

ESTRATEGIAS COLABORATIVAS EN LA INTEGRACIÓN DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN PROCESOS EDUCATIVOS

COLLABORATIVE STRATEGIES IN THE INTEGRATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATIONAL PROCESSES

Annherys Isabel Paz Marcano¹
Raúl José Martelo Gómez²
Javier Antonio Pinedo Cabarcas³

Cómo citar: Paz Marcano, A. I., Martelo Gómez, R. J., & Pinedo Cabarcas, J. A. (2026). Estrategias colaborativas en la integración de inteligencia artificial en procesos educativos. *Conocimiento Global*, 11(S1), 176-193.
<https://doi.org/10.70165/cglobal.v11iS1.680>

Resumen

La integración de la inteligencia artificial en procesos educativos requiere la colaboración de múltiples actores con intereses, niveles de influencia y objetivos diversos. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar las relaciones entre las categorías de actores involucradas en la integración de la inteligencia artificial en los procesos educativos e identificar estrategias colaborativas que favorezcan una implementación sostenible, ética y efectiva de esta tecnología. Se desarrolló una investigación de enfoque no experimental, transeccional y descriptivo, sustentada en la revisión documental y el análisis estratégico mediante la técnica MACTOR. La valoración de las matrices de influencia entre actores y de posiciones frente a los objetivos fue realizada por un panel de ocho participantes con perfiles vinculados con la educación, inteligencia artificial, el ámbito estudiantil, y la gestión de proyectos. Los resultados permitieron identificar a los gobiernos y agencias reguladoras como actores de enlace dentro del sistema, mientras que las organizaciones no gubernamentales, las asociaciones educativas y los investigadores presentaron los mayores niveles de poder estratégico. Asimismo, se evidenciaron importantes convergencias entre la mayoría de las categorías de actores y un conflicto específico entre las empresas tecnológicas y los gobiernos en torno al desarrollo de soluciones tecnológicas. A partir de estos hallazgos se formularon ocho estrategias colaborativas orientadas a fortalecer la coordinación interinstitucional, promover marcos regulatorios consensuados, impulsar la formación continua y fomentar la investigación abierta. Estos resultados constituyen una base para enfocar la toma de decisiones y fortalecer la integración responsable de la inteligencia artificial en los procesos educativos.

Recepción: 20 de junio de 2026 / Evaluación: 19 de julio de 2026 / Aprobado: 20 de agosto de 2026

¹ Doctora en Administración. Magíster Gerencia de Recursos humanos. Licenciada Administración de Empresas. Docente e investigadora de la Universidad Popular del Cesar, Colombia. E-mail: aisabelpaz@unicesar.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7538-1563>

² Especialista en Redes y Telecomunicaciones; Magíster en informática. Ingeniero de sistemas. Profesor Investigador de Tiempo Completo del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena. Líder del Grupo de Investigación INGESINFO. Cartagena de Indias, Colombia. Email: rmartelog1@unicartagena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4951-0752>

³ Maestría en Dirección Estratégica de TI. Ingeniero de Sistemas. Docente de Tiempo Completo. Programa Ingeniería de Sistemas. Universidad de Cartagena. Email: javierpinedo@unicartagena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1819-9818>



Palabras clave: calidad de la educación; educación; estrategias educativas; innovación educacional; inteligencia artificial.

Abstract

The integration of artificial intelligence into educational processes requires the collaboration of multiple actors with diverse interests, levels of influence, and objectives. In this context, the present study aimed to analyze the relations among the actors involved in the integration of artificial intelligence into educational processes and to identify collaborative strategies that promote a sustainable, ethical, and effective implementation of this technology. A non-experimental, cross-sectional, and descriptive research approach was developed, based on a literature review and strategic analysis using the MACTOR technique. The assessment of the influence matrices among actors and their positions regarding the objectives was carried out by a panel of eight participants representing profiles related to artificial intelligence, education, project management, and the student community. The results identified governments and regulatory agencies as linking actors within the system, while non-governmental organizations, educational associations, and researchers exhibited the highest levels of strategic power. Furthermore, significant convergences were evident among most of the actors, as well as a specific conflict between technology companies and governments regarding the development of technological solutions. Based on these findings, eight collaborative strategies were formulated to strengthen inter-institutional coordination, promote consensus-based regulatory frameworks, boost continuing education, and foster open research. These results provide a basis for guiding decision-making and strengthening the responsible integration of artificial intelligence into educational processes.

Keywords: artificial intelligence; education; educational innovations; educational quality; educational strategies.

Introducción

Las innovaciones tecnológicas versátiles y disruptivas, como los dispositivos inteligentes, la IA (Inteligencia Artificial) y la cadena de bloques y las aplicaciones de software han abierto nuevas posibilidades para avanzar en el aprendizaje y la enseñanza (Duan et al., 2019). La IA ha sido aplicada en sectores como el financiero, la atención sanitaria, el transporte y la energía, las ciudades inteligentes, la seguridad y los sistemas alimentarios (Farzaneh et al., 2021), pero es en la educación, donde más ha ido ganando terreno a través de los años (Hlongwane et al., 2024), debido a que ha demostrado efectos de aplicación sólidos, contribuyendo a la reforma de la enseñanza y la gestión del área educativa (Chen et al., 2020).

En la literatura científica existe una gran diversidad de estudios que resaltan la adopción de la IA en el campo educativo, por ejemplo, Karan y Angadi (2025) exploran el potencial de la IA en el área educativa y presentan algunas observaciones sobre la integración innovadora de la IA. Asimismo, en Alam (2021), se encontró que, en las operaciones educativas, esta herramienta es un reformador y un facilitador, que alterna las características y la división del trabajo. Mientras que, en Chen et al. (2020), se determinó cómo la IA ha sido integrada a las instituciones educativas, desde el uso de sistemas educativos inteligentes en línea, hasta la utilización de robots humanoides y chatbots para realizar funciones de instructores de modo independiente.

Aunque la IA tiene el potencial de transformar el panorama educativo, los buenos resultados educativos no se producen solo por utilizar tecnologías informáticas de IA avanzadas,

sino que también se debe saber cómo integrarlas (Castañeda & Selwyn, 2018). Un estudio de Zawacki-Richter et al. (2019) encontró que existe una falta de reflexión crítica de las implicaciones teóricas, pedagógicas y éticas con la implementación de aplicaciones de IA en el campo educativo. Por otra parte, en la literatura se identificaron diversos estudios como el de Muhie y Woldie (2020), Cukurova et al. (2023), Karan y Angadi (2025) y Zakaria y Hashim (2024), entre otros, que abordan la vinculación de la IA a la educación evaluando el impacto y los factores, desde diferentes aspectos, no obstante, en la literatura existe una falta de atención con respecto a las categorías de actores involucradas en este proceso.

Para abordar esta brecha, este documento examina las dinámicas colaborativas entre los múltiples actores que participan en la integración de IA en procesos educativos (PE), se identifican los objetivos e intereses de cada una de las categorías de actores para proponer estrategias que favorezcan una implementación efectiva y sostenible de la IA en el sector educativo. En este sentido, en el enfoque de procesos de negociación, el análisis de la interacción de las categorías de actores juega un papel importante, por lo cual, en este estudio se aplica la técnica MACTOR. Este tipo de análisis estudia la posición de las categorías de actores, evalúa sus divergencias y convergencias; con el propósito de anticiparse a conflictos y coaliciones. En conclusión, este estudio busca facilitar la incorporación de IA en el campo educativo mediante la identificación de caminos colaborativos que maximicen los beneficios y minimicen las barreras, aportando en teoría y práctica en el área de la tecnología educativa.

Marco teórico

La IA se ha consolidado como uno de los principales motores de transformación de los sistemas educativos al ampliar las posibilidades de personalización del aprendizaje, automatizar procesos académicos y administrativos, fortalecer la evaluación y generar apoyo para la toma de decisiones (TD) basada en datos (Chen et al., 2020; Zawacki-Richter et al., 2019). Las innovaciones actuales relativas a los modelos de IA generativa han promovido esta transformación, debido a que son herramientas que permiten generar contenidos, ayudar en el desarrollo de las actividades docentes y enriquecer la experiencia de aprendizaje. De esta manera, se han abierto nuevas oportunidades y desafíos para las entidades educativas (Cukurova et al., 2023; Dempere et al., 2023; Liebig et al., 2024). No obstante, la efectividad para su adopción y uso no sólo radica en que existan soluciones digitales, ya que también depende de la capacidad que tienen diferentes actores para coordinar esfuerzos, fijar objetivos comunes y poner en marcha mecanismos de gobernanza que orienten su adopción.

La literatura científica parece coincidir en que la incorporación de la IA a la educación es un fenómeno sociotécnico en el que intervienen gobiernos, entidades educativas, docentes, estudiantes, empresas de tecnología, investigadores, organizaciones de la sociedad civil y autoridades reguladoras, cada uno de ellos con intereses, capacidades y niveles de influencia diferenciales (Castañeda & Selwyn, 2018; Hlongwane et al., 2024). En este sentido, la forma en que interactúan estos actores afecta a factores importantes como las infraestructuras digitales disponibles, el desarrollo de competencias, la privacidad y la protección de datos, la transparencia algorítmica, la equidad en el acceso y el establecimiento de marcos regulatorios adecuados (Alam, 2021; Celeita Murcia et al., 2026; Karan & Angadi, 2025). Por lo tanto, conocer cómo funcionan estas relaciones es importante para poder crear políticas públicas y estrategias institucionales que faciliten una incorporación sostenible de la IA en los PE.

Desde la perspectiva de la gobernanza colaborativa, la implementación de innovaciones complejas exige procesos de coordinación entre organizaciones que tienen responsabilidades

complementarias sostenidas en la construcción de consensos, confianza, negociación de intereses (Ansell & Gash, 2008). En la educación, la importancia de la participación de los actores se ve acentuada dado que las decisiones que hay que tomar sobre IA tienen implicaciones tecnológicas, pedagógicas, éticas, jurídicas y sociales que no pueden ser tratadas linealmente. La participación de los diferentes grupos de actores, por un lado, otorga una legitimidad a las decisiones que se toman en dicho marco; por otro, refuerza la capacidad institucional para gestionar el cambio y moderar conflictos derivadas de intereses contradictores (Aguirre Castillo, 2026; Teegen et al., 2004; Wawak et al., 2024).

El análisis de estas dinámicas sociales puede ser abordado a partir de herramientas de prospectiva estratégica que ayudan a representar las relaciones de poder, las convergencias y los conflictos que se dan entre los actores de un sistema. En este contexto, la metodología MACTOR se presenta como una herramienta muy utilizada para analizar influencias, dependencias y posiciones estratégicas respecto de objetivos comunes, lo que permite elaborar escenarios de cooperación y estrategias de intervención (Godet & Durance, 2011). Su aplicación resulta útil para la planificación y gestión de sistemas complejos donde la relación entre múltiples actores define la posibilidad de tomar decisiones estratégicas (Macharis & Bernardini, 2015; Macioszek et al., 2023). Desde esta óptica, la interpretación estructural de las relaciones entre los actores asociados a la inteligencia artificial en educación puede aportar evidencia para fortalecer la coordinación interinstitucional y orientar estrategias de gobernanza capaces de promover una implementación responsable, ética y sostenible de esta tecnología.

Metodología

La investigación se desarrolló bajo un diseño no experimental, de corte transversal y alcance descriptivo. No experimental, porque se desarrolló sin manipular intencionalmente las variables independientes de estudio (Gebel, 2023); transeccional porque los datos necesarios para el estudio se recopilaban en un momento dado, para describir las variables y analizar las relaciones entre estas (Wang & Cheng, 2020); y descriptivo porque se detalla de forma natural el estado, características, factores y procedimientos presentes en el proceso de integración de la IA en PE (Garg, 2016). Como fuente de información se empleó la revisión documental de literatura científica y documentos relacionados con la incorporación de inteligencia artificial en el ámbito educativo.

A partir de la revisión documental, los investigadores elaboraron una propuesta inicial de categorías de actores estratégicos vinculados con la integración de la IA en los PE. Posteriormente, esta propuesta fue sometida a valoración del panel, cuyos participantes evaluaron la pertinencia de cada categoría para su inclusión en el análisis. Como resultado de este proceso se descartaron las categorías consideradas no pertinentes y se consolidaron seis categorías de actores estratégicos: instituciones educativas, empresas tecnológicas, gobiernos y agencias reguladoras, organizaciones no gubernamentales y asociaciones educativas, investigadores y académicos, y docentes y profesionales de la educación. De manera similar, los objetivos estratégicos fueron identificados a partir de la literatura revisada y posteriormente sometidos a valoración del panel para determinar su pertinencia respecto al problema analizado, consolidándose cinco objetivos estratégicos que constituyeron la base de la matriz actor-objetivo (2MAO).

Para la valoración de las relaciones entre actores y de sus posiciones frente a los objetivos estratégicos se conformó un panel de ocho participantes, seleccionado mediante un procedimiento intencional. Los criterios de inclusión para los participantes con perfil profesional fueron contar con un mínimo de cinco años de experiencia relacionada con la educación, la gestión, la tecnología

educativa o la inteligencia artificial y poseer formación de pregrado o posgrado. En el caso de los participantes pertenecientes al grupo estudiantil, el criterio de formación correspondió a encontrarse cursando estudios de pregrado, debido a que su participación permitió incorporar la perspectiva de los estudiantes como una de las categorías de actores del sistema educativo. Los participantes fueron contactados directamente por los investigadores y participaron de manera voluntaria.

El panel estuvo integrado por dos participantes con experiencia en tecnología educativa e inteligencia artificial, dos docentes, dos administradores con experiencia en gestión de proyectos y dos estudiantes de pregrado. Cada participante diligenció las matrices de manera independiente, sin conocer ni estar condicionado por las valoraciones realizadas por los demás participantes.

Posteriormente, cada participante valoró las relaciones de influencia entre las categorías de actores mediante la Matriz de Influencias Directas (MAA), utilizando una escala de 0 a 4. Asimismo, se valoraron las posiciones de las categorías de actores frente a los objetivos estratégicos mediante la matriz actor-objetivo 2MAO correspondiente utilizando una escala de -4 a 4 para distinguir entre posiciones favorables y desfavorables respecto de los objetivos (Macioszek et al., 2023).

Una vez recopiladas las ocho valoraciones individuales, se calculó la media aritmética para cada celda de las matrices (Beins, & McCarthy, 2017). En consecuencia, el valor consolidado de cada relación correspondió al promedio de las ocho valoraciones independientes. Dado que el procedimiento de agregación se basó en la media aritmética de las valoraciones individuales, no se realizó una ronda posterior de consenso ni se modificaron las puntuaciones para resolver discrepancias entre los participantes. Las diferencias de criterio se conservaron como parte de la variabilidad de las valoraciones y fueron integradas mediante el cálculo del promedio correspondiente a cada celda.

Finalmente, las matrices consolidadas fueron procesadas mediante el método MACTOR. Esta técnica se utiliza para facilitar a un actor la TD para identificar alianzas, tensiones y puntos clave de negociación respecto a otros actores (Macharis & Bernardini, 2015). Igualmente, brinda utilidades estratégicas en diversidad de juegos, en donde participan múltiples actores, lo que se traduce en diversas posturas y objetivos relacionados (Godet & Durance, 2011). Por lo anterior, esta técnica es idónea para el estudio de la colaboración en la integración de IA educativa.

Resultados

En primer lugar, a través de la revisión documental se obtuvo un listado de las categorías de actores que intervienen en el sistema de integración de la IA en los PE. La Tabla 1 se compone de tres columnas, la primera corresponde a un código asignado que representa el actor en este estudio; la segunda, se refiere al nombre del actor y la tercera, describe el rol que cada actor desempeña en el sistema estudiado. Como muestra la tabla, la categoría A1 corresponde a las instituciones educativas, que desarrollan el rol de implementar y probar las tecnologías de IA en los PE.

Tabla 1

Actores que contribuyen en la integración de la IA en PE

Código	Actor	Rol
A1	Instituciones Educativas	Implementan y prueban tecnologías de IA en la práctica educativa.

A2	Empresas Tecnológicas		Desarrollan soluciones innovadoras de IA para resolver desafíos educativos.
A3	Gobiernos y Agencias Reguladoras		Regulan y promueven el uso ético y accesible de la IA en el campo educativo.
A4	Organizaciones Gubernamentales (ONGs) y Asociaciones Educativas	No	Facilitan la inclusión y vigilan los derechos en el uso de tecnologías educativas.
A5	Investigadores y Académicos		Proveen investigaciones y teorías que guían la implementación efectiva de IA.
A6	Docentes y Profesionales de la Educación		Aplican tecnologías de IA en la enseñanza y proporcionan retroalimentación clave.

Fuente: Elaboración propia

Se identificaron seis categorías de actores con funciones diferenciadas dentro del sistema. Las instituciones educativas y los docentes representan los principales usuarios de las soluciones basadas en IA, mientras que las empresas tecnológicas participan en su desarrollo. Por su parte, los gobiernos y agencias reguladoras establecen el marco normativo para su implementación, las organizaciones no gubernamentales promueven la inclusión y el uso responsable de estas tecnologías, y los investigadores generan conocimiento científico que orienta su desarrollo y evaluación.

Una vez identificadas las categorías de actores, se establecieron los objetivos estratégicos que orientan la integración de la IA en los PE. Estos objetivos representan los principales propósitos compartidos por las categorías de actores del sistema y constituyen la base para el análisis de convergencias y divergencias desarrollado mediante la técnica MACTOR. En este sentido, la Tabla 2 describe los objetivos generales de la integración de la IA en PE.

Tabla 2

Objetivos generales de la integración de la IA en PE

Código	Objetivo
O1	Mejorar la calidad y personalización del aprendizaje.
O2	Incrementar la eficiencia y reducir la carga administrativa en la educación.
O3	Promover la innovación y el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas.
O4	Garantizar el uso ético, seguro y equitativo de las tecnologías de IA.
O5	Facilitar la colaboración entre diversos actores para lograr una integración efectiva y sostenible de la IA en la educación.

Fuente: elaboración propia

Los objetivos definidos abarcan el mejoramiento de la calidad del aprendizaje, el incremento de la eficiencia institucional, el impulso a la innovación tecnológica, el fortalecimiento del uso ético de la IA y la consolidación de mecanismos de colaboración entre los diferentes actores.

Definida la lista de actores y objetivos, lo siguiente es evaluar las influencias directas entre actores. En esta fase se realiza una jerarquización de actores mediante la valorización de la matriz de influencia directa entre actores (MAA o Matriz de Actores X Actores), utilizando una escala del 0 a 4, donde 0: indica que un actor no tiene influencia directa sobre otro; 1: La influencia es limitada, y afecta principalmente operaciones diarias o específicas; 2: La influencia impacta a nivel

de proyectos, colaboraciones o iniciativas conjuntas; 3: La influencia es significativa, afectando la misión principal del actor y 4: La influencia es crítica, pudiendo afectar la existencia misma del actor. Los resultados de esta fase se muestran en la Figura 1 y permiten entender las relaciones de poder, colaboración y conflicto entre las categorías de actores.

Figura 1

Matriz de influencia directa entre actores (MAA)

A/I	A1	A2	A3	A4	A5	A6
A1	0	3	2	1	2	3
A2	3	0	2	1	2	2
A3	3	4	0	3	2	3
A4	1	1	3	0	2	3
A5	2	3	2	1	0	2
A6	3	2	3	1	1	0

Fuente: Elaboración propia

La matriz evidencia distintos niveles de influencia entre las categorías de actores del sistema. Las mayores valoraciones se observaron entre instituciones educativas y empresas tecnológicas, así como entre los gobiernos y las instituciones educativas, reflejando una elevada interacción entre estos participantes.

La siguiente fase consiste en completar la matriz de posiciones valoradas (2MAO), en la que se definen las relaciones de las categorías de actores y los objetivos planteados, es decir, se determina si las categorías de actores tienen objetivos compatibles o conflictivos y hasta qué punto colaboran o compiten entre sí. Para lograrlo, los participantes del panel valoraron la matriz 2MAO. En esta matriz, los valores de -4 a 4 se asignan para indicar la importancia y la posición, favorable o desfavorable, de cada objetivo para las categorías de actores de cada objetivo. Así, en la Figura 2, se detallan los resultados de la valoración de la matriz 2MAO.

Figura 2

Matriz de Actores y Objetivos (2MAO)

A/O	O1	O2	O3	O4	O5
A1	3	2	1	1	3
A2	2	0	-1	4	1
A3	1	3	4	1	2
A4	1	4	3	0	1
A5	3	1	2	2	1
A6	3	1	2	0	3

Fuente: Elaboración propia

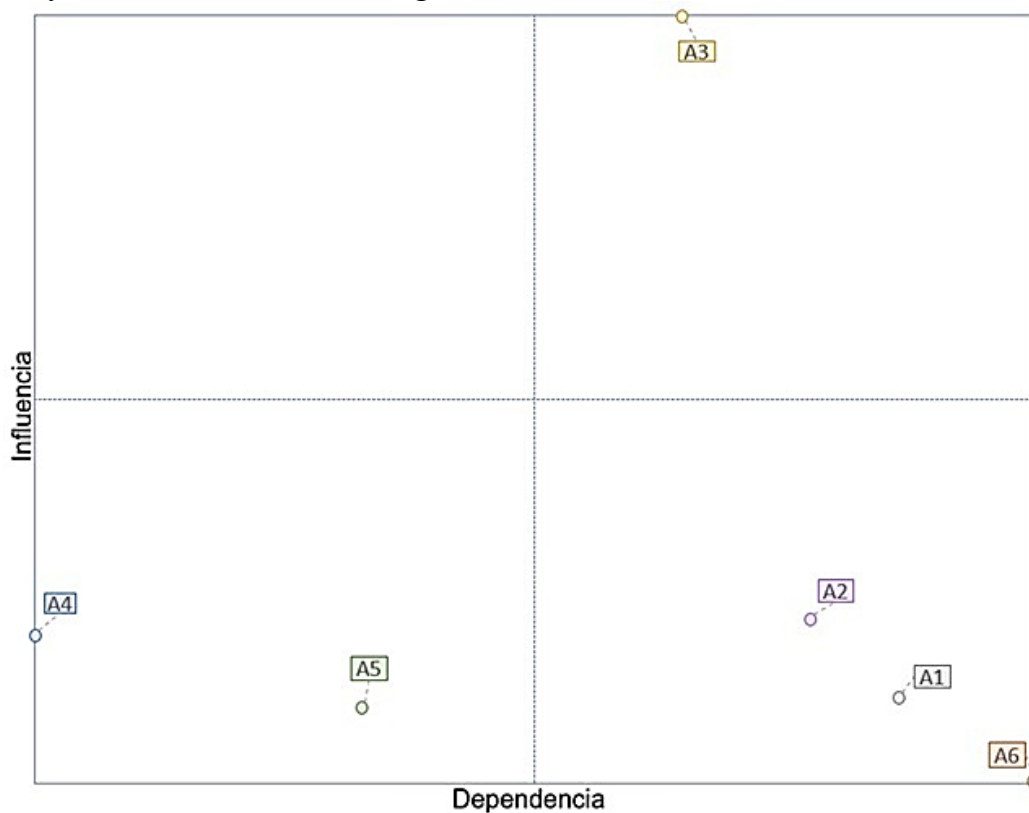
Los resultados muestran que la mayoría de las categorías de actores presentan posiciones favorables frente a los objetivos relacionados con la calidad educativa, la eficiencia institucional y

la colaboración, mientras que se identifican diferencias respecto al objetivo asociado al desarrollo de soluciones tecnológicas.

Como resultado de la matriz de influencia directa entre actores, surgió el plano de influencia directa de la Figura 3, el cual muestra de manera clasificada, las categorías de actores dominantes (cuadrante 1, superior izquierdo), de enlace (cuadrante 2, superior derecho), dominados (cuadrante 3, inferior derecho) y autónomos (cuadrante 4, inferior izquierdo).

Figura 3

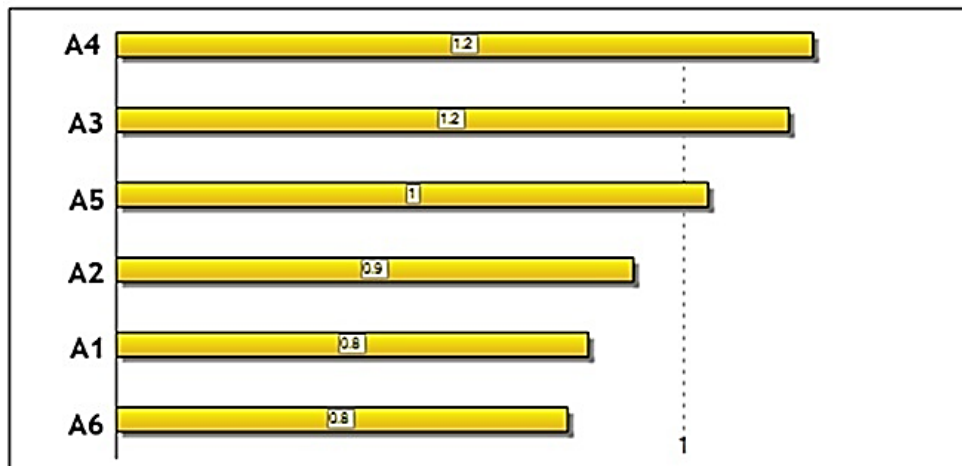
Plano de influencias directas entre categorías actores



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el histograma MIDI de la figura 4 permitió estimar el nivel de poder estratégico de cada actor considerando simultáneamente su influencia y dependencia.

Figura 4
Histograma de fuerza MIDI

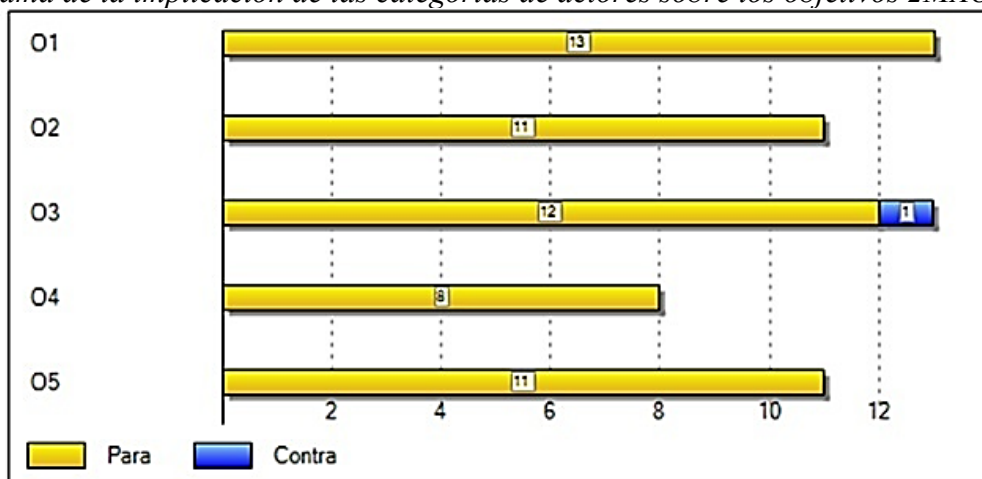


Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran diferencias en el nivel de poder de las categorías de actores, destacándose aquellos con mayor capacidad para influir en el funcionamiento del sistema.

De igual manera, la implicación de las categorías de actores frente a los objetivos estratégicos se evaluó mediante el histograma de implicación, cuyos resultados se presentan en la Figura 5.

Figura 5
Histograma de la implicación de las categorías de actores sobre los objetivos 2MAO

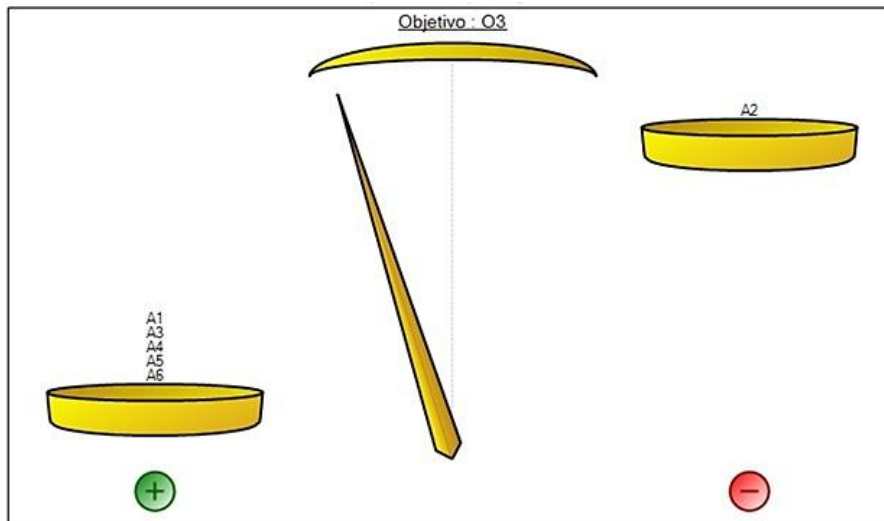


Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los objetivos presentan altos niveles de aceptación por parte de las categorías de actores. No obstante, uno de ellos evidencia posiciones divergentes que justifican un análisis más detallado.

Con el propósito de identificar las categorías de actores asociados a las divergencias observadas, se analizó el balance de posiciones por objetivo valorado (BPOV) como se contempla en la Figura 6.

Figura 6
BPOV

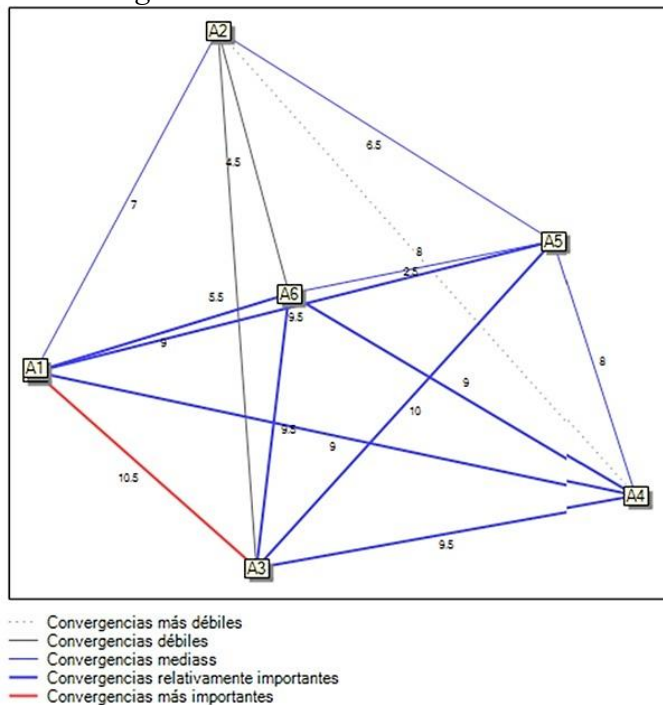


Fuente: Elaboración propia

Los resultados muestran que la principal posición divergente corresponde a las empresas tecnológicas (A2) frente al objetivo O3, relacionado con la promoción de la innovación y el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas.

Por otra parte, la Figura 7 presenta el nivel de convergencia existente entre las categorías de actores, permitiendo identificar las relaciones con mayor potencial de cooperación.

Figura 7
Gráfico de convergencia entre actores de orden 2

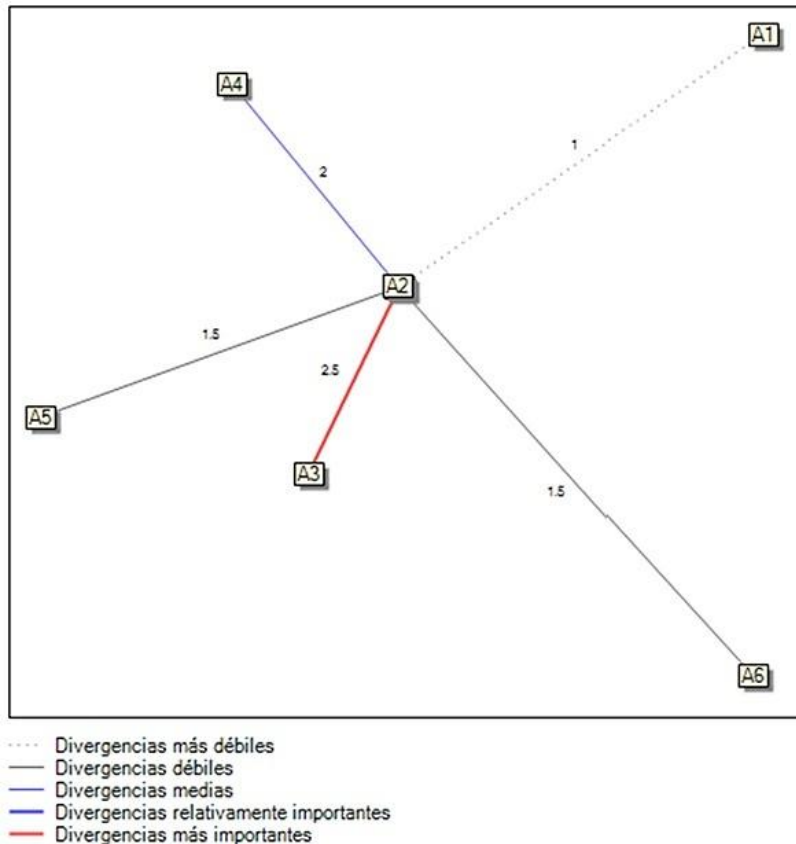


Fuente: Elaboración propia

Se observaron altos niveles de convergencia entre la mayoría de las categorías de actores, destacándose las relaciones entre instituciones educativas, gobiernos, organizaciones sociales, investigadores y docentes. Además de las convergencias, el análisis permitió identificar relaciones de divergencia entre algunos actores del sistema (Figura 8).

Figura 8

Gráfico de divergencia entre actores de orden 2



Fuente: Elaboración propia.

Las divergencias identificadas se concentran principalmente entre las empresas tecnológicas y los gobiernos, evidenciando diferencias en sus posiciones frente a determinados objetivos estratégicos.

Estrategias Colaborativas

De acuerdo con los resultados del análisis de actores y objetivos en la integración de IA en PE, se pueden proponer las siguientes estrategias colaborativas enfocadas en resolver conflictos, potenciar convergencias y asegurar que todas las categorías de actores puedan contribuir al desarrollo exitoso de la IA en la educación (Tabla 3).

Tabla 3*Estrategias colaborativas*

#	Nombre	Objetivo	Implementación
1	Alianzas Público-Privadas (APP)	Promover la colaboración entre gobiernos y empresas tecnológicas para desarrollar soluciones que cumplan con estándares regulatorios sin comprometer la innovación	Crear acuerdos que permitan a las empresas tecnológicas colaborar con agencias gubernamentales para diseñar plataformas de IA que sean seguras, inclusivas y adaptadas a las normativas.
2	Creación de consorcios educativos y tecnológicos	Unir a instituciones educativas, empresas tecnológicas, ONGs e investigadores en plataformas colaborativas para compartir conocimientos, datos y recursos	Establecer consorcios que permitan a todas las categorías de actores trabajar en conjunto para desarrollar tecnologías de IA que respondan a las necesidades educativas reales.
3	Establecimiento de normas y estándares comunes	Reducir el conflicto regulatorio entre gobiernos y empresas tecnológicas mediante la creación de normas y estándares que guíen el desarrollo de IA en la educación.	Facilitar la participación de todas las categorías de actores en la creación de marcos regulatorios que establezcan principios claros para la privacidad, la ética y la seguridad en la implementación de IA.
4	Programas de capacitación y actualización continua	Empoderar a docentes y profesionales de la educación para que adopten y utilicen tecnologías de IA de manera efectiva en sus procesos de enseñanza	Desarrollar programas de formación en colaboración con instituciones educativas y empresas tecnológicas para capacitar a los educadores en el uso de IA.
5	Promoción de la investigación abierta y la innovación compartida	Fomentar la innovación colaborativa a través de la investigación abierta que permita a investigadores, académicos y ONGs trabajar en proyectos tecnológicos que beneficien a la educación	Crear plataformas de innovación abierta donde académicos, empresas y organizaciones educativas puedan contribuir y acceder a soluciones tecnológicas de IA.
6	Mesas de diálogo intersectorial	Establecer canales de comunicación continuos para resolver conflictos y promover la convergencia de intereses entre empresas tecnológicas, gobiernos, instituciones educativas y ONGs	Organizar mesas de diálogo donde se discutan las preocupaciones y prioridades de cada actor. Los resultados de estas reuniones pueden ayudar a ajustar las estrategias y políticas de manera dinámica

7	Fondos para innovación y proyectos educativos inclusivos	Apoyar la creación de soluciones tecnológicas accesibles e inclusivas que beneficien a todas las instituciones educativas, especialmente las que enfrentan desafíos económicos.	Crear fondos compartidos entre gobiernos, empresas tecnológicas y ONGs para financiar proyectos que busquen mejorar la equidad educativa mediante el uso de IA
8	Evaluación y monitoreo colaborativo de impacto	Asegurar que las soluciones de IA implementadas en la educación realmente cumplan con los objetivos educativos y éticos establecidos	Formar equipos de monitoreo que incluyan a investigadores, académicos, ONGs y representantes gubernamentales para evaluar el impacto de la tecnología en las aulas. Esto permitirá ajustar las estrategias y asegurar que las soluciones tecnológicas sean eficientes, equitativas y sostenibles

Fuente: elaboración propia

Las estrategias formuladas incluyen acciones relacionadas con la consolidación de alianzas público-privadas, la creación de consorcios de innovación, el establecimiento de estándares comunes, la formación continua, el impulso a la investigación abierta, el diálogo intersectorial, el financiamiento de proyectos inclusivos y el monitoreo colaborativo del impacto de la IA.

Discusión

Los resultados evidencian que la integración de la inteligencia artificial en los PE constituye un fenómeno de carácter sistémico, cuya evolución depende de las relaciones de influencia, dependencia, convergencia y divergencia entre las diferentes categorías de actores. En este sentido, el análisis mediante MACTOR permitió ampliar la comprensión del sistema más allá de la identificación individual de los participantes, al examinar la estructura de relaciones que condiciona la adopción, regulación y consolidación de estas tecnologías. Esta perspectiva resulta relevante porque pone de manifiesto que la implementación de la IA en educación no depende únicamente de las capacidades tecnológicas, sino también de los mecanismos de coordinación, negociación y gobernanza establecidos entre los actores involucrados.

Uno de los resultados más importantes fue la posición que ocupan los gobiernos y las agencias reguladoras como actores de enlace. Esta posición sugiere que tienen una capacidad determinante en la decisión de la integración de la IA, pero que, a la vez, dependen notablemente de las relaciones que mantienen con actores de otra categoría. Este resultado refuerza la importancia de los mecanismos de gobernanza colaborativa, ya que la formulación de políticas y regulaciones no puede realizarse sin la participación de las instituciones educativas, las empresas tecnológicas, los investigadores y demás actores implicados en el proceso. enfatizan el papel de los marcos relacionados con la gobernanza y la regulación como brújula para poder realizar la adopción responsable de la IA, mientras que Wawak et al. (2024) o Abulibdeh et al. (2024) resaltan la importancia de la integración entre distintos sectores para llevar a cabo procesos de transformación tecnológica y educativa.

Otro hallazgo relevante fue la ausencia de categorías de actores claramente dominantes en el sistema. Este hallazgo indica que integrar la IA a los PE no está controlado por un único actor (en particular, por un único actor dominante), sino que depende de una red interrelacionada de relaciones, decisiones y de procesos negociados entre actores con capacidades diferenciadas. Por tanto, la transformación digital educativa requiere modelos de gobernanza compartida capaces de articular intereses institucionales, tecnológicos, académicos, regulatorios y sociales. La ausencia de un actor con control predominante también incrementa la importancia de los mecanismos de coordinación, dado que las decisiones adoptadas por una categoría pueden verse condicionadas por las capacidades, intereses y respuestas de las demás.

El análisis realizado del histograma de fuerza mostró una situación relativamente dominada por las organizaciones no gubernamentales y asociaciones educativas; los gobiernos y agencias reguladoras, los investigadores y los académicos. Este resultado responde a que la capacidad estratégica del sistema no se produce exclusivamente en función de quienes desarrollan o utilizan de forma inmediata las tecnologías de IA. Por el contrario, se vuelven especialmente importantes aquellos actores que tienen una vinculación con la regulación, con la producción del conocimiento, y con la representación de intereses sociales. Esta configuración coincide con planteamientos que destacan la importancia de los marcos regulatorios, la generación de conocimiento científico y la participación de organizaciones sociales para favorecer procesos de innovación responsables e inclusivos (Chen et al., 2020; Dempere et al., 2023; Gali & Schechter, 2020; Teegen et al., 2004; Zawacki-Richter et al., 2019).

En contraste, las instituciones educativas, las empresas tecnológicas y los docentes y profesionales de la educación presentaron una menor fuerza estratégica relativa dentro de la estructura analizada. Este resultado no implica que su participación sea secundaria, pues estas categorías cumplen funciones esenciales en el desarrollo, adopción y utilización de las tecnologías de IA. Más bien, indica que su capacidad de incidir en el conjunto del sistema se encuentra más condicionada por las relaciones que mantienen con actores vinculados con la regulación, la investigación y la representación social. Por ello, los resultados sugieren que la integración sostenible de la IA no depende únicamente de quienes desarrollan o utilizan directamente las tecnologías, sino de la articulación entre capacidades tecnológicas, pedagógicas, científicas, regulatorias y sociales. Desde esta perspectiva, fortalecer la coordinación interinstitucional constituye una condición relevante para consolidar modelos de gobernanza orientados a una implementación ética y sostenible de la IA en educación.

El análisis de convergencias evidenció un elevado grado de coincidencia entre varias categorías de actores respecto a los objetivos estratégicos de integración de la IA. Particularmente, se observaron relaciones de convergencia entre instituciones educativas, gobiernos y agencias reguladoras, organizaciones no gubernamentales y asociaciones educativas, investigadores y académicos, y docentes y profesionales de la educación. Esta coincidencia constituye una condición favorable para el desarrollo de iniciativas colaborativas, debido a que revela la existencia de intereses compatibles en aspectos relacionados con la calidad educativa, la eficiencia institucional, el uso responsable de la IA y la colaboración entre actores. En términos estratégicos, estas convergencias pueden facilitar la formación de alianzas orientadas al fortalecimiento de capacidades institucionales, la formación del talento humano, la investigación aplicada y la formulación de políticas para la innovación educativa.

Estos resultados son consistentes con lo planteado por Castañeda y Selwyn (2018), quienes destacan el carácter colectivo de los procesos de adopción tecnológica, y con Teegen et al. (2004), quienes señalan la relevancia de las redes de cooperación para fortalecer la capacidad institucional

y la transferencia de conocimiento. No obstante, el análisis también reveló una divergencia específica entre las empresas tecnológicas y los gobiernos y agencias reguladoras respecto al objetivo O3, relacionado con la promoción de la innovación y el desarrollo de nuevas soluciones tecnológicas. La posición desfavorable de las empresas tecnológicas frente a este objetivo constituye un resultado particularmente relevante, dado que podría esperarse una mayor alineación de este actor con la promoción de la innovación y el desarrollo de soluciones tecnológicas.

En contraste, los gobiernos y agencias reguladoras presentaron una posición ampliamente favorable. Sin embargo, el análisis MACTOR permite identificar esta divergencia, pero no determinar las razones que la originan. Por ello, el hallazgo debe interpretarse con cautela y como un punto potencial de negociación que requiere mecanismos de diálogo capaces de identificar las preocupaciones, restricciones e intereses particulares de ambos actores. Asimismo, plantea la necesidad de que futuras investigaciones profundicen, mediante técnicas cualitativas, en los criterios e intereses que explican esta posición. Desde una perspectiva más amplia, la literatura ha señalado que las relaciones entre innovación y regulación constituyen uno de los principales desafíos de la gobernanza de la inteligencia artificial (Dempere et al., 2023; Liebig et al., 2024).

Además, las estrategias colaborativas desarrolladas a través del análisis constituyen una de las principales contribuciones prácticas del análisis, debido a que traducen las relaciones de influencia, convergencia y divergencia identificadas en acciones concretas de coordinación. En particular, las alianzas público-privadas, los marcos regulatorios consensuados o las mesas de diálogo intersectorial, en particular, surgen como respuesta a la necesidad de gestionar la divergencia entre empresas tecnológicas y gobiernos y agencias reguladoras. Por su parte, la creación de consorcios, los programas de formación, la investigación abierta, el financiamiento de proyectos inclusivos y el monitoreo colaborativo buscan aprovechar las convergencias existentes entre las demás categorías de actores. De esta forma, las estrategias propuestas no son acciones solitarias, sino mecanismos derivados de la estructura relacional identificada en el análisis de la red de actores y están orientadas a facilitar una integración más coordinada, ética y sostenible de la IA en los PE.

Desde una perspectiva metodológica, la aplicación de MACTOR ha mostrado de forma muy adecuada la utilidad para analizar un proceso de innovación educativa de características interactivas entre múltiples actores. En contraposición a enfoques centrados únicamente en las dimensiones tecnológicas o pedagógicas, la aplicación de este método permitió integrar una perspectiva estratégica que considerara las relaciones de influencia, dependencia, convergencia y divergencia propias del sistema que se analizó. Además, su aplicación permitió la identificación de actores que tienen una mayor fuerza estratégica e incluso las posibles alianzas y puntos de confrontación que pueden condicionar la formulación de acciones colaborativas. Sin embargo, dado que los resultados dependen de las categorías de actores que se eligen, y de las valoraciones hecha por el panel participante, su utilización en otros contextos supone tener que adecuar las dimensiones de actores, objetivos y valoraciones a las particularidades del sistema educativo analizado. En este sentido, MACTOR puede constituir una herramienta complementaria para apoyar procesos de planificación y TD acerca de la integración de tecnologías emergentes en educación.

Conclusión

El análisis de actores y objetivos en la integración de IA en PE reveló que las categorías de actores clave potenciales son A3, A4 y A5, ya que estos actores pueden estar presentes en TD. De igual modo, la mayoría de actores mostró una alta convergencia, lo que sugiere que las estrategias

colaborativas deben involucrar a todas las categorías de actores. En este sentido, la clave para una integración efectiva de IA en el campo educativo será promover un entorno en el que todas las categorías de actores puedan colaborar para lograr objetivos comunes, beneficiando tanto a la tecnología como a los PE. En consecuencia, se propusieron estrategias colaborativas que abordan las necesidades identificadas en el análisis de actores, buscando fomentar la cooperación entre las partes interesadas, resolver conflictos potenciales y aprovechar las oportunidades de convergencia. Se espera que estos resultados puedan ser utilizados como base para gestionar la integración exitosa de la IA en los PE.

Entre las principales limitaciones del estudio se encuentra el carácter intencional y reducido del panel de participantes, por lo que las valoraciones obtenidas representan el juicio del grupo consultado y no deben generalizarse automáticamente a todos los contextos educativos. Asimismo, la identificación y valoración de las relaciones entre las categorías de actores y los objetivos estratégicos se encuentran sujetas al contexto y al momento en que se realizó el análisis. De esta manera, cualquier tipo de cambio tecnológico, regulatorio o institucional podría cambiar las relaciones que han sido identificadas. Finalmente, el uso de valores agregados mediante la media aritmética permite construir una valoración colectiva, pero puede atenuar diferencias relevantes entre las perspectivas individuales de los participantes. En consecuencia, los resultados deben interpretarse como una aproximación estratégica al sistema analizado y no como relaciones universales o estáticas entre los actores involucrados.

Los resultados también ponen de relieve el alto potencial de la prospectiva estratégica en la planificación de la transformación digital educativa. Para ello, futuras líneas de investigación podrían integrar MACTOR con técnicas como MICMAC, MULTIPOL o SMIC-Prob-Expert para analizar escenarios prospectivos, evaluar alternativas estratégicas y respaldar la formulación de políticas públicas en distintos contextos educativos.

Referencias bibliográficas

- Abulibdeh, A., Zaidan, E., & Abulibdeh, R. (2024). Navigating the confluence of artificial intelligence and education for sustainable development in the era of industry 4.0: challenges, opportunities, and ethical dimensions. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140527>
- Aguirre Castillo, D. A. (2026). Inteligencia artificial en procesos de selección de personal: Sesgos y oportunidades. *Conocimiento Global*, 11(1), 33–43. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v11i1.650>
- Alam, A. (2021). Possibilities and apprehensions in the landscape of artificial intelligence in education. *International Conference on Computational Intelligence and Computing Applications (ICCICA)IEEE.*, 1-8. <https://doi.org/10.1109/ICCICA52458.2021.9697272>
- Ansell, C., & Gash, A. (2008). Collaborative governance in theory and practice. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18(4), 543–571. <https://doi.org/10.1093/jopart/mum032>
- Beins, B., & McCarthy, M. (2017). Research methods and statistics. *Cambridge University Press*. https://www.google.com.co/books/edition/Research_Methods_and_Statistics/3y42DwAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&dq=Research+methods+and+statistics&printsec=frontcover
- Castañeda, L., & Selwyn, N. (2018). More than tools? Making sense of the ongoing digitizations of higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15, 1-10. <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0109-y>

- Celeita Murcia, O., Arango Pastrana, C., & Peña Montoya, C. (2026). Aceptación del e-learning en la educación superior: Un análisis bibliométrico de la producción científica en Scopus (2015–2024). *Conocimiento Global*, 11(1), 13–32. *Conocimiento Global*, 11(1), 13-32. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v11i1.633>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Cukurova, M., Miao, X., & Brooker, R. (2023). Adoption of artificial intelligence in schools: unveiling factors influencing teachers' engagement. In *International conference on artificial intelligence in education*. Springer Nature, 151-163. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36272-9_13
- Dempere, J., Flores, P., & Allam, H. (2023). The challenges posed by national artificial intelligence strategies and policies on higher education institutions. *Proceedings of the HCT International general education conference*, 185-200. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-286-6_15
- Duan, Y., Edwards, J., & Dwivedi, Y. (2019). Artificial intelligence for decision making in the era of big data–evolution, challenges and research agenda. *International Journal of Information Management*, 48, 63–71. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.01.021>
- Farzaneh, H., Malehmirchegini, L., Bejan, A., Afolabi, T., Mulumba, A., & Daka, P. (2021). Artificial intelligence evolution in smart buildings for energy efficiency. *Applied Sciences*, 11(2), 763. <https://doi.org/10.3390/app11020763>
- Gali, Y., & Schechter, C. (2020). NGO involvement in education policy: Principals' voices. *International Journal of Educational Management*, 34(10), 1509-1525. <https://doi.org/10.1108/IJEM-02-2020-0115>
- Garg, R. (2016). Methodology for research I. *Indian Journal of Anaesthesia*, 60(9), 640–645. <https://doi.org/10.4103/0019-5049.190619>
- Gebel, M. (2023). Causal inference based on non-experimental data in health inequality research. *Handbook of Health Inequalities Across the Life Course*, 93-111. <https://doi.org/10.4337/9781800888166.00014>
- Godet, M., & Durance, P. (2011). *Strategic foresight for companies and territories*. Dunod.
- Hlongwane, J., Shava, G., Mangena, A., & Muzari, T. (2024). Towards the integration of artificial intelligence in higher education, challenges and opportunities: the African context, a case of Zimbabwe. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 8(3S), 417-435. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2024.803028S>
- Karan, B., & Angadi, G. (2025). Artificial intelligence integration into school education: A review of Indian and foreign perspectives. *Millennial Asia*, 16(1). <https://doi.org/10.1177/09763996231158229>
- Liebig, L., Güttel, L., Jobin, A., & Katzenbach, C. (2024). Subnational AI policy: shaping AI in a multi-level governance system. *AI & Society*, 39(3), 1477-1490. <https://doi.org/10.1007/s00146-022-01561-5>
- Macharis, C., & Bernardini, A. (2015). Reviewing the use of Multi-Criteria Decision Analysis for the evaluation of transport projects: Time for a multi-actor approach. *Transport Policy*, 37, 177-186. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.11.002>
- Macioszek, E., Cieśla, M., & Granà, A. (2023). Future development of an energy-efficient electric scooter sharing system based on a stakeholder analysis method. *Energies*, 16(1), 554. <https://doi.org/10.3390/en16010554>

- Muhie, Y., & Woldie, A. (2020). Integration of artificial intelligence technologies in teaching and learning in higher education. *Science and Technology*, 10(1), 1-7. <https://doi.org/10.5923/j.scit.202001001.01>
- Teegen, H., Doh, J., & Vachani, S. (2004). The importance of nongovernmental organizations (NGOs) in global governance and value creation: An international business research agenda. *Journal of International Business Studies*, 35, 463–483. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8400112>
- Wang, X., & Cheng, Z. (2020). Cross-sectional studies: strengths, weaknesses, and recommendations. *Chest*, 158(1), S65-S71. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.03.012>
- Wawak, S., Teixeira, J., & Sampaio, P. (2024). Quality 4.0 in higher education: reinventing academic-industry-government collaboration during disruptive times. *The TQM Journal*, 36(6), 1569-1590. <https://doi.org/10.1108/TQM-07-2023-0219>
- Zakaria, N., & Hashim, H. (2024). Shaping the future of education: Conceptualising pre-service teachers' perspectives on artificial intelligence integration. *International Journal of Academic Research in Business & Social Sciences*, 14(5). <https://dx.doi.org/10.6007/IJARBSS/v14-i5/21584>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>