a otros, incluye un conocimiento o comprensión de lo que hace que el aprendizaje de un tópico específico sea fácil o difícil.

Para poder ejercer la docencia, se requiere transformar de lo comprendido de determinado cuerpo disciplinar, es la capacidad de enseñabilidad que de determinado contenido se requiere, el conocimiento profundo, flexible y cualificado del contenido disciplinar, pero, además, en la capacidad para generar representaciones y reflexiones poderosas sobre ese conocimiento.

El acompañamiento pedagógico del directivo es el desarrollo de acciones orientadas al mejoramiento del proceso de enseñanza y aprendizaje, con énfasis en la planificación, conducción, medicación, evaluación formativa, a través de las prácticas de gestión. El acompañamiento virtual se utiliza como estrategia para ayudar al docente a realizar la retroalimentación a los estudiantes, donde el director y/o subdirector observa y registra sistemáticamente las acciones que desarrolla el docente con el estudiante durante el proceso de retroalimentación y recoge información relevante sobre el proceso de aprendizaje, haciendo uso de cuadernos de campo, videos, fotografías, entre otros. Luego asesora al docente de manera individualizada, realizando retroalimentación que consiste en suscitar reflexiones autoevaluativas, la valoración de algunas acciones, el planteamiento de inquietudes, comentarios, aclaraciones y sugerencias para mejorar el trabajo.

El acompañamiento y asesoría a docentes de aulas virtuales es el momento en que el directivo visita al docente en el aula para observar su trabajo, acompañarlo y asesorarlo en la práctica misma; en el caso virtual todo el proceso se desarrolla utilizando herramientas tecnológicas. El monitoreo diagnóstico, se realiza al inicio con la finalidad de detectar las fortalezas, oportunidades para la mejora de desempeño y consensuar compromisos de mejora de desempeño. Sobre estos hallazgos el equipo directivo debe de presentar un plan de acompañamiento para la mejora de la práctica pedagógica o de desempeño. El plan de acompañamiento debe centrar su esfuerzo en la atención a las demandas de formación detectadas y concreción de compromisos de mejora.

Este artículo tiene como objetivo principal estudiar la relación que existe entre el acompañamiento directivo del trabajo remoto, y los conocimientos disciplinar y pedagógico del docente universitario en el Perú. Específicamente, el propósito está en demostrar que esta relación es directa y que está muy correlacionada.

Para capturar la complejidad de estos conceptos y sus interrelaciones se modela usando un Mapa Cognitivo Difuso (MCD) que es una generalización de los mapas cognitivos deterministas, [3]. Por primera vez, Kosko ([15]) introdujo el concepto de MCD utilizando herramientas de redes neuronales artificiales (RNA) difusas para dibujar un mapa cognitivo o los modelos gráficos de causa y efecto. Esas relaciones de causa y efecto pueden utilizar valores numéricos en el rango $[0,1]$ o $[-1,1]$. En los MCD los nodos representan conceptos que están conectados a través de arcos ponderados. Cada conexión entre pares de conceptos tiene un peso, que indica el grado de causalidad y el tipo de relación entre conceptos. De modo que un peso positivo representa una relación causal positiva, un peso negativo representa una relación causal negativa; un peso nulo representa la ausencia de cualquier relación entre los

dos conceptos, [2][4][8][10]. Después de representar el mapa, debe ser modelado por fórmulas matemáticas para analizar el modelo. Al alcanzar valores de un nodo, los valores de los otros nodos conectados con este se pueden obtener utilizando una función de normalización.

En este artículo, los pesos de los arcos se calculan según la evaluación de 19 expertos independientes, utilizando el método Delphi, [12][13][20]. Este método consiste en la instalación de un panel de expertos, quienes preferiblemente no deben intercambiar criterios entre sí, solo a través de un moderador, [11][18]. El proceso de llegar a un acuerdo se repite hasta que exista una coincidencia aceptable entre las respuestas a las preguntas por parte de los expertos. Otras generalizaciones del Método Delphi en entornos de incertidumbre se pueden encontrar en [6][14][21][22][23].

La principal contribución de este artículo al tema hasta donde los autores tienen conocimiento, es que se trata por primera vez de manera rigurosa mediante el uso de herramientas matemáticas, el análisis de un problema pedagógico de gran importancia para la pedagogía peruana contemporánea. Usualmente los docentes resuelven este tipo de problemas de manera empírica, ya sea individualmente o producto de la discusión de un grupo reducido de colegas que deben afrontar las mismas situaciones. Sin embargo, las herramientas pedagógicas empíricas usadas dependen del contexto en que se aplican, por eso son difícilmente generalizables y reproducibles en otros contextos. Por el contrario, la herramienta propuesta en esta investigación se puede aplicar en cualquier centro educativo, porque se basa en métodos probados, rigurosos y sencillos de utilizar.

Este artículo se divide de acuerdo a la siguiente estructura: la Sección 2 contiene los principales conceptos del Método Delphi y de Mapas Cognitivos Difusos. La Sección 3 se dedica a plasmar el modelo que se utilizará y a brindar los resultados. La Sección 4 contiene las conclusiones del artículo.

2. PRELIMINARES

En esta sección se explican las nociones principales del Método Delphi, en la subsección 2.1. y de Mapas Cognitivos Difusos, en la subsección 2.2.

2.1. Nociones del Método Delphi

El método Delphi es una técnica de comunicación estructurada, que se desarrolla como un método interactivo de predicción sistemática, basado en un panel de expertos, [11][18]. Su objetivo es lograr un consenso basado en el debate entre los expertos. Se trata de un proceso repetitivo, donde su funcionamiento se basa en la elaboración de un cuestionario para ser contestado por los expertos. Una vez recibida la información, se vuelve a realizar otro cuestionario basado en el anterior para ser contestado nuevamente. Por último, el estudio obtendrá sus conclusiones del análisis estadístico de los datos obtenidos.

Delphi como metodología de predicción utiliza juicios de expertos en tecnología o procesos sociales considerando las respuestas a un cuestionario para examinar las pautas probables para el desarrollo de tecnologías específicas, meta-tipos de tecnologías o diferentes procesos de cambio social. El resumen de las opiniones de los expertos (en forma de evaluaciones cuantitativas y observaciones escritas) se proporciona a los propios expertos como parte de una próxima ronda de cuestionarios. A continuación, los expertos reevalúan sus puntos de vista a la luz de esta información, y tiende a surgir un consenso de grupo. La técnica Delphi se basa en conceptos estrictos para sacar conclusiones apoyadas en argumentos.

Delphi se basa en:

- El anonimato de los participantes.
- La repetibilidad y retroalimentación controlada.
- La respuesta grupal en forma estadística.

Antes de iniciar Delphi, se realizan varias tareas preliminares, como:

- Definir el contexto y el horizonte temporal en el que se realizará la previsión sobre el tema de estudio.
- Seleccionar el panel de expertos y obtener el compromiso de colaboración. Las personas elegidas no solo deben tener un gran conocimiento del tema sobre el que se está llevando a cabo el estudio, sino que deben presentar una pluralidad en sus enfoques. Esta pluralidad debe evitar la aparición de sesgos en la información disponible en el panel.

- Explicar a los expertos cuál es el método. Con ello se pretende obtener previsiones fiables, ya que los expertos van a saber en todo momento cuál es el objetivo de cada uno de los procesos requeridos por la metodología.

El núcleo de la técnica Delphi es una serie de cuestionarios. El primer cuestionario puede incluir preguntas generales. En cada etapa posterior, las preguntas se vuelven más específicas porque se forman con las respuestas al cuestionario anterior.

La técnica Delphi comprende al menos tres fases:

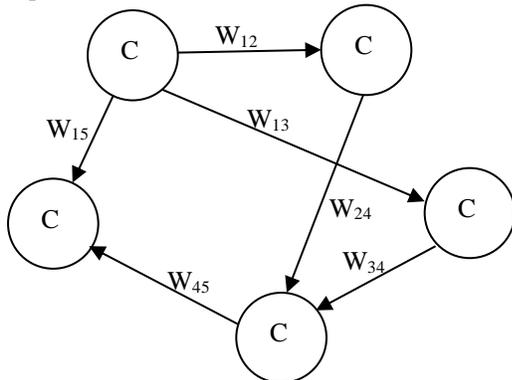
1. Se envía un cuestionario a un grupo de expertos.
2. Se prepara un resumen de la primera fase.
3. Se prepara un resumen de la segunda fase.

Generalmente se recomiendan tres fases, pero se pueden utilizar más, como en el estudio Delphi de gestión de la seguridad.

El número de expertos involucrados puede variar de unos pocos a más de 100, dependiendo del alcance de la cuestión. Se recomienda un rango de 15 a 30 para una cuestión focal. Mientras más expertos participen, más aumentarán los costos y la coordinación necesaria para la técnica.

2.2. Conceptos básicos de Mapas Cognitivos Difusos

Los MCD son una técnica de inteligencia artificial estructurada que incorpora ideas de Redes Neuronales Artificiales (RNA) y lógica difusa, [1][15]. Los MCD crean modelos como un conjunto de relaciones causales entre conceptos. Los nodos representan conceptos, y las relaciones causales se representan por aristas dirigidas. Cada arista indica que de los conceptos representados por los nodos que une, uno de ellos es la causa (el nodo de partida) y el otro la consecuencia (el nodo de llegada). Cada arista tiene un peso que determina el tipo de relación causal entre los dos nodos. El signo del peso determina la relación causal positiva o negativa entre los nodos de los dos conceptos. Los conceptos reflejan las características, cualidades y percepciones del sistema. La relación entre los conceptos del MCD indica la relación causal que un concepto tiene sobre otro. Estas conexiones ponderadas indican la dirección, el grado y qué concepto influye en el valor de la conexión ponderada. La Figura 1 muestra la representación de un MCD.



Los valores de los conceptos cambian con las iteraciones, y los pesos de las aristas se normalizan en el rango $[-1, +1]$. Los conceptos se pueden normalizar en el intervalo $[0, 1]$ o $[-1, +1]$ calculados a partir de una función umbral. Si el signo del peso indica una causalidad positiva ($W_{ij} > 0$) entre C_i y C_j , entonces al aumentar el valor de C_i aumentará el valor de C_j y al disminuir el valor de C_i disminuirá el valor de C_j . Cuando hay una causalidad negativa ($W_{ij} < 0$) entre dos conceptos, al aumentar el valor del primer concepto (C_i) reducirá el valor del segundo concepto (C_j), y al disminuir el valor de C_i aumentará el valor de C_j .

Figura 1: Mapa Difuso Cognitivo genérico.

Fuente: Los autores.

Cuando no hay relación entre dos conceptos, se tiene $W_{ij} = 0$. El grado de W_{ij} indica el efecto del C_i sobre el C_j . Los expertos suelen desarrollar MCD de un modelo mental basado en su conocimiento sobre un área relacionada. En primer lugar, identifican los aspectos clave del dominio, a saber, los conceptos; luego, cada experto determina la relación causal entre estos conceptos y la fortaleza de las relaciones causales. Para el proceso de razonamiento del MCD, una fórmula matemática simple que se utiliza generalmente es la siguiente:

$$A_i(k+1) = f(A_i(k) + \sum_{j=1}^N A_j(k)W_{ji}) \quad (1)$$

Donde el vector de estado $A_i(k)$ representa el valor C_i en el momento t . Dependiendo de la noción de

autocorrelación $A_i(k)$ puede ser eliminado. Las funciones de esta forma asumen que no se ha utilizado autocorrelación. Dependiendo de si la matriz de peso contiene autocorrelación o no, ambas funciones pueden considerarse iguales. Al incluirse unos en la diagonal principal de la matriz de peso, es decir, $W_{ij} = 1$, se tiene que la autocorrelación está implícita e incluida en el primer término, por lo que el segundo término debe eliminarse. $f(\cdot)$ es la función umbral y se utilizan dos tipos de funciones umbrales en el marco de MCD: la función sigmoidea unipolar, donde $m > 0$ determina la pendiente de la función continua f :

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-mx}} \quad (2)$$

Donde m es un número real positivo. Cuando la naturaleza de los conceptos puede ser negativa, sus valores pertenecen al intervalo $[-1, 1]$, y se utiliza la función hiperbólica:

$$f(x) = \tanh(x) \quad (3)$$

La función umbral se utiliza para reducir la suma de pesos infinitos a un rango específico que impide el análisis cuantitativo, pero permite comparaciones cualitativas entre conceptos. Los cálculos de los MCD usando la Ecuación 1 cumplirán una de las siguientes condiciones:

- A. Alcanzar un estado estacionario, siempre y cuando A_{nuevo} sea igual a A_{viejo} o ligeramente diferente,
- B. Alcanzando la iteración deseada con los valores conceptuales en un bucle, los valores numéricos se asignan a un período específico.
- C. Demostrar un comportamiento caótico que sigue cada valor con diferentes valores numéricos de una manera no aleatoria.

Los MCD recuerdan cómo se equilibra un sistema dinámico. Los umbrales simples de inferencia de MCD se obtienen de la multiplicación matriz-vector. Los vectores de estado C_n se obtienen a través de la matriz de adyacencia MCD $W: C_1 \rightarrow W \rightarrow C_2 \rightarrow W \rightarrow C_3 \rightarrow \dots$. El sistema transforma no linealmente la entrada ponderada a cada nodo C_i , usando la Ecuación 1.

Los MCD umbrales simples convergen rápidamente a ciclos límite estables o puntos fijos. Estos ciclos límite muestran "patrones ocultos" en una red causal de los MCD.

El algoritmo a seguir para descubrir "patrones ocultos" es el siguiente, [7]:

1. Se comienza con un vector fila inicial C_0 , que tiene componentes 0 para los nodos desactivados y 1 para los activados, $k=1$. Por ejemplo, el vector fila $C_0 = (0, \dots, 0, 1, 0, \dots, 0)$ con el valor 1 en la i ésima componente, significa que se activa el concepto representado en el i ésimo nodo y el resto está desactivado.

Se fija un valor umbral $\varepsilon \in (0,1]$.

2. Luego se calcula $\tilde{C}_k = C_{k-1} + C_{k-1} * W$, al que se le aplica el cambio siguiente a sus componentes:
 - 2.1.1.1.1. Si la componente es menor que ε se convierte en 0,
 - 2.1.1.1.2. Si la componente es mayor o igual que ε se convierte en 1.
 - 2.1.1.1.3. Se fija $\epsilon > 0$ que es el error máximo permitido entre C_k y C_{k-1} . Una vez que se obtiene C_k definido a partir de \tilde{C}_k , si $\|C_k - C_{k-1}\| > \epsilon$ o no se cumple con el criterio de parada (que puede ser llegar a un número límite de iteraciones), se repite el proceso trabajando con $k+1$ y calculando \tilde{C}_{k+1} .

En caso contrario Terminar.

3. RESULTADOS

En el primer paso para determinar las relaciones entre los conceptos pedagógicos que se estudian, se nombró a un moderador, quien llevó a cabo la realización del método Delphi. A continuación, se resume cómo se llevó a cabo el proceso:

El moderador determinó los posibles expertos para realizar las evaluaciones, los contactó y calculó sus índices de experticia. Para ello se utilizó la fórmula del coeficiente de competencia de los expertos $K = 0,5(Kc + Ka)$, donde Kc es el coeficiente de conocimiento e información que tiene el experto sobre el tema, mientras que Ka es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto sobre el tema, [5][9][17]. 19 expertos participaron en la aplicación del método.

En la primera ronda el moderador envió a los expertos una lista de conceptos iniciales a medir, los cuales cambiaron en el transcurso del método Delphi. Como resultado final, por cada relación posible entre los conceptos el

moderador calculó la mediana de los pesos obtenidos para todos los expertos. Consideró los pesos cuyas desviaciones estándar con respecto a las evaluaciones de los expertos fueran menores a 0,1. Básicamente, las preguntas consistían en llenar un formulario donde se especificará el grado de relación entre cada par de conceptos y el tipo de relación (positiva, negativa o nula). El grado de relación se especificó según una escala lingüística que facilitarían la captura de la evaluación de los expertos sobre la relación entre los conceptos. La escala utilizada sobre el grado de causalidad y los términos lingüísticos utilizados se resumen en la Tabla 1.

Término Lingüístico	Valor difuso
Muy relacionados	1
Relacionados	0,7
Más o menos relacionados	0,5
No relacionados	0

Tabla 1: Escala de términos lingüísticos utilizados para determinar el grado de relación entre pares de conceptos y los valores difusos equivalentes definidos.

Los conocimientos disciplinares considerados son los siguientes:

- C1. Conocimientos en teorías del aprendizaje (Dominio de las teorías de aprendizaje articuladas al currículo nacional),
- C2. Conocimientos de planificación curricular (Conoce los procesos de la planificación curricular),
- C3. Conocimientos de didáctica (Conoce las secuencias didácticas de las áreas curriculares que enseña),
- C4. Conocimientos de recursos educativos (Conoce diversos recursos para la enseñanza de las áreas curriculares),
- C5. Conocimientos de evaluación de aprendizaje (Domina los conocimientos sobre evaluación de los aprendizajes),
- C6. Conocimientos de comprensión lectora (Demuestra capacidad para comprender diversos tipos de textos),
- C7. Conocimientos de razonamiento lógico matemático (Maneja conocimientos sobre el razonamiento lógico).

Los conocimientos pedagógicos que se han estudiado tienen las dimensiones:

- C8. Conocimientos de comunicación oral (Recuperación de información explícita de textos orales, inferencia de información implícita de textos orales y reflexión sobre la forma y el contenido de textos orales),
- C9. Conocimientos de producción de textos (Estrategias para desarrollar planificación, estrategias para la textualización a partir de un plan de escritura, revisión de las producciones escritas),
- C10. Conocimientos de resolución de problemas (Estrategias para resolver problemas de cantidad, estrategias para resolver problemas de regularidad, equivalencia y cambio, estrategias para resolver problemas de forma, movimiento y localización, estrategias para resolver problemas de gestión e incertidumbre),
- C11. Conocimientos de método científico (Problematiza situaciones para hacer investigación, diseña estrategias para hacer investigación, genera y registra datos e información, analiza datos e información y evalúa y comunica el proceso y resultados de su indagación),
- C12. Conocimientos de personal, social y ciudadanía (Construye su identidad y convive y participa democráticamente para ejercer su ciudadanía).

Dentro del acompañamiento pedagógico del directivo se contempla:

- C13. Se realizan con éxito grupos de trabajo docentes virtuales, son espacios que permiten que el aprendizaje de los docentes se produzca con mayor profundidad y precisión en la reflexión y discusión con sus colegas; a nivel virtual, se propicia el intercambio de experiencias entre docentes a través de entornos virtuales.
- C14. Se realizan con éxito talleres virtuales, se define un taller como experiencias formativas que congregan a los docentes en un espacio y tiempo común; ahora como talleres virtuales que se han desarrollado en los docentes para incrementar los conocimientos disciplinares y conocimientos pedagógicos con fines específicos del proceso de formación continua utilizando portales web.
- C15. Se realizan con éxito reuniones pedagógicas virtuales, permiten identificar necesidades comunes sobre temas específicos, sea con fines de información y/o de formación.

Como resultado del método Delphi se obtuvo el MCD colectivo del cual se muestra en la Tabla 2 su matriz de pesos:

Concepto	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	C ₁₀	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅
C ₁	0	1	1	1	0,7	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0,7	0
C ₂	0	0	0	0,7	0,7	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0,7	0
C ₃	0	0,7	0	1	1	0,5	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0,5	0
C ₄	0	0	0	0	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0,7	0
C ₅	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0,7	0
C ₆	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₈	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0
C ₉	0	0	0	0	0	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0
C ₁₀	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0,5	0
C ₁₁	0,5	0,7	0	0	0	0	0,5	0	0	1	0	0	0	0,5	0
C ₁₂	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₁₃	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C ₁₄	0	0	0	0,7	0,7	0	0	0,7	0	0,5	0,5	0	0	0	0
C ₁₅	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7	0	0	0,7	0	0,5	0,5	0	0	0	0

Tabla 2: Matriz colectiva de pesos obtenida de los expertos como resultado del Método Delphi.

Fuente: los autores.

A continuación se aplicó el algoritmo especificado en la sección anterior, donde se fijó $\varepsilon = 0,7$ que es el valor de “relacionados” en la Tabla 1. Se partió de un vector inicial de estado. $c_0 = (0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,1,1,1)$. En este se activan los nodos (conceptos) relacionados con el acompañamiento directivo del trabajo remoto (nodos del 13 al 15). Se desactivan los relacionados con los conocimientos disciplinar y pedagógicos.

Se tienen los siguientes resultados de aplicar el algoritmo de "patrones ocultos":

1. $c_0(I + W) = [1,4; 1,4; 1; 1,9; 1,9; 0; 0; 1,4; 0; 1; 1; 0; 1; 1; 1] \rightarrow c_1 = [1,1,1,1,1,0,0,1,0,1,1,0,1,1,1]$,
2. $c_1(I + W) = [2,9; 4,8; 3; 5,6; 6; 2,2; 2,6; 3,9; 2; 5,5; 3,5; 0; 1; 6; 1] \rightarrow c_2 = [1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,1,1,1]$,
3. $c_2(I + W) = [2,9; 4,8; 3; 5,6; 6; 4,2; 3,6; 4,4; 3; 5,5; 3,5; 0; 1; 6; 1] \rightarrow c_3 = [1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,1,1,1]$.

Después de tres iteraciones se llegó al resultado $c_3 = (1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,0,1,1,1)$, tal que $c_2 = c_3$. Lo que significa que el éxito del acompañamiento directivo del trabajo remoto con las estrategias mostradas en los nodos 13-15, influye positivamente en el conocimiento disciplinar y el conocimiento pedagógico, excepto el nodo C₁₂.

4. CONCLUSIONES

En este artículo se estudió la influencia sobre el conocimiento disciplinar y el conocimiento pedagógico cuando se aplican estrategias exitosas de acompañamiento directivo remoto en los docentes de educación superior del Perú. Se obtuvo un mapa cognitivo difuso que incluye la relación entre 15 conceptos (7 sobre conocimiento disciplinar, 5 sobre conocimiento pedagógico y 3 sobre acompañamiento directivo remoto). 19 especialistas evaluaron cada una de las relaciones posibles cuando se aplicó el método Delphi. Una vez que se obtuvo el mapa cognitivo difuso colectivo, se aplicó el algoritmo de búsqueda de “patrones escondidos” cuando se activaron solo los tres nodos relacionados con el acompañamiento directivo. En ambos casos terminaron activados el resto de los nodos de los conocimientos disciplinar y pedagógico, excepto el conocimiento de personal, social y ciudadanía. Esto indica que el trabajo remoto de los docentes influye positivamente en los conocimientos antes mencionados, por tanto las estrategias virtuales expuestas deben de ser efectivas. Por primera vez, hasta donde saben los autores de este artículo, se aplican métodos de sistemas expertos y mapas cognitivos difusos en la resolución de problemas pedagógicos en instituciones peruanas, usualmente estos problemas se resuelven de manera empírica.

RECEIVED: FEBRUARY, 2021.

REVISED: APRIL, 2021.

REFERENCIAS

- [1] ABBASPOUR ONARI, M. y JAHANGOSHAI REZAEI, M. (2020) A fuzzy cognitive map based on Nash bargaining game for supplier selection problem: a case study on auto parts industry, **Operational Research**, 1–39. Versión online disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12351-020-00606-1>.
- [2] AMIRKHANI, A., PAPAGEORGIOU, E. I., MOHSENI, A. y MOSAVI, M. R. (2017): A review of fuzzy cognitive maps in medicine: Taxonomy, methods, and applications, **Computer Methods and Programs In Biomedicine**, 142, 129-145.
- [3] AXELROD, R. (1976): **Structure of decision: The cognitive maps of political elites**, Princeton University Press, Princeton.
- [4] BAKER, C. M., HOLDEN, M. H., PLEIN, M., MCCARTHY, M. A. y POSSINGHAM, H. P. (2018): Informing network management using fuzzy cognitive maps, **Biological Conservation**, 224, 122-128.
- [5] BATISTA HERNÁNDEZ, N., GUIJARRO INTRIAGO, R.V., GUEVARA ESPINOZA, J.C. y DÁVALOS VÁSCONEZ, P.J. (2018): Competencia de emprendimiento como sustento de la formación integral e inserción social del estudiante, **Revista Órbita Pedagógica**, 4, 115-125.
- [6] BATISTA-HERNANDEZ, N., RUILOVA-CUEVA, M. B., MAZACÓN-ROCA, B. N., LITARDO, K. D.-M., ALIPIO-SOBENI, J., PALMA-VILLEGAS, A. V. y ESCOBAR-JARA, J. I. (2019): Prospective analysis of public management scenarios modeled by the Fuzzy Delphi method, **Neutrosophic Sets and Systems**, 26, 114-119.
- [7] DICKERSON, J. A. y KOSKO, B. (1994): Virtual Worlds as Fuzzy Cognitive Maps, **Presence: Teleoperators and Virtual Environments**, 3, 173–189.
- [8] FELIX, G., NÁPOLES, G., FALCON, R., FROELICH, W., VANHOOF, K. y BELLO, R. (2019): A review on methods and software for fuzzy cognitive maps, **Artificial intelligence review**, 52, 1707-1737.
- [9] GONZÁLEZ CABALLERO, E., MUZAURIETA LADRÓN DE GUEVARA, D. y ESPÍN ANDRADE, R:A. (2008): Modelo matemático difuso para la selección de cargas con posible fraude económico en la aduana general de la república de Cuba, **Revista Ingeniería Industrial**, 29, 48-51.
- [10] HAJEK, P., y FROELICH, W. (2019): Integrating TOPSIS with interval-valued intuitionistic fuzzy cognitive maps for effective group decision making, **Information Sciences**, 485, 394-412.
- [11] HASSON, F., KEENEY, S. y MCKENNA, H. (2000): Research guidelines for the Delphi survey technique, **Journal of Advanced Nursing**, 32, 1008–1015.
- [12] HOHMANN, E., COTE, M. P. y BRAND, J. C. (2018): Research pearls: expert consensus based evidence using the Delphi method, **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery**, 34, 3278-3282.
- [13] HUMPHREY MURTO, S. y DE WIT, M. (2019): The Delphi method—more research please, **Journal of Clinical Epidemiology**, 106, 136-139.
- [14] ISHIKAWA, A., AMAGASA, M., SHIGA, T., TOMIZAWA, G., TATSUTA, R., y MIENO, H. (1993): The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration, **Fuzzy Sets and Systems**, 55, 241–253.
- [15] KOSKO, B. (1986): Fuzzy cognitive maps, **International Journal of Man-Machine Studies**, 24, 65-75.
- [16] MORALES, S. QUILAQUEO, D. y URIBE, P. (2010): Saber pedagógico y disciplinario del educador de infancia, **Revista Perfiles Educativos**, 32, 49-66.
- [17] MUZAURIETA, D. (2007): **Modelo de un sistema experto fuzzy para la toma de decisiones en la selección de cargas de riesgo en la Aduana General de la República**, Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica de la Habana (CUJAE):, La Habana, Cuba.
- [18] OKOLI, C. y PAWLOWSKI, S. D. (2004): The Delphi Method as a Research Tool: An Example, Design Considerations and Applications, **Information & Management**, 42, 15–29.
- [19] ORTEGA, J. (2017): Conocimiento escolar y conocimiento “disciplinar” del profesor: algunas reflexiones sobre la participación del profesor en la construcción y enseñanza del contenido asociado a las disciplinas escolares, **Revista Primera Época**, 45, 87-102.
- [20] SEKAYI, D. y KENNEDY, A. (2017): Qualitative Delphi method: A four round process with a worked example, **The Qualitative Report**, 22, 2755-2763.

- [21] SMARANDACHE, F., ESTUPIÑÁN RICARDO, J., GONZÁLEZ CABALLERO, E., LEYVA VÁZQUEZ, M.Y. y BATISTA HERNÁNDEZ, N. (2020): Delphi method for evaluating scientific research proposals in a neutrosophic environment, **Neutrosophic Sets and Systems**, 34, 204-213.
- [22] WU, C.-H. y FANG, W. C. (2011): Combining the Fuzzy Analytic Hierarchy Process and the fuzzy Delphi method for developing critical competences of electronic commerce professional managers, **Quality & Quantity**, 45, 751–768.
- [23] YUSOF, Y. H. H. M., ARSHAH, R.A. y ROMLI, A. (2019): Multi Criteria Tacit Knowledge Acquisition Framework (MCTKAF): using Fuzzy Delphi Method for supporting Talent Development Intervention Program in Malaysian Higher Education Institution, **Journal of Physics: Conference Series**, 1529, 1-12.