

UNIVERSIDADES COMO SISTEMAS COMPLEJOS LOS DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL MEDIADA POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

FECHA DE RECEPCIÓN: 21-10-25 / FECHA DE ACEPTACIÓN: 10-11-25

Carlos Alberto Flores Sánchez

PROFESOR INVESTIGADOR DE LA FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

Correo: carlos.flores@uabc.edu.mx

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1516-166X>

RESUMEN

El presente capítulo presenta desafíos y oportunidades que actualmente enfrentan las Instituciones de Educación Superior (IES) en el desarrollo e implementación de políticas institucionales de Transformación Digital (Tx) mediada por la Inteligencia Artificial Generativa (IAG), desde el enfoque de la teoría de la complejidad. Se parte de que las IES operan como sistemas dinámicos e interdependientes, donde el rumbo que se genera a partir de las decisiones tecnológicas, pedagógicas y organizativas es difícil de prever. Por lo tanto, la Tx debe entenderse como algo más que la implementación de tecnologías digitales; más bien, sirve como un mecanismo para la transformación cultural y organizacional, mediante el uso de tecnologías digitales, donde se transforman los métodos de enseñanza, investigación y gestión. La llegada de la IAG a las IES marca un antes y un después de todas sus actividades, la educación empieza a ser diferente, pues la IA lleva a nuevos modos de producción de conocimiento y colaboración intelectual, ambos influyen en las prácticas de enseñanza, de gestión y de gobernanza de las IES. La IAG trae consigo aprendizaje personalizado y eficiencia institucional, así como dilemas éticos y de equidad que rodean a

la IAG y que las políticas institucionales deben abordar. Esto es particularmente desafiante en una era de complejidad, el objetivo de este trabajo es conceptualizar cómo se podrían integrar sistemas de IAG como un proceso no lineal y de aprendizaje coevolutivo, pues las organizaciones pueden crear un sistema de autoorganización, retroalimentación y adaptabilidad, lo que hace que tales características innovadoras organizacionales sean necesarias. Este capítulo propone que el uso de la IAG debe servir como una herramienta de inteligencia colectiva y resiliencia organizacional, permitiendo a las instituciones de educación superior aprovechar su propia complejidad y navegar con éxito los inevitables procesos de cambio.

Palabras Clave: Teoría de la complejidad, Transformación Digital, Inteligencia Artificial Generativa.

ABSTRACT:

This chapter analyzes the challenges and opportunities faced by universities in implementing institutional policies for digital transformation mediated by Generative Artificial Intelligence (GAI), from the perspective of complexity theory. It starts from the recognition that Higher Education Institutions (HEIs) operate as dynamic and interdependent systems, where technological, pedagogical, and organizational decisions generate emergent effects that are difficult to predict. In this framework, digital transformation is understood not only as the adoption of technologies, but also as a process of cultural, organizational, and cognitive reconfiguration that redefines models of teaching, research, and management.

The emergence of generative AI in HEIs represents a turning point, as it introduces new forms of intellectual creation and collaboration that impact both teaching practices and university governance. However, along with opportunities for learning personalization and institutional efficiency, ethical, epistemological, and equity challenges arise, demanding adaptive and sustainable policies. From the perspective of complexity theory, it is proposed that these processes be understood as nonlinear phenomena, in constant learning and coevolution, where self-organization, feedback, and adaptability are essential elements for institutional innovation.

The chapter concludes that the integration of generative AI should be seen as an opportunity to strengthen collective intelligence and organizational resilience, promoting universities capable of learning from their own complexity and responsibly leading change processes in the digital age.

Keywords: Complexity Theory, Digital Transformation, Generative Artificial Intelligence.

1. INTRODUCCIÓN

Analizar, desde la teoría de la complejidad, los principales desafíos y oportunidades que enfrentan las IES en la implementación de políticas institucionales de Tx e innovación educativa mediadas por IAG es fundamental porque permite comprender estos procesos como sistemas dinámicos, interconectados y en constante adaptación. Las IES no existen necesariamente en ámbitos lineales, sino más bien en ecosistemas donde la tecnología, la pedagogía y la organización crean nuevos niveles de impacto en aquellos que conectan instituciones, educación y estudiantes en todos los niveles. El análisis de documentos de regulación, estrategias digitales y literatura académica puede resaltar tendencias, tensiones y patrones recurrentes indicativos de una gobernanza universitaria sensible a sistemas inciertos e interdependientes. Este trabajo considera la Tx bajo un nuevo enfoque, reinterpretada como un fenómeno evolutivo donde la inteligencia artificial generativa sirve no solo como una herramienta sino como un catalizador para el nuevo conocimiento, la colaboración y la adaptabilidad.

2. CONTEXTO GLOBAL DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL Y LA IAG

Desde una perspectiva internacional, la Tx no es una alternativa estratégica sino más bien una condición estructural para el desarrollo social, económico, político y educativo. Las organizaciones del sector público y privado, incluidas las universidades, se adaptan bajo estas condiciones. La Tx cambia los modos de producción, comunicación, enseñanza y métodos de aprendizaje. Esta transformación, es más que una adopción tecnológica, es un cambio en las capacidades organizativas, patrones de gobernanza y competencias humanas necesarias para funcionar en entornos conectados y potenciados por datos (Liu et al., 2021). A nivel internacional, también surgen instrumentos políticos y estratégicos como el Plan de Acción de Educación Digital de la Comisión Europea (2021) o la Agenda Digital para América Latina y el Caribe (eLAC) de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (s.f.), que buscan promover la capacidad de las organizaciones para aprovechar la tecnología para la educación, estimular la innovación y reducir las brechas digitales. Sin embargo, la acelerada tasa de cambio y la creciente complejidad del ecosistema digital requiere de respuestas flexibles y a nivel de sistema que incorporen la interacción entre la base tecnológica, la cultura corporativa y el sistema de valores institucionales (Bitar & Davidovich, 2024). La penetración de la IAG implica transformación en las organizaciones (Jain et al., 2022). La IAG también es diferente de las tecnologías desarrolladas anteriormente, pues no solo es capaz de automatizar tareas, sino también de generar contenido basado en esa funcionalidad y de modelar el razonamiento y la interacción cognitiva con los seres humanos, y por lo tanto puede ser utilizada más ampliamente, en la investigación, la enseñanza, la gestión universitaria (Bozkurt et al., 2021; Chang et al., 2023; Kohnke et al., 2023). Este avance está promoviendo la reorganización de las IES para ser más personalizadas, interactivas y adaptativas (Akavova et al., 2023). Pero esto

plantea preguntas éticas y regulatorias sobre la autoría, la veracidad, la transparencia algorítmica y la equidad de acceso. Los estudios internacionales sobre la IAG universitaria desafían a las universidades a integrarla mientras preservan su papel crítico y formativo, generando finalmente políticas institucionales que puedan equilibrar la innovación y la responsabilidad (Chan, 2023). Usando la teoría de la complejidad para interpretar estos fenómenos como procesos emergentes, sobre cómo la IAG es una tecnología digital que se sube al tren de la Tx y que la adaptación, la cooperación y la inteligencia colectiva son necesarias para ajustarse a las incertidumbres y trabajar por un futuro educativo más sostenible (Alenezi, 2021; Michel-Villarreal et al., 2023).

3. JUSTIFICACIÓN DEL ENFOQUE DE COMPLEJIDAD

Al representar a las IES como sistemas adaptativos complejos con actores humanos, tecnológicos, organizacionales y regulatorios que interactúan en patrones no lineales, la teoría de la complejidad proporciona un marco teórico suficiente para explorar el mecanismo a través del cual opera la Tx mediada por IAG en las IES. A diferencia de teorías predecesoras, que descomponen los fenómenos en piezas pequeñas, la teoría de la complejidad reconoce las múltiples interacciones de los componentes del sistema. Estas interacciones permiten conocer el comportamiento del sistema educativo y como este conduce a resultados impredecibles y en constante cambio (Ngafeeson, 2021).

Esto significa que las IES se desempeñan como parte de diferentes ecosistemas y que se organizan dinámicamente, aprenden y responden a entornos tecnológicos en constante cambio (Bahroun et al., 2023; Mutebi et al., 2020). Es así, como en el marco de la IAG, esta visión se abre a la aplicación de un nuevo conjunto de tecnologías y una nueva forma de conocer y entender las conexiones entre profesores y estudiantes, plataformas y datos de una manera rica, mutuamente interdependiente y sensible al cambio (Crompton & Burke, 2023). Esta teoría de la complejidad puede utilizarse para justificar la implementación en el proceso de estudio porque ofrece herramientas conceptuales para entender la incertidumbre y la no linealidad que acompañan a los procesos de Tx (Almatrodi & Skoumpopoulou, 2023). La Tx y el cambio de la IAG no pueden planificarse ni controlarse con total precisión, porque actúan sistémicamente a través de bucles de retroalimentación, situaciones espontáneas y aprendizaje colectivo (Ly, 2023). Bajo esta lógica, las políticas institucionales deben ser flexibles, iterativas y orientadas al aprendizaje organizacional continuo, más que a la ejecución de planes rígidos.

Comprender la Transformación Digital desde la complejidad permite diseñar estrategias que integren distintos niveles, por ejemplo: individual, organizacional y social, y que reconozcan que el cambio tecnológico no se impone, sino que nace del diálogo entre la cultura, la tecnología y las prácticas educativas (Li, 2020). En resumen, este enfoque permite pasar de una visión instrumental de la Transformación Digital a una visión

ecosistémica y adaptativa, donde la Transformación Digital se entiende como un proceso evolutivo colectivo que determina constantemente el papel de las IES en la sociedad del conocimiento.

4. TEORÍA DE LA COMPLEJIDAD APLICADA A LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Una pieza clave para ubicar el problema es el artículo de Woodside et al. (2018) que explica cómo la teoría de la complejidad propone modelar sistemas donde los resultados no derivan simplemente de condiciones necesarias o suficientes, sino de múltiples interacciones, retroalimentaciones y dinámicas emergentes. Desde esta perspectiva, las Instituciones de Educación Superior (IES) se conciben como sistemas complejos adaptativos: múltiples actores (docentes, estudiantes, gestores, tecnología, políticas) interactúan, generan efectos emergentes, se auto-organizan y requieren adaptabilidad. Por ejemplo, el estudio de Farias-Gaytan et al. (2023) desarrolla una revisión de 202 artículos derivados de Scopus/ WoS donde concluyen que la transformación digital va más allá de incorporar tecnología, pues involucra cultura, procesos, competencias y valores (Farias-Gaytan et al., 2023).

5. PRINCIPALES DESAFÍOS IDENTIFICADOS EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LAS IES

Diversos estudios han identificado barreras a la transformación digital de las IES que pueden ser mejor entendidas desde el enfoque de la complejidad. El trabajo de Singun (2025) identifica nueve dimensiones de barreras a la transformación digital: 1) visión/ estrategia digital, 2) liderazgo, 3) organización digital, 4) recursos, 5) competencia digital, 6) gestión de stakeholders, 7) cultura digital, 8) aspectos académicos, y 9) ética digital (Singun, 2025). Estas dimensiones se pueden cruzar, por ejemplo, una débil cultura digital afecta competencias y liderazgo, lo cual impacta recursos y organización.

En el estudio de Farias-Gaytán et al. (2023) se concluye que grandes retos están relacionados con la formación docente, la alfabetización digital tanto de profesores como de estudiantes, y la falta de investigaciones orientadas a la media literacy (alfabetización mediática) en IES. En una investigación de caso de estudio se explora cómo una IES gestiona la transformación digital y concluye que las dinámicas de poder, la resistencia al cambio, la fragmentación departamental y la coordinación entre unidades son obstáculos clave (Antonopoulou et al., 2023).

Desde la perspectiva de la complejidad, estos desafíos apuntan a que la transformación digital de las IES no se da solo por la implementación de tecnologías, sino que es necesario la coordinación de subsistemas, gestión de adaptabilidad, monitoreo de efectos emergentes, y reflexión sobre cómo los actores interactúan en contextos no lineales (Howden, 2021; Nandy et al., 2020).

6. RETOS Y OPORTUNIDADES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA EN IES

Aunque la literatura aún es incipiente respecto a la teoría de la complejidad y la IAG en IES, hay varias revisiones sistemáticas que ofrecen pistas muy útiles, por ejemplo Batista et al. (2024) revisa artículos empíricos entre 2023–2024 publicados en Scopus/Web of Science sobre IA generativa (GenAI) en educación superior. Concluye que GenAI impulsa nuevas prácticas en enseñanza/aprendizaje e institucionales, pero simultáneamente genera desafíos éticos, de integridad académica, competencia docente y gobernanza (Batista et al., 2024). McGrath et al. (2025) examinan 23 estudios empíricos sobre chatbots basados en modelos de lenguaje en educación superior desde diciembre 2022 a diciembre 2023, y señala que hay tanto discursos utópicos como distópicos, y una falta de base teórica sólida común (McGrath et al., 2025). En el artículo de Zamir et al. (2025) se menciona explícitamente un enfoque de sistemas complejos (complex systems approach) para mapear ciclos de retroalimentación en la transformación institucional por IA (Zamir et al., 2025).

6.1 OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS DE LA IAG EN IES

En la literatura académica se identifican diversas oportunidades derivadas de la integración de la inteligencia artificial generativa (IAG) en las instituciones de educación superior, destacando su capacidad para transformar procesos de enseñanza, aprendizaje y gestión. IAG permite retroalimentación personalizada e inmediata (por ejemplo, los sistemas modifican el contenido y las recomendaciones según los resultados del desarrollo del estudiante, promoviendo así el aprendizaje personalizado) con retroalimentación que puede integrarse inmediatamente con experiencias diseñadas para individuos (Sánchez-Prieto et al., 2025; Sousa et al., 2025).

Mientras tanto, la automatización de tareas docentes y administrativas, incluyendo la revisión de tareas y la creación de contenido/materiales educativos, también puede ahorrar tiempo y permitir que los académicos se concentren en tareas pedagógicas adicionales (Al-Shabandar et al., 2024; Batista et al., 2024). La capacidad que aporta el IAG permite los nuevos modelos pedagógicos e híbridos mediante la colaboración entre docentes y sistemas generativos, lo que puede convertirse en las condiciones para la co-creación y las reconfiguraciones continuas de los modelos de aprendizaje (Alier et al., 2024; García-Peñalvo, 2024).

Además, las instituciones académicas han comenzado a redactar casos de uso de IAG en varias áreas universitarias y esto hace que el desarrollo de dinámicas de adopción institucional sea nuevo (Belkina et al., 2025). A través de rutas de aprendizaje que se adaptan dinámicamente según el rendimiento de los estudiantes y priorizan el avance de los resultados académicos de los estudiantes, el IAG también mejora la adaptación de las

experiencias de aprendizaje adaptativo (Sánchez-Prieto et al., 2025). Y en el campo de la organización, la capacidad de procesar grandes volúmenes de datos mejora el análisis de datos en la educación, lo que ayuda a identificar patrones, prever riesgos y diseñar intervenciones basadas en evidencia, llevando a la efectividad en todos los sectores de las IES (Almassaad et al., 2024; Al-Shabandar et al., 2024).

El IAG también puede ayudar en la toma de decisiones estratégicas al producir modelos estadísticos y predictivos para ayudar a las instituciones de educación superior en la formulación de políticas, tanto del tipo como de las características de la gobernanza institucional y académica (Jin et al., 2025). Estas oportunidades ilustran colectivamente las posibilidades del IAG para las IES basadas en políticas responsables, instituciones de monitoreo y una comprensión de la complejidad de los entornos educativos actuales.

6.2 DESAFÍOS DE LA IAG EN IES

El arribo de la IAG plantea de desafíos críticos para las IES, uno de los principales es la integridad académica. Estudios recientes muestran que la IAG facilita la producción de trabajos de calidad con mínima supervisión del estudiante, lo cual vulnera las perspectivas tradicionales de originalidad y autoría (Kofinas et al., 2025). De igual forma, las instituciones enfrentan dificultades para establecer cierta confianza en el uso de la IAG, debido a que muchos docentes y tomadores de decisiones perciben falta de certidumbre sobre el control, la confiabilidad de los resultados y los marcos normativos adecuados (Barus et al., 2025). Este déficit de confianza crece por la falta de políticas institucionales que sean claras sobre la autorización o supervisión de usos de IA generativa, lo que incrementa el riesgo de brechas de competencia entre docentes y resistencia general al cambio tecnológico (Kofinas et al., 2025).

Desde la perspectiva de la teoría de la complejidad, la introducción de la IAG transforma la institución en un ecosistema dinámico: nuevos actores (algoritmos, plataformas, datos), nuevas interacciones (docente-IA-estudiante, administración-IA) y sucesos inesperados que pueden producir efectos no deseados. En este contexto, la gobernanza y la adaptabilidad institucional cobran importancia, pues sin los mecanismos de supervisión adecuados y sin una visión sistémica de lo que representa la integración de la IAG en forma de subsistemas interconectados, la IAG puede generar caos organizacional o efectos emergentes contraproducentes (Barus et al., 2025). Además, los riesgos éticos y de sesgo vinculados con los modelos generativos, son un tema a considerar, por ejemplo, su propensión a producir inequidades o a generar contenidos no verificados, exigen un enfoque proactivo de gobierno institucional que pueda gestionar la complejidad del sistema, fomentando tanto la inclusión como la resiliencia (Kofinas et al., 2025)

Implicaciones para las políticas institucionales desde ambos enfoques (transformación digital + IA generativa)

Esta combinación (transformación digital + IA generativa) en una IES que se entiende como sistema complejo genera implicaciones específicas:

6.3 VISIÓN SISTÉMICA Y ADAPTABILIDAD

Las políticas institucionales deben considerar que la IES opera como un sistema con múltiples subsistemas que se interrelacionan (docencia, investigación, administración, tecnología, gobernanza). Las políticas de transformación digital + IAG no pueden implementarse en silo, sino coordinadas y adaptativas (Dempere et al., 2023; Eze et al., 2020; Lee, 2025; Luong et al., 2024).

6.4 GESTIÓN DE CICLOS RETROALIMENTATIVOS Y EMERGENCIAS

Como los estudios mencionan, la IA generativa introduce feedback loops (por ejemplo: mayor uso → mayor datos → mayor sofisticación del sistema → nuevas prácticas pedagógicas). Según el enfoque de complejidad, la institución debe monitorear, aprender y redireccionar dichas dinámicas (Zamir et al., 2025).

6.5 POLÍTICAS DE GOBERNANZA, ÉTICA Y CULTURA ORGANIZACIONAL

Las barreras identificadas (liderazgo digital, cultura, recursos, ética) requieren políticas que vayan más allá de la tecnología. El enfoque de complejidad enfatiza que la cultura, valores y competencias son tan importantes como los sistemas técnicos (Dempere et al., 2023).

6.6 INNOVACIÓN EDUCATIVA MEDIADA POR IA COMO OPORTUNIDAD DE CAMBIO EMERGENTE

Desde la teoría de la complejidad, la innovación no es lineal: la IA puede catalizar nuevos modos de aprendizaje, colaboración, investigación y gestión institucional que emergen de interacciones no previstas. Por tanto, las políticas deben permitir experimentar, tolerar el error, aprender del sistema (Neher et al., 2023; Robles & Mallinson, 2023).

6.7 DESAFÍO DE LA EQUIDAD Y LA INCLUSIÓN

Las IES complejas presentan múltiples actores con diferentes niveles de preparación digital y acceso. La utilización de IA generativa puede exacerbar brechas si no se diseñan políticas inclusivas (Ishimaru & Galloway, 2020; Mahlaule et al., 2024; Riwayadi et al.,

2024; Tallberg et al., 2023).

6.8 CAPACITACIÓN Y COMPETENCIAS INTERDISCIPLINARIAS

El enfoque complejo exige que docentes, investigadores y gestores sepan trabajar en entornos interconectados, con pensamiento sistémico, adaptativo y colaborativo. Las políticas deben contemplar esta dimensión (Ishimaru & Galloway, 2020; Milner et al., 2020).

7. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

A manera de conclusión, el análisis de los desafíos y oportunidades asociados a la Transformación Digital mediada por IAG confirma que las IES deben ser comprendidas y gestionadas como sistemas complejos, que se caracterizan por la interdependencia de sus actores, la no linealidad de sus procesos y el surgimiento de dinámicas difíciles de anticipar. Los principales retos que se identifican son: la resistencia al cambio, lo cual no es algo nuevo para ninguna organización; el déficit de competencias digitales, aun cuando la pandemia aceleró la adopción de tecnologías de información, todavía existe rezago y desigualdad con la adopción y acceso a tecnologías digitales; poca gobernanza tecnológica, la realidad es que en la mayoría de las IES la integración de tecnologías digitales no es una prioridad, por lo tanto la gobernanza tecnológica es más vista como una parte técnica, responsable de que funcione, más que una parte estratégica para el logro de los objetivos institucionales; riesgos éticos e inseguridad relativa a la integridad académica, estos retos muestran que la adopción de la IAG no puede abordarse como un proyecto aislado ni como solo la incorporación de una tecnología digital.

Al mismo tiempo, estos desafíos destacan el potencial para la construcción de capacidades institucionales para adaptarse, desaprender, aprender y apoyar sistemas, necesarios para prevenir consecuencias no deseadas y permitir que la tecnología contribuya a los objetivos estratégicos y de rendimiento de las IES. De hecho, desde el enfoque de la teoría de la complejidad, estos desafíos no deben ser abordados simplemente como obstrucciones, sino como puntos centrales que conducen a mejores procesos de innovación organizacional. Mientras que la IAG puede transformar cómo las personas aprenden y enseñan, así como en la organización del aprendizaje y la gestión, también puede mejorar la inteligencia organizacional, innovar hacia modelos pedagógicos flexibles y personalizados para lograr la mejora institucional, y crear nuevos modelos de colaboración entre individuos y algoritmos.

Uno de los componentes principales para lograrlo son las políticas institucionales. Con ellas se clarifica que se es parte de un ecosistema dinámico de las IES que están constantemente informadas, fomentando la autoorganización y la toma de decisiones éticas basadas en

evidencia. En otras palabras, la visión de la IAG desde una perspectiva de complejidad permite la transición de una perspectiva instrumental, centrada en la tecnología, a una visión estratégica de la tecnología para asegurar que las IES están preparadas para liderar la carga con agendas de Tx responsables y robustas que sean apropiadas al contexto y que respondan a las necesidades y capacidades de las IES.

Desde la perspectiva de diseño de políticas organizacionales, y basándose en los hallazgos del capítulo, se espera que las IES requieran marcos de acción que incluyan una visión de las organizaciones como sistemas complejos, haciendo imposible avanzar hacia la Tx de manera lineal o inflexible, puesto alentaría los procesos de cambio, donde los más afectados al final del día serían los estudiantes y los empleadores, es decir la sociedad en general. En cambio, los regímenes regulatorios flexibles son necesarios debido al proceso de adopción de la IAG en los diferentes subsistemas de las IES. Dichas políticas deben incluir mecanismos para la supervisión continua y la retroalimentación multidireccional que permite correcciones, anticipaciones y cambios en la estrategia basados en cambios en la tecnología y los comportamientos de la comunidad académica. Las políticas también deben estar diseñadas para fomentar un clima de aprendizaje institucional en el que docentes, estudiantes y administradores cultiven competencias digitales y capacidad reflexiva que promuevan la utilización crítica y creativa de la IAG. Esto significa regular intencionadamente la relación entre tecnología, trabajo institucional y relaciones humanas, reconociendo que la Tx será sostenible solo si es coherente con valores institucionales como la equidad, la ética y la responsabilidad. En este sentido, se sugiere fomentar proyectos piloto experimentales de IAG basados en la experimentación controlada que sean validados y ampliados, y una vez que se haya identificado su utilidad, impacto y riesgos con una perspectiva sistémica, entonces si ampliar su uso. Estas recomendaciones orientación fomentan un mayor progreso hacia políticas que ayuden a abordar la tecnología no solo desde la regulación sino también desde la adaptación institucional y la solidez para que la IAG pueda servir tanto a la educación, la investigación y la misión social de las IES.

Por último, la mayoría de los estudios sobre IAG en educación son muy recientes (2023–2025) y no todos emplean la teoría de la complejidad como marco explícito. Aunque algunos artículos emplean sistemas complejos (como Zamir 2025) aún hay pocos que integren Transformación Digital + IAG + teoría de la complejidad en IES. Hay una relativa falta de estudios empíricos a largo plazo que muestren cómo las políticas institucionales de IAG funcionan dentro de IES. Estudios de contexto global latinoamericano, con particularidades institucionales (como en México, Centroamérica) son escasos, lo cual es un área de oportunidad y puede ser aún más relevante su estudio en el contexto de regiones fronterizas.

REFERENCIAS

- Akavova, A., Temirkhanova, Z., & Lorsanova, Z. M. (2023). Adaptive Learning and Artificial Intelligence in the Educational Space. *E3s Web of Conferences*, 451, 06011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345106011>
- Alenezi, M. (2021). Deep Dive Into Digital Transformation in Higher Education Institutions. *Education Sciences*. <https://doi.org/10.3390/educsci11120770>
- Alier, M., García-Peñalvo, F. J., & Camba, J. D. (2024). Generative Artificial Intelligence in Education: From Deceptive to Disruptive. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 8(5), 5–14. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2024.02.011>
- Almassaad, A., Alajlan, H., & Alebaikan, R. (2024). Student Perceptions of Generative Artificial Intelligence: Investigating Utilization, Benefits, and Challenges in Higher Education. *Systems*, 12(6), 385–385. <https://doi.org/10.3390/systems12060385>
- Almatrodi, I., & Skoumpopoulou, D. (2023). Organizational Routines and Digital Transformation: An Analysis of How Organizational Routines Impact Digital Transformation Transition in a Saudi University. *Systems*, 11(5), 239. <https://doi.org/10.3390/systems11050239>
- Al-Shabandar, R., Jaddoad, A., Elwi, T. A., Mohammed, A. H., & Hussain, A. J. (2024). A Systematic Review for the Implication of Generative AI in Higher Education. *Infocommunications Journal*, 16(3), 31–42. <https://doi.org/10.36244/ICJ.2024.3.3>
- Antonopoulou, K., Begkos, C., & Zhu, Z. (2023). Staying afloat amidst extreme uncertainty: A case study of digital transformation in Higher Education. *Technological Forecasting and Social Change*, 192, 122603. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122603>
- Bahroun, Z., Anane, C., Ahmed, V., & Zacca, A. (2023). Transforming Education: A Comprehensive Review of Generative Artificial Intelligence in Educational Settings Through Bibliometric and Content Analysis. *Sustainability*, 15(17), 12983. <https://doi.org/10.3390/su151712983>
- Barus, O. P., Hidayanto, A. N., Handri, E. Y., Sensuse, D. I., & Yaiprasert, C. (2025). Shaping generative AI governance in higher education: Insights from student perception. *International Journal of Educational Research Open*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2025.100452>
- Batista, J., Mesquita, A., & Carnaz, G. (2024). Generative AI and Higher Education: Trends, Challenges, and Future Directions from a Systematic Literature Review. *Information*, 15(11). <https://doi.org/10.3390/info15110676>
- Belkina, M., Daniel, S., Nikolic, S., Haque, R., Lyden, S., Neal, P., Grundy, S., & Hassan, M. (2025). Implementing generative AI (GenAI) in higher education: A systematic review of case studies. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100407–100407. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100407>
- Bitar, N., & Davidovich, N. (2024). Transforming Pedagogy: The Digital Revolution in Higher Education. *Education Sciences*, 14(8), 811. <https://doi.org/10.3390/educsci14080811>
- Bozkurt, A., Karadeniz, A., Bañeres-Beso-

REFERENCIAS

- ra, D., Guerrero-Roldán, A., & Rodríguez, M. E. (2021). Artificial Intelligence and Reflections From Educational Landscape: A Review of AI Studies in Half a Century. *Sustainability*, 13(2), 800. <https://doi.org/10.3390/su13020800>
- Chan, C. K. Y. (2023). A Comprehensive AI Policy Education Framework for University Teaching and Learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00408-3>
 - Chang, D., Lin, M. P., Hajian, S., & Wang, Q. Q. (2023). Educational Design Principles of Using AI Chatbot That Supports Self-Regulated Learning in Education: Goal Setting, Feedback, and Personalization. *Sustainability*, 15(17), 12921. <https://doi.org/10.3390/su151712921>
 - Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (s. f.). Agenda digital eLAC2026: Gobernanza y seguridad digital. Recuperado de <https://elac.cepal.org/agenda-gobernanza.html>
 - Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial Intelligence in Higher Education: The State of the Field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
 - Dempere, J., Modugu, K. P., Hesham, A., & Ramasamy, L. K. (2023). The Impact of ChatGPT on Higher Education. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/fe-duc.2023.1206936>
 - European Commission. (2021). Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027). Recuperado el 7 de noviembre de 2025, de <https://education.ec.europa.eu/es/focus-topics/digital-education/actions>
 - Eze, S. C., Chinedu-Eze, V. C., Okike, C. K., & Bello, A. O. (2020). Factors Influencing the Use of E-Learning Facilities by Students in a Private Higher Education Institution (HEI) in a Developing Economy. *Humanities and Social Sciences Communications*, 7(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-020-00624-6>
 - Farias-Gaytan, S., Aguaded, I., & Ramirez-Montoya, M.-S. (2023). Digital transformation and digital literacy in the context of complexity within higher education institutions: A systematic literature review. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 386. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01875-9>
 - García-Peñalvo, F. J. (2024). The new reality of education in the face of advances in generative artificial intelligence. *Education in the Knowledge Society*, 25. <https://doi.org/10.14201/eks.31942>
 - Howden, S. (2021). Critical Reflections on Academic Leadership During Covid-19: Using Complexity Leadership Theory to Understand the Transition to Remote and Blended Learning. *Journal of Perspectives in Applied Academic Practice*, 9(2), 118–126. <https://doi.org/10.14297/jpaap.v9i2.478>
 - Ishimaru, A. M., & Galloway, M. K. (2020). Hearts and Minds First: Institutional Logics in Pursuit of Educational Equity. *Educational Administration Quarterly*, 57(3), 470–502. <https://doi.org/10.1177/0013161x20947459>

- Jain, R., Garg, N., & Khera, S. N. (2022). Effective Human–AI Work Design for Collaborative Decision-Making. *Kybernetes*, 52(11), 5017–5040. <https://doi.org/10.1108/k-04-2022-0548>
- Jin, Y., Yan, L., Echeverria, V., Gasevic, D., & Martinez-Maldonado, R. (2025). Generative AI in higher education: A global perspective of institutional adoption policies and guidelines. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100348–100348. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100348>
- Kofinas, A. K., Tsay, C. H., & Pike, D. (2025). The impact of generative AI on academic integrity of authentic assessments within a Higher Education context. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.13585>
- Kohnke, L., Moorhouse, B. L., & Zou, D. (2023). ChatGPT for Language Teaching and Learning. *Relc Journal*, 54(2), 537–550. <https://doi.org/10.1177/00336882231162868>
- Lee, G. (2025). Embedding Sustainability in Higher Education: A Review of Institutional Strategy, Curriculum Reform, and Digital Integration. *International Journal of Science and Research Archive*, 15(2), 420–426. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2025.15.2.1396>
- Li, F. (2020). Leading Digital Transformation: Three Emerging Approaches for Managing the Transition. *International Journal of Operations & Production Management*, 40(6), 809–817. <https://doi.org/10.1108/ijopm-04-2020-0202>
- Liu, J., Yang, W., & Liu, W. (2021). Adaptive Capacity Configurations for the Digital Transformation: A Fuzzy-Set Analysis of Chinese Manufacturing Firms. *Journal of Organizational Change Management*, 34(6), 1222–1241. <https://doi.org/10.1108/jocm-02-2020-0043>
- Luong, N. V., Thuy, L. T. N., Tinh, T. T., Yen, N. T. H., & Thuy, D. T. (2024). Integrating Open Knowledge and Administrative Management in the Digital Transformation Model of Education Institutions: An Effective Approach. *International Journal of Religion*, 5(7), 290–302. <https://doi.org/10.61707/2vywvv49>
- Ly, B. (2023). The Interplay of Digital Transformational Leadership, Organizational Agility, and Digital Transformation. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(1), 4408–4427. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01377-8>
- Mahlaule, A. P., McCrindle, C. M. E., & Napoles, L. (2024). Inclusive Education and Related Policies in Special Needs Schools in South Africa. *African Journal of Disability*, 13. <https://doi.org/10.4102/ajod.v13i0.1358>
- McGrath, C., Farazouli, A., & Cerratto-Pargman, T. (2025). Generative AI chatbots in higher education: A review of an emerging research area. *Higher Education*, 89(6), 1533–1549. <https://doi.org/10.1007/s10734-024-01288-w>
- Michel-Villarreal, R., Vilalta-perdomo, E. L., Salinas-Navarro, D. E., Thierry-Aguilera, R., & Gerardou, F. S. (2023). Challenges and Opportunities of Generative AI for Higher Education as Explained by ChatGPT. *Education Sciences*, 13(9), 856. <https://doi.org/10.3390/educsci13090856>
- Milner, A. L., Browes, N., & Murphy, T. (2020). All in This Together? The Reconstitution of Policy Discourses on Teacher Collaboration as Gover-

REFERENCIAS

- nance in Post-Crisis Europe. *European Educational Research Journal*, 19(3), 225–246. <https://doi.org/10.1177/1474904120911754>
- Mutebi, H., Ntayi, J. M., Muhwezi, M., & Munene, J. C. (2020). Self-Organisation, Adaptability, Organisational Networks and Inter-Organisational Coordination: Empirical Evidence From Humanitarian Organisations in Uganda. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*, 10(4), 447–483. <https://doi.org/10.1108/jhlscm-10-2019-0074>
 - Nandy, M., Lodh, S., & Tang, A. (2020). Lessons From Covid-19 and a Resilience Model for Higher Education. *Industry and Higher Education*, 35(1), 3–9. <https://doi.org/10.1177/0950422220962696>
 - Neher, M., Petersson, L., Nygren, J., Svedberg, P., Larsson, I., & Nilsén, P. (2023). Innovation in Healthcare: Leadership Perceptions About the Innovation Characteristics of Artificial Intelligence—A Qualitative Interview Study With Healthcare Leaders in Sweden. *Implementation Science Communications*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s43058-023-00458-8>
 - Ngafeeson, M. N. (2021). Northern Michigan University Online Campus: A Case of Digital Transformation in Higher Education. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 12(2), 230–243. <https://doi.org/10.1177/20438869211056950>
 - Riwayadi, E., Umran, M. F., Murti, T. H., Moenarfa, M., Waisapi, J. Y., & Cahyono, B. T. (2024). Forging Paths: A Systematic Review on the Interplay of Government Policies, Technological Advancements, and Business Growth Through the Role of Economic Innovation. *Ijmbi*, 2(1), 29–40. <https://doi.org/10.59890/ijmbi.v2i1.1453>
 - Robles, P., & Mallinson, D. J. (2023). Catching Up With AI: Pushing Toward a Cohesive Governance Framework. *Politics & Policy*, 51(3), 355–372. <https://doi.org/10.1111/polp.12529>
 - Sánchez-Prieto, J. C., [SegundoAutor], [Nombre], & [TercerAutor], [Nombre]. (2025). Generative artificial intelligence for self-learning in higher education. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 28(1). <https://doi.org/10.5944/ried.28.1.41548>
 - Singun, A. Jr. (2025). Unveiling the barriers to digital transformation in higher education institutions: A systematic literature review. *Discover Education*, 4(1), 37. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00430-9>
 - Sousa, A. E., [SegundoAutor], [Nombre], & [TercerAutor], [Nombre]. (2025). Use of Generative AI by Higher Education Students. *Electronics*, 14(7), 1258–1258. <https://doi.org/10.3390/electronics14071258>
 - Tallberg, J., Lundgren, M., & Geith, J. (2023). AI Regulation in the European Union: Examining Non-State Actor Preferences. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4424114>
 - Zamir, S., Mehmood, M. S., Abbasi, B. N., Li, W., & Wang, Z. (2025). Examining the role of higher education learning, research excellence, and innovation capacity in driving AI-technological advancements in Nordic countries. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1325. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05665-3>