

¿POR QUÉ USAR UN SISTEMA DIFUSO PARA EVALUAR LA CREATIVIDAD? UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA

WHY USE A FUZZY SYSTEM TO ASSESS CREATIVITY: A SYSTEMATIC REVIEW OF LITERATURE?

EDÉN PATRICIA CALVILLO MARTÍNEZ¹

ROLANDO JAVIER PARAGA ALEJO²

MARÍA EUGENIA MOLAR OROZCO¹

RESUMEN

Evaluar la creatividad ha sido un reto constante debido a su carácter subjetivo, multidimensional y sensible al contexto. Los métodos tradicionales, como las pruebas psicométricas o los juicios de expertos, no siempre logran capturar esa complejidad. Este estudio revisa de forma sistemática la literatura reciente (2020–2024) para explorar el potencial de los sistemas difusos como alternativa para medir la creatividad de forma más precisa y contextualizada.

La búsqueda se realizó en bases de datos académicas reconocidas, se identificaron inicialmente 192 estudios, de los cuales se seleccionaron seis que cumplieran con todos los criterios de inclusión. Estos trabajos abordan aplicaciones de lógica difusa en campos como la educación, el arte, la innovación y la evaluación de habilidades blandas.

Los resultados muestran que los sistemas difusos permiten integrar distintos criterios de forma simultánea, procesar información ambigua y adaptarse a escenarios diversos, lo cual es especialmente útil en la evaluación de competencias como la creatividad. Aunque todavía es un campo en desarrollo, la evidencia sugiere que esta metodología puede contribuir a evaluaciones más justas, flexibles y acordes con las dinámicas actuales de aprendizaje e innovación.

Palabras clave: creatividad; evaluación; sistemas difusos; inteligencia artificial.

1. Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarias, Unidad Sureste, UAdeC.
2. Facultad de Sistemas Unidad Sureste, UAdeC.

Correspondencia
eden_calvillo@uadec.edu.mx
<https://orcid.org/0000-0002-2370-0312>
Fecha de recepción
28 de mayo de 2025.
Fecha de aceptación
22 de octubre de 2025.

ABSTRACT

Assessing creativity is a persistent challenge due to its subjective, multidimensional, and contextual nature. Conventional methods, including psychometric tests and expert judgments, often fail to capture the intricacies inherent in these processes. This study systematically reviews recent literature (2020–2024) to explore the potential of fuzzy systems as an alternative for assessing creativity. The search was conducted in recognized academic databases, initially identifying 192 studies, of which six met all inclusion criteria. The extant studies address the applications of fuzzy logic in areas such as education, art, innovation, and the development and assessment of soft skills. Collectively, these findings highlight the effectiveness of this methodological approach in representing subjective variables, processing qualitative judgments, and developing adaptable assessment models. The findings indicate that fuzzy systems facilitate the concurrent integration of multiple criteria, the processing of ambiguous information, and adaptation to diverse contexts. This capacity is advantageous for assessing competencies such as creativity. Furthermore, they propose a flexible framework for incorporating subjective dimensions that are often neglected in other approaches. Despite the identification of limitations in the reviewed studies, the results support the value of fuzzy systems as a tool for enriching evaluation processes in the educational and creative fields. The conclusion drawn from this analysis is that there is an imperative to develop more specific models, adapted to different contexts and capable of translating the complexity of creative thinking into assessable and relevant indicators.

Keywords: *creativity; assessment; fuzzy systems; artificial intelligence.*

I. INTRODUCCIÓN

La creatividad, como capacidad humana compleja, requiere enfoques innovadores para su evaluación en contextos contemporáneos. El presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión sistemática de la literatura para analizar el papel de los sistemas difusos en este contexto; para lograrlo, se analizaron los estudios existentes para identificar las ventajas y limitaciones

de esta metodología, así como áreas de oportunidad para futuras investigaciones.

La creatividad se considera una cualidad inherente al ser humano y ha sido objeto de estudio y reflexión a lo largo de la historia. Según Kettler y col. (2021), aunque la palabra creatividad es relativamente reciente, la capacidad de crear ha estado presente desde los inicios de la humanidad, y se atribuía a fuerzas divinas o sobrenaturales, por lo que se consideraba un don exclusivo de unos pocos.

Los autores exponen el desarrollo del concepto y señalan que con el Renacimiento se comenzó a valorar el papel del creador humano y la importancia de la técnica, más adelante, la época de la Ilustración trajo consigo una visión más racionalista de la creatividad, que coexistió con una visión romántica que enfatizaba la intuición y el inconsciente. A finales del siglo XIX, con las ideas de Poincaré, se inició un enfoque más científico de la creatividad y se consolidó en el siglo XX gracias a los aportes de la psicología.

El concepto de creatividad ha sido difícil de definir y ha evolucionado a lo largo del tiempo, al transitar por diversas etapas y enfoques. En las últimas décadas, según expone Sawyer (2012), se ha producido un creciente interés por el estudio de la creatividad desde diversas disciplinas, lo que ha llevado a una proliferación de definiciones.

Si bien existen diferentes enfoques, la mayoría coinciden en que la creatividad implica un proceso cognitivo que involucra la generación de ideas originales y útiles. Además, reconocen la importancia del contexto social y cultural en la expresión de la creatividad.

Definirla de manera precisa resulta un desafío, ya que engloba un conjunto complejo de procesos cognitivos y emocionales que van desde la generación de ideas originales hasta la implementación de soluciones novedosas. No obstante, la creatividad es una capacidad humana fundamental que posibilita la generación de ideas, la resolución de problemas y la transformación del entorno.

Por su parte, evaluar la creatividad representa también un reto debido a la falta de una definición universalmente aceptada y a su naturaleza subjetiva (Pérez Ferreyra y col., 2016). Aún así, existe un consenso general sobre la posibilidad de desarrollar la creatividad a través de la educación y el entrenamiento. Investigaciones como las de Torrance demostraron que las

habilidades creativas mejorarse con la práctica y la instrucción adecuada (Nielsen y Thurber, 2018).

Tradicionalmente, la evaluación de la creatividad se ha basado en pruebas psicométricas y juicios de expertos. Sin embargo, estas metodologías pueden presentar limitaciones en cuanto a su objetividad y capacidad para capturar la complejidad del fenómeno creativo, además de ser de difícil acceso por costo, compleja implementación y puntuación.

En este contexto, la inteligencia artificial (IA) es una herramienta útil gracias a su capacidad para procesar grandes cantidades de datos y aprender de manera autónoma, ofrece nuevas posibilidades para modelar y evaluar la creatividad.

Existen diferentes tipos de sistemas inteligentes, como la lógica difusa, las redes neuronales, los algoritmos evolutivos. Este tipo de métodos generalmente tratan de emular la inteligencia humana y los patrones complejos observados en sistemas naturales, como la adaptación, el aprendizaje o la autorregulación. Una de las ramas de la IA que ha demostrado ser particularmente útil en este ámbito es la de los sistemas difusos.

Los sistemas difusos son inspirados en la lógica humana y permiten modelar conceptos imprecisos e inciertos; se basan en la noción de pertenencia relativa graduada que, a diferencia de la lógica binaria (verdadero o falso), utiliza valores de verdad que varían entre 0 y 1, lo que permite representar matices y ambigüedades.

El concepto de conjuntos difusos fue introducido por Lotfi A. Zadeh en 1965 en su artículo *Fuzzy Sets. Information and Control* (Zadeh, 1965). Desarrolló esta teoría con el objetivo de abordar problemas que involucran una alta imprecisión y criterios vagos, comunes en sistemas de control. Señaló que, a diferencia de los conceptos matemáticos precisos, en el mundo real muchos objetos no tienen límites de pertenencia claramente definidos, por ejemplo, mientras el conjunto de humanos incluye de forma clara a hombres y mujeres, el concepto de "altura" es más difuso, ya que un individuo puede ser considerado "muy bajo", "no tan bajo", "mediano", "no tan alto" o "muy alto", entre otros grados.

Los sistemas difusos operan mediante reglas del tipo SI-ENTONCES, lo que les permite abordar problemas del mundo real que usualmente requieren juicio

humano, afrontar situaciones con sistemas complejos, que están definidos de forma imprecisa, y en ocasiones con variables difíciles de medir y determinar (Tremante y Brea, 2014; Zarandi y col., 2012).

Por lo anterior, estos sistemas proporcionan un medio eficaz para la resolución de conflictos de criterios múltiples y una mejor evaluación de las opciones. Se han investigado y utilizado en diversas áreas como: ingeniería, matemáticas, desarrollo de software, ciencias naturales, ciencias sociales y negocios; y se puede ver su aplicación en: patrones de reconocimiento facial, aires acondicionados, máquinas de lavado, aspiradoras, sistema de frenado antideslizante, control de sistemas de metro y helicópteros no piloteados, sistemas basados en el conocimiento para la optimización, sistemas para fijar precios de nuevos productos y para la evaluación de riesgos de proyectos, por mencionar algunos (Singh y col., 2013).

II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo se siguió el método de revisión sistemática, el proceso se apegó a la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Page y col., 2021), por lo que consistió en realizar una búsqueda en diversas bases de datos académicas para identificar estudios que hayan utilizado sistemas difusos en el ámbito de la evaluación de la creatividad. Los criterios de inclusión se establecieron para seleccionar investigaciones que aporten evidencia empírica sobre la eficacia y las limitaciones de los sistemas difusos en este campo.

Una vez realizado el proceso de selección, se presentan y extraen los principales resultados de los trabajos seleccionados para responder a las preguntas definidas y generar conclusiones.

2.1 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN Y BÚSQUEDA

Las preguntas que orientan el problema de investigación del presente trabajo son las siguientes. ¿Pueden los sistemas difusos capturar la naturaleza subjetiva y multidimensional de la creatividad? ¿Qué ventajas ofrecen los sistemas difusos en comparación con otras técnicas de evaluación de la

creatividad? ¿Cuáles son las limitaciones y desafíos de utilizar sistemas difusos para evaluar la creatividad?

Para responder a las preguntas anteriores se definieron los siguientes objetivos: (1) Identificar los estudios centrados en el uso de los sistemas difusos como herramienta de evaluación de la creatividad publicados entre el 2020 y el 2024, a través de una revisión sistemática. (2) Analizar las aplicaciones de los sistemas difusos en las investigaciones encontradas. (3) Analizar las aportaciones, ventajas y desventajas de uso.

2.2 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD

Esta revisión se centra en trabajos de investigación que describen e introducen el uso de los sistemas difusos en temas similares o iguales a la evaluación de la creatividad. La selección incluye trabajos de investigación publicados entre 2020 y 2024 y considera solo estudios en inglés. Además, una vez realizada la búsqueda inicial, los filtros utilizados para la inclusión y exclusión de estudios se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Criterios de inclusión/exclusión de artículos de investigación.

Inclusión	Exclusión
Publicado entre 2020 y 2024	Publicado antes de 2020
Idioma inglés	No en inglés
Trabajo de investigación empírica	No empírico, como revisión
Artículos en Acceso Abierto	Artículos con no Acceso Abierto
Aplicaciones de sistemas difusos en áreas similares a la creatividad y/o educación.	Aplicaciones de sistemas difusos en áreas de ingeniería, procesos, etc.

2.3 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

La revisión sistemática se realizó en septiembre 2024 de acuerdo con la declaración PRISMA (Page y col., 2021). Así las búsquedas se centran en el periodo de tiempo entre 2020 y 2024, se utilizaron las siguientes bases de datos: ACM Digital Library, Elsevier (ScienceDirect), Redalyc, Springer, Taylor and Francis y Wiley Online Library, puesto que son consideradas las bibliotecas académicas en línea más importantes con acceso gratuito. Al realizar la búsqueda en cada una de las bases de datos, se tuvo en cuenta los artículos de investigación y de conferencias, y se utilizaron los siguientes

conjuntos de palabras: ["FUZZY SYSTEM" OR "FUZZY LOGIC"] AND ["CREATIVITY"] AND ["ASSESSMENT"].

La primera búsqueda arrojó un total de 396 estudios. Luego se descartaron aquellos que no ofrecían acceso libre al texto completo y se conservaron 192 artículos para su análisis.

2.4 SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Los artículos obtenidos a través de la estrategia de búsqueda mencionada en la sección previa fueron revisados de manera independiente. Primero, se examinaron los títulos y resúmenes para identificar los más pertinentes; posteriormente, los artículos seleccionados fueron analizados en su totalidad para verificar su cumplimiento con los criterios de esta revisión sistemática. La administración de los estudios elegidos se llevó a cabo utilizando el software Mendeley.

III. DESARROLLO Y DISCUSIÓN

A partir de los estudios identificados (192), se descartaron 180 estudios por no cumplir los requisitos de búsqueda tras leer su título y resumen. Así, se analizaron los doce artículos restantes a través de su texto completo y se excluyeron seis por no cumplir los criterios antes mencionados (ver Tabla 1). El diagrama de flujo del proceso se muestra en la Figura 1.

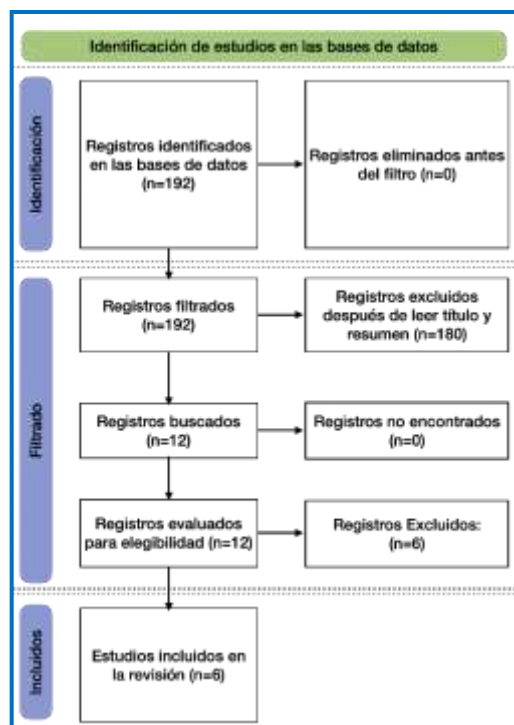


Figura 1. Diagrama PRISMA.

La Tabla 2 muestra la información relevante de los artículos seleccionados, se incluyen los objetivos y hallazgos, ya sea en relación directa con la evaluación de la creatividad o en contextos comparables que emplean sistemas difusos. Posteriormente, se comentan los aspectos más importantes obtenidos.

Tabla 2. Artículos seleccionados

Referencia	Objetivo y aportación al tema
(Sun y col., 2022)	Este estudio proporciona un modelo para evaluar la competitividad de las industrias deportivas y culturales basado en un algoritmo de análisis difuso, y propone un sistema de índice de evaluación de competitividad de la industria deportiva y cultural de siete dimensiones. Si bien no evalúa habilidades como la creatividad, este estudio muestra que la teoría difusa puede ser muy útil para generar modelos de evaluación de competencias.
(Wang y col., 2023)	Los autores presentan una nueva y eficaz herramienta de lógica difusa para evaluar estadísticamente el desempeño de sostenibilidad de una empresa. Los resultados muestran que la herramienta proporciona a los altos líderes administrativos información útil para supervisar correctamente las preocupaciones y medir el compromiso con el éxito de la empresa.
(Novais y col., 2024)	Esta investigación tuvo como objetivo presentar un Sistema Experto Difuso con experiencia en psicología que busca ayudar a profesores, investigadores e instituciones educativas a evaluar el nivel de incorporación de las <i>Soft skills</i> (habilidades blandas) de los estudiantes (entre ellas la creatividad) mientras asisten a sesiones de aprendizaje activo. La metodología fue de carácter exploratorio aplicado, y propone un enfoque cualitativo y cuantitativo, en el que se utilizó la triangulación metodológica entre el análisis bibliográfico, el estudio de caso y el modelado e implementación del sistema experto denominado <i>Fuzzy Soft Skills Assessment</i> (FSSA) para lograr el objetivo propuesto. El uso de la lógica difusa demostró ser adecuada, ya que se tuvo en cuenta el grado de incertidumbre derivado de las decisiones que implican la subjetividad del análisis del comportamiento.
(Sang, 2024)	El objetivo principal de este proyecto fue desarrollar una metodología de evaluación integral para el diseño artístico ambiental (EAD por sus siglas en inglés) que considere la evolución de los entornos tecnológicos y las expectativas del público. Para lograrlo propone un algoritmo que utiliza criterios difusos (EADF) lo que da por resultado una sistemática, estructurada y cualitativa manera de evaluar trabajos artísticos usando estándares estéticos, ambientales y sustentables. La metodología considera el atractivo visual, efectos ambientales, sustentabilidad y compromiso con la audiencia.
(Jia y Wang, 2024)	En este estudio los investigadores desarrollaron una estrategia innovadora basada en <i>Q-learning</i> y el algoritmo <i>Takagi-Sugeno Fuzzy Control</i> , es decir que combina aprendizaje adaptativo y lógica difusa para optimizar la innovación empresarial, la cual abarca factores como la mejora de la productividad, efectividad y competitividad. Los resultados indican que el modelo propuesto representa y gestiona con éxito la ambigüedad y la imprecisión en la toma de decisiones de innovación.
(Goyal y col., 2022)	En este artículo se propone un método de inferencia difusa para analizar el impacto de la evaluación basada en proyectos en el desarrollo del pensamiento creativo y crítico, la toma de decisiones colaborativa y las habilidades de comunicación de los estudiantes en ingeniería. La metodología y los resultados preliminares realizados durante un año son prometedores y ayudan a los educadores a evaluar el desempeño de un candidato individualmente o en grupo en varios criterios de evaluación, ayudándolos a lograr el conocimiento, los valores, la actitud, el aprendizaje profundo y las habilidades necesarias para el desarrollo de una educación sostenible.

Uno de los principales desafíos en la evaluación de la creatividad es la subjetividad inherente a su medición, ya que se trata de un concepto complejo que involucra aspectos cognitivos, emocionales y contextuales, lo que dificulta su cuantificación mediante métodos tradicionales. La lógica difusa ha demostrado ser una herramienta eficaz para gestionar esta subjetividad, al permitir representar y procesar información imprecisa o incierta (Jia y Wang, 2024; Novais y col., 2024).

El estudio de Novais y col. (2024) es particularmente relevante, ya que propone un sistema experto difuso que evalúa la incorporación de habilidades blandas en estudiantes, incluida la creatividad. Su enfoque mixto demuestra que la lógica difusa es capaz de abordar la variabilidad de la interpretación humana en la evaluación de competencias subjetivas, lo que sugiere que un sistema difuso aplicado a la creatividad podría ofrecer una evaluación más precisa y adaptable a diferentes contextos educativos y profesionales.

Si bien la evaluación de la creatividad con lógica difusa aún es un campo en desarrollo, diversos estudios han utilizado esta metodología para evaluar otras competencias, como es el caso de Sun y col. (2022) y Wang y col. (2023), quienes aplicaron modelos difusos para medir la competitividad y el desempeño de sostenibilidad, respectivamente. Sus estudios demostraron que estos sistemas pueden procesar grandes volúmenes de información cualitativa y convertirla en datos cuantificables.

Por otro lado, en el ámbito educativo, Goyal y col. (2022) propusieron un modelo basado en lógica difusa para investigar el impacto de la evaluación basada en proyectos mediante el análisis del pensamiento crítico y creativo, la toma de decisiones en colaboración y las habilidades de comunicación de estudiantes de ingeniería. Su enfoque sugiere que la lógica difusa permite una evaluación más holística del aprendizaje, ya que es posible integrar múltiples criterios que reflejan mejor las habilidades de los estudiantes.

Otro aspecto importante a resaltar es la capacidad de los sistemas difusos para manejar múltiples criterios de evaluación simultáneamente, como la estética, efectos ambientales, sustentabilidad y compromiso con la audiencia, como se observa en el estudio de Sang (2024) sobre evaluación en diseño artístico ambiental que demuestra que la lógica difusa permite integrar diferentes atributos subjetivos en un solo índice de evaluación. Esta característica es especialmente relevante para la creatividad, ya que su evaluación no debe limitarse a un solo factor, sino que debe considerarse

múltiples dimensiones como la originalidad, la fluidez, la flexibilidad y la elaboración, así como el ambiente y el producto resultante.

Asimismo, Jia y Wang (2024) muestran cómo la lógica difusa permite optimizar la toma de decisiones en entornos inciertos ya que mejora la predicción de resultados en procesos innovadores. Su modelo de control difuso aplicado a la innovación empresarial sugiere que esta metodología puede ser útil para predecir niveles de creatividad en función de factores contextuales, lo que podría trasladarse a la evaluación del desempeño creativo en diversas disciplinas.

A pesar de sus ventajas, el uso de sistemas difusos en la evaluación de la creatividad presenta ciertos desafíos. Uno de ellos es el diseño de reglas de inferencia adecuadas, ya que la creatividad no sigue un patrón fijo y podría variar según el contexto o la disciplina.

Otro reto es la resistencia al cambio en algunos entornos educativos, donde las evaluaciones tradicionales están arraigadas, por lo que la implementación de estos sistemas requiere formación y adaptación por parte de docentes, investigadores y profesionales.

CONCLUSIONES

La literatura revisada es evidencia de que los sistemas difusos ofrecen una vía viable para avanzar en la evaluación de fenómenos complejos como la creatividad. Gracias a su capacidad para manejar ambigüedades, permiten representar fenómenos imprecisos con mayor fidelidad. También integran múltiples dimensiones y se adaptan a distintos contextos, lo que los hace especialmente pertinentes para medir constructos variables y subjetivos.

Los estudios analizados apuntan a una tendencia común: el reconocimiento de que los sistemas difusos permiten abordar con mayor sensibilidad aspectos cualitativos que suelen quedar fuera de las herramientas tradicionales. Autores como Novais y col. (2024) destacan su utilidad en entornos educativos al evaluar habilidades blandas como la creatividad, la innovación y la adaptabilidad, mientras que investigaciones como las de Sang (2024) y Goyal

y col., (2022) muestran aplicaciones exitosas en el campo del arte o la ingeniería, lo que refuerza la versatilidad de esta metodología.

Aun así, no se deben ignorar los desafíos, por ejemplo, diseñar reglas de inferencia útiles y adecuadas requiere conocer bien tanto el tema como el funcionamiento de los sistemas difusos.

En conjunto, los hallazgos de esta revisión respaldan el uso de sistemas difusos como una herramienta útil para abordar la complejidad de la creatividad. Sin embargo, es necesario avanzar hacia el diseño de modelos específicos que respondan a las características particulares de esta capacidad en distintos contextos.

No se trata solo de demostrar que técnicamente es posible evaluarla con un sistema difuso, también es fundamental desarrollar propuestas prácticas que sean pertinentes, comprensibles y aplicables en ámbitos educativos y profesionales. Esto permitirá ampliar las posibilidades de evaluación, lo que hará el proceso más justo, contextualizado y representativo de las múltiples formas en que se expresa la creatividad.

REFERENCIAS

- Goyal, M., Gupta, C., & Gupta, V. (2022). A meta-analysis approach to measure the impact of project-based learning outcome with program attainment on student learning using fuzzy inference systems. *Heliyon*, 8(8): e10248. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10248>
- Jia, Y., & Wang, Z. (2024). Application of artificial intelligence based on the fuzzy control algorithm in enterprise innovation. *Heliyon*, 10(6) : e28116. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28116>
- Kettler, T., Lamb, K. N., & Mullet, D. R. (2021). Introduction. En *Developing creativity in the classroom* (pp. 1–10). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003234104-1>
- Nielsen, D., & Thurber, S. (2018). *Conexiones creativas: La herramienta secreta de las mentes innovadoras*. Gustavo Gili.
- Novais, A. S. de, Matelli, J. A., & Silva, M. B. (2024). Fuzzy soft skills assessment through active learning sessions. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 34(2) : 416–451. <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00332-7>

- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología (English Edition)*, 74(9) : 790–799. <https://doi.org/10.1016/J.REC.2021.07.010>
- Pérez Ferreyra, V. H., Ávila Carreón, F., & Narváez Vásquez, G. A. (2016). Batería de evaluación del pensamiento creativo (VP-FA-14). *Revista Global de Negocios*, 4(3) : 1–15.
- Sang, Y. (2024). Application in environmental art design practice based on a fuzzy evaluation system. *Scientific Reports*, 14(1): 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62477-2>
- Sawyer, R. K. (2012). *Explaining creativity: The science of human innovation* (2.^a ed.). Oxford University Press.
- Singh, H., Gupta, M. M., Meitzler, T., Hou, Z.-G., Garg, K. K., Solo, A. M. G., & Zadeh, L. A. (2013). Real-life applications of fuzzy logic. *Advances in Fuzzy Systems*, 2013(1) : 581879. <https://doi.org/10.1155/2013/581879>
- Sun, G., Zhang, X., & Lin, Y. (2022). Evaluation model of sports culture industry competitiveness based on fuzzy analysis algorithm. *Mathematical Problems in Engineering*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9708646>
- Tremante, P., & Brea, E. (2014). Una visión de la teoría difusa y los sistemas difusos enfocados al control difuso. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 4(12): 121–136.
- Wang, H., Bhattacharjee, S., Kausar, N., Mohammadzadeh, A., Pamucar, D., & Al Din Ide, N. (2023). Financial performance assessment by a Type-2 fuzzy logic approach. *Mathematical Problems in Engineering*, 2023: 1–8. <https://doi.org/10.1155/2023/5926162>
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8: 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zarandi, M. H. F., Mohammadhasan, N., & Bastani, S. (2012). A fuzzy rule-based expert system for evaluating intellectual capital. *Advances in Fuzzy Systems*. <https://doi.org/10.1155/2012/823052>