La Toma de Decisiones en Grupo en Ambiente Difuso: Nuevos Modelos Basados en Computación Granular y en Confianza

Doctorando: Juan Carlos González-Quesada[0009−0006−4806−8313] y Director: Francisco Javier Cabrerizo[0000−0001−7012−8649]

Instituto Andaluz Interuniversitario en Ciencia de Datos e Inteligencia Computacional, DaSCI, Departamento de Ciencias de la Computación en Inteligencia Artificial, Universidad de Granada, Granada, España
https://www.ugr.es/

Abstract. La evolución de las tecnologías digitales, especialmente la web 2.0 y la inteligencia artificial, ha transformado los procesos de toma de decisiones en grupo, permitiendo la participación de los expertos sin restricciones geográficas ni temporales. No obstante, este nuevo escenario plantea importantes desafíos relacionados con el tratamiento de la incertidumbre, la obtención de consenso y el establecimiento de confianza entre los participantes. En este contexto, la lógica difusa y la computación granular constituyen herramientas adecuadas para modelar y gestionar información imprecisa. Este trabajo aborda la mejora de los modelos de toma de decisiones en grupo mediante estrategias orientadas a incrementar los niveles de consenso y consistencia, entre las que destacan la distribución óptima de la granularidad de la información y la incorporación de tecnología blockchain para reforzar la transparencia y la confianza del proceso. Asimismo, se emplean técnicas de Inteligencia Artificial Explicable (XAI) con el objetivo de favorecer la interpretación y comprensión de los resultados obtenidos. La combinación de estos enfoques contribuye al desarrollo de procesos de decisión más eficientes, fiables y colaborativos en entornos digitales.

Keywords: Toma de decisión difusa · computación granular · blockchain · explicabilidad

1 Resumen

1.1 Antecedentes

La transformación digital se encuentra presente en numerosos ámbitos de la sociedad actual, abarcando desde el trabajo y la salud hasta la educación, el ocio, las relaciones sociales, la política, la energía y las finanzas. Este proceso de cambio, impulsado por tecnologías como la web 2.0, las plataformas de comercio y turismo electrónico, así como la inteligencia artificial, ha permitido que un elevado número de personas pueda participar en procesos de toma de decisiones sin restricciones de ubicación geográfica ni temporales [1].

Dentro de estos nuevos entornos digitales de toma de decisiones es posible identificar diversas características relevantes:

- Los participantes, que suelen presentar diferentes niveles de experiencia y conocimiento, emplean múltiples formatos para expresar sus opiniones o preferencias, entre los que se encuentran los órdenes de preferencia, los valores de utilidad, las relaciones de preferencia y las preferencias vacilantes. Del mismo modo, utilizan distintos dominios de representación, tales como el numérico, el lingüístico, el intervalar, el lingüístico multigranular o el lingüístico no balanceado. En muchas situaciones, además, la información disponible puede ser incompleta. Habitualmente, estos usuarios se encuentran conectados mediante redes sociales digitales o plataformas de toma de decisiones en grupo a gran escala, favoreciendo el intercambio de información y experiencias. Esta conectividad también permite analizar características adicionales de los participantes, como sus niveles de confianza, capacidad de influencia o liderazgo dentro del grupo [2, 3].
- Estos escenarios presentan además una naturaleza dinámica, ya que las alternativas consideradas, los participantes involucrados y los criterios de evaluación, junto con sus correspondientes grados de importancia, pueden experimentar modificaciones a lo largo del proceso de toma de decisiones en grupo.
- La disponibilidad de entornos digitales conectados de forma permanente y dotados de una elevada capacidad de almacenamiento facilita una interacción continua entre los usuarios gracias a la movilidad proporcionada por las tecnologías actuales. Como resultado, se generan grandes volúmenes de información (big data) que quedan registrados en los sistemas y que pueden ser aprovechados posteriormente en nuevos procesos de toma de decisiones.
- Los entornos digitales evolucionan de manera constante debido al desarrollo continuo de tecnologías basadas en inteligencia artificial. Estos sistemas tienen como finalidad incrementar la satisfacción de los usuarios, mejorar su calidad de vida y optimizar recursos. Su carácter dinámico e innovador favorece la participación de los usuarios, permitiendo identificar nuevas necesidades y descubrir alternativas previamente no consideradas. Sin embargo, a pesar de ofrecer servicios altamente personalizados, muchos de estos sistemas operan como auténticas "cajas negras", dificultando la comprensión de los mecanismos que conducen a una determinada recomendación o decisión. Para hacer frente a esta limitación surge el paradigma de la Inteligencia Artificial Explicable (XAI), cuyo objetivo es desarrollar métodos de toma de decisiones más transparentes, comprensibles y fiables para los usuarios.

Para abordar un problema de toma de decisiones en grupo, habitualmente se distinguen dos procesos fundamentales: el proceso de consenso y el proceso de selección. El primero de ellos tiene como objetivo acercar las opiniones de los participantes mediante diferentes rondas de discusión, argumentación y negociación, con el fin de alcanzar el mayor grado de acuerdo posible entre los miembros del grupo [4]. Por su parte, el proceso de selección se centra en determinar la solución final del problema a partir de las valoraciones expresadas

por los participantes. Para ello, las opiniones individuales son agregadas con el propósito de obtener una opinión colectiva que permita identificar y seleccionar las alternativas más adecuadas.

Aunque la aplicación de un proceso de consenso no es un requisito indispensable para resolver un problema de decisión en grupo, su utilización resulta especialmente relevante. Un elevado nivel de consenso refleja la existencia de una comprensión compartida entre los participantes, favoreciendo decisiones más robustas y aceptadas por la mayoría de los miembros del grupo. En consecuencia, la incorporación de mecanismos de consenso o negociación suele considerarse una etapa prioritaria para reforzar la calidad y aceptación de la decisión final. Asimismo, antes de alcanzar una solución conjunta, es importante garantizar que las opiniones individuales presenten niveles adecuados de consistencia, ya que la presencia de valoraciones incoherentes puede conducir a conclusiones poco razonables o incluso contradictorias [5].

En los entornos de toma de decisiones caracterizados por la interacción entre usuarios y sistemas informáticos, es necesario disponer de mecanismos capaces de gestionar información subjetiva e imprecisa, inherente a la forma en que las personas perciben y evalúan diferentes alternativas. En este contexto, el desarrollo de sistemas automáticos de apoyo a la toma de decisiones en grupo constituye una línea de investigación ampliamente estudiada dentro del ámbito de la lógica difusa. Gracias a su capacidad para representar incertidumbre y vaguedad, la lógica difusa se ha consolidado como una de las herramientas más utilizadas para modelar este tipo de información [6].

La participación de múltiples individuos en un proceso de decisión permite incorporar conocimientos, experiencias y perspectivas diversas, enriqueciendo el resultado final. Sin embargo, esta diversidad también incrementa la dificultad de alcanzar acuerdos satisfactorios para todos los participantes. En los entornos difusos, donde las opiniones suelen representarse mediante conjuntos difusos, se han propuesto numerosos modelos orientados a mejorar simultáneamente la consistencia y el consenso. No obstante, una limitación frecuente de estos enfoques es que los ajustes realizados sobre las opiniones originales pueden provocar diferencias considerables entre las valoraciones iniciales y las finales, ocasionando una pérdida de información relevante [4, 5]. Para reducir este efecto, diferentes investigaciones han incorporado restricciones durante el proceso de modificación de las opiniones. Entre las alternativas propuestas destaca la computación granular y, en particular, el concepto de granularidad de la información. Mediante la representación de las opiniones a través de gránulos de información, es posible disponer de una mayor flexibilidad para incrementar los niveles de consenso y consistencia, limitando al mismo tiempo la pérdida de información producida durante el proceso. Sin embargo, la mayoría de estos enfoques asumen una distribución uniforme de la granularidad de la información [7].

Otro aspecto especialmente relevante en los procesos de toma de decisiones en grupo es la confianza. Incrementar la confianza de los participantes tanto en las decisiones obtenidas como en el resto de miembros del grupo resulta fundamental para favorecer la cooperación y facilitar la consecución del consenso.

Sin embargo, la estimación de los niveles de confianza entre participantes suele requerir mecanismos de propagación de confianza que implican un elevado coste computacional y que pueden aumentar considerablemente el tiempo necesario para alcanzar un acuerdo, especialmente cuando el número de participantes es elevado y estos se encuentran conectados mediante redes sociales digitales [8]. Además, muchos sistemas de apoyo a la decisión continúan funcionando como cajas negras, dificultando la comprensión de los resultados generados y reduciendo la confianza de los usuarios en las recomendaciones proporcionadas [9]. Esta limitación ha impulsado el desarrollo del paradigma de la Inteligencia Artificial Explicable (XAI), cuyo objetivo es diseñar modelos y métodos de toma de decisiones en grupo capaces de ofrecer explicaciones comprensibles, transparentes y fiables, favoreciendo así la confianza de los usuarios en los resultados obtenidos.

1.2 Hipótesis y Justificación

La investigación desarrollada en el ámbito de la toma de decisiones en grupo persigue mejorar aspectos fundamentales como el consenso, la consistencia individual y la confianza de los participantes, manteniendo al mismo tiempo un control adecuado sobre la pérdida de información que se produce durante los procesos de modificación de opiniones. Estos elementos son esenciales para garantizar la obtención de decisiones robustas, aceptadas por los miembros del grupo y representativas de sus preferencias iniciales.

En esta línea, diversos trabajos han demostrado que la computación granular constituye un marco adecuado para abordar problemas relacionados con la incertidumbre y la gestión de información imprecisa en entornos de toma de decisiones. Particularmente, se ha comprobado que los modelos basados en granularidad de la información permiten incrementar tanto el consenso como la consistencia individual, limitando simultáneamente la pérdida de información asociada a los cambios realizados sobre las preferencias de los participantes. Más recientemente, se ha evidenciado que una asignación no uniforme de la granularidad de la información proporciona una mayor flexibilidad que los enfoques tradicionales basados en distribuciones uniformes, permitiendo alcanzar niveles superiores de consenso y consistencia con menores alteraciones de las opiniones originales [10].

Por otro lado, la confianza desempeña un papel fundamental en los procesos de toma de decisiones en grupo, especialmente cuando los participantes interactúan en entornos digitales o distribuidos. Tradicionalmente, la construcción de confianza se ha basado en mecanismos de propagación que requieren estimar relaciones entre los distintos participantes. Sin embargo, este tipo de enfoques suele implicar elevados costes computacionales y dificultades de escalabilidad cuando el número de participantes aumenta. Para superar estas limitaciones, investigaciones recientes han incorporado mecanismos inspirados en la tecnología blockchain, capaces de proporcionar estructuras de comunicación seguras, transparentes y descentralizadas. Estos mecanismos favorecen la creación de confianza entre los participantes, reducen los efectos de posibles sesgos en las interacciones y promueven comportamientos cooperativos durante el proceso de consenso [11].

Además, la tecnología blockchain permite construir sistemas de toma de decisiones caracterizados por la trazabilidad y la inmutabilidad de la información registrada. La utilización de contratos inteligentes facilita la automatización de determinadas tareas del proceso de consenso y garantiza que las reglas establecidas sean aplicadas de forma objetiva y transparente. Como consecuencia, se incrementa la seguridad del sistema y se refuerza la confianza de los participantes tanto en el proceso como en los resultados obtenidos [12].

A pesar de los avances alcanzados en la mejora del consenso, la consistencia y la confianza, todavía existe un desafío importante relacionado con la comprensión de los resultados proporcionados por los sistemas de apoyo a la decisión. En muchos casos, estos sistemas continúan funcionando como mecanismos poco transparentes, dificultando que los usuarios comprendan las razones que justifican una determinada recomendación o decisión. Esta situación puede afectar negativamente a la aceptación de los resultados, incluso cuando estos son técnicamente correctos.

En este contexto, el paradigma de la Inteligencia Artificial Explicable (XAI) surge como una línea de investigación especialmente prometedora para incrementar la transparencia y la interpretabilidad de los sistemas de toma de decisiones. El objetivo principal consiste en desarrollar modelos capaces de proporcionar explicaciones comprensibles acerca de cómo se generan las recomendaciones y qué factores han influido en la obtención de los resultados finales. De este modo, se pretende diseñar sistemas que no solo sean capaces de identificar las mejores alternativas disponibles, sino también de justificar adecuadamente las razones que conducen a dichas conclusiones.

La computación granular constituye uno de los paradigmas más relevantes para el tratamiento de información compleja. Este enfoque engloba un conjunto de herramientas, técnicas y fundamentos teóricos orientados al procesamiento de información mediante entidades denominadas gránulos de información. Un gránulo puede entenderse como una colección de elementos agrupados en función de propiedades como la similitud, la proximidad, la coherencia o la relación funcional existente entre ellos [13].

Los gránulos de información pueden representarse mediante diferentes formalismos, incluyendo conjuntos aproximados, conjuntos difusos, modelos probabilísticos o intervalos. Aunque cada uno de estos enfoques presenta características específicas, todos ellos comparten fundamentos conceptuales comunes relacionados con la abstracción y la representación simplificada de la realidad. Precisamente, el proceso de construcción de gránulos responde al principio de abstracción, permitiendo modelar sistemas complejos mediante representaciones más manejables y comprensibles.

Independientemente del formalismo empleado, la construcción adecuada de los gránulos constituye un aspecto fundamental dentro de la computación granular. El principio de granularidad justificable establece que los gránulos deben construirse a partir de la información disponible y responder a objetivos concretos del problema analizado. Asimismo, cuando se trabaja con información subjetiva o no estrictamente numérica, la granularidad de la información per-

mite representar de manera más fiel determinadas características de la realidad mediante niveles adecuados de abstracción [14]. Por esta razón, la granularidad de la información se considera un importante elemento de diseño en el desarrollo de modelos más realistas y flexibles. La distribución óptima de dicha granularidad constituye además uno de los aspectos más relevantes dentro del paradigma de la computación granular, permitiendo generar modelos capaces de adaptarse mejor a las características específicas de cada problema [14].

Los fundamentos conceptuales y algorítmicos de la computación granular han sido ampliamente utilizados para desarrollar modelos de toma de decisiones en grupo. En este contexto, la distribución de la granularidad de la información permite representar de forma más adecuada la diversidad de opiniones, conocimientos y perspectivas aportadas por los distintos participantes, favoreciendo una representación más realista de los procesos de decisión.

La toma de decisiones en grupo constituye un ejemplo representativo de aplicación de la granularidad de la información. La posibilidad de expresar las evaluaciones mediante representaciones granulares, en lugar de utilizar únicamente valores numéricos precisos, facilita la construcción de consenso entre los participantes. Asimismo, la granularidad puede emplearse para controlar las modificaciones realizadas sobre las opiniones iniciales, contribuyendo a mejorar la consistencia individual y a reducir la pérdida de información asociada al proceso de ajuste de preferencias.

En la literatura especializada se han propuesto numerosos modelos de toma de decisiones en grupo fundamentados en la computación granular. Estos trabajos han utilizado la granularidad de la información para abordar problemas relacionados con el consenso, la consistencia, la incertidumbre y la representación de preferencias. Como ejemplo, en [14] se presenta un modelo orientado a mejorar simultáneamente el consenso y la consistencia individual en el contexto del proceso de jerarquía analítica.

A pesar de la amplia variedad de propuestas existentes, gran parte de los modelos desarrollados tradicionalmente comparten dos características comunes: la utilización de distribuciones uniformes de la granularidad de la información y la aplicación de procedimientos completamente automáticos para modificar las preferencias de los participantes. Sin embargo, los avances recientes han puesto de manifiesto las ventajas de emplear distribuciones no uniformes de granularidad para mejorar el rendimiento de estos procesos [10]. Del mismo modo, en situaciones reales resulta deseable complementar los mecanismos automáticos con la participación activa de los expertos, permitiendo que estos evalúen, comprendan y validen las modificaciones propuestas por el sistema antes de incorporarlas al proceso de decisión.

1.3 Objetivos

El objetivo principal de esta investigación es desarrollar nuevos sistemas de toma de decisiones en grupo que empleen el concepto de distribución óptima de la granularidad de la información para mejorar el consenso y la consistencia, e incorporen mecanismos de creación de confianza entre los participantes y en los

resultados proporcionados por el sistema. Este objetivo general se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

- Desarrollo de un método automático de mejora de la consistencia y el consenso fundamentado en una distribución óptima de la granularidad de la información. **Objetivo alcanzado** y validado en [10].
- Desarrollo de un método interactivo de mejora de la consistencia y el consenso que involucre a los participantes en el problema de decisión, basado en el método automático anterior. Asimismo, estudio de la flexibilidad y el rendimiento de diferentes protocolos de distribución de la granularidad de la información para mejorar el consenso y la consistencia. **Objetivo alcanzado** y desarrollado en [10] y en el trabajo [15].
- Desarrollo de mecanismos de creación de confianza entre los participantes y de sistemas basados en tecnología blockchain para almacenar y gestionar la información asociada a un problema de toma de decisiones en grupo, con el propósito de incrementar la confianza tanto en los resultados proporcionados por el sistema como en el resto de participantes. **Objetivo alcanzado** y validado en [11].
- Desarrollo de métodos de toma de decisiones en grupo que incluyan métricas XAI (visualización y caracterización) que permitan aumentar la transparencia de los modelos y reforzar la confianza de los usuarios en los sistemas de ayuda a la decisión en grupo.

2 Metodología y Plan de Trabajo

2.1 Metodología

Para alcanzar los objetivos planteados se ha seguido una metodología basada en el método científico, estructurada en diferentes fases interrelacionadas:

- Estudio del estado del arte: Consiste en el análisis exhaustivo de la literatura científica relacionada con la toma de decisiones en grupo, la computación granular, la tecnología blockchain y el paradigma XAI. Esta revisión permite identificar las principales limitaciones de los sistemas existentes y detectar oportunidades de mejora en aspectos como el consenso, la consistencia, la confianza y la explicabilidad [16].
- Formulación y desarrollo de propuestas: A partir del análisis del estado del arte, se diseñan modelos y métodos orientados a alcanzar los objetivos de investigación. Durante esta fase se desarrollaron diferentes propuestas basadas en computación granular para mejorar el consenso y la consistencia mediante una distribución óptima de la granularidad de la información, así como mecanismos basados en blockchain para fomentar la confianza entre los participantes. Actualmente, esta línea de investigación se centra en el desarrollo de métodos que incorporen métricas XAI de visualización y caracterización para aumentar la transparencia de los sistemas de ayuda a la decisión.

– Experimentación y recogida de observaciones: Los modelos desarrollados son evaluados mediante ejemplos numéricos, análisis de sensibilidad, problemas de referencia ampliamente utilizados en la literatura y casos de estudio reales. Entre las aplicaciones consideradas se encuentran problemas relacionados con la ingeniería civil sostenible y otros entornos de decisión complejos donde intervienen múltiples expertos y criterios.
– Contraste de hipótesis y validación: Los resultados obtenidos son analizados con el objetivo de identificar fortalezas, limitaciones y posibles líneas de mejora. Esta fase incluye la comparación con métodos existentes, la evaluación del rendimiento de las propuestas y la validación de las hipótesis planteadas. Asimismo, se consideran medidas de calidad y aceptación que permitan valorar la utilidad práctica de los sistemas desarrollados [17, 18].
– Refinamiento de los modelos: A partir de los resultados experimentales se realizan las modificaciones necesarias para mejorar los métodos propuestos. Este proceso iterativo permite corregir posibles deficiencias de diseño o implementación y obtener sistemas de toma de decisiones en grupo más robustos, fiables y aplicables a escenarios reales [3].

2.2 Plan de Trabajo

El doctorado comenzó el 25 de noviembre de 2022 y el plan de investigación se estructuró inicialmente en cuatro grandes etapas, cada una asociada a un objetivo específico y distribuida temporalmente a lo largo del desarrollo de la tesis.

– **Primera etapa:** se realizó un estudio detallado del estado del arte en computación granular aplicada a la toma de decisiones en grupo. A partir de este análisis se desarrollaron dos métodos basados en una distribución no uniforme de la granularidad de la información: un método automático y un método interactivo orientados a mejorar simultáneamente el consenso y la consistencia. Asimismo, se estudió el comportamiento de distintos protocolos de distribución de la granularidad y su impacto sobre la pérdida de información. Los resultados obtenidos dieron lugar a varias publicaciones científicas, entre las que destaca [10].
– **Segunda etapa:** se abordó el estudio de mecanismos de creación de confianza mediante tecnología blockchain. Como resultado, se desarrolló un nuevo proceso de consenso basado en blockchain que incorpora mecanismos de construcción de confianza entre los participantes, garantizando además privacidad, trazabilidad e inmutabilidad de la información gestionada durante el proceso de toma de decisiones. Los resultados de esta investigación fueron publicados en [11].
– **Tercera etapa:** la investigación se orientó al desarrollo de métodos de toma de decisiones en grupo basados en el paradigma XAI. El objetivo fue incorporar mecanismos de explicabilidad que permitan interpretar de forma transparente los resultados obtenidos, identificar los factores más influyentes en el proceso de decisión y aumentar la confianza de los usuarios en los sistemas de

ayuda a la decisión. Para ello se estudiaron métricas de visualización y caracterización que facilitan la comprensión de las recomendaciones generadas por el sistema.
- **Cuarta etapa:** esta fase está dedicada principalmente a la integración de todos los resultados obtenidos durante la investigación, la realización de las validaciones experimentales finales, la consolidación de las contribuciones científicas desarrolladas y la redacción de la memoria de tesis doctoral. Se estima que la tesis quede finalizada entre los meses de abril y mayo de 2027.

Con el objetivo de planificar el desarrollo de la investigación y garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos, se estableció una planificación temporal en la que se distribuyen las principales actividades a lo largo de los tres años de investigación. Esta planificación comprende desde la revisión del estado del arte y el desarrollo de las distintas propuestas metodológicas hasta la validación experimental, la elaboración de las publicaciones científicas y la redacción de la memoria de tesis. La Tabla 2.2 resume la distribución temporal de las diferentes tareas desarrolladas durante el doctorado.

3 Relevancia

Uno de los principales desafíos de los sistemas de toma de decisiones en grupo actuales es la limitada interpretabilidad de sus resultados. En muchos casos, estos sistemas funcionan como auténticas cajas negras, dificultando que los usuarios comprendan cómo se generan las recomendaciones o qué factores han influido en la selección de una determinada alternativa. En este contexto, la Inteligencia Artificial Explicable (XAI) surge como un paradigma orientado a desarrollar sistemas inteligentes capaces de proporcionar explicaciones comprensibles y fiables para los usuarios. La incorporación de mecanismos de explicabilidad resulta fundamental para favorecer la aceptación de estos sistemas y facilitar su integración en entornos reales donde la transparencia constituye un requisito esencial.

Los avances obtenidos durante esta investigación han permitido abordar aspectos relacionados con el consenso, la consistencia y la confianza mediante técnicas de computación granular y mecanismos inspirados en la tecnología blockchain. En particular, el uso de blockchain ha demostrado ser una alternativa viable para proporcionar trazabilidad, transparencia e inmutabilidad a los procesos de toma de decisiones en grupo. Gracias al registro seguro de las actividades realizadas durante el proceso, es posible disponer de información fiable sobre la evolución de las opiniones, las recomendaciones generadas y las decisiones adoptadas por los participantes.

Sobre esta base, una de las líneas de investigación más prometedoras consiste en aprovechar la información almacenada durante el proceso de decisión para desarrollar métricas y mecanismos basados en XAI que permitan explicar de forma comprensible los resultados obtenidos. Estas métricas podrán incluir técnicas de visualización capaces de resumir el desarrollo del proceso de consenso,

	Año 1	Año 2	Año 3
Plan de investigación	X		
Revisión del estado del arte de toma de decisiones, computación granular, *blockchain* y métricas XAI	X	X	X
Desarrollo del método automático basado en computación granular	X		
Desarrollo del método interactivo basado en computación granular	X		
Análisis de los resultados ofrecidos por cada protocolo de distribución de la granularidad	X		
Escritura y envío de la publicación científica asociada a los métodos de decisión granulares	X		
Desarrollo del sistema de toma de decisiones basado en *blockchain*		X	
Análisis de los resultados del sistema basado en *blockchain*		X	
Escritura y envío de la publicación científica asociada al sistema de toma de decisiones basado en *blockchain*		X	
Creación de métodos de toma de decisión basados en métricas XAI			X
Análisis de los resultados de los métodos basados en métricas XAI			X
Escritura y envío de la publicación científica asociada a los métodos de toma de decisión basados en métricas XAI			X
Redacción y lectura de la tesis			X

Table 1. Planificación temporal del trabajo de investigación.

así como métodos de caracterización orientados a identificar las variables, criterios o factores que han tenido una mayor influencia sobre las recomendaciones finales [17].

La incorporación de mecanismos de explicabilidad en sistemas de toma de decisiones en grupo puede tener un impacto significativo en numerosos ámbitos de la sociedad. La posibilidad de comprender cómo se generan las recomendaciones y qué información ha sido considerada durante el proceso favorece la confianza de los usuarios y facilita la adopción de estos sistemas en escenarios donde las decisiones poseen consecuencias relevantes. Este aspecto resulta especialmente importante en sectores como la salud, la administración pública, la gestión empresarial o la ingeniería, donde la transparencia y la justificación de las decisiones constituyen requisitos fundamentales.

Asimismo, la disponibilidad de explicaciones claras y comprensibles puede contribuir a mejorar la propia capacidad de decisión de los usuarios. Al conocer los criterios considerados y la influencia de cada uno de ellos en el resultado final,

los participantes pueden comprender mejor el problema analizado y adoptar decisiones más informadas tanto en contextos personales como profesionales.

Desde una perspectiva científica, esta investigación presenta una relevancia tanto teórica como práctica. Por una parte, el desarrollo de nuevos modelos explicables para la toma de decisiones en grupo representa un desafío de gran interés dentro de las áreas de la lógica difusa, la computación granular y la inteligencia artificial explicable. Por otra parte, los modelos y metodologías desarrollados pueden servir como base para futuras investigaciones orientadas a mejorar la transparencia, interpretabilidad y aceptación de los sistemas inteligentes de apoyo a la decisión.

Los resultados obtenidos y los avances futuros continuarán difundiéndose a través de congresos, seminarios y reuniones científicas nacionales e internacionales relacionados con la toma de decisiones en grupo, la computación granular, la lógica difusa y la inteligencia artificial explicable. Asimismo, se prevé la publicación de los resultados más relevantes en revistas científicas de impacto indexadas en JCR, tanto de acceso abierto como tradicional, incluyendo revistas de referencia en el área como Engineering Applications of Artificial Intelligence, Knowledge-Based Systems, Fuzzy Sets and Systems, Information Sciences, Information Fusion, Applied Soft Computing, IEEE Transactions on Fuzzy Systems, IEEE Transactions on Cybernetics e IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems.

Por último, la transferencia de conocimiento hacia la sociedad se apoyará en una estrategia de difusión basada en la comunicación activa de los resultados a través de universidades, centros de investigación y otros organismos participantes. El uso de medios digitales y canales institucionales permitirá incrementar la visibilidad de las contribuciones desarrolladas y facilitar la divulgación de los avances obtenidos tanto a la comunidad científica como al conjunto de la sociedad.

Agradecimientos. Este trabajo se ha realizado gracias a la ayuda PREP2022-000352 financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por el FSE+, y es parte del proyecto de I+D+i PID2022-139297OB-I00, financiado también por MICIU / AEI / 10.13039/501100011033 y por FEDER/UE.

Declaración de Intereses. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses relevante con el contenido de este artículo.

Referencias

1. Hwang, C.L., Lin, M.J.: Group Decision Making under Multiple Criteria: Methods and Applications. Springer, Berlin, Heidelberg (1987)
2. Herrera-Viedma, E., Alonso, S., Chiclana, F., Herrera, F.: Revisiting fuzzy and linguistic decision making: Scenarios and challenges for making wiser decisions in a better way. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems **51**(1), 191–208 (2021)

3. Gai, T., Zhang, H., Dong, Y., Herrera-Viedma, E.: Consensus-trust driven bidirectional feedback mechanism for improving consensus in social network large-group decision making. Group Decision and Negotiation **32**(1), 45–74 (2023)
4. Herrera-Viedma, E., Cabrerizo, F.J., Kacprzyk, J., Pedrycz, W.: A review of soft consensus models in a fuzzy environment. Information Fusion **17**, 4–13 (2014)
5. Li, C.C., Dong, Y., Xu, Y., Chiclana, F., Herrera-Viedma, E., Herrera, F.: An overview on managing additive consistency of reciprocal preference relations for consistency-driven decision making and fusion: Taxonomy and future directions. Information Fusion **52**, 143–156 (2019)
6. Herrera-Viedma, E., Palomares, I., Li, C.C., Cabrerizo, F.J., Dong, Y., Chiclana, F., Herrera, F.: Revisiting fuzzy and linguistic decision making: Scenarios and challenges for making wiser decisions in a better way. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems **51**(1), 191–208 (2021)
7. Qin, J., Martínez, L., Pedrycz, W., Ma, X., Liang, Y.: An overview of granular computing in decision-making: Extensions, applications, and challenges. Information Fusion **98**, 101833 (2023)
8. Ureña, R., Kou, G., Dong, Y., Chiclana, F., Herrera-Viedma, E.: A review on trust propagation and opinion dynamics in social networks and group decision making frameworks. Information Sciences **478**, 461–475 (2019)
9. Arrieta, A.B., Díaz-Rodríguez, N., del Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A., Herrera, F.: Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities, and challenges toward responsible AI. Information Fusion **58**, 82–115 (2020)
10. González-Quesada, J.C., Velykorusova, A., Banaitis, A., Kaklauskas, A., Cabrerizo, F.J.: Non-uniform allocation of information granularity to improve consistency and consensus in multi-criteria group decision-making: Application to building refurbishment. Engineering Applications of Artificial Intelligence **130**, 107737 (2024)
11. González-Quesada, J.C., Pérez, I.J., Herrera-Viedma, E., Cabrerizo, F.J.: A granular consensus-reaching process using blockchain-based mechanisms to foster trust relationships in fuzzy group decision-making. Information Fusion **130**, 104152 (2026)
12. Cerf, M., Matz, S., Berg, A.: Using Blockchain to improve decision making that benefits the public good. Frontiers in Blockchain **3**, 13 (2020)
13. Bargiela, A., Pedrycz, W.: Granular Computing: An Introduction. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (2003)
14. Pedrycz, W., Song, M.: Analytic hierarchy process (AHP) in group decision making and its optimization with an allocation of information granularity. IEEE Transactions on Fuzzy Systems **19**(3), 527–539 (2011)
15. González-Quesada, J.C., Pérez, I.J., Herrera-Viedma, E., Cabrerizo, F.J.: A Study of Different Protocols of Distribution of Information Granularity to Build Consensus in Fuzzy Group Decision-Making. In: Proceedings of the 58th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS-58), Honolulu, Hawaii, USA (2025)
16. Chen, X., Zhang, H.J., Dong, Y.C.: The fusion process with heterogeneous preference structures in group decision making: A survey. Information Fusion **24**, 72–83 (2015)
17. Cabrerizo, F.J., Herrera-Viedma, E., Pérez, I.J., Alonso, S.: A selection process based on additive consistency to deal with incomplete fuzzy linguistic information. Journal of Universal Computer Science **16**(1), 62–81 (2010)
18. de Bruijn, H., Warnier, M., Janssen, M.: The perils and pitfalls of explainable AI: Strategies for explaining algorithmic decision-making. Government Information Quarterly **39**, 101661 (2022)