



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO DE SISTEMAS**

**CARRERA:
INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**TEMA:
“MÉTODO PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO EN
MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS”**

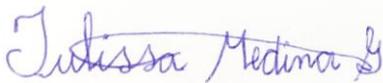
**AUTOR:
MEDINA GRUEZO JULISSNICOLE - MORA MORA JOSELINE PAMELA**

**TUTOR:
MSG. MIGUEL QUIROZ MARTÍNEZ**

**Junio 2021
GUAYAQUIL-ECUADOR**

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Medina Gruezo Julissa Nicole**, declaro que los conceptos, análisis desarrollados y las conclusiones del presente trabajo son de exclusiva responsabilidad del/los autores/es.



Medina Gruezo Julissa Nicole
CI. 0951587542



Mora Mora Joseline Pamela
CI. 0931232128



Tutor Quiroz Martínez Miguel Ángel
CI. 0922799655

MÉTODO PARA EL ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO EN MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS

Medina Gruezo Julissa Nicole ¹[0000-0002-8297-8939]

Mora Mora Joseline Pamela ² [0000-0002-7737-2684]

¹ Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

² Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

Resumen. En la actualidad la toma de decisiones en los distintos ámbitos tecnológicos y científicos resulta un gran reto debido a los grandes avances que existen en ellos, por lo tanto, sus sistemas contienen gran cantidad de información dinámica y compleja y, en consecuencia, es muy complicado llevar a cabo su análisis. Para contrarrestarlo se usan herramientas como son los modelos causales. Entre los modelos causales más usados se encuentran los MCD (Mapas Cognitivos Difusos) que son herramientas que sirven para efectuar el análisis de sistemas complejos de forma sencilla. En este artículo se pretende demostrar la utilidad de esta herramienta mediante la construcción de un Mapa Cognitivo Difuso basado en el desarrollo de chatbots con información que fue obtenida a través de entrevistas realizadas a expertos en el tema, así como también se establecen métodos para realizar el análisis estático y análisis dinámico al mismo tiempo que se construyó el MCD con el objetivo de lograr la comprensión del tema en el cual se basa el mapa. Los resultados conseguidos demuestran que los métodos usados son confiables y factibles.

Palabras claves: Modelos causales, mapas cognitivos difusos, chatbots, análisis estático, análisis dinámico.

1 Introducción

Durante los últimos años se han producido varios cambios en el ámbito tecnológico, científico, económico y educativo por lo que cada vez se torna más compleja y dinámica su comprensión; para facilitar la gestión en cada uno de los ámbitos ya mencionados se debe analizar las variables que conforman sus sistemas haciendo uso de herramientas que ayudan a agrupar la información y simplificar la comprensión de los mismos. Para contrarrestar la dificultad de analizar dichos sistemas se ha implementado el uso de modelos causales, que según Hitchcock (2018) considera que son herramientas que ayudan a predecir el comportamiento de un sistema [1]. Una opción para el uso de modelos causales son los mapas cognitivos difusos.

Los mapas cognitivos difusos son de gran utilidad ya que permiten sintetizar y organizar la información de manera en la que cada concepto representa una variable y las conexiones

representan las relaciones causales entre las variables; Cada relación tiene un peso con un signo que define la dirección de la causalidad.

Para mayor comprensión de los mapas cognitivos difusos se realiza el análisis estático y análisis dinámico. De acuerdo a Bello Lara, Rafael, González Espinosa, Susana, Leyva Vázquez, Maikel Yelandi (2014) el análisis estático presenta como objetivo la determinación de los nodos más importantes del MCD y/o la selección de los conceptos en que se va a intervenir [2]. El análisis dinámico brinda información sobre el grado de dependencias y relaciones entre los conceptos, este estudio sirve para analizar escenarios hipotéticos y como es su evolución en el tiempo, un MCD dinámico produce respuestas diferentes con la excepción de algunos estados que se producen periódicamente [3].

El objetivo de este artículo es desarrollar un caso de estudio que consiste en crear un mapa cognitivo difuso acerca de los factores críticos de éxito que influyen al momento de desarrollar software conversacional o chatbots [4]. Srinivasa, Mounika, & Fareed (2020), consideran que los chatbots son “software de aplicación que proporcionan un entorno de comunicación para la conversación entre máquina y humanos utilizando un lenguaje natural” [5]. El tema para el desarrollo del MCD se basa en chatbots ya que es un tema que se encuentra en auge y también resulta bastante complejo; se realizará el mapa, el debido análisis y la obtención de los resultados.

2 Materiales y métodos

Para la realización de esta investigación se adaptó un caso de estudio que permita ejemplificar los conceptos, de esta manera se pretende obtener un método para el análisis estático y dinámico al momento de determinar los factores críticos de éxito en el desarrollo de chatbots.

Como caso de estudio se tiene a una empresa desarrolladora de chatbots que se encuentra trabajando en un sistema conversacional que ayude al área de Recursos Humanos en entregar información de interés para el colaborador como roles de pago, certificados, solicitudes, vacaciones, etc.

Para este proyecto se determinó como meta: Facilidad de interacción ante cada petición de los colaboradores, minorar la carga de trabajo para el área de RH, alcance de interacción con la totalidad de los colaboradores.

2.1 Materiales

Modelos causales. Los modelos causales son herramientas que fueron hechas con el objeto de simplificar los sistemas complicados facilitando la comprensión de los mismos [6].

La causalidad ha jugado un papel fundamental en la cognición humana, esto se debería a que en enorme medida los seres humanos no solamente sacan inferencias de las regularidades observadas, sino que además comparten sus visualizaciones, inferencias e interpretaciones para acumularlos con la era y poder transmitirlo [7].

Si se desea desarrollar sistemas eficientes para la relación humano-robot, lo ideal es dejar que los robots razonen como lo realizan los humanos [8]. Dichos sistemas ayudan especialmente en la toma de decisiones proporcionando una secuencia de actividades que posiblemente conduzca a un resultado anhelado. La causalidad está en diferentes campos de análisis como en la Ingeniería, Física y Medicina; la situación de análisis ha sido basado de esta última.

Mapas Cognitivos Difusos. Son conocidos como una estructura que contiene una técnica de computación que sigue el enfoque similar al juicio humano y el correspondiente proceso de toma de decisiones humanas. Bart Kosko utilizó este concepto en 1986 [9].

Un MCD es un conjunto de nodos de conceptos que representan objetos en el sistema real y arcos que denotan la relación de causalidad entre dos objetos en el sistema [10].

Para iniciar la construcción del MCD se necesita realizar un análisis minucioso de los objetivos del modelo con el fin de tener un enfoque claro del problema e identificar elementos que pueden ser importantes para el modelo.

La mecánica analítica de los MCD se basa en examinar la estructura y función de los mapas conceptuales, utilizando análisis basado en teorías de grafos de las relaciones estructurales por partes entre los conceptos incluidos en un modelo.

El diseño de un mapa cognitivo difuso depende en gran medida del conocimiento y experiencia de los expertos, dado que ellos ofrecen el valor de peso para la interconexión entre conceptos. Por lo tanto, la selección de los expertos es fundamental [11].

Chatbot. Un chatbot es un programa informático capaz de comunicarse con una persona a través de un chat mediante el uso de lenguaje natural [12].

Gracias a la alta gama de dispositivos en estos últimos años, es viable chatear con asistentes virtuales, quienes nos ayudan con respuestas tanto en escrito como en audio. Así pues, los chatbots tienen la posibilidad de beneficiar numerosas superficies, como la comercial, al minimizar tiempo de respuesta y mejorar el servicio, aumentando la satisfacción de los consumidores; modificando el sistema educativo con la abertura de novedosas herramientas tecnológicas e incursionando en la medicina por medio de la relación con pacientes.

Para lograr desarrollar chatbots es necesario de una base de entendimiento bastante vasta para otorgar numerosas maneras frente a las relaciones de los usuarios o consumidores. Además, es importante tener en cuenta otros puntos como los inconvenientes sociales y culturales. La tonalidad con el público objetivo y adaptarla al idioma del cliente, establecer si el cliente final pertenece a un ámbito juvenil o en su defecto se desenvuelve en un ámbito más serio como un banco o una compañía de seguros [13].

El diseño para los chatbots representa una transición a partir del diseño visual y los mecanismos de relación, hasta el diseño de la charla. Actualmente los diseñadores se benefician del control importante del diseño visual y los mecanismos de relación como son los menús y los gráficos, a futuro se prevé que los mecanismos gráficos y de relación se reduzcan considerablemente [14].

Mental Modeler. Software de modelado que tiene como objetivo la construcción de modelos centrados en el usuario, promover el aprendizaje y facilitar la planificación de la gestión adaptativa. Esta herramienta hace explícitos los modelos de los actores y ayuda en la toma de

decisiones debido a la ejecución de escenarios para determinar los resultados, desarrollado en PHP y la inferencia es realizada mediante la ecuación convencional de Kosko [15].

El uso de Mental Modeler ha estado ligado a un sin número de investigaciones para resolución de problemas ambientales, preocupaciones sociales, etc.

2.2 Métodos

Para la realización de este estudio se hizo uso de una combinación de enfoques partiendo desde el método Deductivo para analizar la información de los trabajos de investigación referenciados y la elaboración de un MCD. Se propone realizar análisis estático y dinámico a un mapa cognitivo difuso al mismo tiempo que se lo elabora, así también determinar los factores críticos de éxito en el desarrollo de chatbots de acuerdo al criterio de los expertos, seguido de esto la realización del MCD y finalmente el análisis de los factores en cada uno de los escenarios presentados.

En la primera fase para la elaboración y análisis estático del MCD se recopila información a través de entrevistas a expertos que se encuentran inmersos en el desarrollo de chatbots por lo cual poseen abundante experiencia y conocimiento acerca de este tema, se procedió con la elaboración de un cuestionario que consta de interrogantes relacionadas con el éxito y fracaso de chatbots con lo que se logró obtener información satisfactoria y determinante para el curso de la investigación.

Luego de la elaboración de la información se procedió con el análisis estático de la misma, para la fase de construcción del Mapa Cognitivo Difuso, se realizará el estudio de los factores elegidos y se establecerán las relaciones que tienen cada uno, una vez establecidas las relaciones en conjunto con los expertos se deberá añadir los pesos y los signos a cada relación existente.

Para la última etapa se debe establecer un vector ideal que es el que indicará mediante el análisis dinámico que tan favorables serán los escenarios que se den durante el desarrollo, también se realizarán simulaciones a través de un software para medir cuanto afecta la modificación de los distintos factores sobre el resto de los mismos. Fig. 1

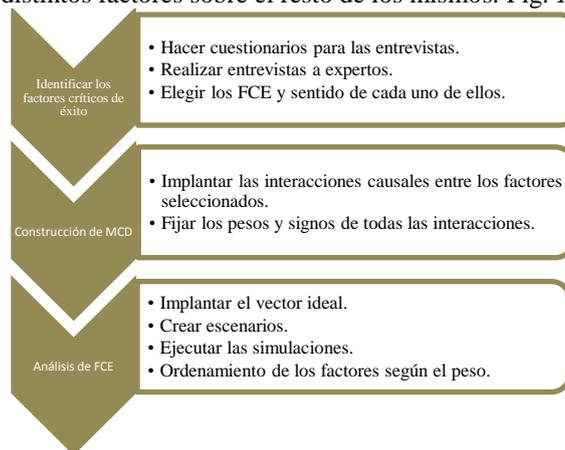


Fig. 1 Actividades de la metodología.

El estudio tiene como objetivo servir de guía para futuros desarrollos de chatbots, software o cualquier tipo de estudio que se prevé realizar.

3 Resultados y Discusión

Para la realización del mapa cognitivo difuso participaron 8 expertos en desarrollo de chatbots mismos que establecieron el peso y dirección de cada arco de los FCE con base al nivel de dependencia entre estos, tal como se muestra en el mapa en forma de grafo. Fig. 2

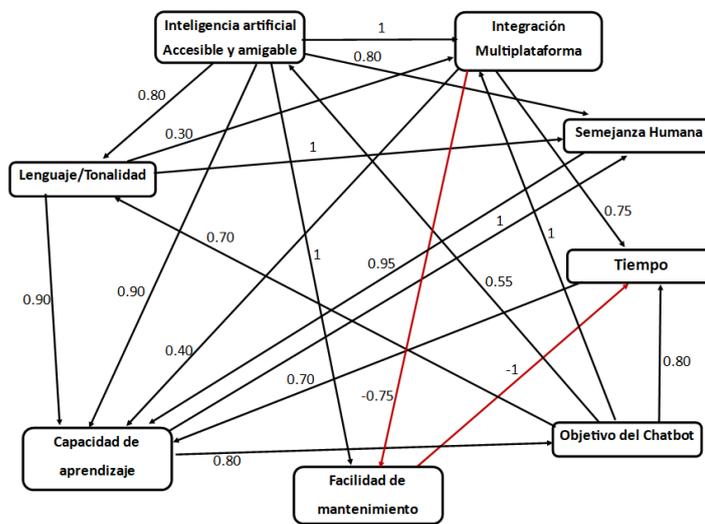


Fig. 2 Mapa en forma de grafo

Seguido de esto se realizó el mapa cognitivo difuso con ayuda del software Mental Modeler. Fig. 3

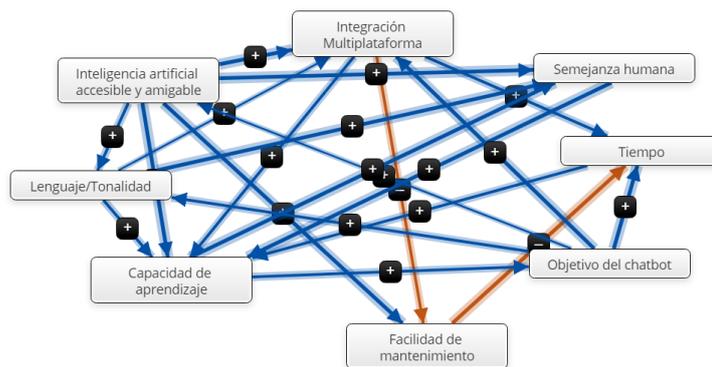


Fig. 3 Mapa Cognitivo Difuso

Una vez diseñado el mapa cognitivo difuso se obtiene la matriz de adyacencia en donde cada valor representa la intensidad con la que un factor influye sobre otro. Fig. 4

	Integración Multiplataforma	Inteligencia artificial accesible y amigable	Lenguaje/Tonalidad	Tiempo	Facilidad de mantenimiento	Semejanza humana	Objetivo del chatbot	Capacidad de aprendizaje
Integración Multiplataforma				0.75	-0.75			0.4
Inteligencia artificial accesible y amigable	1		0.8		1	0.8		0.9
Lenguaje/Tonalidad	0.3					1		0.9
Tiempo								0.7
Facilidad de mantenimiento				-1				
Semejanza humana								0.95
Objetivo del chatbot	1	0.55	0.7	0.8				
Capacidad de aprendizaje						0.95	0.8	

Fig. 4 Tabla de adyacencia

Las relaciones causales tanto positivas como negativas fueron establecidas por los expertos. Las relaciones causales positivas están asociadas a la semejanza humana, capacidad de aprendizaje, objetivo del chatbot.

En las relaciones causales negativas se pudo determinar que mientras menos fácil sea darle el mantenimiento al chatbot más tiempo se invertirá en el mismo, así también se determinó la relación que mientras más compatibilidad con las plataformas existentes tenga el chatbot menos fácil será el mantenimiento.

Se realizó el análisis estático con apoyo del indegree, outdegree y el cálculo de la centralidad. Con base a dichos valores se ordenan los componentes de superior a inferior, dando como consecuencia los 3 factores críticos de éxito más relevantes: Capacidad de aprendizaje, Inteligencia artificial accesible y amigable, Integración multiplataforma. Fig. 5

Component	Indegree	Outdegree	Centrality
Capacidad de aprendizaje	3.8500000000000005	1.75	5.6000000000000005
Inteligencia artificial accesible y amigable	0.55	4.5	5.05
Integración Multiplataforma	2.3	1.9	4.199999999999999
Objetivo del chatbot	0.8	3.05	3.8499999999999996
Semejanza humana	2.75	0.95	3.7
Lenguaje/Tonalidad	1.5	2.2	3.7
Tiempo	2.55	0.7	3.25
Facilidad de mantenimiento	1.75	1	2.75

Fig. 5 Métricas

Para la simulación de los diferentes escenarios se utilizó la función de activación sigmoide y se realizó el análisis dinámico partiendo de las metas establecidas por parte de la organización. Para esto se determinó el vector ideal:

$$\vec{V} = [1,1,1,1, -1,1,1,1]$$

A continuación, se muestra el comportamiento de los FCE en cada escenario.

Aumento de integración multiplataforma. Al aumentar la integración multiplataforma, el tiempo y la capacidad de aprendizaje también aumentará, mientras que el mantenimiento del chatbot se vuelve más laborioso. Fig. 6

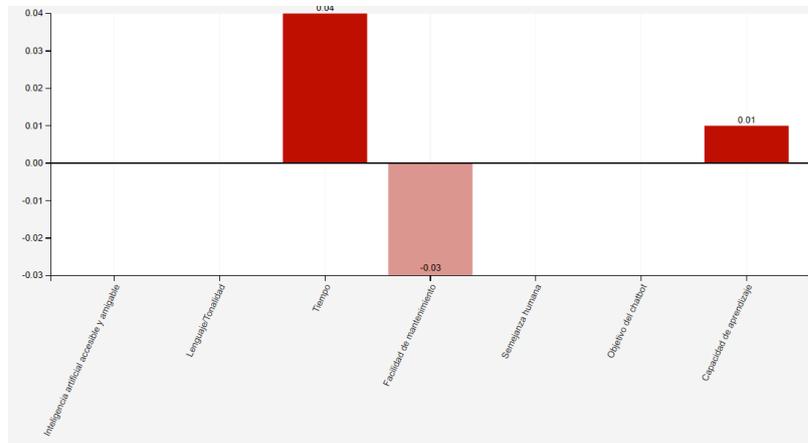


Fig. 6 Simulación: Aumento de integración multiplataforma

Aumentar IA Accesible y amigable. Al aumentar la IA accesible y amigable se logra aumentar la mayor cantidad de factores, excepto el tiempo dado que este disminuye considerablemente. Fig. 7

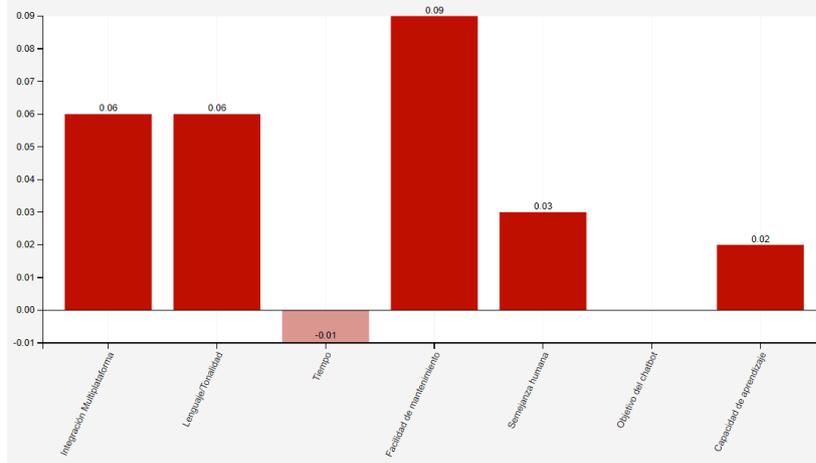


Fig. 7 Simulación: Aumentar IA accesible y amigable

Aumentar la capacidad de aprendizaje. Al aumentar la capacidad de aprendizaje aumenta la semejanza humana y el objetivo del chatbot, mismo que pretende acercarse a los colaboradores. Fig. 8

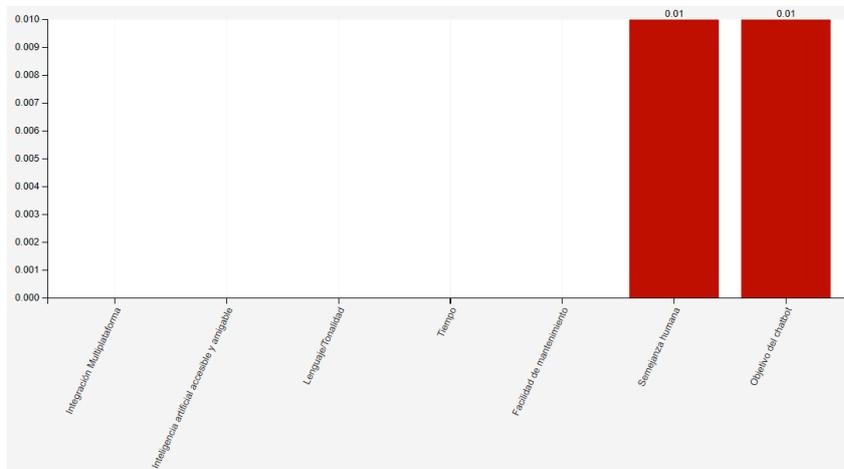


Fig. 8 Simulación: Aumentar la capacidad de aprendizaje

De los escenarios analizados se logra evidenciar que aumentar la integración multiplataforma es el factor con mayor nivel de similitud con respecto al vector ideal, seguido por el aumento de capacidad de aprendizaje y aumento de IA accesible y amigable. Tabla 1

Tabla 1. Escenarios analizados

Escenarios	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	Similitud
Aumentar la capacidad de aprendizaje	0	0	0,01	0	0	1	0,01	0	2,638219096
Aumentar IA accesible y amigable	0,06	1	0,03	0,06	0,01	0,02	0	0,09	2,544936149
Aumento de integración multiplataforma	1	0	0	0	0,04	0,01	0	-	2,668819964
Escenario ideal	1	1	1	1	-1	1	1	1	

A partir del análisis estático y dinámico realizado al caso de estudio se puede evidenciar que las metas planteadas por la organización se pueden llevar a cabo si se consigue enfatizar en los componentes claves.

4 Conclusiones

Los Mapas cognitivos difusos sirven para representar información a través de variables que se relacionan entre sí para permitir organizar y facilitar la comprensión de gran cantidad de información compleja.

Al realizar análisis estático y dinámico se obtiene mejores resultados en cuanto a la comprensión del tema, el análisis estático ayuda a entender los conceptos y a establecer relaciones de forma correcta y por otro lado el análisis dinámico facilita la comprensión de los cambios que se dieron en el sistema.

En el caso de estudio aplicado durante el análisis estático permitió la comprensión total de las variables ya que se determinó el significado de cada una de las variables; en cuanto al análisis dinámico a través de simulaciones de distintos escenarios partiendo de un vector ideal se logró evidenciar que efectivamente al realizar pequeños cambios en las variables se puede ver afectado todo el sistema.

Los Mapas cognitivos difusos son vitales para la toma de decisiones puesto que mediante el desarrollo del mapa cognitivo difuso se consiguió determinar que para elaborar Chatbots exitosos es de vital importancia enfocarse en los factores: Capacidad de aprendizaje, Inteligencia artificial accesible y amigable e Integración multiplataforma lo cual es de gran utilidad para los futuros desarrolladores que se inclinen por esta área del desarrollo que se encuentra en auge.

5 Referencias

1. Felix, G., Nápoles, G., Falcon, R., Froelich, W., Vanhoof, K., Bello, R.: A review on methods and software for fuzzy cognitive maps. *Artif. Intell. Rev.* 52, 1707–1737 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10462-017-9575-1>.
2. Hitchcock, C.: *Causal Models*, (2018).
3. Bello, Rafael; González, Susana; Leyva, M.: Análisis estático en mapas cognitivos difusos basado en una medida de centralidad compuesta. 45, 31–36 (2014).
4. Quiroz Martínez, M. Ángel, Mora Mora, J., Medina Gruezo, J., & Leyva Vázquez, M.Y.: Modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos: análisis de los factores críticos de éxito en el desarrollo de chatbots. *Univ. Y Soc.* 64–72 (2020).
5. Rao, M.S. Mounika, M. Fareed, S.: Implementation of Service Based Chatbot Using Deep Learning. *Test Eng. Manag.* 83, (2020).
6. Leyva, M.: Obtención de modelos causales como ayuda a la comprensión de sistemas complejos. 18, 5–6 (2015).
7. Bender, A.: What Is Causal Cognition? *Front. Psychol.* 11, (2020). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00003>.
8. Gärdenfors, P.: Events and Causal Mappings Modeled in Conceptual Spaces. *Front. Psychol.* 11, (2020). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00630>.
9. Altundogan, T.G., Karakose, M.: A Noise Reduction Approach Using Dynamic Fuzzy Cognitive Maps for Vehicle Traffic Camera Images. In: 2020 Zooming Innovation in Consumer Technologies Conference (ZINC). pp. 15–20. IEEE (2020). <https://doi.org/10.1109/ZINC50678.2020.9161438>.
10. Peng, Z., Wu, L., Chen, Z.: Research on Steady States of Fuzzy Cognitive Map and its Application in Three-Rivers Ecosystem. *Sustainability.* 8, 40 (2016). <https://doi.org/10.3390/su8010040>.
11. Jamshidi, A., Rahimi, S.A., Ruiz, A., Ait-kadi, D., Rebaiaia, M.L.: Application of FCM for advanced risk assessment of complex and dynamic systems. *IFAC-PapersOnLine.* 49, 1910–1915 (2016). <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.909>.
12. Bueno, A.: Aplicaciones para crear chatbots y asistentes virtuales inteligentes, https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/688926/bueno_jimenez__adrian__tfm.pdf?sequence=1, (2019).
13. Skerswetat, J.: The 5 most important Factors to consider when developing a Chatbot, <https://www.pidas.com/blog/en/the-5-most-important-factors-to-consider-when-developing-a-chatbot>, (2019).
14. Følstad, A., Brandtzæg, P.B.: Chatbots and the new world of HCI. *interactions.* 24, 38–42 (2017). <https://doi.org/10.1145/3085558>.
15. Cancino, Alfonso ; Gonzalez, M.: Master’s degree thesis: Priorización de características del desarrollo de software de acuerdo a la experiencia de los equipos de desarrollo orientado a la mejora de consultas a un almacén de datos históricos. (2020).