

Modelo de selección de plataforma educativa virtual con mapas cognitivos difusos (FCM)

Manuela Linares-Barbero
malinare@ulima.edu.pe/ Universidad de Lima, Perú

Recepción: 30-5-2019 / Aceptación: 9-7-2019

RESUMEN. La tendencia mundial contemporánea en educación se inclina hacia la formación virtual, la cual ofrece mayor versatilidad en lo referente a la educación a distancia, pues cuenta con numerosas herramientas al alcance de los estudiantes. Los cursos en línea, en auge, especialmente los de modalidad abierta en línea y masivos (*massive online open course* - MOOC), han logrado difundir el conocimiento a la mayor cantidad de alumnos en poco tiempo, fenómeno que antes no era posible. Al iniciarse la transformación hacia la educación virtual, es indispensable el uso de una plataforma virtual. La decisión sobre esta determina las herramientas que se tengan disponibles, así como las posibilidades de ofrecer cursos semipresenciales, cursos 100 % en línea, cursos presenciales con talleres virtuales o cursos abiertos masivos en línea (MOOC). Por tal razón, hemos descubierto la importancia del desarrollo de un modelo original para la selección de una plataforma virtual educativa. Para el propósito de esta investigación elaboraremos el mapa cognitivo difuso con dos rondas de entrevistas a expertos en el tema.

PALABRAS CLAVE: mapas cognitivos difusos, FCM, plataforma virtual, toma de decisiones, educación superior, *e-learning*, educación a distancia, cursos abiertos masivos en línea, MOOC, sistemas de información

Virtual Educational Platform Selection Model Using Fuzzy Cognitive Maps (FCM)

ABSTRACT. Contemporary global trends in education favor virtual training, which offers greater versatility in terms of distance education, as it has numerous tools available for students. Online courses, currently on the rise, especially massive open online courses (MOOCs), have managed to spread knowledge to the largest number of students in a short time: a phenomenon that was not possible before. When transformation towards virtual education begins, using a virtual platform is essential. Decisions on this determine the tools that will be available, as well as the possibilities of offering semi-face-to-face courses, 100 % online courses, face-to-face courses with virtual workshops or MOOCs. For this reason, we have discovered the importance of developing an original model for selecting a virtual educational platform. For the purpose of our research, we will prepare a fuzzy cognitive map with two rounds of interviews with experts in the field.

KEYWORDS: fuzzy cognitive maps, FCM, virtual platform, decision-making, higher education, e-learning, distance learning, massive open online courses, MOOC, information systems

1. INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza evoluciona conforme a los avances tecnológicos, superando las barreras geográficas y ofreciendo a la sociedad abundantes conocimientos a través de diferentes tipos de contenidos. Sin embargo, la propuesta de educación a distancia ni es nueva ni exclusiva de las plataformas virtuales, por ejemplo, el caso de Open University, fundada a fines de la década de 1960 con el propósito de promover aprendizajes a través de una universidad de educación a distancia (Issroff y Eisenstadt, 1997). Desde entonces, muchas modalidades de estudios a distancia o por correspondencia existen y se presentan como una alternativa para quienes no pueden asistir presencialmente a un curso. Tal es el caso de la escuela de verano virtual de la Open University, que en el verano de 1994 impartió un curso piloto con doce alumnos, quienes contaron con una Apple Macintosh, un módem y un celular¹ (Issroff y Eisenstadt, 1997). De momento existe una variedad de páginas web que ofrecen cursos en línea masivos y abiertos, (MOOC), como Udacity, EdX, MiríadaX, Coursera (Ramírez-Fernández y Salmerón Silvera, 2015), entre otros; y en universidades como Stanford y MIT (Ho, Ke y Liu, 2015).

Actualmente la mayoría de las universidades a nivel mundial cuenta con algún tipo de plataforma de soporte a la enseñanza, así sea utilizada solo como repositorio de los materiales del curso. Igualmente, advertimos grandes cambios que se proyectan respecto a la influencia que tiene la tecnología incrementando así la enseñanza virtual y dejando de lado las aulas presenciales. Uno de los motivos por el cual esta forma de aprendizaje es tan atractiva, como lo manifiestan las instituciones que la emplean, especialmente, las que ofrecen cursos MOOC, es la reducción de costos (Ho *et al.*, 2015; Tarhini, Hone y Liu, 2014), y el incremento de los ingresos (Tarhini *et al.*, 2014). De esta forma, descubrimos como los centros educativos alcanzan una serie de beneficios económicos a través del *e-learning* (Ho *et al.*, 2015).

Justamente este crecimiento exponencial de cursos virtuales nos lleva a detectar estándares de gestión de la calidad de formación virtual, como UNE 66181 de AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificados) (Ramírez-Fernández y Salmerón Silvera, 2015). Una de las ventajas que se logra es el incremento del conocimiento (Ho *et al.*, 2015), que apoyado con las tecnologías de la comunicación, puede llegar a mayor cantidad de personas dada la flexibilidad geográfica y de tiempo para estudiar (Tarhini *et al.*, 2014). Aun así, podemos ver que la ratio de alumnos que se retira del curso es de seis a siete veces mayor en los cursos en línea en comparación con los presenciales (Tarhini *et al.*, 2014).

La decisión sobre la selección de una nueva plataforma normalmente recae en la gerencia o en los instructores que ofrecen el servicio. No siempre están involucrados los estudiantes y/o profesores (Ho *et al.*, 2015). Por este motivo es de vital importancia que se modele la selección de una plataforma virtual educativa que cuente con una herramienta útil que pueda ser utilizada por todos para una mejor calidad en el proceso de toma de decisiones.

1 La razón radica en que el módem ocuparía la línea de teléfono fija de la casa del alumno.

Presentamos en este artículo un modelo de mapa cognitivo difuso (*fuzzy cognitive map* - FCM) para la selección de plataformas educativas virtuales en universidades. En la segunda sección detallaremos la metodología elegida y como fue empleada. En la tercera parte mostraremos los resultados de la investigación y en la cuarta explicaremos las conclusiones basadas en los resultados obtenidos.

2. METODOLOGÍA

Los modelos de mapas cognitivos tienen sus orígenes con Axelrod (1976), quien, en busca de mejorar la calidad de vida de las personas, planteó el enfoque de mapas cognitivos para la toma de decisiones. Posteriormente, Kosko (1986) aportó a los mapas cognitivos el uso de lógica difusa y dio paso a los mapas cognitivos difusos. Este método se basa en la diagramación del proceso mental de toma de decisiones de las personas y facilita, como diagrama difuso direccional, la retroalimentación. Igualmente permite modificar los valores iniciales y lo hace dinámico (Kosko, 1988). El estado de las variables evoluciona en base a los valores difusos asignados en la relación (Salmerón y López, 2012). El mapa cognitivo contiene nodos que significan conceptos o variables. El mapa cognitivo difuso está representado por una matriz de $n \times n$, siendo n el número de nodos (Mirghafoori, Sharifabadi y Takalo, 2018). Si elaboramos un modelo del proceso de decisión de los expertos, podremos poner en manos del gran público la posibilidad de tomar la mejor decisión sobre un tema determinado, tal como lo hubiera hecho un especialista.

Los mapas cognitivos difusos consisten en sistemas neuronales difusos que son capaces de modelar sistemas complejos (Kosko, 1986). Se cuenta con tres elementos: los conceptos diagramados con nodos, los arcos, que representan el sentido de la relación de causa-efecto, y la intensidad que varía de -1 a 1 (Tornese, Verriello, Gnoni, Mossa, y Mummolo, 2017; Pandari y Azar, 2017; Salmerón y López, 2012). Los mapas cognitivos difusos son usados con mucho éxito en la toma de decisiones en ambientes complejos, de gran incertidumbre y con poco tiempo para actuar (Salmerón y López, 2012).

Desde los descubrimientos de Axelrod, el método de aplicación de los mapas cognitivos para la toma de decisiones evolucionó, adicionando un elemento de la lógica difusa (*fuzzy logic*) y dando paso a los mapas cognitivos difusos (FCM). En estos últimos se aprecian varias modificaciones como los mapas cognitivos difusos basados en reglas o *rule-based fuzzy cognitive maps* (RBFCM), mapas cognitivos difusos grises, mapas cognitivos difusos intuicionistas, redes cognitivas dinámicas, mapas cognitivos difusos dinámicos aleatorios, redes cognitivas difusas, mapas cognitivos difusos evolutivos, mapas cognitivos difusos de tiempo, reglas difusas incorporadas a los mapas cognitivos difusos, mapas cognitivos difusos con grado de creencias distribuidos y mapas cognitivos en bruto o *rough cognitive maps* (Papageorgiou y Salmerón, 2013). Los mapas cognitivos difusos (FCM), en su forma original, toman en cuenta tres elementos: la dirección de la relación de causa-efecto entre los nodos, representada por una flecha; la intensidad de dicha

relación, representada por un valor numérico entre 0 y 1; y si la relación es directa o inversa, representada por un signo positivo si es directa y uno negativo si es inversa (Bueno y Salmerón, 2008). En este artículo utilizamos el mapa cognitivo difuso (FCM) en su forma original.

3. RESULTADOS

Se ha utilizado el método Delphi para la validación de los factores críticos en la selección de la plataforma virtual educativa, así como para determinar la relación de causa-efecto entre los factores y su intensidad, a través de dos rondas de entrevistas a expertos en educación superior. Estos se desempeñan, o lo han sido en el pasado, en cargos donde fueron partícipes de decisiones en selección de plataformas educativas o similares. Los mencionados especialistas ostentaron los siguientes puestos de trabajo: un vicerrector, tres directores, un subdirector, cuatro coordinadores y dos jefes de proyectos; en seis universidades, Universidad de Lima (ULima), Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Universidad San Ignacio de Loyola (USIL), Universidad Tecnológica del Perú (UTP) y Universidad de Ciencias y Artes de América Latina (UCAL), y un instituto, Instituto Superior Tecnológico Privado de Comercio Exterior (ADEX). En total, fueron once expertos con un mínimo de seis años de experiencia profesional en el rubro de la educación superior.

Para la definición del número de entrevistados, dentro del método Delphi se suelen utilizar entre diez a quince conocedores, sin embargo, mientras mayor es la heterogeneidad del grupo, menor deben ser los expertos; entonces, es recomendable recurrir a un grupo entre cinco y diez sujetos (Clayton, 1997). Al tener grupos heterogéneos es importante contar con al menos un especialista de cada tipo. También es cierto que, mientras sea mayor la cantidad de personas en todas las rondas, se logrará mayor estabilidad en los resultados (Bueno y Salmerón, 2008). En esta investigación se reunieron un total de once expertos en la primera ronda y de diez (un vicerrector, dos directores, un subdirector, cuatro coordinadores y dos jefes de proyectos) en la segunda.

Luego de una extensa revisión de la literatura se identificaron los factores críticos en la selección de una plataforma virtual, divididos en tres dimensiones, la primera relacionada exclusivamente a la educación donde se identifican once factores críticos, la segunda relacionada al sistema donde se descubren once factores críticos y la tercera relacionada a la organización donde se detectan ocho factores críticos (véase la tabla 1).

En ambas rondas con los expertos se utilizó una escala Likert de 1 a 7, siendo 1 nada importante y 7 muy importante, para que evaluaran la importancia de los factores críticos mencionados. Además, se les preguntó si encontraban alguno adicional. Un grupo de expertos mencionó uno o dos adicionales, sin embargo, estos se eliminaron en la segunda ronda por tener baja importancia. En la tabla 1 se puede ver el resultado de la importancia de los factores mostrando la media aritmética de cada uno.

Tabla 1
Factores críticos y su valoración de importancia

n.º	Factor	Media
Relacionados a la educación		
1	Organización y planificación del curso	6,55
2	Claridad en la comunicación, habilidades de comunicación	6,55
3	Interacción entre el profesor y el estudiante	6,36
4	Dificultad del curso, cantidad de trabajos	4,91
5	Evaluación y exámenes	5,55
6	Percepción de aprendizaje del estudiante	6,18
7	Diseño didáctico-instruccional	6,18
8	Recursos formativos y actividades de aprendizaje	6,36
9	Accesibilidad <i>hardware</i>	5,36
10	Accesibilidad <i>software</i>	5,91
11	Accesibilidad web	6,45
Relacionados al sistema		
12	Capacidad de integrar la plataforma virtual con el actual IS/IT	5,64
13	Modularidad	5,64
14	Confianza en la plataforma virtual	6,36
15	Adaptabilidad de la plataforma virtual a las necesidades actuales	6,00
16	Capacidad de la plataforma virtual de entregar información a tiempo	6,27
17	Costo del <i>software</i>	5,00
18	Costo de mantenimiento	5,00
19	Costo de la consultoría o implementación	4,91
20	Requerimientos de un equipo especializado	5,27
21	Servicios del <i>software</i>	5,45
22	Prestigio del <i>software</i>	5,27
Relacionados a la organización		
23	El personal realiza educación continua frecuentemente	5,27
24	Promedio de edad del personal	3,82
25	El grupo de decisión realiza educación continua frecuentemente	5,45
26	Cultura organizacional tradicional	4,27
27	Número de trabajadores / tamaño de la empresa	4,27
28	Estrategia organizacional tradicional	4,27
29	Complejidad de la organización	5,00
30	Capacidad de flexibilidad de la organización	5,64

Fuente: Elaboración propia con los factores de Ramírez-Fernández y Salmerón Silvera (2015), Rovai, Ponton, Derrick y Davis (2006) y Bueno y Salmerón (2008)

Se aprecia que los factores 24, 26, 27 y 28 muestran una media aritmética menor a 4,5 de los 7 puntos de la escala de Likert, esto indica que dichos factores no son los más importantes en la selección de una plataforma educativa virtual, razón por la cual se eliminaron del modelo. También se interrogaron a los expertos sobre la relación de causa-efecto entre los factores por dimensión, para identificar el sentido de esta relación, si es directa o inversa, así como la intensidad de la misma. En la tabla 2 se observa el sentido de la relación causa-efecto en la columna “Relación”, siendo el primer número el factor causante y el segundo número el factor afectado. Así mismo, se ven la media aritmética, la mediana, la moda, la desviación estándar, el valor mínimo y el valor máximo de la intensidad que genera esta relación de causa-efecto de acuerdo con los expertos.

Tabla 2
Resultados de la intensidad de las relaciones

Relación	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Valor mín.	Valor máx.
Relacionados a la educación						
1-2	0,88	1,00	1	0,20	0,50	1,00
1-3	0,75	0,90	1	0,39	-0,20	1,00
1-4	0,50	0,70	0,7	0,57	-0,80	1,00
1-5	0,68	0,80	1	0,53	-0,80	1,00
1-6	0,75	0,90	1	0,38	0,00	1,00
1-7	0,91	0,90	1	0,12	0,60	1,00
1-8	0,89	1,00	1	0,14	0,60	1,00
1-9	0,36	0,10	0,1	0,42	0,00	1,00
1-10	0,44	0,20	0	0,44	0,00	1,00
1-11	0,68	0,80	1	0,39	0,00	1,00
2-3	0,91	1,00	1	0,16	0,50	1,00
4-2	0,17	0,50	0,5	0,67	-1,00	1,00
2-5	0,56	0,80	0,8	0,58	-1,00	1,00
2-6	0,86	0,90	1	0,23	0,20	1,00
2-7	0,57	0,90	1	0,58	-0,80	1,00
2-8	0,74	0,90	1	0,34	0,10	1,00
2-9	0,28	0,10	0	0,37	0,00	1,00
2-10	0,44	0,20	0	0,44	0,00	1,00
2-11	0,61	0,80	1	0,44	0,00	1,00

(continúa)

(continuación)

4-3	0,28	0,50	1	0,76	-1,00	1,00
3-5	0,45	0,60	1	0,59	-1,00	1,00
3-6	0,82	0,90	1	0,26	0,20	1,00
7-3	0,63	0,70	1	0,40	0,00	1,00
8-3	0,64	0,70	1	0,39	0,00	1,00
3-9	0,30	0,20	0	0,49	-0,60	1,00
3-10	0,45	0,60	1	0,54	-0,60	1,00
3-11	0,55	0,80	1	0,54	-0,60	1,00
4-5	0,15	0,50	0,5	0,73	-1,00	1,00
4-6	0,51	0,60	1	0,61	-0,80	1,00
4-7	0,75	0,90	1	0,38	-0,10	1,00
4-8	0,61	0,90	1	0,59	-0,70	1,00
4-9	0,30	0,20	0	0,35	0,00	1,00
4-10	0,60	0,70	1	0,46	-0,30	1,00
4-11	0,65	0,70	1	0,39	0,00	1,00
5-6	0,68	0,90	1	0,39	0,00	1,00
5-7	0,66	0,60	1	0,36	0,00	1,00
5-8	0,70	0,80	1	0,34	0,10	1,00
5-9	0,39	0,20	0	0,40	0,00	1,00
5-10	0,67	0,80	1	0,37	0,00	1,00
5-11	0,66	0,80	1	0,38	0,00	1,00
7-6	0,85	0,90	1	0,17	0,50	1,00
6-8	0,85	0,90	1	0,19	0,50	1,00
6-9	0,55	0,70	1	0,41	0,00	1,00
6-10	0,60	0,70	0,7	0,40	0,00	1,00
6-11	0,73	0,90	1	0,37	0,00	1,00
7-8	0,90	1,00	1	0,16	0,60	1,00
7-9	0,51	0,50	1	0,39	0,00	1,00
7-10	0,66	0,70	1	0,36	0,00	1,00
7-11	0,68	0,70	1	0,36	0,00	1,00
8-9	0,62	0,70	1	0,40	0,00	1,00
8-10	0,77	0,90	1	0,32	0,00	1,00
8-11	0,77	0,90	1	0,32	0,00	1,00
9-10	0,79	1,00	1	0,30	0,10	1,00
9-11	0,79	1,00	1	0,30	0,10	1,00
10-11	0,83	1,00	1	0,23	0,50	1,00
11-31	0,76	0,70	0,7	0,11	0,70	1,00

(continúa)

(continuación)

Relacionados al sistema						
13-12	0,71	0,90	1	0,37	0,00	1,00
12-14	0,64	0,80	1	0,39	0,00	1,00
15-12	0,91	0,90	1	0,10	0,70	1,00
16-12	0,78	0,90	1	0,28	0,20	1,00
12-17	0,26	0,10	0,1	0,49	-0,60	1,00
12-18	0,25	0,10	0,1	0,51	-0,60	1,00
12-19	0,33	0,50	0,5	0,56	-0,60	1,00
12-20	0,35	0,50	1	0,65	-0,60	1,00
12-21	0,65	0,90	1	0,51	-0,60	1,00
12-22	0,65	0,50	1	0,38	0,00	1,00
13-14	0,48	0,50	1	0,43	0,00	1,00
13-15	0,69	0,90	1	0,37	0,00	1,00
13-16	0,60	0,80	1	0,41	0,00	1,00
13-17	0,44	0,30	0	0,43	0,00	1,00
13-18	0,39	0,10	0	0,45	0,00	1,00
13-19	0,43	0,50	0	0,42	0,00	1,00
13-20	0,30	0,30	1	0,59	-0,70	1,00
13-21	0,58	0,50	1	0,41	0,00	1,00
13-22	0,36	0,20	0	0,42	0,00	1,00
15-14	0,78	0,90	1	0,31	0,00	1,00
16-14	0,85	1,00	1	0,21	0,40	1,00
14-17	0,50	0,50	1	0,38	0,00	1,00
14-18	0,39	0,20	0,2	0,38	0,00	1,00
14-19	0,48	0,40	1	0,40	0,00	1,00
14-20	0,37	0,20	1	0,57	-0,60	1,00
14-21	0,45	0,20	1	0,60	-0,80	1,00
14-22	0,48	0,50	1	0,60	-0,80	1,00
15-16	0,89	1,00	1	0,19	0,40	1,00
15-17	0,45	0,50	0,5	0,37	0,00	1,00
15-18	0,43	0,20	0,2	0,38	0,00	1,00
15-19	0,56	0,60	1	0,37	0,10	1,00
15-20	0,38	0,20	1	0,47	-0,30	1,00
15-21	0,54	0,60	1	0,48	-0,20	1,00
15-22	0,59	0,60	1	0,41	0,00	1,00
16-17	0,51	0,50	0,5	0,36	0,00	1,00

(continúa)

(continuación)

16-18	0,38	0,20	0,1	0,40	0,00	1,00
16-19	0,50	0,40	0,1	0,38	0,10	1,00
16-20	0,39	0,40	1	0,51	-0,70	1,00
16-21	0,47	0,50	1	0,53	-0,70	1,00
16-22	0,49	0,40	1	0,38	0,00	1,00
17-18	0,49	0,50	1	0,47	-0,40	1,00
17-19	0,55	0,50	1	0,45	-0,40	1,00
17-20	0,55	0,50	1	0,40	0,10	1,00
17-21	0,68	0,70	1	0,33	0,10	1,00
17-22	0,59	0,60	1	0,37	0,00	1,00
18-19	0,42	0,40	0,2	0,36	0,00	1,00
18-20	0,50	0,30	0,2	0,39	0,10	1,00
18-21	0,60	0,50	1	0,35	0,20	1,00
18-22	0,32	0,20	0,2	0,43	-0,50	1,00
19-20	0,53	0,50	1	0,44	-0,30	1,00
19-21	0,71	0,70	1	0,30	0,20	1,00
19-22	0,49	0,50	1	0,43	-0,30	1,00
20-21	0,65	0,80	1	0,36	0,00	1,00
20-22	0,59	0,80	1	0,45	-0,30	1,00
21-22	0,68	1,00	1	0,42	0,00	1,00
22-31	0,56	0,50	0,5	0,12	0,50	0,85
Relacionados a la organización						
23-25	0,63	0,70	1	0,40	0,00	1,00
23-29	0,26	0,30	0,5	0,51	-0,60	1,00
23-30	0,74	0,80	1	0,32	0,00	1,00
25-29	0,35	0,50	1	0,57	-0,50	1,00
25-30	0,58	0,70	1	0,49	-0,50	1,00
29-30	0,35	0,70	1	0,76	-0,80	1,00
30-31	0,50	0,80	0,8	0,57	-0,60	0,80

Elaboración propia

Al analizar las relaciones de causa-efecto se descubrió que por cada dimensión se van relacionando los diferentes factores de dos en dos hasta llevar a uno como efecto final en cada dimensión. Como se muestra en el mapa cognitivo de la dimensión relacionada a la educación (véase la figura 1), en el cual el factor 11, accesibilidad web, es influenciado por todos los factores de esa dimensión en las relaciones de causa-efecto, pero no es la causa de ningún factor.

Se muestra el diagrama de la primera dimensión, la que está relacionada a la educación, para distinguir el grado de complejidad que tiene del proceso expuesto.

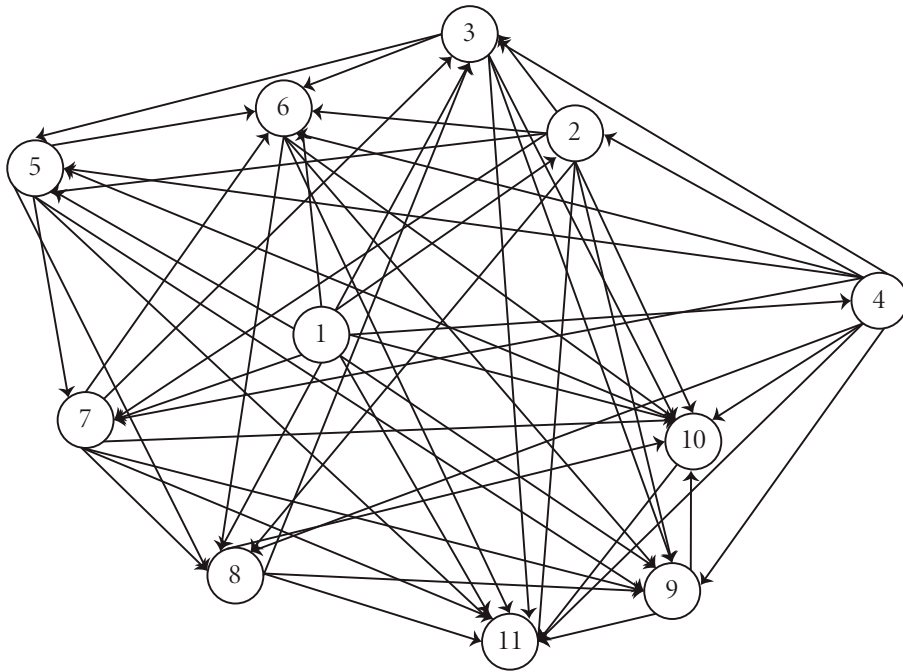


Figura 1. Mapa cognitivo de la dimensión relacionada a la educación
Elaboración propia

Al observar en la figura 1 y en la tabla 2 que el factor 11 es el resultante de la dimensión relacionada a la educación, se ve que todos los factores dentro de esta dimensión afectan con intensidad, 0,70 o más de mediana, al factor 11, accesibilidad web. Se mencionan al factor 9 y 10 que influyen con mediana 1, el mayor valor, esto es lógico al ser estos factores: accesibilidad *hardware* y accesibilidad *software*; los cuales están relacionados con el factor 11. También se aprecia a los factores 6 y 8 con mediana 0,90, percepción de aprendizaje del estudiante; y recursos formativos y actividades de aprendizaje; los cuales son de gran importancia en la selección de la plataforma virtual y la accesibilidad web que esta pueda tener.

En la dimensión que agrupa los elementos relacionados al sistema, se aprecia como las relaciones de causa-efecto llevan al factor prestigio del *software* como efecto final. De la misma forma, para la dimensión con los elementos relacionados a la organización, se obtiene el factor capacidad de flexibilidad de la organización como efecto final. Estos tres ingredientes se

encuentran relacionados con el componente 31 que consiste en la decisión misma, la selección de la plataforma virtual, siendo los elementos 11, 22 y 29 las causas; y el 31, el efecto. En la segunda ronda también se levantó información referente a la intensidad y relación que indican estos tres factores finales de cada dimensión con respecto a la selección de la plataforma virtual, obteniendo los valores que se muestran en la tabla 2. Utilizando el valor de la mediana como número difuso (Holzmüller y Schlüchter, 2002) y el signo empleado por la mayoría de los expertos, se distingue el mapa cognitivo simplificado de la selección de plataforma virtual educativa en la figura 2.

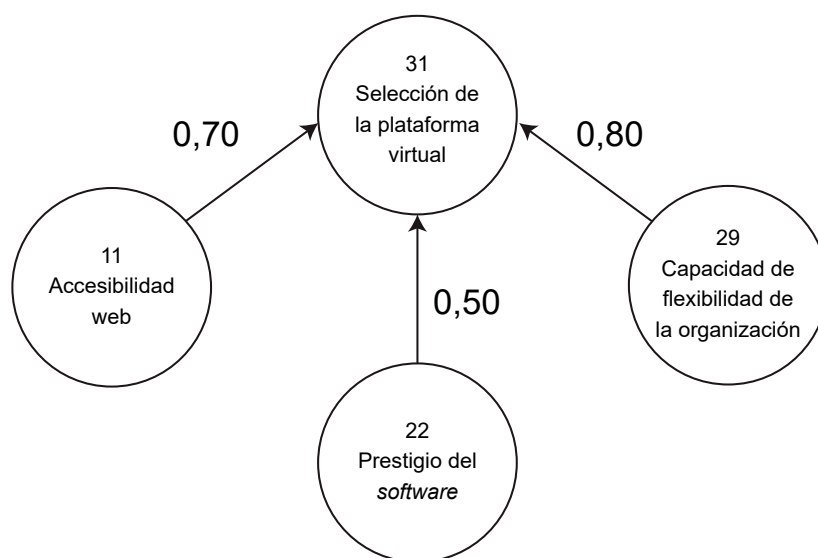


Figura 2. Mapa cognitivo simplificado de la selección de plataforma virtual educativa
Elaboración propia

En la figura 2 se puede apreciar que el prestigio del *software* influye medianamente en la selección de la plataforma virtual, y que la capacidad de flexibilidad de la organización, así como la accesibilidad web tienen gran influencia en la decisión.

4. CONCLUSIONES

Se aprecia como la selección de la plataforma virtual educativa es influenciada directamente por tres factores, cada uno procedente de una dimensión distinta. El prestigio del *software* es el factor efecto resultante de la dimensión relacionada al sistema, demostrando como todos los elementos

de esta dimensión afectan al prestigio del *software*. De la misma manera para la dimensión con los componentes relacionados a la organización, donde el factor efecto de las conexiones causa-efecto es la capacidad de flexibilidad de la organización. En el caso de la dimensión que agrupa los factores relacionados a la educación, la accesibilidad web, accesibilidad *software* y accesibilidad *hardware* son observados por los expertos como los factores resultantes de esta dimensión, siendo la accesibilidad de *hardware* causa de la accesibilidad *software* y esta de la accesibilidad web, así como de los demás elementos. Es importante mencionar que sin *hardware*, *software* y acceso web no se puede ofrecer un curso virtual, por lo que es razonable descubrir estas relaciones de causa-efecto como las resultantes de la dimensión referida.

También observamos en los datos como el factor de organización y planificación del curso como influencia con gran intensidad a todos los factores, con excepción del *hardware* y *software* que los afecta levemente. Ello se debe a que la planificación del curso determinará la dificultad del mismo, las actividades a realizar que generan la interacción con el profesor, así como las evaluaciones y el diseño didáctico. La percepción de aprendizaje de los estudiantes y la claridad de la comunicación se ve afectada por la organización y planificación del curso, independientemente de los contenidos que este ofrezca.

Se aprecia que la dificultad del curso afecta la claridad de la comunicación y la interacción entre el profesor y el estudiante medianamente. Lo que es comprensible, dado que mientras mayor dificultad tengan los alumnos en comprender el curso, buscarán con mayor frecuencia al profesor incrementando la interacción; de igual forma, el profesor ofrecerá más herramientas de comunicación para asegurar el aprendizaje de los alumnos, siempre que se tengan alumnos responsables e involucrados con el curso. Cabe resaltar, que algunos estudiantes se desaniman con las materias difíciles y no recurren a la ayuda del profesor, por este motivo las relaciones mencionadas tienen una intensidad media.

De acuerdo a los expertos, la interacción entre el profesor y el estudiante son fuertemente influenciadas no solo por la organización y planificación del curso y la claridad en la comunicación; sino por el diseño didáctico-instruccional y los recursos formativos y las actividades. Ello nos demuestra el énfasis en las actividades como estrategias de aprendizaje y herramienta de comunicación, justamente porque es un curso virtual, llevaría a pensar que se pierde el contacto humano y esa confianza o *rapport* que debe existir entre el docente y el alumno. Interacción en la que el estudiante se siente con la suficiente seguridad para confiarle al maestro parte de su vida profesional y pedirle consejos, incluso en los alumnos de pregrado, sobre su vida personal.

Otra relación de causa-efecto, que es importante mencionar, es la influencia del factor de percepción de aprendizaje del estudiante. Vemos que el diseño didáctico-instruccional, la organización y la planificación del curso, la claridad en la comunicación, la interacción entre el profesor y el estudiante, y las evaluaciones generan un fuerte impacto con una intensidad de 0,9, sin embargo, la dificultad del curso tiene un impacto mediado de 0,6. Lo que nos muestra con claridad que tiene mayor importancia, la organización, las actividades y la presencia

(virtual) del profesor, en la percepción de aprendizaje del alumno, que la dificultad del contenido mismo del curso. Esto es importante porque se aprecia como la utilización de estrategias de aprendizaje apoyadas por herramientas de la plataforma virtual para poder estar cerca del alumno son mucho más relevantes que el contenido temático que pueda tener el curso.

Podemos concluir que, para la selección de una herramienta virtual educativa, desde la dimensión relacionada a la educación, se tiene que poner énfasis en la organización, en las estrategias de aprendizaje, en un diseño que sea didáctico y con herramientas que faciliten no solo diferentes actividades destinadas a apoyar lo mencionado, sino que refuercen la comunicación entre el estudiante y el docente.

En trabajos futuros, se pueden realizar simulaciones del mapa cognitivo difuso de selección de una plataforma virtual educativa, y así poder mostrar cómo funciona con métodos dinámicos.

REFERENCIAS

- Axelrod, R. (1976). *Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites*. New Jersey: Princeton University Press.
- Bueno, S., y Salmerón, J. L. (2008). Fuzzy modeling Enterprise Resource Planning tool selection. *Computer Standards & Interfaces* (30), 137-147. doi:10.1016/j.csi.2007.08.001
- Clayton, M. J. (1997). Delphi: A technique to harness expert opinion for critical decision-making tasks in education. *Educational Psychology*, 17(4), 373-387. doi:10.1080/0144341970170401
- Ho, C., Ke, W., y Liu, H. (2015). Choice decision of e-learning system: Implications from construal level theory. *Information & Management*, 52(2), 160-169. doi:10.1016/j.im.2014.07.003
- Holzmüller, H. H., y Schlüchter, J. (2002). Delphi study about the future of B2B marketplaces in Germany. *Electronic Commerce Research and Applications*, 1(1), 2-19. doi:10.1016/S15674223(02)00003-0
- Issroff, K., y Eisenstadt, M. (1997). Evaluating a virtual summer school. *Journal of Computer Assisted Learning*, 13(4), 245-252. doi:10.1046/j.1365-2729.1997.00027.x
- Kosko, B. (1986). Fuzzy cognitive maps. *International Journal on Man-Machine Studies*, 24, 65-75. doi:10.1016/S0020-7373(86)80040-2
- Kosko, B. (1988). Bidirectional associative memories. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 18(1), 49-60. doi:10.1109/21.87054
- Mirghafoori, S. H., Sharifabadi, A. M., y Takalo, S. K. (2018). Development of Causal Model of Sustainable Hospital Supply Chain Management Using the Intuitionistic Fuzzy

- Cognitive Map (IFCM) Method. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(3), 588-605. doi:10.3926/jiem.2517
- Pandari, A., y Azar, A. (2017). A fuzzy cognitive mapping model for service supply chains performance. *Measuring Business Excellence*, 21(4), 388-404.
- Papageorgiou, E. I., y Salmerón, J. L. (2013). A review of fuzzy cognitive maps research during the last decade. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 21(1), 66-79.
- Ramírez-Fernández, M., y Salmerón Silvera, J. L. (2015). Edutool®: Un instrumento para la evaluación y acreditación de la calidad de los MOOCS. *Educación XXI*, 18(2), 97-123. doi:10.5944/educXXI.13233
- Rovai, A., Ponton, M., Derrick, M., y Davis, J. (2006). Student evaluation of teaching in the virtual and traditional classrooms: A comparative analysis. *Internet and Higher Education*, 9(1), 23-35. doi:10.1016/j.iheduc.2005.11.002
- Salmerón, J. L., y López, C. (2012). Forecasting risk impact on ERP maintenance with augmented fuzzy cognitive maps. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 38(2), 439-452. doi:10.1109/TSE.2011.8
- Tarhini, A., Hone, K., y Liu, X. (2014). The effects of individual differences on e-learning users' behaviour in developing countries: A structural equation model. *Computers in Human Behavior*, 41, 153-163. doi:10.1016/j.chb.2014.09.020
- Tornese, F., Verriello, R., Gnoni, M., Mossa, G., y Mummolo, G. (2017). Circular economy strategies for electric and electronic equipment: a fuzzy cognitive map. *Environmental Engineering and Management Journal*, 16(8), 1807-1817. doi:10.30638/emj.2017.197