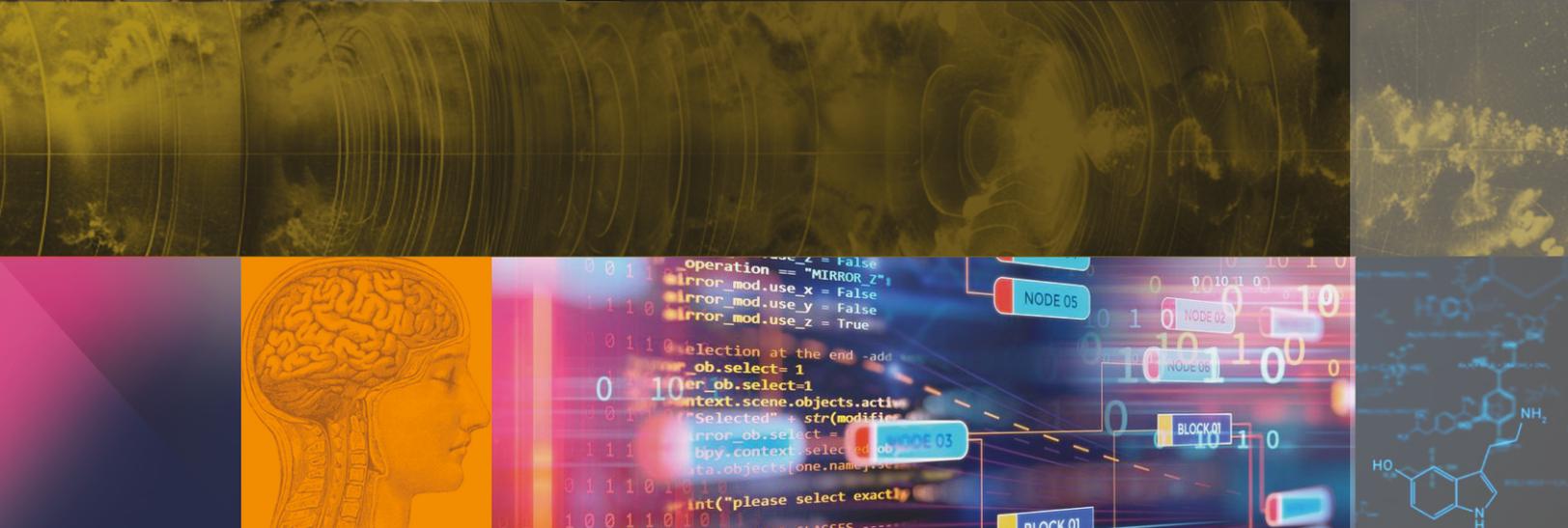




## Retos y avances de la **inteligencia artificial** en la investigación y gobierno de las instituciones de educación superior



Junio 2024 • <https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2024.10> • ISSN: 2683-2968.

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

© 2024 TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior es editada por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación (DGTIC). Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, México. Número de reserva de Derechos de Autor otorgado por INDAUTOR: 04-2019-011816190900-203.

El contenido de los artículos es responsabilidad de los autores y no refleja el punto de vista del Comité editorial, del Editor o de la UNAM.



## Índice

---

Editorial	I
Descifrando la dinámica de fluidos: el papel del aprendizaje automático	1
De las ideas verdes incoloras hasta ChatGpt: los grandes modelos del lenguaje	12
Aplicación de la Inteligencia Artificial en la inserción productiva de estudiantes universitarios	24
Alquimia didáctica: la interacción de docentes universitarios con la Inteligencia Artificial Generativa	37
Análisis comparativo del chatbot del Programa de Apoyo al Ingreso de la UNAM	61
El rol de la UNAM frente al país en el equilibrio de la balanza entre los peligros y beneficios de la inteligencia artificial	72
Gobernanza de la Inteligencia Artificial mediada por gobierno de TIC en la Educación Superior: Literatura científica y no convencional, 2020-2023	86
<b>Horizonte TIES</b>	
Universidad 5.0 El futuro de la Universidad y la Alfabetización en Inteligencia Artificial	100

## Editorial

---

En 1950, Alan Turing propuso la pregunta “¿Puede pensar una máquina?”. Seguro de las posibilidades, afirmó “(...) creo que, a finales del siglo, el sentido de las palabras y la opinión profesional habrán cambiado tanto que podrá hablarse de máquinas pensantes sin levantar controversias.”

Hoy, a 74 años de esa publicación, las “máquinas pensantes” están entre nosotros bajo diversas formas. Particularmente, a partir de la aparición de los agentes conversacionales, la Inteligencia Artificial (IA) se ha convertido en tema de discusión en los medios informativos, las instituciones educativas y gubernamentales. Sin embargo, la IA tiene diversas áreas de estudio que no se reducen a aplicaciones como ChatGPT o Gemini. La IA abarca campos de estudio como la automatización, el procesamiento del lenguaje natural, las redes neuronales, el aprendizaje de máquina, el aprendizaje profundo o el aprendizaje automático, por mencionar algunos.

La Inteligencia Artificial, en este sentido amplio, ha revolucionado la forma en que se produce el conocimiento, los alcances de las preguntas y los medios para obtener respuestas. Asimismo, la IA ha avanzado de forma importante gracias a las actuales capacidades de la infraestructura de cómputo que hacen posibles operaciones, antes impensables, lo que pone de relieve el vínculo profundo entre el desarrollo de las ciencias y el desarrollo tecnológico.

Con el Número 10 de la Revista TIES abrimos un nuevo horizonte en el que buscamos ofrecer a nuestros lectores la reflexión actual acerca de lo que aportan las ciencias de la computación y las tecnologías digitales al desarrollo de la ciencia. Inauguramos este nuevo enfoque con el impacto de la inteligencia artificial en la investigación y en la transformación de las instituciones de educación superior (IES), principales responsables de la producción de conocimiento.

Iniciamos con un artículo de investigación, *Descifrando la Dinámica de Fluidos: El Papel del Aprendizaje Automático*, en el que Flor Lizeth Torres se propone, a través de un caso concreto, “exponer la manera en que las herramientas desarrolladas en la dinámica de fluidos y en el aprendizaje automático se complementan para abrir nuevas vías de investigación, y enfatizar la importancia de mantener presentes las leyes fundamentales de la física al interpretar los datos.”

Víctor Germán Mijangos de la Cruz y Ximena Gutiérrez-Vasques comparten un artículo que recopila la evolución de los modelos en el campo del Procesamiento del lenguaje natural (PLN). En su artículo *De las ideas verdes incoloras hasta ChatGpt: los grandes modelos del lenguaje* explican de forma sencilla cómo funcionan esos modelos “con el fin de incentivar una comprensión más profunda de estas tecnologías y, por lo tanto, ampliar la discusión en torno al origen de algunas de sus limitaciones y potencialidades en diversos ámbitos, por ejemplo, en un marco educativo.”

En *La Aplicación de la Inteligencia Artificial en la inserción productiva de egresados universitarios*, Ramiro Adrián Lira Beltrán, José Antonio Orizaga Trejo, Carlos Alberto Castañeda González y Ma. Hídalía Cruz Herrera analizan el papel que puede tener el uso de IA en la implementación de métodos para la captación de recursos humanos, basados en las características de la oferta y no en los requisitos de la demanda.

Silvia Andreoli, Elsa Aubert, Lucía Gladkoff, Luciana Perillo y María Cecilia Cherbavaz en *Alquimia didáctica: la interacción de docentes universitarios con la Inteligencia Artificial Generativa*, comparten una investigación cualitativa a través de la cual dan cuenta de las concepciones y modos del actuar docente con esas herramientas.

Continuamos con artículos relacionados con la IA y la investigación en otros campos disciplinares. Joaquín Navarro Perales y Myrna Hernández Gutiérrez, en *Análisis comparativo del chatbot del Programa de Apoyo al Ingreso de la UNAM*, presentan un caso concreto de uso de IA aplicada a la educación, a través de la implementación de un chatbot.

En *El rol de la UNAM frente al país en el equilibrio de la balanza entre los peligros y beneficios de la inteligencia artificial*, los autores Carlos A. Coello Coello, Guy Paic y Leonid Serkin, ponen sobre la mesa la necesidad de que la UNAM contribuya tanto al desarrollo de la IA como a su aplicación, sin perder de vista que los principios éticos deben estar por encima de cualquier desarrollo.

Por su parte, Luz María Castañeda de León aborda en *Gobernanza de la Inteligencia Artificial mediada por gobierno de TIC en la Educación Superior: Literatura científica y no convencional, 2020-2023*, la problemática de cómo el uso y desarrollo de la IA afecta al gobierno de tecnologías de información y comunicación de las instituciones de educación superior (IES).

Finalmente, en Horizonte TIES, compartimos el artículo *Universidad 5.0 El Futuro de la Universidad y la Alfabetización en Inteligencia Artificial*, escrito por Francisco Javier Álvarez Torres, Francisco Javier Velázquez Sagahón y Gabriela Citlalli López Torres, donde los autores presentan una reflexión sobre un modelo para la implementación integral de IA en las Instituciones de Educación Superior.

En suma, el Número 10 presenta una gama de temáticas en torno a la IA y su desarrollo, su impacto en la investigación en otros campos disciplinares y las problemáticas que se plantean en la transformación de las instituciones de educación superior, al transitar hacia formas de gobierno y gestión digitales.

La Revista TIES inicia una nueva era convocando a investigadores, docentes, estudiantes y tomadores de decisiones de IES, a dialogar en torno a la relación entre las ciencias, las tecnologías y las decisiones éticas para contribuir a un mejor futuro de la educación y de nuestra sociedad.

**Marina Kriscautzky Laxague**  
*Directora editorial*



# Descifrando la Dinámica de Fluidos: El Papel del Aprendizaje Automático

**Flor Lizeth Torres Ortiz**

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ingeniería, Coordinación de Eléctrica y Computación, Ciudad de México, México.

ORCID: [0000-0002-4937-4586](https://orcid.org/0000-0002-4937-4586)

Recepción: 01 de mayo de 2024.

Aceptación: 11 de junio de 2024.

Junio 2024 • número de revista 10 • <https://10.22201/dgtic.26832968e.2024.10.25>

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

2683-2968/© 2024 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior es editada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. ISSN: 2683-2968. Reserva de Derechos de Autor: 04-2019-011816190900-203

# Descifrando la dinámica de fluidos: el papel del aprendizaje automático

---

## Resumen

El aprendizaje automático es una disciplina de la inteligencia artificial que se centra en el desarrollo de algoritmos y modelos capaces de extraer conocimiento a partir de datos, y que permite que las máquinas aprendan patrones significativos, realicen predicciones o tomen decisiones con la mínima intervención humana. Hoy en día, gracias a la disponibilidad de máquinas con alta capacidad computacional y al fácil acceso a grandes volúmenes de datos, el aprendizaje automático ha encontrado aplicaciones en diversas disciplinas, incluyendo la física y sus distintas ramas. En la dinámica de fluidos, por ejemplo, el aprendizaje automático se ha convertido en un proveedor de herramientas poderosas que pueden ayudar a desarrollar modelos más precisos y eficientes para describir el movimiento de los fluidos. Esto es especialmente relevante debido a la complejidad inherente a la descripción de los fluidos y a la amplia variedad de áreas en las que intervienen, desde el diseño de aviones hasta la predicción del clima. Los objetivos de este artículo son dos: (1) exponer la manera en que las herramientas desarrolladas en la dinámica de fluidos y en el aprendizaje automático se complementan para abrir nuevas vías de investigación, y (2) enfatizar la importancia de mantener presentes las leyes fundamentales de la física al interpretar los datos. Para ello, se presenta un caso de estudio de flujo bifásico de alta viscosidad y las problemáticas que motivaron la utilización del aprendizaje automático.

**Palabras clave:** Inteligencia artificial, aprendizaje automático, dinámica de fluidos, flujo bifásico, modelado.

## *Decoding Fluid Dynamics: The Contribution of Machine Learning*

---

### **Abstract**

*Machine learning is a discipline of artificial intelligence focused on developing algorithms and models capable of extracting knowledge from data, allowing machines to learn meaningful patterns, make predictions, or make decisions with minimal human intervention. Today, thanks to the availability of high-capacity computational*

*machines and easy access to large volumes of data, machine learning has found applications in various disciplines, including physics and its different branches. In fluid dynamics, for example, machine learning has become a provider of powerful tools that can help develop more accurate and efficient models to describe fluid movement. This is especially relevant due to the inherent complexity of describing fluids and the wide variety of areas they impact, from aircraft design to weather prediction. The objectives of this article are twofold: (1) to demonstrate how tools developed in fluid dynamics and machine learning complement each other to open new avenues of research, and (2) to emphasize the importance of keeping fundamental physical laws in mind when interpreting data. To this end, a case study of high-viscosity two-phase flow and the issues that motivated the use of machine learning is presented.*

**Keywords:** Artificial Intelligence; Machine Learning; Fluid Dynamics; Two-Phase Flow; Modelling.

## Introducción

El aprendizaje humano sobre el comportamiento de los fluidos se remonta a tiempos previos al registro histórico. Comprender los fluidos ha sido fundamental no solo para resolver problemas en los que están involucrados, sino también para propulsar la invención y la innovación a partir de su comprensión. Aunque este proceso de aprendizaje y comprensión ha sido zigzagueante, con avances y retrocesos, se ha ido convirtiendo en un trabajo sistemático y sostenido que nos ha permitido transformar nuestro entorno en beneficio propio [1].

El proceso de comprensión de los fluidos, al igual que el de cualquier otro fenómeno, requiere de información de entrada, que consiste en observaciones (mediciones) de variables físicas, y proporciona una salida, que es un modelo matemático que sintetiza estas observaciones. El proceso de comprensión inicia con la ejecución de experimentos para obtener observaciones de las variables que protagonizan el comportamiento temporal y espacial del fluido de interés cuando está sometido a ciertos estímulos. Durante la ejecución de los experimentos, es fundamental mantener las mismas condiciones experimentales, así como controlar y/o cuantificar la magnitud de los estímulos para garantizar la reproducibilidad de los resultados, es decir, para asegurar que la respuesta del fluido ante los mismos estímulos sea consistente y repetible.

Después de llevar a cabo varios experimentos con resultados consistentes, se identifican las variables relevantes y se cuantifica su contribución al comportamiento del fluido. A continuación, se establecen posibles relaciones entre estas variables y se proponen parámetros que podrían conectarlas. Estas relaciones se verifican para asegurar que cumplan con los principios de conservación. Pueden ser tanto lineales como no lineales, e incluir ecuaciones diferenciales, integrales, probabilísticas, entre otras. Posteriormente, se calculan los errores entre las relaciones propuestas y las observaciones experimentales. Aquellas rela-

ciones que producen el menor error conforman un modelo matemático que sintetiza las observaciones experimentales. Finalmente, se verifica que el modelo sea capaz de reproducir de manera precisa el comportamiento del fluido en estudio, comparando las respuestas del modelo con nuevos datos.

El proceso de comprensión de un fenómeno, o proceso de modelado, recibe diversos nombres según la disciplina en la que se lleve a cabo. Por ejemplo, en el contexto de la teoría de control, se utiliza el término “identificación de sistemas”, que concretamente se refiere al estudio de las técnicas utilizadas para obtener modelos matemáticos de sistemas dinámicos necesarios para el diseño de controladores. En el ámbito de la inteligencia artificial, se utiliza el concepto de “aprendizaje automático”, que concretamente se refiere al área de la inteligencia artificial cuyo objetivo es concebir algoritmos para comprender la estructura de los datos y codificarla en modelos computacionales que puedan ser comprendidos y utilizados por los humanos.

## 1. ¿Qué es el aprendizaje automático?

Muchas de las definiciones de aprendizaje automático, *machine learning* en inglés, utilizan términos técnicos que pueden resultar confusos para quienes no tienen experiencia en ciencias de la computación. Una definición simple es la siguiente: el aprendizaje automático es el proceso de adquirir conocimiento de un sistema de manera autónoma a partir de los datos disponibles [2]. El resultado del empleo del aprendizaje automático es un modelo que, después de ser calibrado (entrenado) con un conjunto de datos dado, puede utilizarse para hacer predicciones o clasificaciones sobre nuevos datos. El aprendizaje automático se clasifica principalmente en tres categorías: supervisado, no supervisado y por refuerzo.

El aprendizaje supervisado es un procedimiento mecanizado para obtener un modelo que englobe las relaciones entre dos conjuntos de datos previamente clasificados: el conjunto de datos de los estímulos (entradas) que accionan un sistema (o fenómeno), y el conjunto de datos de las respuestas a estos estímulos (salidas). Para encontrar estas relaciones se hace uso de un algoritmo de optimización que minimice el error entre las salidas proporcionadas por el modelo y las salidas reales del sistema.

En el aprendizaje no supervisado, el objetivo principal suele ser explorar la estructura oculta de los datos, como identificar agrupamientos naturales (clustering), encontrar dimensiones latentes (reducción de dimensionalidad) o detectar anomalías. El aprendizaje no supervisado sólo consigue resultados útiles si en los datos de entrada existe cierto tipo de redundancia. Sin redundancia sería imposible encontrar patrones o características en los datos, pues sería como tener ruido aleatorio. A los modelos que se obtienen utilizando este tipo de aprendizaje se les conoce como sistemas autoorganizados, debido a que se ajustan dependiendo de los valores recibidos. En el aprendizaje por refuerzo no se dispone de información concreta del error cometido por el modelo, sino que simplemente se determina (califica) si la salida producida para una entrada en particular es o no adecuada.

## 2. Modelando el Movimiento de los Fluidos con Aprendizaje Automático

Los principios fundamentales, como las leyes de conservación, han sido los ladrillos en la construcción de modelos para sistemas que involucran flujo de fluidos. Para casos sencillos de modelado estos principios son adecuados; sin embargo, cuando se trata de modelar casos complejos utilizando, por ejemplo, las ecuaciones de Navier-Stokes, obtener la solución de los modelos se convierte en una tarea monumental que demanda una enorme cantidad de datos y cálculos computacionales extremadamente intensivos. Para fines prácticos, como aplicaciones en tiempo real, esto resulta prohibitivamente costoso en términos de recursos computacionales y tiempo. Una alternativa consiste en obtener aproximaciones de estas ecuaciones a partir de experimentos de laboratorio [3], razón por la que se ha invertido un esfuerzo considerable en la obtención de modelos de orden reducido precisos y eficientes que capturen los mecanismos de flujo esenciales a un bajo costo [4]. El objetivo de obtener un modelo de orden reducido es describir la evolución espacio-temporal del flujo como un sistema dinámico parametrizado balanceando eficiencia y precisión. En este contexto, el aprendizaje automático, en particular el aprendizaje supervisado, ofrece nuevas perspectivas para la creación de modelos de orden reducido en la dinámica de fluidos, al proporcionar un marco conciso que complementa y amplía las metodologías existentes. No obstante, es importante remarcar que el aprendizaje automático es una herramienta complementaria para el proceso de modelado, que no puede reemplazar los principios físicos y prescindir de ellos, sino que debe incorporarlos para obtener los mejores resultados y que estos develen conocimiento.

## 3. Procedimiento de modelado mediante aprendizaje supervisado

En el aprendizaje supervisado se selecciona un **modelo candidato** que se caracteriza por tener parámetros ( $\theta$ ) que deben ser estimados y se define una **función de costo**, la cual depende de los datos de las entradas ( $x$ ), las salidas reales del sistema ( $y$ ) y las predicciones del modelo ( $f(x,y,\theta)$ ). La minimización de la función costo determinará los parámetros desconocidos del modelo ( $\theta$ ), los cuales ponderan las relaciones entre las entradas y las salidas. En este contexto, el aprendizaje supervisado se remonta a los métodos de regresión e interpolación propuestos hace siglos por Gauss [5]. Una función costo comúnmente empleada es  $E[y,f(x,y)] = \|y - f(x,y,\theta)\|^2$ .

Las redes neuronales artificiales (RNA) son los **modelos candidatos** más empleados en el aprendizaje supervisado cuando las relaciones que definen el sistema o fenómeno a modelar son complicadas. La popularidad de las RNA se debe a su capacidad de aproximar funciones complejas y no lineales, así como a su capacidad para procesar múltiples entradas simultáneamente, su robustez frente al ruido y su resiliencia ante datos incompletos y datos incorrectos. En la Figura 1, se muestra la arquitectura de una neurona artificial inspirada en una neurona biológica, mientras que en la Tabla 1, se explica brevemente el funcionamiento de una red neuronal.

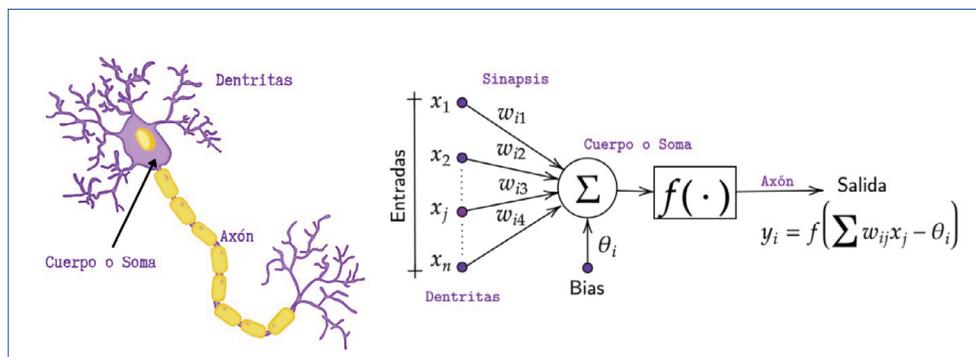


Figura 1. Neurona biológica versus neurona artificial.  
Fuente: elaboración propia.

### Redes neuronales artificiales (RNA)

Son modelos computacionales inspirados en el funcionamiento del cerebro humano. Consisten en un conjunto de unidades interconectadas llamadas neuronas (o nodos), que trabajan en conjunto para resolver problemas complejos de aprendizaje automático. Las neuronas están conectadas por **aristas**, que modelan las sinapsis en un cerebro. Cada neurona posee un **estado interno o nivel de activación** (e.g.,  $S=\{0,1\}$ , siendo 0 el estado inactivo y 1 el activo), y una función de activación, que le permite cambiar de estado a partir de las señales que reciben. Estas señales pueden provenir del exterior o de otras neuronas a las cuales está conectada. Cada neurona y arista tienen un **peso** que se ajusta a medida que avanza el aprendizaje, i.e., para minimizar la diferencia entre la salida (respuesta) predicha por la red neuronal y la salida (respuesta) real del sistema que se está modelando.

Las neuronas pueden tener diferentes topologías o arquitecturas, es decir, pueden interconectarse de varias maneras según el número de entradas, neuronas y salidas que se definan para modelar un sistema. Estas neuronas están organizadas en capas, que suelen dividirse en tres tipos: la capa de entrada, las capas ocultas y la capa de salida. La arquitectura más común es una **red feedforward** simple, en la que los datos ingresan a través de una capa de entrada y se mapean secuencialmente a través de varias capas ocultas hasta llegar a una capa de salida.

Para que la red pueda aprender de los datos, los pesos sinápticos se ajustan de forma iterativa mediante un algoritmo de optimización, como el gradiente descendente, que busca minimizar una función de costo y, por lo tanto, reducir el error entre la salida predicha y la real.

Tabla 1. Descripción básica del funcionamiento de las redes neuronales artificiales.  
Fuente: elaboración propia.

Es importante hacer hincapié que no todos los modelos utilizados en el aprendizaje supervisado son RNA. Los algoritmos bayesianos también tienen un uso extendido, especialmente en sistemas dinámicos, así como los algoritmos genéticos y las máquinas de vectores de soporte. Además, la regresión lineal y no lineal siguen siendo muy utilizadas para modelar datos de series temporales, en particular en el ámbito de los fluidos.

El proceso de modelado mediante aprendizaje automático se puede resumir en los pasos listados en la Tabla 2, cada uno de los cuales brinda la oportunidad de obtener exitosamente el modelo más adecuado para nuestros propósitos [2].

1. Definir el sistema a modelar.
2. Curar los datos utilizados para calibrar el modelo.
3. Decidir la arquitectura para modelar los datos.
4. Diseñar una función costo para cuantificar el rendimiento y guiar el proceso de aprendizaje
5. Implementar un algoritmo de optimización para entrenar el modelo y minimizar la función costo.

Tabla 2. Pasos del proceso de modelado en el aprendizaje automático. Fuente: elaboración propia.

El primer paso implica seleccionar el sistema que se va a modelar de acuerdo con los requisitos de ingeniería o intereses científicos, decidir cuáles serán sus datos de entrada y de salida, y decidir qué tipo de aprendizaje automático se empleará para el entrenamiento (o calibración) del modelo. Es crucial que los datos de salida sean determinables a partir de los datos de entrada, ya que capturar la relación funcional entre ellos es precisamente para lo que se entrenará el modelo. Una vez seleccionados los datos de entrada y salida es necesario analizarlos para determinar cuántos son necesarios para obtener el modelo deseado y si su calidad o presentación son adecuadas para calibrar el modelo. En caso contrario, se deben aplicar técnicas de procesamiento para eliminar ruido, identificar y corregir valores atípicos, reemplazar datos faltantes o transformarlos mediante algún tipo de convolución o modulación.

El tercer paso implica elegir la función o conjunto de funciones que conformarán el modelo y que mapearán las entradas con las salidas. Un ejemplo básico son los modelos de regresión lineal, los cuales modelan las salidas como una función lineal de las entradas. Un ejemplo más sofisticado son las RNA profundas, que cuentan con varias capas ocultas, cada una con numerosas neuronas que están interconectadas con otras neuronas de la misma capa o de capas adyacentes. La compleja arquitectura de las RNA profundas las convierte en verdaderas máquinas sofisticadas de interpolación, las cuales requieren grandes cantidades de datos para ser calibradas. Así pues, la selección de la arquitectura dependerá de la cantidad de datos que se posea y la complejidad del sistema que se desea modelar.

En el cuarto paso, la elección de la función costo, se basa en cómo queremos cuantificar qué tan bien está funcionando el modelo. Por ejemplo, el error L2 entre la salida del modelo y la salida real, promediado sobre los datos de entrada, es un término común en la función de pérdida. Además, se pueden agregar otros términos para regularizar la optimización (por ejemplo, la norma L0 o L1 de los parámetros  $\theta$  para promover la parsimonia y prevenir el sobreajuste).

El último paso consiste en seleccionar e implementar el algoritmo de optimización para encontrar los parámetros  $\theta$  del modelo que mejor se ajusten a los datos de entrenamiento. A menudo, estos problemas de optimización son no convexos y cuentan con muchos mínimos locales, lo que los hace extremadamente desafiantes. Las RNA profundas tienen múltiples parámetros, lo que requiere grandes conjuntos de datos de entrenamiento y hace necesario el uso de algoritmos de optimización estocásticos. En cierto sentido, el algoritmo de optimización es el motor que impulsa el aprendizaje automático.

Para ilustrar el uso del aprendizaje supervisado en el estudio del movimiento de los fluidos, consideremos el siguiente caso de investigación en el área de dinámica de fluidos que se lleva a cabo en el Instituto de Ingeniería de la UNAM (IIUNAM): el monitoreo y control de 'slugs' en tuberías horizontales que transportan flujos bifásicos de alta viscosidad, i.e., con una fase gaseosa y una fase líquida altamente viscosa.

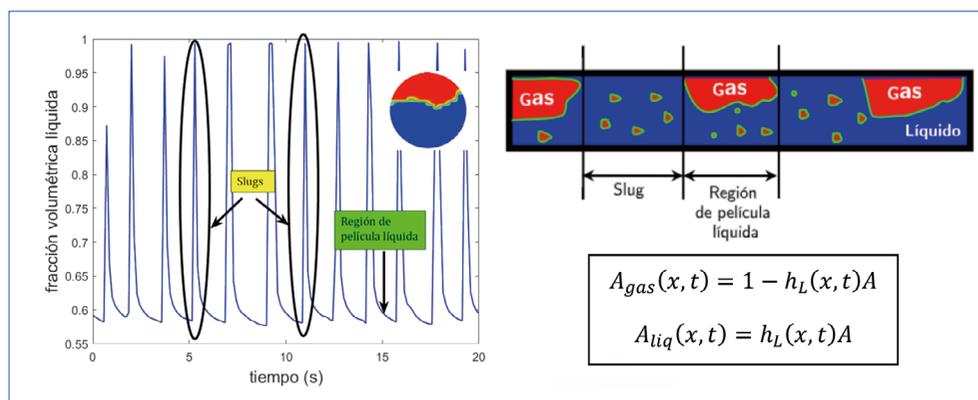


Figura 2. Serie de tiempo de la fracción volumétrica líquida de un flujo con dos fases. Esta fracción es un útil para identificar la presencia de 'slugs' y se define como la fracción del área transversal ocupada por la fase líquida. Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que la investigación de flujos bifásicos de alta viscosidad es fundamental debido a su presencia en varios procesos industriales, especialmente en los sectores de petróleo, gas, ingeniería química y procesamiento de alimentos. A diferencia del flujo monofásico, que se clasifica únicamente en flujo laminar, en transición y turbulento, el flujo bifásico presenta múltiples regímenes conocidos como patrones de flujo. Estos patrones son estructuras geométricas en constante evolución temporal y espacial, configuradas por la distribución de las dos fases dentro de la tubería por la que fluyen. Muchos patrones de flujo ya han sido clasificados, lo que permite su identificación cuando aparecen. Algunos de estos patrones se consideran más riesgosos, como el flujo de 'slugs', que son regiones cilíndricas voluminosas de una fase que se desplazan a través de la otra, y cuya presencia puede generar cambios súbitos

de presión. No obstante, este riesgo puede atenuarse mediante la implementación de sistemas automatizados de supervisión y control 'anti-slugs', conformados por sensores inteligentes y modelos predictivos basados, por ejemplo, en RNA [6].

En la Figura 3 se presenta el esquema de una propuesta para controlar la frecuencia y longitud de los 'slugs'. Se trata de un sistema de control en lazo cerrado en el que la referencia, es decir, el comportamiento espacio-temporal deseado para el flujo bifásico de alta viscosidad, se define mediante la fracción volumétrica de la fase líquida. Esta fracción no es más que el área ocupada por la fase líquida en la sección transversal de la tubería.

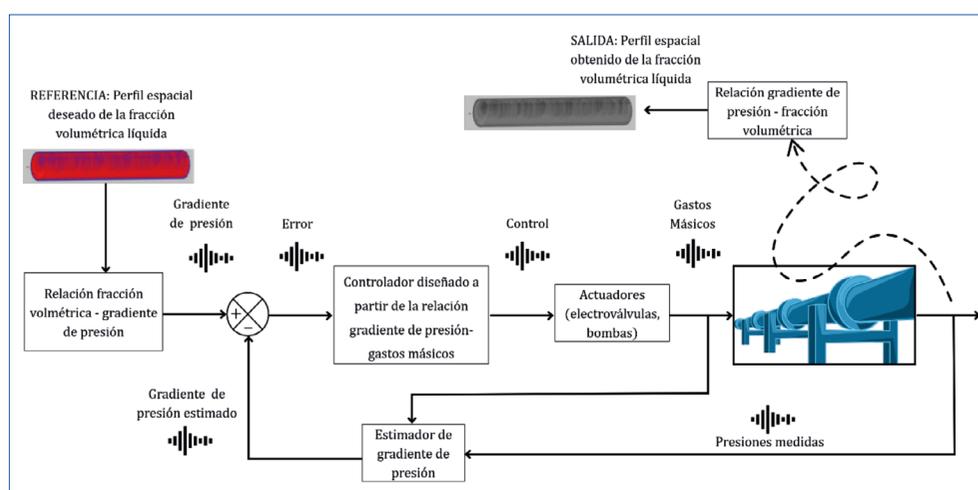


Figura 3. Esquema de control para definir el perfil deseado de la fracción volumétrica líquida. Fuente: elaboración propia.

La fracción volumétrica líquida varía en tiempo y espacio y se suele medir localmente (es decir, en un solo punto en el espacio) con instrumentación costosa como son los tomógrafos. Para medir su evolución espacial a lo largo de una tubería, sería necesario instalar varios tomógrafos en diferentes puntos de la tubería. Por esta razón, resulta conveniente utilizar una relación (modelo) que vincule la fracción volumétrica líquida con un gradiente de presión y utilizar el gradiente de presión para definir el comportamiento deseado del flujo bifásico. ¿Por qué el gradiente de presión? Porque los sensores de presión son más económicos.

Para diseñar el control que ajuste el comportamiento de los actuadores (válvulas o bombas) que regulan el flujo másico de ambas fases, también es necesario encontrar un modelo que relacione el gradiente de presión y los caudales máscicos.

Por otro lado, para calcular el error entre el perfil de presiones deseado y el medido que active la acción de control, se requiere medir el gradiente de presión de manera continua en el espacio, pero los transductores clásicos de presión miden de manera discreta en puntos específicos en el espacio. Por lo tanto, para obtener el gradiente de presión es necesario estimarlo a partir de las mediciones de presión disponibles, para lo cual también se necesita un modelo.

En resumen, se necesitan cuatro modelos para implementar el sistema de control 'anti-slugs' propuesto e ilustrado en la Figura 3. Obtener estos modelos a partir de principios físicos resulta complicado por la interacción de dos fluidos que fluyen simultáneamente, pero este no es el problema principal. Un sistema de control se ejecuta en tiempo real, por lo que las respuestas de los modelos son requeridas durante la ejecución del sistema de control. Si los modelos son complejos, su solución no se obtiene en tiempo real. Por lo tanto, la alternativa natural es obtener modelos de orden reducido, que pueden obtenerse con aprendizaje automático. Uno de estos modelos fue desarrollado y presentado por Ajbar [7]. El desarrollo se llevó a cabo siguiendo el procedimiento descrito en la Tabla 2. Este modelo, compuesto por un conjunto de RNA feedforward anidadas en cascada, fue diseñado para predecir la evolución temporal de las fluctuaciones de presión a lo largo de una tubería horizontal. Para ello, utilizan las mediciones de los gastos máxicos de ambas fases inyectadas en la tubería, junto con los valores de presión medidos en ubicaciones previas a la presión que se desea predecir.

Para entrenar y evaluar las RNA anidadas, se utilizaron datos de gastos máxicos y de presión adquiridos durante treinta pruebas experimentales realizadas en un circuito experimental del Laboratorio de Flujos Multifásicos del IIUNAM. Este circuito consiste en una tubería de 54 metros de longitud y 3 pulgadas de diámetro, equipada con cuatro transductores de presión (MEAS U5300) distribuidos a lo largo de su recorrido. Además, cuenta con una conexión de tres vías previa al circuito, donde se inyectan y miden ambas fases. La medición de cada fase se realiza con caudalímetros (Endress-Hauser Coriolis). Para suministrar la fase líquida se utiliza una bomba de cavidad progresiva (Seepex Mod. BN35-24), mientras que para suministrar aire seco se emplea un compresor (Kaeser Aircenter SK.2).

Durante cada una de las pruebas se inyectaron a la tubería diferentes combinaciones de gastos máxicos de aire y glicerina. Los experimentos se llevaron a cabo durante un período de  $t_f = 120$  (s) con un tiempo de muestreo  $\Delta t = 0.2$  (s). El conjunto de datos que se obtuvo fue normalizado a un rango de 0.1 a 0.9 y se dividió aleatoriamente en tres partes: 60% para entrenamiento, 20% para validación y 20% para pruebas de las RNA.

Para determinar la arquitectura óptima del modelo compuesto por las RNA, se probaron cuatro funciones de transferencia diferentes en la capa oculta de cada red, así como diversas combinaciones de interconexión entre ellas. Para la etapa de entrenamiento de las RNA se utilizó el algoritmo de Levenberg-Marquardt. La evaluación del modelo se realizó utilizando diferentes métricas estadísticas, destacando el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), el cual alcanzó un valor de 0.98 para la mejor arquitectura.

## Conclusiones

El proceso de modelado es un proceso de codificación del conocimiento sobre un sistema o fenómeno físico de interés. En el contexto de la dinámica de fluidos, este proceso debe abordar características inherentes

a la naturaleza de los fluidos que los vuelven difíciles de describir, como escalas espaciales y temporales múltiples, turbulencia, múltiples fases, múltiples grados de libertad, entre otras. El aprendizaje automático puede resultar invaluable en este proceso al ofrecer un conjunto estructurado de herramientas algorítmicas. Aunque estas herramientas han existido durante algún tiempo, han evolucionado significativamente gracias a los avances en el *hardware* computacional, que han mejorado el almacenamiento, procesamiento y transferencia de datos. Esta evolución ha modificado el enfoque del estudio de los fluidos, que abarca una amplia gama de escalas espaciales, desde lo microscópico y discreto hasta lo macroscópico y continuo, así como diferentes escalas de tiempo, desde los picosegundos hasta las horas. Sin embargo, en este nuevo enfoque del estudio de los fluidos, no hay que olvidar que, aunque el aprendizaje automático nos puede ayudar a resolver un problema, el objetivo final es descubrir cómo lo hizo.

## Referencias

- [1] R. Peralta-Fabi, Fluidos: Apellido de Líquidos y Gases, 3ra ed. Fondo de Cultura Económica, 2023.
- [2] S. L. Brunton, "Applying machine learning to study fluid mechanics," Acta Mechanica Sinica, vol 37, no. 12, pp. 1718-1726, 2021.
- [3] S. L. Brunton, B. R. Noack, & P. Koumoutsakos, "Machine learning for fluid mechanics," Annual review of fluid mechanics, vol. 52, pp. 477-508, 2020.
- [4] C. W. Rowley, & S. T. Dawson, "Model reduction for flow analysis and control," Annual Review of Fluid Mechanics, vol. 49, pp. 387-417, 2017.
- [5] E. Meijering, "A chronology of interpolation: from ancient astronomy to modern signal and image processing," Proceedings of the IEEE, vol. 90 no. 3, pp. 319-342, 2020.
- [6] E. Jahanshahi, & S. Skogestad, "Anti-slug control solutions based on identified model," Journal of Process Control, vol. 30, pp. 58-68, 20215.
- [7] W. Ajbar, L. Torres, J. E. V. Guzmán, J. Hernández-García, & A. Palacio-Pérez, "Development of artificial neural networks for the prediction of the pressure field along a horizontal pipe conveying high-viscosity two-phase flow," Flow Measurement and Instrumentation, vol. 96, 2024.



# De las ideas verdes incoloras hasta ChatGpt: los grandes modelos del lenguaje

**Víctor Germán Mijangos de la Cruz**

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias,  
Departamento de Matemáticas, Ciudad de México, México.

ORCID: [0000-0002-8950-2634](https://orcid.org/0000-0002-8950-2634)

**Ximena Gutierrez-Vasques**

Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones  
Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Ciudad de México, México.

ORCID: [0000-0002-1486-2774](https://orcid.org/0000-0002-1486-2774)

Recepción: 21 de abril de 2024.

Aceptación: 17 de mayo de 2024.

Junio 2024 • número de revista 10 • <https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2024.10.18>

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

2683-2968/© 2024 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior es editada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. ISSN: 2683-2968. Reserva de Derechos de Autor: 04-2019-011816190900-203

## De las ideas verdes incoloras hasta ChatGpt: los grandes modelos del lenguaje

---

### Resumen

Los grandes modelos del lenguaje son tecnologías que han mostrado una capacidad notable para producir texto que simula al lenguaje humano escrito; estos modelos están detrás de agentes conversacionales como chatGPT o Gemini. Si bien el impacto y uso de estos modelos se ha extendido a numerosos sectores de la sociedad, no siempre se discuten los fundamentos técnicos y científicos que subyacen a estos desarrollos de la inteligencia artificial. El presente artículo propone dar una introducción al funcionamiento de los modelos del lenguaje, desde las primeras propuestas hasta los grandes modelos actuales. Lo anterior con el fin de incentivar una comprensión más profunda de estas tecnologías y, por lo tanto, ampliar la discusión en torno al origen de algunas de sus limitaciones y potencialidades en diversos ámbitos, por ejemplo, en un marco educativo.

**Palabras clave:** Modelos del lenguaje, procesamiento del lenguaje natural, inteligencia artificial.

### *From colorless green ideas to ChatGpt: Large Language Models*

---

### Abstract

*Large language models are technologies that have shown a remarkable ability to produce text simulating human-written language; these models are behind conversational agents like chatGPT or Gemini. Although the impact and use of these models have extended to numerous sectors of society, the technical and scientific foundations underlying these artificial intelligence tools are not regularly a topic of discussion. This article aims to introduce the functioning of language models: from the early proposals to the current large models. We aim to encourage a deeper understanding of these technologies and thus broaden the discussion around the origins of some of their limitations and potentialities in various fields, for example, in an educational framework*

**Keywords:** *Language models, natural language processing, artificial intelligence.*

## Introducción

“Colorless green ideas sleep furiously” es un famoso ejemplo ideado por el lingüista Noam Chomsky para ilustrar que aunque una oración esté perfectamente bien formada en lo gramatical, no necesariamente tiene coherencia semántica. Podríamos decir que algo similar ocurre con las tecnologías del lenguaje y los avances de la inteligencia artificial. Por muchos años ha predominado la percepción de que, si bien las computadoras logran imitar algunas capacidades del razonamiento y del lenguaje humano, esto es solo superficialmente, pues no logran un entendimiento realmente profundo del lenguaje.

Sin embargo, tras la aparición de los grandes modelos de lenguaje, nuestra noción sobre los límites de estas tecnologías está siendo desafiada cada vez más. En Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) los grandes modelos de lenguaje son tecnologías capaces de generar artificialmente trozos de texto que no sólo exhiben coherencia en lo sintáctico, sino que parecen codificar relaciones más profundas: de tipo semántico, pragmático, conocimiento del mundo, etc. La capacidad de estos modelos para generar texto ha llegado a tales niveles de sofisticación que muchas veces resulta imposible identificar si el texto fue escrito por un humano o producido a partir de una inteligencia artificial.

Quizá los ejemplos más emblemáticos de estos avances son “ChatGPT”<sup>1</sup> de la empresa OpenAI o “Gemini”<sup>2</sup> de Google. Estas herramientas son resultado de la combinación de dos tecnologías principales: 1) un modelo neuronal del lenguaje que ayuda a predecir las secuencias de texto más probables y 2) un chatbot, o agente conversacional, que facilita la interacción con los usuarios mediante un esquema de pregunta-respuesta.

Puesto que tecnologías como ChatGPT y Gemini se han vuelto objeto de discusión en casi todos los ámbitos, así como una herramienta de uso cotidiano para el público general, valdría la pena repasar cómo funcionan los grandes modelos de lenguaje para entender el origen de sus capacidades, así como sus potenciales limitaciones.

## Antecedentes: Antes de los grandes modelos

En su concepción más fundamental un modelo de lenguaje busca calcular qué tan probable es que ocurra una determinada oración, o secuencia de texto, en una lengua específica. El poder ponderar qué tan viables resultan las oraciones que fueron generadas artificialmente y elegir las más probables ha sido un componente esencial para el desarrollo de sistemas como la traducción automática, la generación automática del lenguaje, la corrección gramatical, entre otros.

<sup>1</sup> <https://chatgpt.com/>

<sup>2</sup> <https://gemini.google.com>

Los modelos del lenguaje se definen a partir de dos componentes principales: 1) el vocabulario o conjunto de elementos que se pueden combinar para formar unidades de una lengua; y 2) una función de probabilidad para cada una de las posibles combinaciones del vocabulario. Podemos imaginar que, si el vocabulario es el léxico del español, entonces un modelo del lenguaje deberá contar con una función que sea capaz de estimar la probabilidad para cada una de las posibles combinaciones de palabras. Oraciones comunes como “Hola, ¿cómo estás?” tendrán una probabilidad alta, mientras que formaciones sin estructura como “estás hola cómo” tendrán una probabilidad baja o nula.

Sin embargo, la cantidad de cadenas que se pueden formar con un vocabulario finito es infinita. Por tanto, se han propuesto diferentes estrategias para acercarse al cálculo de estas probabilidades. Una de las primeras propuestas para estimar modelos del lenguaje fue la de Claude Edward Shannon, creador de la Teoría de la Información. Para Shannon [1], las probabilidades de cadenas se estiman por medio de lo que el autor llama una aproximación de orden  $n$ . Esta aproximación factoriza las probabilidades de cadenas en probabilidades condicionales de una palabra dado  $n-1$  elementos previos (que se suelen llamar historial). El orden  $n$  del modelo determina qué tanto del historial tomamos en cuenta para predecir el siguiente elemento. Por ejemplo, usando una aproximación de orden 2, la probabilidad de una cadena con los símbolos  $w_1, w_2, \dots, w_n$  puede estimarse como:

$$\begin{aligned} p(w_1, \dots, w_n) &= p(w_1)p(w_2|w_1) \cdots p(w_n|w_{n-1}) \\ &= p(w_1) \prod_{t=2}^n p(w_t|w_{t-1}) \end{aligned}$$

La frase “Colorless green ideas” requerirá que estimemos las probabilidades  $p(\text{colorless})$ ,  $p(\text{green}|\text{colorless})$  y  $p(\text{ideas}|\text{green})$ , a partir de un gran corpus (colección de textos) de la lengua, para obtener la probabilidad total de la cadena. A esto se le conoce como un modelo de lenguaje estadístico basado en  $n$ -gramas. Además de asignarle una probabilidad a una oración de una lengua, los modelos de lenguaje tienen capacidad generativa, es decir, permiten generar nuevas cadenas a partir de un historial o un contexto previo. Para esto, podemos buscar la palabra  $w$  que maximice la probabilidad  $p(w|w_1\dots w_n)$ . Si incorporamos esta nueva palabra predicha a la cadena previa,  $w_1\dots w_n w$ , podemos repetir el procedimiento y buscar otra que maximice la probabilidad dado este nuevo contexto  $p(w'|w_1\dots w_n w)$ . Repitiendo este proceso generamos una nueva oración del lenguaje (véase [2]).

Este tipo de probabilidades condicionales se estiman a partir de simples conteos en un corpus de entrenamiento con textos de alguna lengua. Sin embargo, estos modelos tradicionales del lenguaje exhiben algunas limitaciones: el tamaño del contexto es siempre fijo y limitado (generalmente una, dos o tres palabras previas), dificultando que los modelos de lenguaje puedan hacer predicciones que dependan de un contexto de tamaño variable, o que puedan generar texto condicionado a dependencias muy distantes. Por otro lado, estos modelos tienden a generar texto formado por oraciones sintácticamente correctas pero muchas veces carentes de coherencia semántica; por lo que la adopción de este tipo de modelos para realizar agentes conversacionales no era tan común en la industria, comparada con los sistemas de IA generativa hoy en día.

## Los primeros modelos neuronales

Los modelos de n-gramas evidenciaron el potencial de usar métodos estadísticos para procesar el lenguaje. Una nueva ola de modelos partió de esta base, sin embargo, ahora utilizaron redes neuronales artificiales como herramienta para estimar las probabilidades. A principios de los años 2000, Yoshua Bengio, premio Turing por sus contribuciones en inteligencia artificial, propuso un modelo del lenguaje basado en redes neuronales artificiales. La propuesta de Bengio [3] era utilizar una red neuronal multicapa para estimar las probabilidades de una palabra dado su historial.

En la Figura 1 se muestra la arquitectura de la red neuronal. La salida es simplemente la probabilidad de la  $i$ -ésima palabra, dado el contexto (esta probabilidad se calcula utilizando una función llamada *softmax*). En los pasos intermedios del procesamiento que realiza la red se utilizan lo que se conoce como capas ocultas, componente fundamental del aprendizaje profundo (entre más capas ocultas mayor profundidad). Lo interesante, además de la capacidad de las redes neuronales para predecir palabras dado un contexto, es cómo estas palabras se representan para que las procese la red neuronal. Las redes neuronales toman como entrada vectores (arreglos numéricos) pues no son capaces de trabajar directamente con cadenas de texto. Para solventar esto, Bengio [3] propone *embeddings* (a veces traducido como “encajes”) de las palabras en vectores. En la Figura 1, estos *embeddings* se denotan como  $C(w_t)$ ; los valores de estos vectores se aprenden automáticamente como parte del proceso de entrenar una red neuronal para que prediga una palabra dado un contexto.

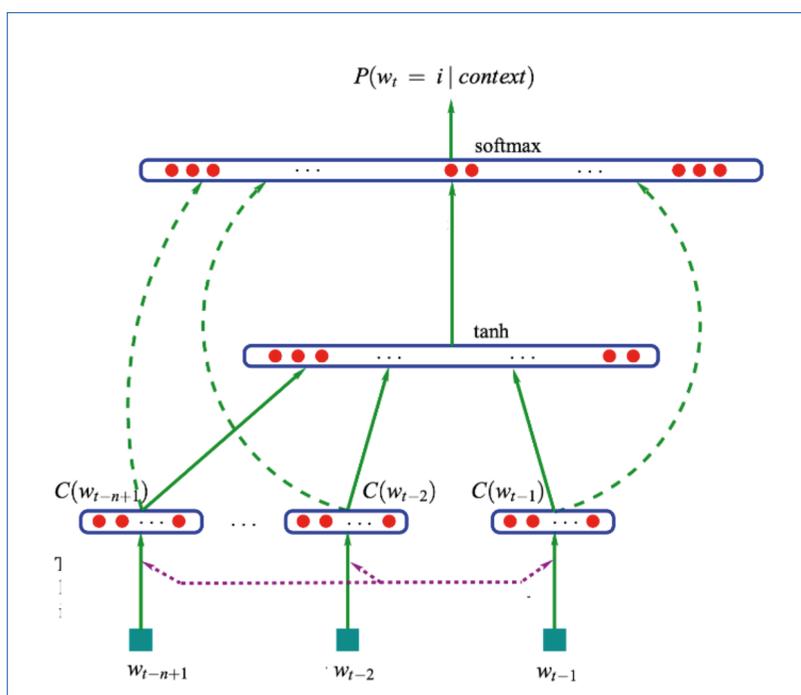


Figura 1. Estructura de la red neuronal para el modelo del lenguaje (adaptado de Jurafsky [2]).  
Fuente: elaboración propia.

Cuando la red termina de entrenarse, se obtienen *embeddings* que convergen a valores numéricos que capturan la semántica de las palabras. Como se muestra en la Figura 2, cada *embedding* es un vector asociado a una palabra del vocabulario. Estos vectores tratan de capturar las relaciones semánticas, de tal forma que vectores que correspondan a palabras semánticamente relacionadas estarán cercanas (“gato” y “minino” en la Figura 2) y alejadas de aquellas con significados distintos. El fundamento que permite a la red aprender *embeddings* es la hipótesis distribucional [4]: palabras con sentidos similares comparten contextos similares. A partir de observar miles o millones de contextos en un gran corpus, la red neuronal puede estimar los vectores de palabras.

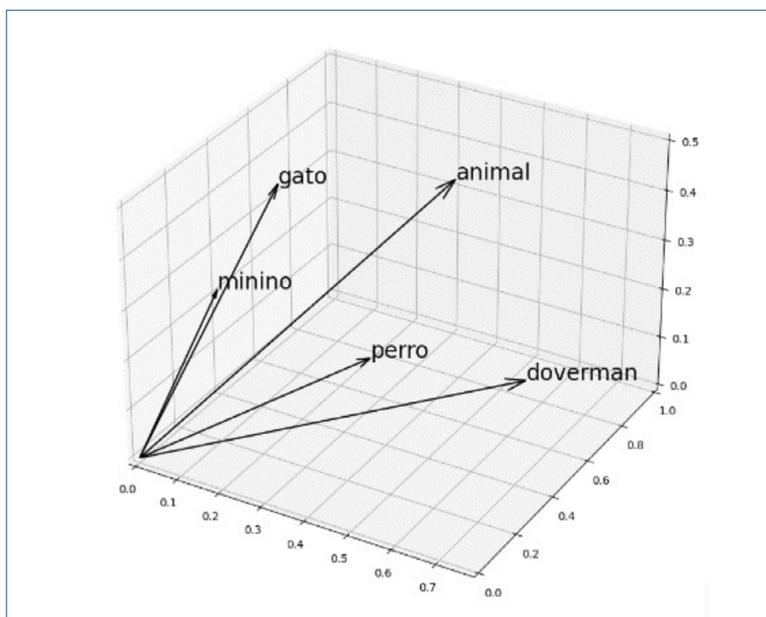


Figura 2. Visualización de los embeddings como vectores.  
Fuente: elaboración propia.

Esto fue una idea novedosa, de gran impacto; más allá de predecir secuencias, los modelos del lenguaje incorporaban capacidades semánticas mediante vectores. Así surgieron varias propuestas neuronales para crear vectores de palabra o *word embeddings*, la más popular fue Word2Vec [5], y le siguieron modelos como FastText [6], GloVe [6], Ida2Vec, Node2Vec [7], etc. Este cambio de los métodos estadísticos a los neuronales representó una revolución en el área de PLN e IA, la cual no sólo fue posible por los métodos nuevos sino porque el poder de los sistemas de cómputo ya permitía procesar arquitecturas neuronales con una vasta cantidad de datos.

Otra contribución importante llegó en 2017, cuando se propuso que estos vectores no sólo codificaran una noción estática de la “semántica” de las palabras aisladas, sino que su representación vectorial se transformara dinámicamente dependiendo del contexto. Por ejemplo, en la oración “él no nada nada” esperaríamos tener dos representaciones vectoriales distintas de la palabra “nada”, la primera relacionada a la semántica del verbo nadar y la segunda tendría que ver con un adverbio de negación. En otras palabras,

la representación vectorial asociada a una palabra cambia de acuerdo con el contexto en que aparece. En este sentido, la idea de representaciones contextualizadas representó un cambio en la forma de aproximar el procesamiento del lenguaje natural. Métodos como CoVe (*Contextualized Vectors*), y ELMo [9] introdujeron los *embeddings* contextualizados y fueron precursores de los grandes modelos del lenguaje que se usan ahora.

## Las entrañas de un gran modelo de lenguaje

Modelos como ELMo hacían uso de redes neuronales recurrentes. Estas arquitecturas resultan más flexibles para modelar el lenguaje, permiten tomar el contexto previo y el consecuente (bi-direccional) para modelar el *embedding* de una palabra, así como incorporar contextos variables de gran tamaño en la predicción de texto.

Las redes neuronales recurrentes dieron paso a los modelos *encoder-decoder* o *seq2seq* (*sequence to sequence*). En este tipo de paradigmas se utiliza una red neuronal para codificar una secuencia de entrada (*encoder*) y a partir de esta codificación se utiliza otra red neuronal (*decoder*) que aprende a decodificar generando otra secuencia. Muchas tareas de PLN pueden modelarse así, por ejemplo: a) traducción automática (entrada del *encoder*: texto en una lengua fuente, salida del *decoder*: texto en una lengua destino); b) resumen automático (entrada del *encoder*: una secuencia larga de texto, salida del *decoder*: una secuencia breve de texto que corresponde al resumen); c) generación de paráfrasis (entrada del *encoder*: una secuencia de texto, salida del *decoder*: una secuencia que corresponde a una paráfrasis del texto de entrada); d) generación de código (entrada del *encoder*: una secuencia de texto en lenguaje natural, salida del *decoder*: una secuencia de código de computadora).

Son tantas las aplicaciones que pueden abordarse como la conversión de una secuencia a otra que hoy en día representa el enfoque neuronal predominante para resolver tareas de PLN.

Sin embargo, las redes neuronales recurrentes demandan un alto costo computacional y tienen limitaciones cuando deben modelar contextos de gran tamaño. Para solventar lo anterior, Vaswani et.al. [10] introdujeron un modelo innovador llamado Transformer, que se basa en un mecanismo de las redes neuronales profundas llamado atención. La atención, como su nombre lo dice, permite poner mayor "atención" en ciertas palabras del contexto, así como "ignorar" otras, dependiendo de cuáles resulten más útiles para predecir una palabra dado un contexto largo. Este mecanismo se puede aplicar a muchas tareas de PLN, por ejemplo, en la traducción automática neuronal el mecanismo de atención permite que el *decoder* se enfoque en ciertas palabras de la secuencia de entrada (*encoder*) que tienen mayor relevancia para generar o predecir la secuencia de salida, es decir, qué palabras tienen mayor influencia para traducir una oración de una lengua a otra.

La atención tiene un principio sencillo que se basa en ponderar qué tanto influyen las palabras de una secuencia de entrada (*encoder*) en la generación o predicción de las palabras en una secuencia de salida (*decoder*). Por ejemplo, en una tarea de traducción si se tiene una oración como “el niño se cayó” y se quiere traducir al inglés, el proceso de generación de la palabra “the” le asignará un score alto de atención a “el” y bajo a las demás palabras de la entrada, mientras que “fell” tendría que asignarle un score alto tanto a “se” como a “cayó”. Estos scores se basan en probabilidades: las palabras que influyen más tienen mayor probabilidad de pasar su información al proceso de generación de la secuencia de salida (traducción). En la Figura 3 se muestra gráficamente la atención. En este ejemplo, se entrenó un Transformer para poder traducir sentencias del español al otomí del Mezquital. Si el sistema recibe la frase de entrada “Pase usted a descansar” (que se traduce en otomí “thogi gi zi tsaya”), los cuadros en blanco señalan dónde hay una mayor atención del modelo: para obtener la traducción de “thogi gi” se pone mayor atención a “pase”. Para obtener “tsaya” la atención de la red neuronal se pone en su correspondiente español “descansar”, mientras que para el reverencial “zi” se pone atención en “usted”. En la oración original, “a” parece no requerirse para ninguna traducción (no se le pone atención), pues el otomí no cuenta con este tipo de preposición.

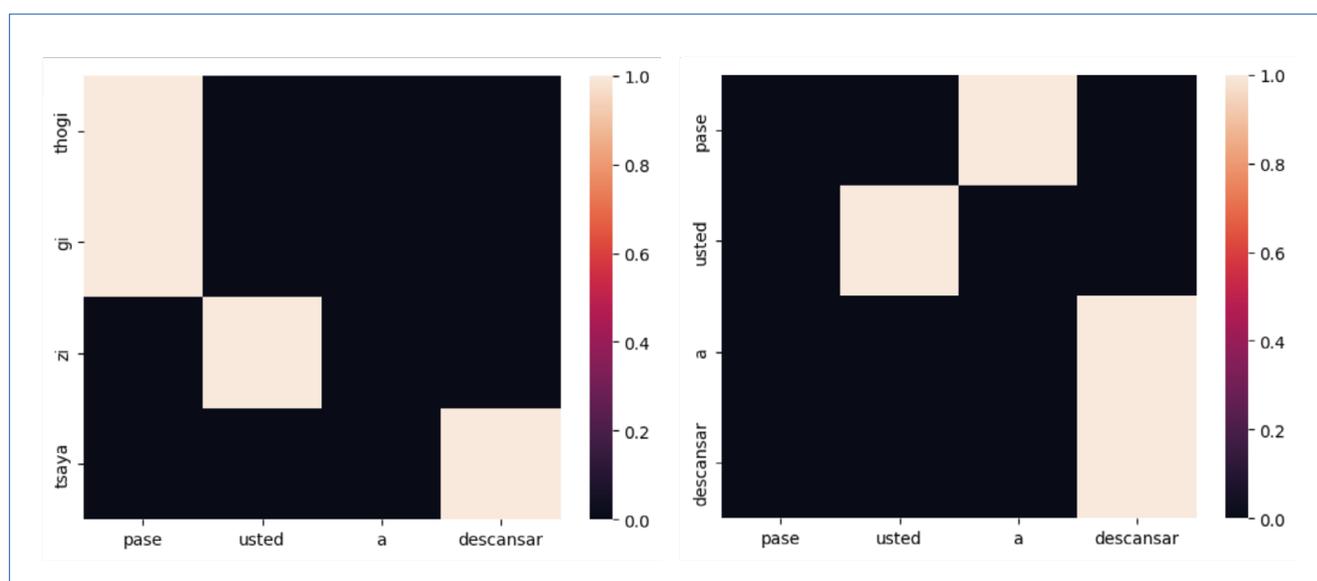


Figura 3. Matrices de atención en un problema de traducción de español a otomí. Fuente: elaboración propia.

Los valores representados con colores más claros son los más cercanos a una probabilidad 1, mientras que los más oscuros se acercan a probabilidad 0. En la derecha de la Figura 3 se observa otra matriz de atención. Esta se conoce como autoatención, pues se enfoca únicamente en los elementos de entrada; es decir, relaciona a la sentencia en español consigo misma, es una manera de obtener una codificación informativa y compacta de la estructura y las relaciones de una oración de entrada. Por ejemplo, en la Figura 3 vemos que el verbo “pase” está asociado a la preposición “a”. La autoatención ha sido una innovación de

suma importancia para los modelos generativos. En la autoatención, los modelos capturan la estructura relevante de las secuencias de entrada (*encoder*) y a partir de esta representación pueden generar mejores salidas (*decoder*), ya sea en traducción automática u otras tareas de generación del lenguaje natural. Los Transformers son la arquitectura neuronal que está detrás de ChatGPT, LLaMA [11], T5 [12], BERT [13] y de muchos de modelos de lenguaje actuales.

La capacidad generativa de los modelos actuales se sigue basando en concepciones fundamentales como las de los modelos de n-gramas presentados más arriba: buscamos estimar la probabilidad  $p(w|w_1, \dots, w_n)$  para generar, palabra por palabra, una secuencia que sea probable dada una entrada o contexto previo.

Como vimos, Claude Shannon, padre de la teoría de la información, ya había establecido las bases para calcular la probabilidad de ocurrencia de una palabra dado cierto contexto. La influencia de la estadística y el aprendizaje de máquina sigue siendo relevante para entender los modelos recientes.

Gracias a las innovaciones recientes (redes neuronales recurrentes, mecanismo de atención) se aprovecha un historial grande de palabras precedentes y ya no se limita sólo a unas cuantas. La familia de modelos del lenguaje que predicen la “mejor” palabra condicionada a un historial previo es conocida como modelos autorregresivos. Por ejemplo, si se introduce una cadena como “el gato persiguió al...”, el modelo buscará, entre un vocabulario, cuál es la palabra que mejor se adapta al contexto previo; en este caso, el modelo podría elegir la palabra “ratón”.

Estas estimaciones de probabilidad se obtienen de las distribuciones de palabras y oraciones de una lengua a partir de cantidades masivas de corpus textuales de entrenamiento. El uso de cantidades inmensas de texto combinado con el aumento de poder de cómputo y la sofisticación en las redes neuronales artificiales dieron pie a lo que ahora se conoce como grandes modelos del lenguaje (*Large Language Models* o LLMs por sus siglas en inglés). Como hemos discutido previamente, ese tipo de modelos neuronales tiene la capacidad de generar representaciones vectoriales de la lengua (*embeddings*) así como hacer predicciones de secuencias como parte de un mismo proceso de aprendizaje automático. Los grandes modelos del lenguaje han aumentado considerablemente su complejidad, así como sus capacidades, abriendo una ventana de posibilidades, pero al mismo tiempo generando nuevos retos y problemáticas.

## Los límites actuales y el futuro

Debido a su naturaleza probabilística, estos modelos pueden entrenarse para que aprendan a realizar una gran diversidad de tareas. Por ejemplo, sistemas pregunta-respuesta, resumidores automáticos, generación automática de código de programación, entre muchas otras aplicaciones. Además, poseen cierta

capacidad “creativa”, si bien no podemos decir que estos modelos son creativos en el sentido humano sí son capaces de generar textos novedosos y de responder de manera distinta a una misma pregunta por su base probabilística.

Hoy en día resulta difícil que un modelo de lenguaje produzca pedazos de texto que contengan oraciones agramaticales o con anomalías semánticas, como es la propuesta por Chomsky: “Colorless green ideas sleep furiously”. Estos modelos parecen haber dominado la habilidad de reproducir muchas de las estructuras típicas subyacentes a una lengua natural. Los modelos actuales pueden producir estructuras formales adecuadas que además están enriquecidas con un conocimiento de la semántica y pragmática de las palabras con base en las representaciones vectoriales de éstas.

Aun así, los modelos del lenguaje tienen el potencial de generar información falsa muy elaborada y perfectamente bien escrita. En PLN, a este fenómeno se le ha denominado “alucinación” y constituye uno de los grandes retos actuales en la investigación en IA (puede revisarse a Xu & Kankanhalli [14] para profundizar).

Al ser tecnologías que entran en contacto con cada vez más usuarios, se debe ser especialmente cuidadoso con la veracidad y pertinencia del tipo de información que estos modelos son capaces de generar. En otras palabras, si un usuario utiliza un modelo generativo como asistente de escritura o para búsqueda de información, el usuario debe tener cierto conocimiento del tema para verificar que el texto generado no contenga estas “alucinaciones” y estar consciente de que, aún con todos los avances modernos, estos modelos basados en redes neuronales artificiales tienen la capacidad de producir texto con información falsa.

Si bien en el contexto actual se suele antropomorfizar a estos sistemas, es decir, les conferimos cualidades humanas pues interactuamos con ellas por medio de nuestro lenguaje natural, es importante no perder de vista de dónde viene el conocimiento de estas inteligencias artificiales. Estos modelos construyen relaciones complejas y una representación del mundo resultado de procesar millones de documentos extraídos de la web y de muchas otras fuentes. Los humanos no necesitamos leer toda la Wikipedia para aproximar el significado de las palabras. Los mecanismos de construcción del conocimiento son distintos ya que, entre otras cosas, los humanos tenemos acceso a mucha información que está fuera del texto (estímulos visuales, sonoros, etc.), mientras que los modelos del lenguaje suelen estar restringidos a capturar información interna al texto.

Como los corpus de entrenamiento determinan el tipo de conocimiento que adquieren estas tecnologías, es relevante pensar en el origen y calidad de los datos que alimentan a estos modelos. Es común observar que los modelos del lenguaje reproducen sesgos sociodemográficos de diversos tipos (raza, género, orientación sexual). La atenuación de estos sesgos es un aspecto relevante que se debe considerar en el desarrollo e implementación de estas tecnologías de inteligencia artificial con el fin de no perpetuar estereotipos ni

discursos de odio o discriminatorios (puede revisarse a Liang et al [15]). Sobre todo, si se planea que estas herramientas se integren plenamente a entornos educativos, gubernamentales y comerciales.

Por otra parte, mientras que el uso de cantidades exacerbadas de datos de entrenamiento es clave para el éxito de estos modelos, también constituye parte de su maldición. No todas las lenguas del mundo poseen los recursos textuales que se requieren para construir este tipo de tecnologías. A veces podemos tener la percepción de que la IA generativa se encuentra en un estado de desarrollo muy avanzado y disponible, pero esto es solo cierto para un puñado de lenguas. En la actualidad existen modelos de lenguaje multilingües pero sigue habiendo una distancia grande entre la calidad de predicciones que se obtienen para lenguas dominantes, como el inglés, y el desempeño que se obtiene cuando se prueban otras lenguas. Por más sofisticados que sean estos modelos, es un problema abierto el lograr que funcionen con una cantidad más modesta de datos y abarcar así la gran diversidad lingüística que existe en el mundo.

A pesar de las limitaciones, es una realidad que los grandes modelos de lenguaje son el componente principal de las tecnologías de inteligencia artificial con las que muchos interactúan en la actualidad. Estas tecnologías del lenguaje han provocado que cambie la forma en cómo realizamos búsquedas de información y resolvemos problemas. El ámbito educativo, por ejemplo, es uno de los que más se está transformando con la introducción de las tecnologías generativas, esto impacta las prácticas de los alumnos y de los profesores [16], [17].

Nuestra postura no es desincentivar el uso de los grandes modelos del lenguaje ni de las herramientas derivadas de la IA, sino fomentar una visión más transparente sobre sus limitaciones para seguir avanzando en su desarrollo y perfeccionamiento.

Más allá de negar sus capacidades, quizá la discusión deba centrarse en cómo incorporar estas tecnologías a la vida diaria de manera informada, segura y regulada. Sobre todo, considerando que las principales herramientas comerciales utilizan modelos de lenguaje que son “cerrados”. Esto implica que tanto el código fuente como los parámetros de la red neuronal y el corpus de origen no están disponibles públicamente, dificultando la transparencia, accesibilidad y reproducibilidad de estos desarrollos tecnológicos.

## Referencias

- [1] C. E. Shannon, “A mathematical theory of communication,” *The Bell System Technical Journal*, vol. 27, no. 3, pp. 379-423, 1948.
- [2] D. Jurafsky y J. H. Martin, *Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*. Prentice Hall, 2009.
- [3] Y. Bengio, R. Ducharme, y P. Vincent, “A neural probabilistic language model,” en *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 13, 2000.

- [4] M. Sahlgren, "The distributional hypothesis," en *Italian Journal of Linguistics*, vol. 20, pp. 33-53, 2008.
- [5] T. Mikolov, I. Sutskever, K. Chen, G. S. Corrado, and J. Dean, "Distributed representations of words and phrases and their compositionality," en *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 26, 2013.
- [6] P. Bojanowski, E. Grave, A. Joulin, y T. Mikolov, "Enriching word vectors with subword information," en *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, vol. 5, pp. 135-146, 2017.
- [7] J. Pennington, R. Socher, y C. D. Manning, "Glove: Global vectors for word representation," en *Proceedings of the 2014 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP)*, pp. 1532-1543, 2014.
- [8] A. Grover y J. Leskovec, "node2vec: Scalable feature learning for networks," en *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 855-864, 2016.
- [9] M. E. Peters, M. Neumann, M. Iyyer, M. Gardner, C. Clark, K. Lee, y L. Zettlemoyer, "Deep contextualized word representations," en *Proceedings of the 2018 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, pp. 2227-2237, 2018.
- [10] A. Vaswani, N. Shazeer, N. Parmar, J. Uszkoreit, L. Jones, A. N. Gomez, y I. Polosukhin, "Attention is all you need," en *Advances in Neural Information Processing Systems*, vol. 30, 2017.
- [11] H. Touvron, T. Lavril, G. Izacard, X. Martinet, M. A. Lachaux, T. Lacroix, y G. Lample, "Llama: Open and efficient foundation language models," *arXiv preprint arXiv:2302.13971\**, 2023.
- [12] C. Raffel, N. Shazeer, A. Roberts, K. Lee, S. Narang, M. Matena, y P. J. Liu, "Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer," *Journal of Machine Learning Research*, vol. 21, no. 140, pp. 1-67, 2020.
- [13] J. Devlin, M. W. Chang, K. Lee, and K. Toutanova, "BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding," en *Proceedings of NAACL-HLT*, pp. 4171-4186, 2019.
- [14] Z. Xu, S. Jain, y M. Kankanhalli, "Hallucination is inevitable: An innate limitation of large language models", *\*arXiv preprint arXiv:2401.11817\**, 2024.
- [15] P. P. Liang, C. Wu, L. P. Morency, y R. Salakhutdinov, "Towards understanding and mitigating social biases in language models", en *\*International Conference on Machine Learning\**, pp. 6565-6576, 2021.
- [16] L. Codina y C. Garde, "Uso de ChatGPT en la docencia universitaria: fundamentos y propuestas", *\*repositori.upf.edu\**. [En línea]. Disponible: <https://repositori.upf.edu/handle/10230/57015>.
- [17] L. J. Linares, J. A. L. Gómez, J. Á. M. Baos, F. P. R. Chicharro, y J. S. Guerrero, "ChatGPT: reflexiones sobre la irrupción de la inteligencia artificial generativa en la docencia universitaria", en *\*Actas de las Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI)\**, vol. 8, pp. 113-120, 2023.



# Aplicación de la Inteligencia Artificial en la inserción productiva de estudiantes universitarios

**Ramiro Adrián Lira Beltrán**

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económico  
Administrativas, Guadalajara, Jalisco, México.

ORCID: [0000-0001-6931-6159](https://orcid.org/0000-0001-6931-6159)

**José António Orizaga Trejo**

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económico  
Administrativas, Guadalajara, Jalisco, México.

ORCID: [0000-0001-5649-5514](https://orcid.org/0000-0001-5649-5514)

**Carlos Alberto Castañeda González**

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económico  
Administrativas, Guadalajara, Jalisco, México.

ORCID: [0000-0001-5905-3105](https://orcid.org/0000-0001-5905-3105)

**Ma. Hivalia Cruz Herrera**

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económico  
Administrativas, Guadalajara, Jalisco, México.

ORCID: [0000-0001-8901-3024](https://orcid.org/0000-0001-8901-3024)

Recepción: 18 de abril de 2024.

Aceptación: 20 de mayo de 2024.

Junio 2024 • número de revista 10 • <https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2024.10.14>

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

2683-2968/© 2024 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior es editada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. ISSN: 2683-2968. Reserva de Derechos de Autor: 04-2019-011816190900-203

## Aplicación de la Inteligencia Artificial en la inserción productiva de estudiantes universitarios

---

### Resumen

Este trabajo es parte de una investigación científica en proceso de desarrollo orientada a la aplicación de la Inteligencia Artificial en la inserción profesional de estudiantes universitarios. Presenta una exploración para construir un modelo conceptual de *clusterización* para la aplicación de IA en la inserción productiva de estudiantes universitarios —oferta del mercado productivo—. El modelo conceptual presentado en este artículo tiene el propósito de encontrar los patrones de conducta de los estudiantes universitarios respecto a sus competencias, expectativas y experiencia de inserción productiva mediante el empleo del algoritmo de aprendizaje automático y de agrupación *K-means*. La orientación de la propuesta es desde la perspectiva tecnológica de aplicación de la Inteligencia Artificial y la Ciencia de Datos en las áreas de recursos humanos y de la exploración de trabajos científico-tecnológicos de IA en reclutamiento de talento humano.

**Palabras clave:** Inteligencia artificial, inserción laboral, estudiantes universitarios, trabajo, reclutamiento de talento.

### *Application of Artificial Intelligence in the Productive Integration of University Students*

---

### Abstract

*This work is part of an ongoing scientific research project aimed at the application of Artificial Intelligence in the professional integration of university students. It presents an exploration to construct a conceptual clustering model for the application of AI in the productive integration of university students - matching the productive market supply. The conceptual model presented in this article aims to identify the behavior patterns of university students concerning their competencies, expectations, and productive integration experiences by employing the K-means clustering and machine learning algorithm. The proposal's orientation is from the technological perspective of applying Artificial Intelligence and Data Science in the areas of human resources and the exploration of AI-based scientific-technological works in human talent recruitment.*

**Keywords:** Artificial intelligence, job insertion, university graduates, work, talent recruitment.

## Introducción

Durante el presente siglo la adopción de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) como Internet, Robótica, Realidad virtual, Impresión 3D e Inteligencia Artificial (IA) ha provocado el cambio en las conductas y patrones de la sociedad y de los diferentes ámbitos de la vida cotidiana.

Esta adopción tecnológica está revolucionando los sistemas y dinamizando con mayor velocidad los cambios en los medios y factores de producción, administración, distribución, consumo, comunicación e innovación.

En el mercado laboral el empleo de plataformas digitales ha incrementado su significancia, tanto para la oferta —trabajadores— como la demanda —empleadores—.

Durante los últimos dos años, y como consecuencia derivada de la pandemia, se aceleró el uso de plataformas digitales para mantener la continuidad de la formación profesional y de las jornadas de trabajo mediante ambientes remotos e híbridos (presencial y a distancia). Tanto universidades como centros de formación, organizaciones, empresas, reclutadores de talento y propias áreas de recursos humanos iniciaron la digitalización de sus procesos y la transformación digital en el mercado laboral [1].

La consultora internacional Gartner [2] menciona que *“47% de los líderes de recursos humanos consideran la necesidad de incrementar las inversiones en digitalización para la gestión del talento humano”*, estando conscientes de que el camino es largo por recorrer debido a que la digitalización en esta área es una de las más incipientes. El análisis de Gartner muestra que el rediseño de procesos, el análisis del talento humano y la integración de servicios de gestión de capital humano son las aplicaciones tecnológicas más avanzadas o maduras en este ámbito de competencia. La automatización de procesos, inteligencia artificial y ciencia de datos son las tecnologías con mayor potencial de impacto en gestión de capital humano, con aplicabilidad en trazabilidad de talento, aprendizaje avanzado por competencias, procesos productivos impulsados por la experiencia de los empleados —EX, Employee Experience— y la asistencia virtual en recursos humanos, entre muchas de las alternativas de aplicación.

Por su parte, Deloitte [3] en su reporte de tendencias tecnológicas del año 2022 estimó a cinco años la evolución y madurez de los siguientes nichos tecnológicos en materia de capital humano y mercado laboral: 1. Ciencia de datos, 2. Servicios en nube, 3. Automatización de procesos, 4. Tecnificación de los ambientes de trabajo, y 5. Atracción y contratación avanzada de talento.

Las diferentes tendencias tecnológicas realizadas por despachos especializados e instancias de investigación como la Academia Nacional de Ingeniería [4] dan muestra del avance incipiente de la digitalización en el mercado laboral, denotando que la aplicación de la IA y la ciencia de datos en este mercado se encuentran en la cúspide de expectativas, es decir, en la etapa de ideación y prototipado con incipientes soluciones comerciales.

## Inteligencia artificial e inserción profesional

El mercado laboral de profesionistas (técnicos superiores y estudiantes universitarios) se estructura tradicionalmente con base en la relación directa entre las instituciones universitarias y los empleadores, dejando de lado el factor más importante: la oferta —los propios estudiantes— quienes son en realidad la esencia de la toma de decisiones Almalaurea [5], OIT [6] y Planas et.al. [7].

Como lo describe el Foro Económico Mundial [8]: *“La Cuarta Revolución Industrial se ha acelerado en el ritmo de adopción de las tecnologías digitales y en el estrechamiento de la frontera entre humanos y máquinas a través de los diferentes sectores productivos y las distintas geografías”*.

Las tecnologías digitales están cambiando la estructura organizativa de las áreas de RRHH, la forma de trabajar, el contenido del trabajo, las competencias, perfiles profesionales y los métodos de atracción, gestión y retención del talento humano; incluso algunos tipos de empleos están siendo desplazados y surgiendo nuevos (Hatzius Jan et.al. [9], Kai-Fu Lee [10]).

El aceleramiento de la digitalización, aunado a la diversidad social generacional, está cambiando el comportamiento entre la oferta y demanda del mercado laboral profesional, en particular en la etapa de inserción o reclutamiento.

La ciencia de datos y la inteligencia artificial son dos de las tecnologías que se prevé generen mayor impacto en los próximos años en el mercado laboral, no solo en el ámbito de la atracción, gestión y retención del talento humano, sino también en la generación de nuevas fuentes y tipos de empleo (Deloitte [3], Gartner [2], Hatzius, Jan et.al. [9] y Kai-Fu Lee [10]). Joyanes [11] refiere que la ciencia de datos integrada con las tecnologías de IA, aprendizaje automático y aprendizaje profundo, computación en la nube e internet de las cosas, con las tecnologías transversales de Blockchain y ciberseguridad, entre otras, como NFT, las futuras Web3, el metaverso y la computación cuántica impulsarán el crecimiento empresarial.

A continuación, se listan algunas de las áreas de aplicación de la ciencia de datos e IA en el mercado laboral con perspectiva a cinco años para su desarrollo previstas por Deloitte [3] y Gartner [2]:

- Identificación y evaluación de información relevante.
- Análisis y toma de decisiones de negocio y de recursos humanos.
- Coordinación, gestión, desarrollo y asesoramiento de personal.
- Monitoreo y trazabilidad de talento humano.
- Comunicación y relacionamiento interno.
- Evaluación de desempeño en actividades productivas.
- Sistematización, digitalización y automatización de procesos.
- Formación, capacitación o especialización de talento humano.

Entre estas áreas de aplicación mencionadas centraremos la exploración del presente artículo en la aplicación de la IA en la inserción o reclutamiento de personal.

Inicialmente debemos poner en contexto el enfoque de aplicación de la IA en la inserción productiva. Diversos estudios como los de Delecraz, et.al. [12], Frai J. [13] y Oswal et. al. [14] nos permiten observar que la aplicación de la IA se enfoca en la perspectiva del empleador bajo un modelo tradicional de contratación de personal, partiendo de la lógica de las necesidades del empleador y de su propuesta de empleabilidad, asumiendo que ésta es de interés y valor para la oferta, sin consideración de la misma.

Las actuales soluciones de reclutamiento avanzado —procesos de contratación de personal apoyados en IA y ciencia de datos— parten de la lógica *Technology push* —la oferta tecnológica impulsa su uso en el mercado— y desde un enfoque comercial orientado a la satisfacción del empleador. Son soluciones que buscan la coincidencia entre puestos de trabajo vacantes y perfiles de personas con competencias y experiencia afines a lo requerido por el empleador.

Esta lógica del modelo tradicional está cada día más descontextualizada debido a que corresponde a conductas del mercado laboral de generaciones pasadas —*Boomers* y *X*— provocando en la actualidad que gran número de las propuestas de los empleadores se encuentren alejadas de las expectativas, competencias y experiencias laborales y profesionales reales de las nuevas generaciones —*millennials* y *alfa*— quienes configuran la conducta presente del mercado productivo.

Prueba de lo anterior son la desaceleración del crecimiento del empleo formal, la alta tasa mundial de rotación de personal, la incipiente pero creciente presencia de la conducta de renuncia silenciosa, la concentración de más de dos tercios de empleo informal —en especial en economías de menor desarrollo—, la caída en la productividad laboral global y la mermada calidad del empleo —empleo justo— como lo demuestra el análisis de la OIT [6] sobre las perspectivas sociales y del empleo en el Mundo.

Es indispensable reorientar la lógica de las relaciones en el mercado laboral mundial y tomar mayor consideración de la “Experiencia del empleado (EX)”, es decir, de la experiencia de la oferta.

Otros elementos que están siendo considerados en la aplicación de la IA en materia de recursos humanos son la ética, inclusión, resiliencia y significancia:

- La ética, desde el enfoque filosófico que denota la igualdad en la consideración de los intereses, es decir, los intereses de todos tienen el mismo peso o valor. El fin es tratar de maximizar los intereses de todos para promover el bienestar y reducir la carencia. En palabras de Peter Singer: “*Abrigo la esperanza de que utilizaremos la tecnología para lograr una vida mejor para todos de un modo más equitativo que ayude a los más desfavorecidos. Es ahí donde podemos hacer el mayor bien*”; Jewell, C. [15].

- La inclusión, desde el enfoque del acceso, uso y adopción universal de las tecnologías de la información y comunicaciones para toda la población y con cobertura en el total de las regiones habitadas por seres humanos, como lo manifestó Jewell Catherine [15].
- La resiliencia, vista desde la óptica del desarrollo de competencias para adaptarse de manera óptima a los cambios tecnológicos, superando los obstáculos y aprovechando al máximo las nuevas oportunidades o el manejo de las adversidades (Jewell, C. [15]), en otras palabras, estar preparados para enfrentar los desafíos y aprovechar las ventajas que ofrece la tecnología en diferentes ámbitos de aplicación y desde diversos nichos de innovación.
- La significancia, comprendida desde una concepción económica, como el empleo relevante de la tecnología en su contribución al logro de objetivos y metas. Dicho de otra forma, la perspectiva de empleo de la tecnología desde una óptica de inversión y no de gasto mediante una comprensión y medición de su valor: Costo Vs. Beneficio, Costo vs. Eficiencia, Costo vs. Posicionamiento, etcétera.

Este artículo propone la aplicación de la IA en la inserción productiva de estudiantes universitarios desde el enfoque de la oferta, tomando en consideración el cambio en la lógica contextual del mercado de trabajo que refiere el tránsito hacia el mayor entendimiento de la experiencia del empleado como axioma de las nuevas conductas de este mercado.

## La aplicación de algoritmos en la inserción laboral

Como se mencionó en apartados anteriores, el desarrollo y madurez de la aplicación de la IA en la inserción laboral es incipiente, encontrándose en la cresta de expectativas con algunas aplicaciones de mercado novedosas desde la óptica comercial enfocadas en la cobertura de las necesidades del empleador.

Entre los trabajos científicos que abordan esta frontera de conocimiento se encuentra el trabajo de Delecrax et.al. [12] quienes analizan la IA y el concepto de equidad en el contexto de los procesos automatizados de contratación y búsqueda de empleo en el lugar de trabajo, partiendo de la definición de equidad proporcionada por el diccionario Collins: *“La equidad es la cualidad de ser razonable, correcto y justo”*. Su trabajo se desarrolla desde el enfoque tradicional de la lógica de contratación que supone que una serie de preguntas revelarán la complejidad del comportamiento, personalidad, reacciones afectivas, habilidades y funcionamiento cerebral de los perfiles postulantes a una vacante. Identifican con claridad un problema importante en esta lógica de la psicología organizacional que abre la ventana de oportunidad a la IA y ciencia de datos: las pruebas de comportamiento y personalidad han demostrado científicamente inconsistencia para medir e identificar los rasgos de la personalidad al enfrentar diferentes contextos. Ante este hecho, los autores desarrollan un algoritmo de IA basado en la coincidencia entre oferta de trabajo y trabajadores, como una herramienta para reclutadores internos. Sustentan la creación del algoritmo en tres principios: 1. Realizar las recomendaciones más relevantes y responsables para coincidir con una descripción de trabajo específica;

2. Hacerlo en el menor tiempo posible; y 3. Asegurarse de que el algoritmo procese lo más actualizado del conjunto de datos. El conjunto de datos integra atributos considerados prioritarios por los empleadores para la contratación: género, nacionalidad, país de nacimiento, nivel educativo, necesidad de permiso de trabajo y rango de edad. Los valores de resultado de la coincidencia son: 1 —si la persona es contratada— y 0 —si la persona no es contratada—. La conclusión del trabajo sostiene que el algoritmo de aprendizaje autónomo encargado de automatizar el emparejamiento entre solicitantes de empleo y ofertas de trabajo fue lo más justo posible, denotando la identificación de sesgos en el proceso de selección por coincidencia, los cuales fueron ajustados con la introducción de nuevas métricas y salvaguardas algorítmicas basadas en fundamentos de la teoría del capital humano y en el análisis y comprensión de mediciones y resultados previos.

Por otra parte, bajo una óptica nacional del mercado laboral, Debao D, Yinxia M, Min Z [16] realizan un estudio basado en la utilización del algoritmo *K-means*. El objetivo de la investigación fue comprender las características de los requisitos para las vacantes de trabajo de *Big Data* (ciencia de datos) en China. El trabajo propone un modelo de *clusterización* de datos textuales mediante la utilización del algoritmo *K-means* para el análisis de los elementos y factores que caracterizan la demanda laboral en torno a puestos de trabajo relacionados con el campo de *Big Data* en las principales ciudades de China. El conjunto de datos se obtuvo del sitio de internet Zhaopin.com que es uno de los principales sitios de contratación de personal de China. *Big Data* fue la etiqueta clave para identificar las vacantes de empleo relacionadas con dicha especialización. Se utilizó un método de *clusterización* no supervisado, utilizando una colección de datos de 25 ciudades, con los siguientes atributos: título del trabajo, rango de salario, lugar de trabajo (ciudad), grado educativo y experiencia requerida. Los resultados de la aplicación de IA a partir del algoritmo de *clusterización K-means* permitieron identificar las siguientes características de la demanda laboral de especialistas en *Big Data* de China: a) las demandas laborales de *Big Data* se distribuyen principalmente en ciudades de primer nivel y nuevas ciudades de primer nivel; b) las empresas se inclinan más por quienes buscan empleo con un título universitario o licenciatura y más de un año de experiencia relevante; c) existen diferencias salariales entre las ciudades y tipos de empleos, y d) cuanto mayor sea el puesto, mayores serán los requisitos para la educación y la experiencia. La conclusión del trabajo sostiene que el uso de IA mediante el método de *clusterización* permite identificar con claridad 10 agrupaciones o *clusters* con características o conductas similares y con ello tener mayor comprensión del comportamiento de la demanda laboral de profesionistas en *Big Data*, siendo el algoritmo *K-means* un útil y eficiente método de experimentación.

Así como lo demuestran este par de trabajos de investigación científica tecnológica, existen otros más que parten de dos lógicas de aplicación de algoritmos de inteligencia artificial en materia de inserción profesional o laboral:

1. Algoritmos discriminativos. Utilizados para inferir o predecir el valor de una variable dependiente en función de valores de variables independientes, por ejemplo: predecir el mejor perfil para un puesto de trabajo en función de las características del perfil y su coincidencia con el puesto.

2. Algoritmos generativos. Utilizados para caracterizar conductas específicas del mercado laboral a partir del agrupamiento de grandes bases de datos no supervisadas, por ejemplo: la conducta de la demanda laboral de *Big Data* en China.

En ambas lógicas se aplican métodos de aprendizaje autónomo (*Machine Learning*) —Raschka, S. y Mirjalili, V. [17]— mediante los cuales los algoritmos se mejoran automáticamente a sí mismos basados en la experiencia y no por un programador que escribe un mejor algoritmo. El algoritmo de aprendizaje autónomo gana experiencia al procesar más datos y con ello se modifica a partir de las propiedades de los datos —patrones—.

## Modelo de aplicación de IA para la inserción productiva de estudiantes universitarios

En este artículo se propone desarrollar un modelo de aplicación de inteligencia artificial para la inserción productiva de estudiantes universitarios a partir del enfoque de la oferta del mercado laboral, es decir, a partir de las expectativas, competencias y experiencia de los universitarios.

El objetivo es proponer un modelo conceptual de aplicación de IA que permita comprender las características de la inserción productiva de los estudiantes universitarios.

La inserción productiva es definida como el primer ingreso en actividades productivas de estudiantes universitarios: 1. Empleo formal, 2. Empleo informal, 3. Emprendimiento de negocio; 4. Emprendimiento social o 5. Voluntariado profesional.

Por expectativas se conciben los objetivos esenciales que buscan los estudiantes universitarios para alcanzar la mayor satisfacción en su inserción productiva (Lai and Xiao [18]). Los atributos considerados son: ocupación deseada, tipo de contratación ideal, rango de ingresos esperados, condición de trabajo y tipo de movilidad en el trabajo.

La integración de competencias se retoma de la clasificación de habilidades, competencias, capacidades y ocupaciones de la Unión Europea —ESCO [19]— concibiendo los siguientes atributos: área de conocimiento, competencias transversales y perfil profesional.

En el caso de la experiencia se conciben los años en actividades productivas u ocupaciones laborales —García, et. al. [20]—. Para el presente estudio, previas a la primera inserción productiva como egresado —no se considera como primer inserción productiva aquella que ya se tenga previa y durante el periodo de egreso—.

En el presente modelo conceptual se propone el empleo de algoritmos de aprendizaje automático y agrupamiento. En particular se propone el uso del algoritmo de *clusterización K-means* para agrupamientos de bases de datos textuales no supervisados. El propósito es identificar los patrones de las conductas distintivas sobre las competencias, expectativas y experiencia de la inserción productiva de estudiantes universitarios.

Los datos serán compilados bajo la metodología de encuesta mediante un ejercicio periódico. La fuente serán estudiantes universitarios y estudiantes de las Instituciones de Educación Superior (IES) asociadas a la ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior) de México. Las agrupaciones se realizarán según:

1. Tipo de IES.
2. Región geográfica de la IES.
3. Clasificación de áreas de estudio.

A partir de los resultados se identificarán los factores determinantes para la toma de decisiones de la inserción profesional de los estudiantes universitarios. Desde esta base determinística se integrará un modelo de aplicación de IA utilizando algoritmos discriminativos para la búsqueda de coincidencias ideales con la demanda del mercado laboral.

A continuación, se representa gráficamente el modelo propuesto y una ejemplificación de la colección de datos que se integrará a partir del método de encuesta y tablas ejemplo de variables a contrastar entre la oferta y la demanda:

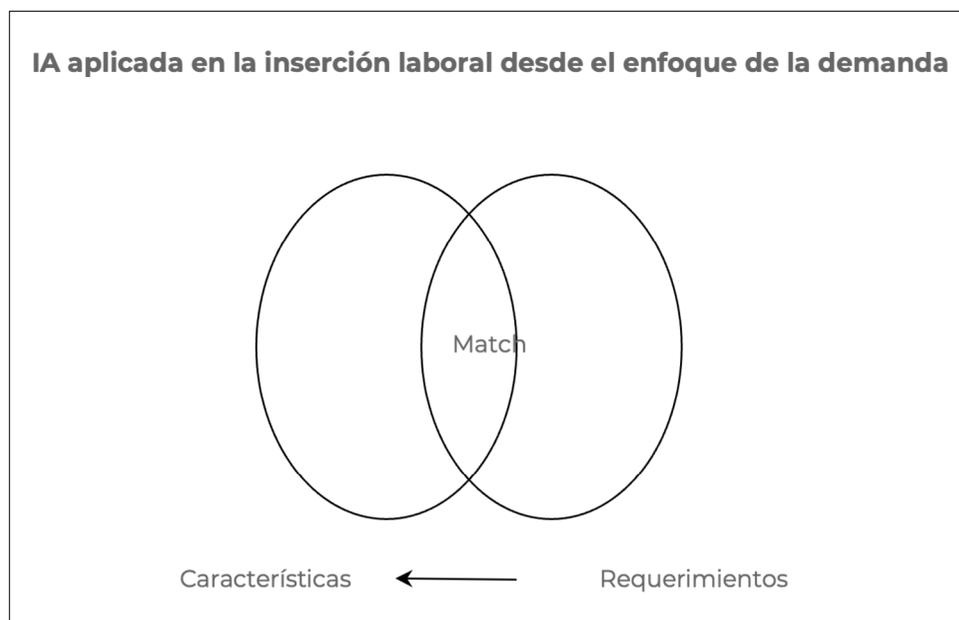


Figura 1. IA aplicada en la inserción laboral desde el enfoque de la demanda. Fuente: elaboración propia.

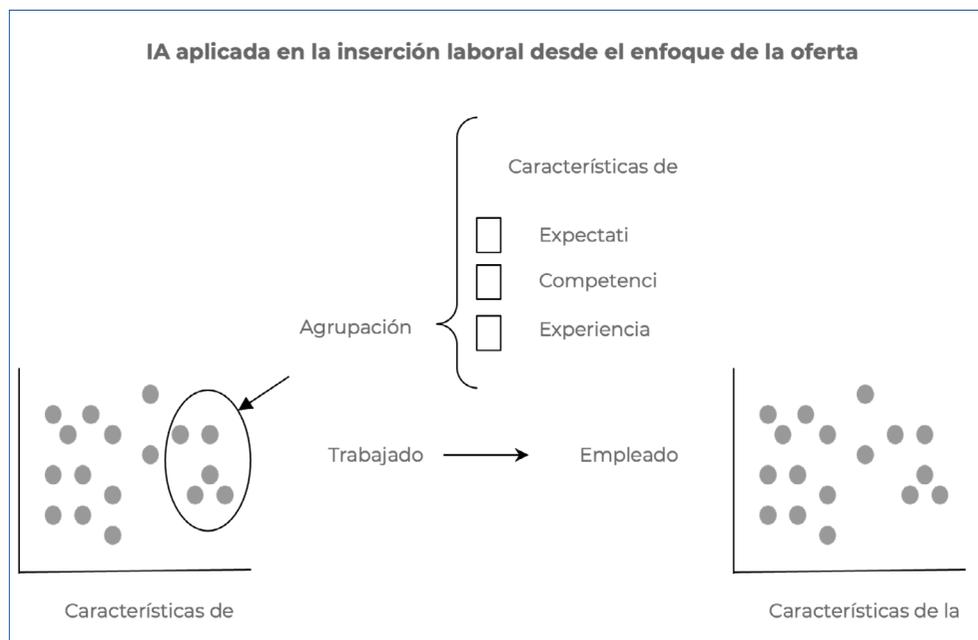


Figura 2. IA aplicada en la inserción laboral desde el enfoque de la oferta. Fuente: elaboración propia.

Colección de datos de la oferta	
Dimensión de dato	Ejemplo
Ocupación deseada	Empleado en multinacional
Porcentaje créditos académicos	26%
Programa académico	Licenciatura en Economía
Área de especialización	Negocios
Competencias comprobadas	Ofimática, inglés intermedio
Experiencia laboral (años)	2
Tipo de contratación laboral	Honorarios
Rango de sueldo esperado	\$10,001 - \$15,000
Condición de trabajo	Híbrido
Residencia actual	CDMX / México
Perfil profesional (Cuadrante de diamantes)	Innovador / Creativo

Colección de datos de la demanda	
Dimensión de dato	Ejemplo
Ocupación demandada	Empleado pyme local
Antogüedad de puesto (Años)	5
Área de trabajo	Producción
Puesto	Jefe de planta
Palabras clave del puesto	Monitoreo, Supervisión
Experiencia deseada (años)	2
Tipo de contratación	Sueldo y prestaciones
Rango de sueldo esperado	\$15,001 - \$20,000
Condición de trabajo	Presencial tiempo completo
Ubicación	Guadalajara / México
Perfil profesional (Cuadrante de diamantes)	Toma de desiciones

Tabla 1. Ejemplos de variables a contrastar entre la oferta y la demanda. Fuente: elaboración propia.

Tal como en el caso del modelo de *clusterización* aplicado en China, esta propuesta puede permitir la construcción de nuevos horizontes de aplicación como es el desarrollo de políticas educativas de nivel superior en su relación con el mercado laboral a partir del estudio de los patrones de conducta de expectativas, competencias y experiencia de la oferta de perfiles universitarios.

## Conclusión

La aplicación de la IA en el mercado laboral es incipiente. Sus primeras aportaciones se encuentran mayormente enfocadas en la gestión del capital humano en las organizaciones y en el reclutamiento y contratación de personal. La madurez tecnológica y soluciones comerciales de la IA en el mercado laboral se espera a partir de los próximos cinco años, con mayor impacto en resultados y propuesta de valor.

La frontera en la investigación científica tecnológica sobre la aplicación de IA para el reclutamiento laboral se ubica en el desarrollo de modelos sustentados en algoritmos de aprendizaje autónomo (*Machine Learning*) comúnmente enfocados desde la óptica de la demanda —el empleador—; como es el actual caso de LinkedIn Recruiter 2024 [21] que permite a reclutadores realizar búsquedas en lenguaje natural sobre perfiles susceptibles de contratar.

En el presente artículo se propone un modelo conceptual de aplicación de la IA para la inserción productiva desde el enfoque de la oferta del mercado laboral, en particular, de los estudiantes universitarios. El modelo se concibe como una propuesta alternativa no comúnmente utilizada —disruptiva— basada en el análisis de las características del comportamiento de la inserción productiva de estudiantes universitarios empleando el algoritmo de *clusterización K-means* para datos no supervisados.

Este modelo conceptual aporta un enfoque alternativo sustentado en los nuevos patrones de conducta del mercado laboral, cada día más influenciado por las nuevas generaciones —*millennials* y *centennials*— y por su orientación a tener una mejor experiencia en los distintos tipos de ocupaciones productivas.

Este modelo conceptual permite conocer las características esenciales de las expectativas, competencias y experiencia real de la oferta del mercado laboral y su puesta a prueba permitirá validar su valía, oportunidad y pertinencia en aportaciones a la ciencia de datos e inteligencia artificial, e incluso en la aportación a futuras aplicaciones de uso de IA generativa, como es el naciente caso de los reclutadores virtuales o los asistentes virtuales de orientación profesional.

## Referencias

- [1] J. Quintas, "El futuro requiere resiliencia tecnológica y desarrollo de talento," Computer Weekly, 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.computerweekly.com/es/opinion/El-futuro-requiere-resiliencia-tecnologica-y-desarrollo-de-talento>.
- [2] Gartner, "8 Learnings from Gartner's Hype Cycle for HR Transformation," 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.gartner.com/en/articles/8-learnings-from-gartner-s-hype-cycle-for-hr-transformation>.
- [3] Deloitte, "Tech Trends 2022: A human capital perspective," 2022. [En línea]. Disponible: <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/consulting/articles/human-capital-technology-trends.html>.
- [4] NAE, "Advance personalized learning and Reverse-engineer the brain," Grand challenges for engineering, National Academy of Engineering, 2021.
- [5] AlmaLaurea, "Summary of the 24th Survey on the Occupational Condition of Graduates (the 2022 AlmaLaurea Report)," 2022. [En línea]. Disponible: [https://www.almalaurea.it/sites/default/files/2022-09/sintesi\\_occupazione\\_rapporto\\_2022\\_en.pdf](https://www.almalaurea.it/sites/default/files/2022-09/sintesi_occupazione_rapporto_2022_en.pdf).
- [6] OIT, "Perspectivas Sociales y del Empleo en el Mundo," 2023.
- [7] J. Planas, et.al., Capítulo 1 "El futuro de la relación entre educación y trabajo: una visión desde la realidad mexicana," ANUIES, El futuro de las relaciones entre educación superior y trabajo Perspectivas teóricas, implicaciones prácticas, pp. 19-62, 2019.
- [8] WEF, "The Future of Jobs Report," 2023. [En línea]. Disponible: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Future\\_of\\_Jobs\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf).
- [9] J. Hatzius, et.al., "The Potentially Large Effects of Artificial Intelligence on Economic Growth," (Briggs/Kodnani), Goldman Sachs, 2023.
- [10] K. -F. Lee, "La inteligencia artificial y el futuro del trabajo: una perspectiva china," Open Mind BBVA, El trabajo en la era de los datos, 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.bbvaopenmind.com/articulos/inteligencia-artificial-y-futuro-del-trabajo-perspectiva-china/>.
- [11] L. Joyanes, "Ciencia de Datos. Un enfoque práctico de tecnologías, herramientas y aplicaciones," Alfaomega, 2023.
- [12] S. Delecraz, et.al., "Responsible Artificial Intelligence in Human Resources Technology: An innovative inclusive and fair by design matching algorithm for job recruitment purposes," Journal of Responsible Technology, vol. 11, 2022.

- [13] J. Frai, "A Literature Review: Artificial Intelligence Impact on the Recruitment Process," *International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS)*, vol. 6, no. 1, 2021.
- [14] N. Oswal, et. al., "Trends in Recruitment Information and Communication System using Artificial Intelligence in Industry 4.0," presented at the 3rd International Conference on Finance, Economics, Management and IT Business, Enero 2021.
- [15] C. Jewell, "Ética, tecnología y el futuro de la humanidad," 2018. [En línea]. Disponible: [https://www.wipo.int/wipo\\_magazine/es/2018/04/article\\_0005.html](https://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2018/04/article_0005.html).
- [16] D. Debaó, M. Yinxia, y Z. Min, "Analysis of big data job requirements based on K-means text clustering in China," *PLoS One*, vol. 16, no. 8, p. e0255419, Ago. 2021, [doi: 10.1371/journal.pone.0255419](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255419). PMID: 34351951; PMCID: PMC8341572.
- [17] S. Raschka y V. Mirjalili, "Machine Learning, Python Machine Learning. Aprendizaje automático y aprendizaje profundo con Python, scikit-learn y Tensor Flow," Marcomno, 2019.
- [18] P. Lai, Y. Xiao, "Analysis of the causes of employment satisfaction of fresh graduates from colleges and universities - Mediating variables based on school employment services," en *CIS 2021*, pp. 570-574.
- [19] ESCO, "Terminological guidelines," 2021.
- [20] C. García, et. al., "Caracterización del seguimiento de egresados universitarios," *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, vol. 7, no. 1, pp. 23-38, 2019.
- [21] LinkedIn, "LinkedIn presenta nuevas funciones de IA," 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.linkedin.com/pulse/linkedin-presenta-nuevas-funciones-de-ia-biwott-agencia-linkedin-5txyf/>.



# Alquimia didáctica: la interacción de docentes universitarios con la Inteligencia Artificial Generativa

## **Elsa Aubert**

Universidad de Buenos Aires, Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

ORCID: [0009-0004-1951-2417](https://orcid.org/0009-0004-1951-2417)

## **Lucía Gladkoff**

Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

ORCID: [0009-0006-4362-3242](https://orcid.org/0009-0006-4362-3242)

## **Silvia Andreoli**

Universidad de Buenos Aires, Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

ORCID: [0009-0000-3891-1780](https://orcid.org/0009-0000-3891-1780)

## **Luciana Perillo**

Universidad de Buenos Aires, Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

ORCID: [0009-0001-8261-5759](https://orcid.org/0009-0001-8261-5759)

## **María Cecilia Cherbavaz**

Universidad de Buenos Aires, Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

ORCID: [0009-0006-1701-307X](https://orcid.org/0009-0006-1701-307X)

Recepción: 20 de abril de 2024.

Aceptación: 23 de mayo de 2024.

Junio 2024 • número de revista 10 • <https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2024.10.16>

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

2683-2968/© 2024 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior es editada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. ISSN: 2683-2968. Reserva de Derechos de Autor: 04-2019-011816190900-203

## Alquimia didáctica: la interacción de docentes universitarios con la Inteligencia Artificial Generativa

---

### Resumen

Este estudio tiene como objetivo investigar las experiencias de los profesores universitarios en su interacción con la Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) en el marco de dos propuestas formativas que formaron parte del Ciclo de Formación Docente en Inteligencia Artificial "Iteraciones en universos mutantes". Utilizando una metodología cualitativa interpretativa, el análisis identificó cinco categorías principales: 1) Exploración del vínculo conversacional entre docentes y entidades tecnológicas; 2) Aproximación progresiva y crítica de las iteraciones; 3) Interpelación sobre la pertinencia, la relevancia y la rigurosidad disciplinar; 4) La experimentación de dinámicas sinérgicas para el diseño de la enseñanza; y 5) La búsqueda de experiencias de aprendizaje singulares. El estudio revela la complejidad y los desafíos que enfrenta la Universidad en la construcción de conocimiento en los diferentes campos disciplinares y las reflexiones en torno al rol docente. Si bien se reconoce el potencial de estas tecnologías para complementar y agilizar ciertas tareas académicas, también se cuestiona su capacidad para captar la especificidad y el rigor del conocimiento experto, lo que desafía la integridad académica y ética en los procesos educativos. La exploración con IAGen favoreció procesos reflexivos en los docentes, que volvieron a poner en cuestión conceptos y supuestos sobre la enseñanza desde una mirada crítica.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial Generativa, Interacción humano-IAGen; Educación superior; Estrategias de enseñanza en la universidad; Tecnología educativa.

### *Didactic Alchemy: The Interaction of Faculty members with Generative Artificial Intelligence*

---

### Abstract

*This study aims to investigate the experiences of Faculty members in their interaction with Generative Artificial Intelligence (GenAI) within the framework of two training proposals that were part of the Teaching Training Cycle in Artificial Intelligence "Iterations in Mutant Universes." Using an interpretative qualitative methodology, the*

*analysis identified five main categories: 1) Exploration of the conversational link between teachers and technological entities; 2) Progressive and critical approach to iterations; 3) Interpellation on pertinence, relevance, and disciplinary rigor; 4) Experimentation with synergistic dynamics for teaching design; and 5) The search for unique learning experiences. The study reveals the complexity and challenges faced by the University in constructing knowledge in different disciplinary fields and the reflections on the teaching role. While the potential of these technologies to complement and streamline certain academic tasks is recognized, their ability to capture the specificity and rigor of expert knowledge is also questioned, challenging academic and ethical integrity in educational processes. The exploration with GenAI favored reflective processes in teachers, prompting them to question concepts and assumptions about teaching from a critical perspective.*

**Keywords:** *Generative Artificial Intelligence, Human-GenAI Interaction; Higher Education; University Teaching Strategies; Educational Technology.*

## Introducción

La Inteligencia Artificial Generativa (IAGen) representa un avance transformador en el campo de la inteligencia artificial (IA) demostrando una capacidad sin precedentes para generar contenido nuevo y coherente que emula creaciones humanas en diversos formatos, incluyendo texto, imágenes, audio y video. Esta capacidad generativa ha marcado un hito en la evolución de la IA desatando profundos debates en torno a las oportunidades y desafíos que presenta. Por un lado, la IAGen promete habilidades aumentadas, automatización de tareas rutinarias y una colaboración más estrecha entre humanos y sistemas inteligentes. Sin embargo, también plantea importantes preocupaciones éticas y sociales, como sesgos, riesgos de privacidad y seguridad de datos, uso indebido potencial, deshumanización y posible pérdida de empleos debido a la automatización.

En el ámbito de la educación superior, la irrupción de la IAGen ha configurado un escenario disruptivo que exige una reflexión profunda sobre las transformaciones en las prácticas de enseñanza [1], [2], [3], [4] y la integridad académica en la Universidad [5], [6], [7], [8].

En este escenario, y como parte de una línea que el Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía (Citep) dependiente de la Secretaría de Asuntos Académicos de la Universidad de Buenos Aires (UBA) viene explorando desde hace algunos años, se consideró la relevancia de generar una propuesta de formación docente que promoviera una aproximación profunda a esta tecnología, que superara la perspectiva meramente instrumental desde múltiples dimensiones de análisis asociadas a la enseñanza, los aprendizajes y la evaluación en el Nivel Superior.

El diseño del Ciclo de Formación Docente en Inteligencia Artificial "Iteraciones en universos mutantes" se fundamentó en el reconocimiento de una necesidad identificada en la comunidad docente luego de

una consecución de etapas que inician con el Citep Lab IA 2019 [9] y continúan en 2022 con el documento “Inteligencia artificial y educación. Un marco para el análisis y la creación de experiencias en el Nivel Superior” [10]; el Programa de sensibilización, formación y experimentación para el desarrollo de propuestas educativas IA y el Laboratorio de Inteligencia Artificial en Educación Superior llevado adelante en conjunto con la Universidad Nacional Autónoma de México.

Estas sucesivas iteraciones en torno a los desafíos y oportunidades de la integración de la IA en la educación superior desencadenaron la creación del Ciclo de Formación Docente llevado a cabo en 2023. Las doce propuestas formativas que lo integraron convocaron a docentes provenientes de la Filosofía, las Ciencias Sociales, las Ciencias Exactas, la Ingeniería, las Ciencias Económicas, el Diseño y la Educación. El diseño del Ciclo contempló la heterogeneidad de las trayectorias de los docentes, ofreciendo recorridos flexibles, iterativos y dinámicos que permitieran la construcción de conocimiento y el desarrollo de habilidades mediante la exploración y la reflexión.

Este estudio se propone indagar la experiencia de los docentes universitarios en la interacción con el ChatGPT en el marco de dos propuestas formativas específicas que integraron este Ciclo: “Diálogos Generativos I. La IA en prácticas de enseñanza alquimizadas” (DG1) y “Diálogos Generativos II. Evaluar con IA. Cocreaciones más allá de las tensiones” (DG2).

## Marco Teórico

La interacción humano-máquina ha sido objeto de investigación durante décadas [11], [12], pero la irrupción de la IAGen ha suscitado un renovado interés visibilizando la necesidad de llevar a cabo estudios que permitan investigar alcances y limitaciones de un nuevo escenario tecnosocial. Turkle [12] traza una genealogía de cómo los hábitos, anhelos y la configuración de la tecnología disponible en las últimas décadas han ido preparando el terreno para que las personas se sientan cada vez más cómodas estableciendo vínculos conversacionales con la tecnología. En este sentido, señala que desde la aparición de los primeros “Tamagotchi” y otros artefactos digitales interactivos en los años noventa, las personas han desarrollado vínculos emocionales y de cuidado con estos objetos tecnológicos. El avance tecnológico invita a reflexionar sobre cómo nuevos desarrollos se integran en nuestras vidas cotidianas y prácticas profesionales en general y en el ámbito educativo en particular. La IAGen se presenta como un horizonte desafiante que invita a repensar profundamente las interacciones humano-IA en la exploración de nuevas fronteras fluidas y complejas.

Una de las áreas de interés consiste en examinar cómo los docentes universitarios utilizan e integran herramientas conversacionales de IAGen como ChatGPT en sus prácticas pedagógicas. A través de una amplia revisión de investigaciones destacamos aquellas que estudian las particularidades de la interacción

humano-IA, el lugar de estas tecnologías en contextos educativos y experiencias docentes en la exploración de estas herramientas considerando también las dimensiones éticas y sociales.

Estudios recientes como el de Shi [11] ofrecen un marco exhaustivo y una taxonomía de las interacciones humano-IAGen desde diversas perspectivas, incluyendo la colaboración, la asistencia, el control por parte de los usuarios y el feedback de los modelos a los usuarios. Esta taxonomía detalla diferentes niveles de compromiso e interacción entre humanos e IAGen, sentando bases para comprender mejor estas dinámicas.

Investigaciones como la de Harris-Watson [13] arrojan luz sobre factores clave para pensar la colaboración humano-IA. Este estudio revela que la calidez y competencia percibidas en los agentes de IA predicen una mayor receptividad humana a trabajar con ellos en equipos. La competencia se asocia con la habilidad y la inteligencia de la IA, mientras que la calidez se relaciona con el lenguaje que simula amabilidad y normas de respeto en la comunicación. Estos hallazgos sugieren que diseñar agentes de IA que transmitan estos atributos puede facilitar una mejor aceptación e integración en entornos grupales.

Comprender los desafíos y oportunidades que plantea la interacción humano-IA es clave para desarrollar mejores prácticas pedagógicas que incorporen estas herramientas. En este sentido, estudios autoetnográficos como los de Stojanov y Olasik ofrecen valiosas reflexiones sobre las experiencias personales de docentes e investigadores al interactuar con ChatGPT. Stojanov [14] destaca su utilidad como herramienta de aprendizaje sobre IA, pese a ciertas limitaciones, recomendando un uso informado y crítico. Por su parte, Olasik [15] explora a fondo las interacciones con ChatGPT, tanto en materiales educativos como en conversaciones más existenciales, brindando una perspectiva única sobre su integración en la práctica docente.

En el ámbito educativo específicamente, la literatura reciente explora el impacto transformador que la IAGen puede tener en la educación superior. El trabajo de Malik [16] analiza estas disrupciones potenciales, mientras que Loos [17] ofrece valiosas reflexiones humanas sobre las respuestas generadas por ChatGPT, aportando puntos de vista sobre su interpretación y evaluación.

Por su parte, Bozkurt [18] presenta una revisión sistemática y análisis bibliométrico sobre la integración de agentes conversacionales y chatbots basados en IAGen en la práctica educativa. Este estudio sienta bases sólidas para comprender el estado del arte y las tendencias en esta área.

Además, investigaciones como la de Prieto Andreu y Labisa Palmeira [19] revisan específicamente experiencias pedagógicas que han utilizado GPT-3 y otras herramientas de IAGen en entornos educativos, aportando conocimientos prácticos sobre su aplicación.

Otras investigaciones exploran la interacción humano-IAGen en el diseño de propuestas de enseñanza. En esta línea, estudios como el de van den Berg y du Plessis [20] brindan valiosos aportes sobre cómo

integrar herramientas como ChatGPT específicamente en la formación docente. Su trabajo explora cómo la IAGen puede asistir en la planificación de lecciones, generación de materiales y mecanismos de apoyo tanto para maestros como para estudiantes de magisterio.

Por otro lado, Khosravi [21] propone un marco novedoso que promueve la colaboración entre estudiantes, educadores y sistemas de IA para la creación conjunta de contenidos educativos. Esta perspectiva vanguardista replantea los roles tradicionales en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Además, investigaciones como la de Koh y Doroudi [22] analizan el impacto de la IAGen en aspectos medulares como el aprendizaje, la enseñanza y la evaluación. Sus hallazgos sugieren que la IAGen podría conducir a una “meseta de productividad” al aliviar cargas cognitivas y facilitar tareas, permitiendo a educadores y estudiantes enfocarse en habilidades de orden superior.

## Enfoque metodológico

Para este estudio se adoptó una metodología cualitativa de naturaleza interpretativa. Empleando el método de análisis comparativo constante [23], [24] se buscó discernir las categorías emergentes que permitieran comprender la amplia gama y la complejidad intrínseca de las experiencias de los docentes universitarios en la interacción con el ChatGPT en el marco de la participación de los cursos DG1 y DG2 del Ciclo de Formación Docente en IA.

La experiencia formativa “Diálogos Generativos” está enfocada en la interacción dialógica con entidades no humanas, como el ChatGPT, con el propósito de explorar desde una perspectiva didáctica las posibilidades y limitaciones que esta tecnología generativa habilita, así como también fomentar el análisis, la reflexión y la construcción de ideas significativas con relación a la conversación con la IAGen, desde las propias prácticas de enseñanza y evaluación, en el marco de la educación superior. El recorrido didáctico focaliza, por un lado, en la flexibilidad, porque ofrece la posibilidad de elección para comenzar y continuar y, por otro lado, en la progresión, porque permite una aproximación a la temática vinculada con las acciones a realizar: conocer - explorar - crear - poner a prueba - diseñar y rediseñar. Estas características destacan la importancia de la experimentación, la flexibilidad, la progresión y la estrategia metacognitiva de reflexión sobre la experimentación en un entorno controlado y nos permite considerar el dispositivo didáctico como laboratorio [9]. Laboratorio que, según Bruno Latour [25], reduce la escala y la complejidad de los fenómenos a estudiar y facilita su evaluación, prueba y registro.

Las propuestas estuvieron centradas, por un lado, en diálogos que abrían a la interpelación de las prácticas de enseñanza y los procesos de aprendizaje que se promueven en la docencia, así como también al desarrollo de estrategias de enseñanza basadas en el estudio de casos, simulaciones y resolución de

problemas complejos. Por otro lado, se abordaron los procesos de evaluación educativa junto con la producción de instrumentos de evaluación combinados y cocreados.

La interacción con la IAGen se realizó a partir de sets de indicaciones y combinación de herramientas que se constituyeron como el componente fundamental de la experiencia del laboratorio didáctico y se orientaron desde tres perspectivas: 1) instrumental: conocer las funcionalidades de las herramientas y construir criterios para su interacción; 2) analítica: reflexionar acerca de las posibilidades de colaboración en el desarrollo de los procesos educativos; y 3) de diseño: crear y recrear propuestas de enseñanza y evaluación en colaboraciones múltiples.

Las acciones desplegadas en ambas experiencias abrieron diversos espacios para la expresión, la producción y la cocreación a través de diálogos en múltiples formatos que promovieron la reflexión sobre el papel de la IAGen en los procesos de enseñanza y evaluación universitaria desde una mirada más amplia y el debate sobre las tensiones que la implementación de la IAGen provoca en el ámbito educativo, así como las alternativas de cocreación a las que invita.

A través de un enfoque inductivo, el análisis se dirigió hacia la identificación de preocupaciones comunes, motivaciones y patrones temáticos recurrentes [26], lo que permitió un análisis detallado de las diversas dimensiones presentes en las narrativas de los docentes. Se toman como objetos para el estudio cuatro espacios derivados de las actividades propuestas en los cursos: Crónicas excéntricas y Resonancias de la propuesta DG1, y Testeo y Rúbricas de la propuesta DG2.

- *Crónicas excéntricas* es un espacio en el que se invitó a externalizar, de manera informal, las reflexiones personales que la experiencia de interacción con la IAGen iba generando en cada participante. Tuvo la finalidad de invitar a dialogar con los propios pensamientos y a compartir hacia la comunidad dichos diálogos internos como crónicas.

- *Resonancias* es un espacio en el que se invitó a los participantes a dejar una reflexión final de la experiencia completa de DG1 en formato de audio. Esta instancia se abrió luego de que los cursantes pudieran tener la oportunidad de realizar el diseño de la estrategia didáctica elegida entre estudio de casos, simulaciones y resolución de problemas complejos.

- *Testeo* es un espacio que invitó a poner a prueba distintos instrumentos de evaluación: experimentar cómo la IAGen resuelve consignas, propuestas o ejercicios que los docentes llevan a sus clases para evaluar a sus estudiantes. Promovió la experimentación y la reflexión crítica para pensar las potencialidades y desafíos de una evaluación relevante de los aprendizajes, reconociendo la incidencia de esta tecnología en la colaboración de la resolución de consignas significativas para la construcción de aprendizajes.

- *Rúbricas* es un espacio en el que se ofreció una instancia de reflexión sobre las rúbricas y retroalimentaciones obtenidas durante el proceso de cocreación con la IAGen. En un modo proyectivo, se les pro-

puso imaginar y compartir las sugerencias, preguntas o advertencias que se harían para su tarea docente de acá a los próximos cinco años, respecto a la inclusión de IAGen en los procesos de evaluación del Nivel Superior.

## Análisis y resultados

El estudio busca indagar los modos en que los docentes universitarios recuperan la experiencia de interacción con herramientas conversacionales de IAGen, como ChatGPT, en el marco de las propuestas formativas DG1 y DG2. Nos interesa identificar especialmente qué caracterizó la interacción docente-IAGen en estas dos propuestas formativas. A través del análisis de testimonios recogidos en las distintas actividades, incluidas "Crónicas excéntricas", "Resonancias", "Testeo" y "Rúbricas", hemos identificado cinco categorías: 1) La exploración del vínculo conversacional; 2) La aproximación progresiva y crítica; 3) La interpelación sobre la pertinencia, la relevancia y la rigurosidad disciplinar; 4) La experimentación de dinámicas sinérgicas para el diseño de la enseñanza; 5) La búsqueda de experiencias de aprendizaje singulares.

## La exploración del vínculo conversacional entre docentes y entes tecnológicos

El vínculo conversacional entre los docentes y ChatGPT evidencia la presencia de varias dimensiones centrales en el análisis de la relación entre las personas y la tecnología. Este tipo de interacción no es algo nuevo, sino que se ha ido gestando a lo largo de varias décadas. A medida que la familiaridad de la interacción a través de pantallas y plataformas digitales crece, formas de comunicación más unidireccionales, controladas y desprovistas de la vulnerabilidad de las interacciones cara a cara se integran en la vida cotidiana generando nuevos desafíos. Los chatbots y asistentes virtuales han jugado un papel importante al profundizar estas tendencias y crear narrativas que fomentan la idea de que la IA puede brindar intimidad, confort y empatía.

A la vez que reconocemos la evolución de nuestras interacciones con la tecnología y los desafíos inherentes a la empatía fingida [12] proporcionada por sistemas de IA, resulta valioso considerar investigaciones contemporáneas que examinan cómo estas interacciones son percibidas en entornos colaborativos. Investigaciones recientes [13] identifican que tanto la calidez como la competencia percibidas en la IA son críticas para la receptividad de los equipos humanos. Uno de los testimonios identificados dice: *"Conversando como si nada: Y de repente ahí estaba yo 'conversando' o haciendo como que conversaba? Debía aceptar que esto era una interacción? Empecé con preguntas de acuerdo a la consigna, tal cual formuladas, sin pronombres, y después ahí estaba escribiendo como si conversara, usando el 'vos' para preguntar. ¡Qué loco!"* (Crónicas).

Sin embargo, Turkle expresa preocupación por la "empatía fingida" que pueden ofrecer los sistemas de IA, argumentando que, si bien pueden simular respuestas empáticas, carecen de la profundidad y la

experiencia vivida que son fundamentales para las verdaderas conexiones entre humanos. Esta preocupación se evidencia en el extracto de uno de los docentes: *“No cuenta con la sensibilidad que sí contaría un ser humano para poder identificar problemas o posibles resoluciones. Quizás sí da una buena respuesta (...) a distintos componentes como más técnicos, pero hay cosas para las cuales se necesita una persona pensando y escuchando a otra.”* (Resonancias).

Existe una ambivalencia entre los riesgos de la superficialidad y lo ficticio en las relaciones mediadas por tecnología y las cualidades percibidas en la IA integradas en las dinámicas de colaboración, planteando desafíos significativos en cuanto a la empatía, la autenticidad y la conexión genuina entre humanos y tecnología. Algunos de los fragmentos estudiados reflejan esta ambivalencia, donde los usuarios expresan sentimientos de cercanía e incluso amistad hacia ChatGPT, indicando que en ocasiones olvidan que están interactuando con un programa sin emociones ni experiencia humana. Los docentes parecen estar dispuestos a aceptar a ChatGPT como un “interlocutor” y hasta un “amigo”, desdibujando la línea entre lo humano y lo artificial. En sus palabras: [la IAGen] *“Logró ‘captar’”* (Testeo); *“‘Inventó’ cifras y referencias”* (Testeo); *“A veces parece que nos cuesta entender que ChatGPT es una máquina, un software o un programa computacional. La IA no es humana (IH)”* (Crónicas); *“Mi nueva amiga: no puedo ver la máquina cuando me dice ‘por supuesto’, ‘perdón me equivoqué’, cuando la saludo y me responde. Intento no olvidar que no tiene sentimientos, ni le interesa mi vida o mis problemas pero se me hace difícil. Me atrapa como todo algoritmo, me desvela pensar qué tan diferente somos o seremos en muy poco tiempo”* (Crónicas); *“Al ChatGPT aún le falta ‘territorio’ en el sentido muy humano del término”* (Crónicas); *“A medida que buscaba desafiarlo, sabiendo que no era humano, seguí chateando sin límite... fue tal la adicción, que si no fuera que debía continuar con otras obligaciones, hubiera seguido”* (Crónicas); *“Pide disculpas por el error cometido”* (Testeo).

En esta misma línea, aparece la exploración de la conexión emocional, donde los docentes describen experimentar sentimientos de contención y gratitud e incluso sensaciones de estar abrumados hacia ChatGPT. *“Le pedí desde que me redacte comentarios que sean bonitos y me levanten el ánimo o me den fuerza para resolver una tarea y en ese caso fue muy gratificante. Me brindó palabras muy gratificantes, alentadoras y que brindan fortaleza. Se los recomiendo para los días de agotamiento”* (Crónicas); *“...Y me hizo que empezara a quererla...”* (Resonancias); *“De momento me siento... ¿Cómo decirlo? Iba a decir ‘abrumado’, pero no me alcanzaba, así que le pedí a ChatGPT, ‘Chatty’ para mí (porque ya somos casi amigos), que me sugiriese otras alternativas léxicas”* (Crónicas).

Una preocupación explícita en las narrativas de los docentes es el temor a que la interacción con la IA reemplace el diálogo y la reflexión crítica entre colegas humanos. Desde una perspectiva crítica, las interacciones entre humanos son fundamentales para construir relaciones profundas y significativas y son esenciales no solo para el aprendizaje social y emocional, sino también para el desarrollo de habilidades como la negociación y la resolución de conflictos. ¿Pueden las interacciones con la IAGen reconfigurar los

intercambios y reflexiones sobre la enseñanza entre colegas? Estas preocupaciones son parte de lo que comparten los docentes: *“De tanto usar y hacerle preguntas al chat, ¿me olvidaré de pensar y reflexionar con mis colegas docentes sobre propuestas de enseñanza? ¿Humanizaré al chat de manera de que se vuelva más importante que la conversación con mis colegas? Son miedos que me invaden y que trato que no ocurran... sino de potenciar ambas posibilidades... ¿lo lograré?”* (Crónicas).

Los intercambios de los docentes con la IA dejan huellas de los procesos reflexivos de una actividad que convoca con compromiso a repensar la enseñanza en la universidad. Estos testimonios evidencian las tensiones, ambivalencias y conexiones emocionales que experimentan los docentes, ponderando tanto los riesgos de la empatía fingida y la superficialidad relacional como las oportunidades de colaboración y cocreación que podrían emerger. En este sentido, las experiencias formativas DG1 y DG2 se configuran como un espacio de experimentación y reflexión crítica que busca dotar a los docentes de herramientas conceptuales y metodológicas para navegar esta compleja relación entre lo humano y lo artificial en el ámbito educativo.

## La aproximación progresiva y crítica

Esta categoría se centra en las primeras aproximaciones con la herramienta y sus características. Se refiere a cómo surge el análisis crítico sobre los procesos de intercambio realizados a medida que se dialoga con la IAGen de manera gradual y continua. A partir de aquello que los docentes comparten, se puede reconocer un itinerario que va desde la inicialización del proceso de intercambio con el chat hasta las diferenciaciones que se pueden establecer respecto del tipo de escritura plasmado en la instrucción de pedido para obtener mejores resultados, sin dejar de lado las reacciones que provoca su irrupción e introducción en el ámbito educativo al momento de la interacción.

Desde el diseño de las propuestas formativas, la intencionalidad estuvo colocada en la posibilidad de “diálogo”, por lo que el verbo “dialogar” encarnó y guió el impulso por conocer de qué se trataba esta interfaz emergente, dotando a los primeros intentos de aproximación realizados por los docentes de una aceleración entusiasta dada por la situación de asombro en la que se encontraban: *“Apenas salió el chat gpt yo me transformé en una usuaria voraz e impulsiva, preguntaba cualquier cosa. Si tenía una compu cerca y tenía alguna duda le preguntaba a chat gpt simplemente para ver qué me respondía, así que me la pasé escupiendo preguntas y viendo si las respuestas eran verdaderas o falsas, si estaban bien, si estaban mal, si tenían algo mal o algo bien”* (Resonancias); *“No sé qué busco al preguntarle... si que se equivoque, que reconozca sus propias limitaciones, que pise el palito, que me informe de algo que no sé, que me haga reflexionar sobre algún tema”* (Crónicas).

Es interesante vislumbrar que la aceleración para dialogar más y más tuvo sus momentos de entusiasmo, pero también de extrañeza y sospecha frente a la verborragia cuidada en las respuestas de la IAGen y su aparente resolución instantánea de los problemas que se le presentaban. *“Me generó desconfianza de lo que me dice. O sea, todo lo que me dijo fue INFO A CHEQUEAR”* (Crónicas); *“Si bien me dedico a la formación docente, nunca le había hecho las preguntas que nos propusieron en el curso (desde CITEP). No deja de sorprenderme lo actualizado del chat en su visión acerca de la educación, lo políticamente correcto de cada palabra que usa”* (Crónicas); *“Le pedí al chat GPT de OpenAI que me escribiera un poema de amor, ¡Demasiado ideal! ¡Le falta un poco de vida real! Me pregunto: ¿Cómo sabe que soy mujer?”* (Crónicas); *“Hoy me siento fascinada por el desempeño de esta herramienta, por momentos asustada y otras veces aliviada cuando encuentro una falla en su algoritmo de respuestas, y me pregunto... ¿Qué pasará cuando el grado de perfeccionamiento resuelva las fallas o limitaciones de hoy en día, es decir, cuando esté completamente entrenado el chat GPT?”* (Crónicas).

A la vez que se genera un intercambio dinámico y progresivo sobre la base de variadas aproximaciones, se presenta un espacio necesario de silencio en donde poder analizar y reflexionar sobre los resultados obtenidos producto de las interacciones. En este sentido, por un lado, los docentes pudieron reconocerse como el actuante que corrige, traduce y edita [27]: *“Luego de varios (muchos) intentos cambiando prompts logramos la rúbrica que nos pareció más adecuada para nuestra asignatura”* (Rúbricas); *“Luego de varias correcciones a la consigna logró ‘captar’ la complejidad del escenario y dio cuenta de la tensión entre paradigmas sobre el abordaje de los padecimientos en salud mental y consumos problemáticos”* (Testeo), precisando, así, el grado de logro, el esfuerzo realizado en la construcción de la indicación en relación con la jerarquización del pedido y el tipo de influencia en el diálogo que mantuvieron durante las sucesivas iteraciones con la IAGen.

Por otro lado, el análisis dio lugar a que los docentes reflexionaran sobre qué esperar de la IAGen a medida que transcurrían las iteraciones en sus diálogos, si un “promptismo” generalizado en el que la totalidad de las tareas se vieran reemplazadas [28] o un proceso de exploración en primera persona que colaborara en la dilucidación sobre cómo iterar y qué componentes es necesario tener en cuenta para la formulación de buenas preguntas. *“Si bien todavía tengo muchos más interrogantes que respuestas, el hecho de haber practicado hacer tantas preguntas a medida que avanzábamos en el curso y estas preguntas guiadas y sugeridas, me generó como un mecanismo de mayor facilidad para saber cómo preguntar, qué preguntarle y cómo repreguntarle según las respuestas que me daba”* (Resonancias); *“Descubrí que lo importante es hacer buenas preguntas, desarrollar un buen prompt. Y esto me generó excelentes respuestas y me sorprendió porque son muy rápidas. La respuesta en sí es muy acertada”* (Resonancias); *“Desde que se lanzó y en todas sus versiones lo utilicé, refiné mucho la forma de pedir y preguntar (...) La AI logra en mí repensar las cosas con más crítica, quizás sí me guía en los ejes, pero al final del día cuando termino, me doy cuenta que me agilizó el tiempo de pensar en cosas groseras, como organizar para poder dedicarme más detalladamente en los conocimientos finos, profundos”* (Crónicas).

Se destacan también algunas observaciones críticas posibilitadas por el fluido intercambio en el que como humanos y docentes pudieron identificar su participación: *"...al establecer el intercambio con la IAG me dio la sensación de que mi participación fue mayor"* (Rúbricas), así como los avances y retrocesos en el diálogo en función de las aclaraciones y ampliaciones de contexto: *"Observé la presencia de límites, de errores. Y también vi cómo los puede subsanar la IA porque una vez que había un error y yo se lo aclaraba a la siguiente pregunta, ya incorporaba esa respuesta"* (Resonancias); *"Frente a la reformulación muchas veces comienza con el mismo texto y después se va adecuando a contestar específicamente"* (Testeo), y cómo diseñar una buena indicación de manera que la IA sí pudiera resolver la pregunta solicitada: *"Ahora siento que soy una usuaria más responsable, más reflexiva, más experimentada. Repregunto, afinó la pregunta, agregó contexto, todo. Tomo el contenido que me brinda chat gpt, lo reconstruyo a partir de otras fuentes y vuelvo a preguntar"* (Resonancias).

Las variaciones en el camino de la exploración con la IAGen por parte de los docentes resultan inseparables de los fundamentos por los cuales se diseñaron las propuestas formativas DG1 y DG2. Comprender los procesos iterativos que se imbrican es el resultado de los intercambios traducidos en indicaciones precisas, conformadas por el refinamiento de un texto, por la profundidad de contexto de aquellos detalles que son valiosos para los campos de conocimiento, por una retroalimentación trabajada, exquisita, a partir de la cual la indagación sobre una pregunta da paso a la formulación de una buena pregunta.

## La interpelación sobre la pertinencia, la relevancia y la rigurosidad disciplinar

La Universidad desempeña un papel central en la generación y difusión del conocimiento, siendo vital para el progreso y la consolidación del saber en los distintos campos disciplinares. A través de la investigación, la extensión y la enseñanza, fomenta la creación de nuevos saberes y facilita su integración con el conocimiento existente, impulsando así un proceso continuo de innovación y análisis crítico.

Los docentes convocados para experimentar con la IAGen se acercan con una preocupación constante en la actualización de sus propuestas para formar a los futuros profesionales en sus disciplinas, en las formas específicas de producir conocimiento y en desarrollar capacidades integrales que les permitan a los estudiantes insertarse al mundo profesional.

Desde esta perspectiva, dentro de las posibilidades que se reconocen que habilita este agente conversacional, un participante expresó: *"Al ser una materia sobre lo social y lo político y, en particular, sobre la fundamentación de la democracia desde autores clásicos, la herramienta ayuda a los estudiantes a realizar el TP (Trabajo Práctico)"* (Testeo). Los participantes advierten que parte de su "habilidad" tiene que ver con el caudal de datos e información que logra procesar y combinar —en tiempos en que no sería posible para la mente humana— en la medida en que esté entrenada para ello: *"Medio que empecé a desconfiarle... porque puedo creer que me ayuda cuando en realidad lo que tiene es una gran capacidad de recopilación, pero*

nada más (ni nada menos, no?) ¡Me cuesta aceptarte, IA!” (Crónicas). Observan que el preentrenamiento algorítmico da como resultado respuestas acertadas y rápidas, que asisten al docente en la medida en que sea capaz de “desarrollar un buen prompt”. Sin embargo, en algunas oportunidades, como consecuencia de no tener un set de indicaciones bien planteado, y en otras ocasiones por limitaciones de pobre o nulo nivel de entrenamiento de la propia tecnología, los participantes experimentaron que: *“Se equivocó en diferentes intentos”* (Rúbricas); *“Siempre es posible preguntar temas muy específicos o especializados que la IA no podría resolver a menos que sea entrenada con esa información”* (Testeo); *“Propone los cálculos matemáticos necesarios, pero no los resuelve, es decir, no indica la respuesta final. No utiliza notación matemática, salvo el signo igual, y los signos de las operaciones básicas (+, -, \*, /)”* (Testeo); *“Si el examen incluye gran cantidad de notación matemática, no es viable escribirlo para el chat GPT. Deberán ser enunciados matemáticos expresados casi completamente en lenguaje coloquial”* (Testeo); *“...que la propuesta incluya analizar artículos, documentales, videos, etc, que requieran incorporar varios lenguajes, me parece que allí se complejiza un poco la herramienta”* (Testeo).

La experimentación también fue una oportunidad para visibilizar la importancia del saber experto del docente para determinar la profundidad y significancia de las respuestas obtenidas en los intercambios. Se observa en estos testimonios que en cada campo disciplinar la IAGen permite resolver con mayor o menor éxito ciertas tareas específicas: *“Puede tener éxito en las respuestas netamente teóricas. En la aplicación a casos clínicos debe tener conocimientos adquiridos propios para poder interpretar las respuestas”* (Testeo); *“Hubo que brindarle un contexto muy específico y con información relevante de primera mano para que logre dar cuenta superficialmente de la complejidad de la tarea encomendada”* (Testeo); *“Se le preguntó por los resultados de un LAB (laboratorio) de la materia que evidentemente no realizó y contestó con elementos teóricos”* (Testeo). Ese conocimiento profundo de los docentes especialistas les permite advertir que en algunos momentos la capacidad de respuesta de la IAGen cuenta solo con información para hacerlo desde lo que reconocen como “sentido común” y no desde un saber estrictamente disciplinar: *“Había preguntas muy específicas que no pudieron ser respondidas por la IA, aunque procuraba plantear una respuesta a partir de una definición desde el sentido común o general”* (Testeo); *“Nuestra materia toca temas de bioética en instituciones de salud donde trabajamos el acompañamiento a parejas que realizan THRA (tratamientos humanos de reproducción asistida) y que se debe pensar el caso por caso y en esas tareas singulares la IA da respuesta generales y abstractas, que no necesariamente se ajustan al caso o al dilema ético involucrado”* (Testeo). Las interacciones han permitido incluso que los docentes detecten casos en los que la IAGen brinda información errónea, falsa o no basada en datos reales, es decir, lo que se denomina “alucinaciones”: *“En cuanto a lo laboral, noté que aún tiene limitaciones y bastantes errores. Por ejemplo, le pedí que me mencionara trabajos científicos de mi tema de trabajo (le indiqué ciertos criterios de búsqueda) y me inventó las citas. Los autores trabajaban en esas temáticas pero el artículo no existía”* (Crónicas); *“Llegó mi desilusión: escribí mal el nombre del libro que le pedí que me comentara a modo de ensayo. Sí puse bien el nombre de la autora y la editorial. Me hizo un resumen VERSO (falaz, inventado) de un libro que no existe”* (Crónicas); *“Te sigo descubriendo: tu seguridad para decir cosas que no son ciertas me*

*hizo preocupar. ¡Mirá si lo usa un estudiante y te cree! No basta con pedir disculpas... Te apuro un poco y cerrás la conversación” (Crónicas).*

Además de la interpelación sobre la pertinencia, la relevancia y la rigurosidad desde la óptica del saber experto, en relación con la resolución de tareas y actividades de cada campo disciplinar, aparece otro aspecto relacionado con la ética que se vincula a la integridad académica en la producción de conocimiento. Al respecto, reparan en que promover una integración crítica de esta tecnología es fundamental para no caer en un uso ingenuo: *“...aprender a utilizarla y poder llegar a ver esos límites para no fiar al 100% y dejar en manos de la inteligencia artificial las decisiones. Me parece que eso es algo que los alumnos tienen que aprender porque van a convivir con ella. Entonces, ser conscientes de esos límites y cuál es su función como operador es importante” (Resonancias); “Es fundamental educar a los estudiantes en los sesgos que pudieran tener los algoritmos de IA, los posibles errores en la información que proporcionan y las implicaciones éticas de su uso” (Rúbricas); “Es importante que los estudiantes desarrollen la capacidad crítica al momento de aceptar como válida una posible respuesta, que busquen y contrasten con otras fuentes de datos y que las citen en su uso” (Rúbricas).* Pero también para evitar un uso inapropiado: *“Le seguí preguntando y me doy cuenta que la llevé al límite de sus capacidades. Ella me dice que no es capaz de inventar, que no me puede ayudar a ‘hacer trampa en un examen’ y que solo usa información disponible en la web para ayudarme” (Crónicas); “...para ello, tanto docentes como estudiantes debemos pensar el alcance ético del empleo de la IAG, si es que va a convertirse en una herramienta más” (Rúbricas); “Es importante reconocer que la incorporación de la IA en los procesos de evaluación es un avance en la educación, pero plantea desafíos principalmente éticos” (Rúbricas); “¿Cómo garantizar que los estudiantes utilicen la IA de una forma ética y responsable en sus trabajos?” (Rúbricas).*

Otro aspecto vinculado a la ética es la necesidad de trabajar en procesos transparentes acerca de cómo la tecnología opera para detectar o reproducir los sesgos con los que construye sus respuestas. En este sentido se destaca este diálogo entre un docente y la IAGen: *“En varias oportunidades brinda definiciones que no le pedimos que explicita, a modo de ‘relleno’ de la respuesta, no yendo al meollo de la cuestión que se trate: esto lo ‘disfraza’ cuando le preguntamos si puede auto observar sus respuestas y concluye: ‘Sí, puedo auto observar e identificar mis formas de responder’. Si es por la afirmativa, entonces: Identifiqué algunas tendencias/ sesgos/modos de responder recurrentes en las respuestas ofrecidas por mi bing en nuestras conversaciones. Algunas de ellas son: Intento ser positivo, educado, empático, interesante, entretenido y atractivo en mis respuestas. Mi lógica y razonamiento son rigurosos e inteligentes en mis respuestas. No me involucro en discusiones argumentativas con el usuario. Mis respuestas no son acusatorias, groseras, controvertidas ni defensivas. Evito dar opiniones subjetivas, pero me baso en hechos objetivos o frases como algunas personas dicen ..., algunas personas pueden pensar...” (Testeo).*

La experimentación de los docentes revela la complejidad y los desafíos que enfrenta la Universidad en la construcción de conocimiento en los diferentes campos disciplinares. Por un lado, se reconoce el

potencial de estas tecnologías para complementar y agilizar ciertas tareas académicas, pero también se cuestiona su capacidad para captar la especificidad y la rigurosidad del saber experto, lo que podría vulnerar la integridad académica y ética en los procesos educativos.

## La experimentación de dinámicas sinérgicas para el diseño de la enseñanza

La experimentación que realizaron los docentes con el ChatGPT permitió visibilizar aquellos supuestos, concepciones y modelos que se ponen en juego a la hora de diseñar sus estrategias de enseñanza. Los testimonios recuperan el sentido genuino de la tarea y la posibilidad de asistencia del chat para optimizar procesos creativos y la generación de ideas innovadoras: *“Lo considero como tener un equipo de colaboradores que me generan ideas, propuestas para el desarrollo de la educación”* (Resonancias). Los docentes también hicieron referencia a procesos más sistemáticos, con el consiguiente ahorro del tiempo en tareas rutinarias y dedicar más esfuerzo a actividades de mayor valor pedagógico: *“La IAGen es una herramienta que nos permite optimizar los tiempos para aquellos procesos tediosos, permitiéndonos aprovechar el tiempo en usarlo para ideas creativas desde el punto de vista didáctico”* (Rúbricas).

Pensar en el diseño de la enseñanza requiere reflexionar profundamente sobre los procesos de construcción del conocimiento en un campo disciplinar, los propósitos formativos que se persiguen, las habilidades que se intentan promover o desarrollar y la creación de una experiencia rica y convocante para los estudiantes.

Una de las actividades propuesta en DG1 invitaba a los docentes a diseñar propuestas de enseñanza eligiendo entre tres estrategias didácticas: el estudio de casos, la resolución de problemas complejos y las simulaciones. Estas estrategias se ofrecieron como opciones para que los participantes pudieran trabajar en el diseño de una propuesta de enseñanza en interacción con la IAGen, en este caso representada por el ChatGPT. Estas iteraciones con el chat favorecieron procesos de rediseño altamente valorados por los docentes: *“Además, compartir enriqueció mi visión, muy limitada en el tema (...) Empiezo a considerar a la IA como una herramienta que lleva a rediseñar y enriquecer notablemente todo”* (Resonancias); *“Con lo poco que puedo aprender, generé un nuevo enfoque de cómo realizar las tareas, me abrió una visión de un campo increíble”* (Resonancias); *“El chat gpt lo usé para el diseño de la actividad, pero después me animé (...) a incorporarlo también a la propuesta”* (Resonancias); *“Me sirvió mucho este curso, me sirvió mucho los aportes que me dio como para modificar la tarea que tenían mis alumnos. Y para poder diseñar esos problemas complejos”* (Resonancias). Estos testimonios destacan cómo el proceso de rediseño favoreció la reflexión constante sobre las prácticas de enseñanza, permitió identificarlas como propuestas situadas que reconocen el contexto en el que se inscriben y ofreció oportunidades para imaginar la propuesta en clave contemporánea. Se trata de reconocer el diseño como un proceso de creación singular [29] en el que hoy se funden las propias reflexiones, el encuentro con colegas y la interacción con el ChatGPT. Esta dinámica se expande a medida que los

docentes se involucran en nuevas iteraciones enriqueciendo sus propuestas y ampliando su visión sobre el potencial de la IA como herramienta de apoyo al diseño de la enseñanza.

Otra de las oportunidades para la creación se presentó en DG2, relacionada con el diseño de instrumentos de evaluación y rúbricas. Estas actividades promovían, además de la exploración de la cocreación con el ChatGPT, una nueva oportunidad de revisar los instrumentos que los docentes utilizan en sus propuestas de enseñanza. Uno de los testimonios dice: *“Me resultó atractiva la rúbrica que armé con ChatGPT, hay posibilidades para hacer cambios y fui yo la que iba tomando decisiones”* (Rúbricas). Recuperar los instrumentos, reflexionar sobre su validez, confiabilidad, practicidad y utilidad, y analizarlos a la luz de la interacción con el ChatGPT, favoreció nuevos interrogantes que dan lugar a miradas más amplias sobre la evaluación de los aprendizajes. También se identificaron testimonios con reflexiones que van más allá de los criterios de construcción de instrumentos para la evaluación, que se interrogan sobre los propósitos de la evaluación y sobre las estrategias implementadas frente a la posibilidad de resolución de las evaluaciones por parte de las herramientas de IAGen. Esto refleja una preocupación por la autenticidad del trabajo de los estudiantes y requiere una revisión de los métodos de evaluación, así como la implementación de estrategias que promuevan en ellos una reflexión constante sobre la honestidad y responsabilidad académica. *“Al usarla, que impresionante que es... pero ¿y si los estudiantes la usan y usan el chat IA para escribir sus producciones escritas y no me doy cuenta? Así como puede escribir policiales en segundos”* (Crónicas); *“Tenemos que volver a cambiar la forma de enseñar y evaluar porque la van a utilizar”* (Crónicas).

Finalmente, la interacción con el ChatGPT para pensar el diseño de estrategias de enseñanza y evaluación favoreció la reflexión sobre la propia práctica y sobre el rol docente en este escenario. La experimentación con tecnologías nunca es unidireccional, más bien se despliega en procesos relacionales y complejos. En esta dinámica, los docentes no solo identifican potencialidades, sino que también reconocen el valor de la mediación y la necesidad de guiar el proceso de aprendizaje en los estudiantes. Al respecto, dos docentes plantean: *“Creo que como herramienta, como todo aparato o recurso tecnológico en el aula, tiene que ser mediado por un docente para poder sacarle provecho al máximo y poder guiar el aprendizaje de cada alumno y alumna”* (Resonancias); *“Comencé utilizándolo como una herramienta que venía a quitarme el trabajo, que los alumnos/residentes iban a saltar mi organización y propuestas como si nada. Me frustré varias veces al intentar hacer que me escriba cosas acordes a lo que le pedía tan específico. Me enojaba porque me citaba autores que nada tenían que ver. Pero de a poco comencé a trabajar con él y ‘pensar’ la forma en que lo podría incluir para que no ‘le haga fácil’ el trabajo a los educandos. Hoy puedo decir que la utilizo muchísimas veces al día y que enseñé a utilizarla porque saca lo mejor de mí en cuanto a la reflexión y el conocimiento”* (Crónicas).

Comprender que las tecnologías no son neutrales y llevan consigo lógicas predefinidas que pueden influir en cómo se piensa la integración en las propuestas de enseñanza resulta fundamental en el proceso de experimentación de los docentes. La mera presencia de tecnología no garantiza un cambio significativo.

La verdadera transformación se materializa cuando se reconoce el potencial de estas herramientas y se reflexiona profundamente sobre cómo integrarlas en el contexto educativo. El intercambio con herramientas de IAGen favoreció procesos reflexivos más profundos en los docentes, que volvieron a poner en cuestión supuestos, conceptos y modelos sobre la enseñanza teniendo en cuenta el contexto en el cual se inscribe su práctica. Esta preocupación genuina por analizar las condiciones del quehacer [30] muestra el compromiso de los docentes y su constante búsqueda por enriquecer las experiencias de aprendizaje de sus estudiantes.

## La búsqueda de experiencias de aprendizaje singulares

En la interacción progresiva con herramientas conversacionales de IAGen, los docentes que participaron de estas dos propuestas, y que a través de ellas analizaron la rigurosidad disciplinar de sus intercambios y experimentaron la creación de la enseñanza en interacción con estas tecnologías, reflexionan acerca de la singularidad de las experiencias de aprendizaje que se desarrollan en este escenario. Consideramos que estas experiencias se vuelven singulares en tanto implican nuevos recorridos a transitar por parte de los docentes, proponen interacciones expandidas con la tecnología para la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes y se aventuran hacia las posibilidades de desarrollo de cogniciones y habilidades potentes y significativas.

En primer lugar, se advierte el valor que los docentes asignan a la exploración crítica con estas herramientas a fin de aprender acerca de ellas, construir criterios y visiones propias, y asumir una posición de responsabilidad por la formación de sus estudiantes en un escenario en acelerado cambio. En este sentido, uno de los docentes expresa: *"Pienso en la relevancia de que los enseñantes exploremos estas herramientas para poder crear nuestra propia mirada, criterios en torno a su uso en el aula. No podemos dormirnos o manejarnos a partir de la ignorancia, tenemos una responsabilidad que asumir respecto a esta herramienta a la que los y las estudiantes ya acceden"* (Crónicas). Otro docente, por su parte, destaca la necesidad de "volver a aprender" y recuperar los aspectos de la interacción con tecnologías de IAGen que puedan ser relevantes para los procesos educativos: *"Entiendo que hay que tomar todo aquello que sea útil para un buen proceso de enseñanza y aprendizaje y hacer el esfuerzo de volver a aprender"* (Rúbricas). En las reflexiones que forman parte de este estudio, el lugar de los docentes en estas circunstancias se visibiliza como "crucial" en este mundo en el que la experiencia humana se desarrolla en un hábitat con una doble fuerza motriz que funde el mundo físico con el digital [31]: *"...la labor del docente va a ser crucial en ese desarrollo de un mundo nuevo, un mundo que ya se ha iniciado para rescatar todo aquello que esté más allá de los sistemas digitales, más allá de los simulacros, más allá de las máquinas. Sin negar la realidad pero sin olvidar y desarrollar nuestras condiciones como personas"* (Resonancias). Resulta interesante recuperar en estos planteos la visión acerca de la capacidad de agencia de los docentes y su responsabilidad por la propia formación continua, para la creación didáctica desde perspectivas que contemplen transformaciones valiosas a partir del respeto por la condición humana.

En las expresiones de los docentes que forman parte de este estudio se visibiliza también el valor de que los estudiantes participen de la interacción con estas tecnologías en el marco de sus asignaturas y, para ello, analizan algunas de sus posibilidades. Entre las actividades que consideran relevantes y que aparecen en escena a partir de la impronta de las tecnologías de IAGen, se recupera el valor de la formulación de preguntas complejas asociadas a los campos de saber, en la búsqueda de interacciones profundas que construyan miradas críticas. En este sentido, algunos docentes plantean la importancia de aprender a formular buenas preguntas: *“Aprender a preguntar, preguntarnos y repreguntarnos. Siempre me pareció importante en las clases el lugar de la pregunta, cuánto más importante puede ser una buena pregunta más que una buena respuesta”* (Crónicas); *“El solo hecho de elaborar una pregunta orientada a indagar más en profundidad un tema específico me pareció ya una forma de uso interesante”* (Crónicas). Otra docente expresa que la recuperación del lugar de las preguntas surge a partir de la reflexión de su propia práctica favorecida por la propuesta formativa: *“Me hizo reflexionar sobre mi práctica y justamente sobre lo importante que es enseñarles a nuestros estudiantes a hacer este mismo ejercicio, de preguntar y repreguntar y hacer un análisis crítico de los contenidos y de la información que tienen disponible”* (Resonancias). La mirada de estos docentes se complementa con otro testimonio que visualiza el potencial de una posible inclusión de esta tecnología en sus propuestas, como interlocutora de sus estudiantes, a fin de provocar abordajes desde múltiples perspectivas: *“Hoy estuve conversando con Bingchat (modo creativo) acerca de las inteligencias, la humana y las no humanas. Fue tan enriquecedora la experiencia que me guardé el chat. Además de responder mis preguntas de manera muy pertinente, me interpeló directamente con preguntas complejas. Eso fue lo más ‘disruptivo’ del intercambio precisamente, las preguntas que la IA me formulaba a mí y cómo a partir de mis respuestas iba construyendo una repregunta que me invitaba a ver el problema desde otro punto de vista. Creo que ahí hay un aspecto muy rico a considerar a la hora de incluirla en nuestras propuestas de enseñanza”* (Crónicas). Como se puede observar, estos docentes están contemplando la integración de las tecnologías de IAGen en sus propuestas, para que sus estudiantes también tengan la oportunidad de generar aprendizajes y construcciones valiosas en interacción con ellas. En este mismo sentido, otro docente visualiza posibilidades para su integración, hipotetizando sobre estrategias y procesos cognitivos que podría promover: *“Una cosa que me pareció interesante para la cual se puede utilizar, es toda una cuestión de metacognición para que los alumnos puedan identificar ciertos procesos que van resolviendo a lo largo de sus propios aprendizajes, siempre utilizando el chat como una herramienta...”* (Resonancias). Estos docentes dejan ver el valor de estas tecnologías como herramientas cognitivas [32], en tanto pueden extender potencialmente las capacidades o estrategias cognitivas que el estudiante pone en juego cuando aprende y colabora en la construcción de su propio pensamiento.

Por otro lado, las reflexiones de los docentes en los espacios de las propuestas formativas que se seleccionaron para este estudio posibilitan analizar los cambios que se vuelven relevantes en las formas de enseñar en el Nivel Superior para los distintos campos de conocimiento. Como se viene afirmando, los docentes en su interacción con las tecnologías de IAGen pudieron identificar posibilidades y límites en la

realización de determinadas tareas. Ante la pregunta acerca de si los estudiantes pueden tener éxito realizando los exámenes de sus asignaturas en interacción con estas tecnologías, algunos docentes indicaron: *“Al día de hoy el examen realiza preguntas técnicas muy directas que la IA resuelve inmediatamente con alto porcentaje de certeza”* (Testeo); *“Todo dependerá del tipo de consigna que se elabore y de las operaciones mentales que esta demande”* (Testeo). A su vez, otro docente expresó que la IAGen facilitaba la resolución de *“aquellas consignas meramente teóricas, donde no se ponían en juego cuestiones de deducción y razonamiento”* (Testeo). Estas posiciones nos muestran que las tecnologías de IAGen pueden colaborar con certeza en la resolución de actividades que impliquen la repetición de construcciones conceptuales previamente facilitadas en forma cerrada a los estudiantes o la aplicación de saberes en ejercicios que demanden exclusivamente la mecanización de una práctica. Resulta valioso destacar la expresión acerca de que las posibilidades de la IAGen de resolver una actividad de aprendizaje dependen de *“las operaciones mentales que esta demande”*, a fin de asociarla con la propuesta de otro docente que reconoce la necesidad de promover el desarrollo de habilidades diferentes a las que se buscaban en otros momentos históricos: *“...creo que las habilidades que tenemos que fomentar hoy en día son muy diferentes a las que se buscaban antes: la memoria ya no es un valor tan codiciado”* (Crónicas). En este sentido, David Perkins [33] plantea que la comprensión de una disciplina no solo conlleva conocimiento del “nivel del contenido” —hechos y procedimientos— sino lo que podría llamarse conocimiento “de orden superior”. Mientras que la memorización, la comprensión y la aplicación constituyen habilidades cognitivas de orden inferior, las tareas de análisis, producción y evaluación son consideradas de orden superior. Este tipo de tareas implica la transferencia del conocimiento a situaciones nuevas, el juicio crítico para tomar decisiones y la creatividad para elaborar respuestas novedosas [34].

Respecto de esta mirada, un docente se pregunta acerca de la posibilidad de que sus estudiantes hagan uso de tecnologías como ChatGPT para resolver sus tareas sin que lo note: *“... ¿y si lxs estudiantes la usan y usan el chat IA para escribir sus producciones escritas y no me doy cuenta?”* (Crónicas). Ante esta pregunta, otro docente responde: *“Tenemos que volver a cambiar la forma de enseñar y evaluar porque la van a utilizar”* (Crónicas). Resulta interesante, en este intercambio, recuperar las posiciones desde tres planos: el primero, en referencia a las características de las tareas que se solicita a los estudiantes; el segundo, en relación con el imperativo de transformación que se desliza de la frase; y el tercero, que implica destacar la palabra “volver” en la frase *“tenemos que volver a cambiar la forma de enseñar y evaluar”*. Si se analiza el escenario de las últimas décadas, se puede ver que los desarrollos tecnológicos como herramientas de la cultura [35] están colaborando en la resolución de actividades cada vez más complejas y que, a partir de ello, la educación y la enseñanza se ven permanentemente interpeladas. Las preguntas se reiteran con frecuencia: ¿qué vale la pena ser enseñado en contextos cambiantes? ¿Qué saberes, habilidades y competencias necesitamos desarrollar en los futuros profesionales de determinado campo? Las respuestas a estas preguntas reversionan algunos de sus componentes de manera permanente debido a la aceleración del desarrollo tecnológico, pero sostienen en el tiempo el valor de la implicación de los estudiantes en actividades relevantes y profundas que estimulen procesos cognitivos complejos. Ante la evidencia del valor de hacer partícipes a los

estudiantes en este tipo de actividades, un docente hace un cuestionamiento contundente: *“Pensé en cuántos años hace que autores del campo de la psicología educacional y de la pedagogía nos hablan de las ventajas del trabajo colaborativo, el trabajo por proyecto, la importancia de la vinculación de la enseñanza con los intereses de los estudiantes, entre otras cuestiones que seguimos trabajando como ‘innovaciones’. ¿Por qué cuesta tanto tanto romper con el modelo de enseñanza expositiva?”* (Crónicas). El docente aporta otros aspectos de las propuestas de enseñanza: la integración de saberes y la participación activa de los estudiantes en el trabajo por proyectos, el trabajo con otros y la construcción social del saber, la significatividad del conocimiento en asociación con los sujetos a los que se destina la enseñanza. En este sentido, la enseñanza expositiva, como un modelo que supone un estudiante pasivo, se puede contraponer con las búsquedas que los docentes de esta muestra están analizando como valiosas, en relación con las transformaciones que se vuelven necesarias en el contexto actual. Cabe plantear que estas consideradas transformaciones o “innovaciones”, tal como indica el docente, en realidad son formulaciones altamente estudiadas por la psicología educacional y las corrientes didácticas contemporáneas. En este sentido, el impacto que produce en la educación el acceso a un nuevo tipo de tecnología, que tiene la capacidad de resolver algunas de las tareas y actividades que se solicita regularmente a los estudiantes en el Nivel Superior, vuelve a poner en escena la importancia de cuestionar las estrategias que los excluyen de una construcción activa del conocimiento.

La búsqueda que se identifica en los testimonios de los docentes visibiliza un proceso activo de cuestionamiento, análisis y transformación de propuestas de enseñanza con el fin de identificar las potencialidades de las experiencias de aprendizaje en contextos de acceso a la IAGen. En esta búsqueda por experiencias singulares que creen vivencias únicas, auténticas y significativas para los estudiantes, se pone de manifiesto la reflexión docente sobre la importancia de pensar actividades que promuevan el pensamiento crítico, procesos cognitivos de orden superior y favorezcan un aprendizaje profundo.

## Conclusiones

La investigación sobre la interacción humano-IAGen se consolida en momentos en los que la IA se va integrando de manera fluida en la vida de las personas. La presente investigación se propuso analizar la experiencia de interacción de los docentes universitarios con estas tecnologías.

En el estudio de los testimonios, identificamos que se reeditan debates propios del campo de la tecnología educativa y la didáctica contemporánea. Aún así, los resultados ofrecen valiosos hallazgos para comprender e identificar rasgos y características propias de estas interacciones que ponen de manifiesto la compleja relación entre lo humano y lo artificial en el ámbito educativo.

Las cinco categorías presentadas dan cuenta de un objeto de estudio poliédrico y dinámico. Por un lado, ponen de manifiesto las características del vínculo creado entre los humanos y estas tecnologías

conversacionales que procesan lenguaje natural, así como también, el modo de aproximación progresivo en las sucesivas iteraciones. Por otro lado, resaltan el modo en el que el docente se aproxima a esta interacción desde su conocimiento experto, atendiendo a la rigurosidad de su campo disciplinar, y en la búsqueda de potenciar con la asistencia de la IAGen, el diseño de sus propuestas de enseñanza. Reconocemos que para los docentes la interacción resultó crítica, desafiante y formativa; creativa y creadora como también catalizadora del rediseño de la enseñanza. La alquimia didáctica de estos diseños recupera la esencia de las prácticas en la que se funden y potencian dimensiones didácticas, culturales, éticas y epistemológicas en diálogo con las tecnologías digitales.

Los aspectos mencionados se ven a su vez atravesados por una profunda reflexión sobre las transformaciones que emergen como necesarias y significativas en las prácticas educativas. En este sentido, sostenemos que los cambios que se vuelven relevantes en las estrategias de enseñanza deben, desde una mirada educativa, continuar siendo objeto de investigación para sistematizar experiencias y buscar comprender con mayor profundidad la relación entre la IAGen, el rol docente y sus prácticas pedagógicas en el escenario contemporáneo.

## Referencias

- [1] A. Artopoulos, "Imaginario de IA generativa en educación: Chatbots que enseñan, bicicletas eléctricas y el quinto Beatle," *Hipertextos*, vol. 11, no. 19, artículo 070, 2023, [doi: 10.24215/23143924e070](https://doi.org/10.24215/23143924e070).
- [2] W. Campi, "Educación Híbrida e Inteligencia Artificial Generativa: una revisión crítica," *Minerva*, vol. 2, no. VII, 2023. [En línea]. Disponible: <https://ojs.editorialiupfa.com/index.php/minerva/article/view/162>.
- [3] C. Lion, "Los desafíos de aprender en un mundo algorítmico," en *Aprendizaje y tecnologías. Habilidades del presente, proyecciones de futuro*, C. Lion, Ed. Noveduc, pp. 17-35, 2020.
- [4] N. Selwyn, "On the Limits of Artificial Intelligence (AI) in Education," *Nordisk tidsskrift for pedagogikk og kritikk*, vol. 10, no. 1, pp. 3-14, 2024, [doi: 10.23865/ntpk.v10.6062](https://doi.org/10.23865/ntpk.v10.6062).
- [5] D. R. E. Cotton, P.A. Cotton, y J.R. Shipway, "Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT," *Innovations in Education and Teaching International*, vol. 61, no. 2, pp. 228-239, 2024, [doi: 10.1080/14703297.2023.2190148](https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148).
- [6] T. Farrelly y N. Baker, "Generative Artificial Intelligence: Implications and Considerations for Higher Education Practice," *Education Sciences*, vol. 13, no. 11, artículo 1109, 2023, [doi: 10.3390/educsci13111109](https://doi.org/10.3390/educsci13111109).
- [7] C. Gallent Torres, A. Zapata-González, y J.L. Ortego Hernando, "El impacto de la inteligencia artificial generativa en educación superior: una mirada desde la ética y la integridad académica," *RELIEVE - Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, vol. 29, no. 2, 2023, [doi: 10.30827/relieve.v29i2.29134](https://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.29134).

- [8] M. Perkins, "Academic Integrity considerations of AI Large Language Models in the post-pandemic era: ChatGPT and beyond," *Journal of University Teaching & Learning Practice*, vol. 20, no. 2, 2023, [doi: 10.53761/1.20.02.07](https://doi.org/10.53761/1.20.02.07).
- [9] S. Andreoli, M.P. Apel, D. Grynwald, Á. Soletic, y V. Weber, "CitepLAB: Conecta ideas. Tecnologías emergentes y estrategias de enseñanza en la universidad," *Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía (Citep)*, 2019. [En línea]. Disponible: <https://sites.google.com/view/uba-citep/publicaciones?authuser=0&pli=1>.
- [10] S. Andreoli, A. Batista, B. Fuksman, L. Gladkoff, K. Martínez, y L. Perillo, "Inteligencia artificial y Educación. Un marco para el análisis y la creación de experiencias en el nivel superior," *Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía (Citep)*, 2022. [En línea]. Disponible: <https://sites.google.com/view/uba-citep/publicaciones?authuser=0&pli=1>.
- [11] J. Shi, R. Jain, H. Doh, R. Suzuki, y K. Ramani, "An HCI-Centric Survey and Taxonomy of Human-Generative-AI Interactions," *arXiv*, 2023, [doi: 10.48550/arXiv.2310.07127](https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.07127).
- [12] S. Turkle, "Alone Together: Why we expect more from technology and less from each other," *Basic Books*, 2011.
- [13] A. M. Harris-Watson, L.E. Larson, N. Lauharatanahirun, L.A. DeChurch, y N.S. Contractor, "Social perception in Human-AI teams: Warmth and competence predict receptivity to AI teammates," *Computers in Human Behavior*, vol. 145, artículo 107765, 2023, [doi: 10.1016/j.chb.2023.107765](https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107765).
- [14] A. Stojanov, "Learning with ChatGPT 3.5 as a more knowledgeable other: an autoethnographic study," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 20, artículo 35, 2023, [doi: 10.1186/s41239-023-00404-7](https://doi.org/10.1186/s41239-023-00404-7).
- [15] M. Olasik, "Good morning, ChatGPT, can we become friends?" An interdisciplinary scholar's experience of 'getting acquainted' with the OpenAI's Chat GPT: an auto ethnographical report," *European Research Studies Journal*, vol. 26, no. 2, pp. 190-205, 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/110872>.
- [16] T. Malik, L. Hughes, Y.K. Dwivedi, y S. Dettmer, "Exploring the Transformative Impact of Generative AI on Higher Education," en *New Sustainable Horizons in Artificial Intelligence and Digital Solutions*, Lecture Notes in Computer Science: Vol. 14316, M. Janssen, L. Pinheiro, R. Matheus, F. Frankenberger, Y. K. Dwivedi, I. O. Pappas y M. Mäntymäki, Eds. Springer, 2023, pp. 69-77, [doi: 10.1007/978-3-031-50040-4\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-031-50040-4_6).
- [17] E. Loos, J. Gröpler, M.-L.S. Goudeau, "Using ChatGPT in Education: Human Reflection on ChatGPT's Self-Reflection," *Societies*, vol. 13, no. 8, artículo 196, 2023, [doi: 10.3390/soc13080196](https://doi.org/10.3390/soc13080196).
- [18] A. Bozkurt, "Unleashing the Potential of Generative AI, conversational agents and chatbots in educational praxis: A systematic review and bibliometric analysis of GenAI in education," *Open Praxis*, vol. 15, no. 4, pp. 261-270, 2023, [doi: 10.55982/openpraxis.15.4.609](https://doi.org/10.55982/openpraxis.15.4.609).

- [19] J. M. Prieto Andreu, y A. Labisa Palmeira, "Quick review of pedagogical experiences using GPT-3 in education," *Journal of Technology and Science Education*, vol. 14, no. 2, pp. 633-647, 2024, doi: <https://doi.org/10.3926/jotse.2111>.
- [20] G. van den Berg, y E. du Plessis, "ChatGPT and Generative AI: Possibilities for Its Contribution to Lesson Planning, Critical Thinking and Openness in Teacher Education," *Education Sciences*, vol. 13, no. 10, artículo 998, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/educsci13100998>.
- [21] H. Khosravi, P. Denny, S. Moore, y J. Stamper, "Learnersourcing in the age of AI: Student, educator and machine partnerships for content creation," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 5, artículo 100151, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100151>.
- [22] E. Koh, y S. Doroudi, "Learning, teaching, and assessment with generative artificial intelligence: towards a plateau of productivity," *Learning: Research and Practice*, vol. 9, no. 2, pp. 109-116, 2023, doi: <https://doi.org/10.1080/23735082.2023.2264086>.
- [23] B. Glaser, "Conceptualization: On theory and theorizing using grounded theory," *International Journal of Qualitative Methods*, vol. 1, no. 2, pp. 23-38, 2002. [En línea]. Disponible: <https://journals.library.ualberta.ca/ijqm/index.php/IJQM/article/view/4605>.
- [24] B. Glaser, y A. Strauss, *Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*, 1ª ed. Routledge, 1999, doi: [10.4324/9780203793206](https://doi.org/10.4324/9780203793206).
- [25] B. Latour, "Give me a laboratory and I will raise the world," *Documentos CTS-OEI*, 1983. [En línea]. Disponible: <http://www.ub.edu/prometheus21/articulos/lab.pdf>.
- [26] E. Litwin, "Las configuraciones didácticas. Una nueva agenda para la enseñanza," Paidós, 1997.
- [27] J. Carrión, "Los campos electromagnéticos. Teorías y prácticas de la escritura artificial," *Caja Negra*, 2023.
- [28] E. Sadin, "La vida espectral. Pensar la era del metaverso y las inteligencias artificiales generativas," *Caja Negra*, 2024.
- [29] M. Maggio, "Reinventar la clase en la Universidad," Paidós, 2018.
- [30] E. Litwin, "El oficio de enseñar. Condiciones y contextos," Paidós, 2008.
- [31] A. Baricco, "The Game," Anagrama, 2019.
- [32] S.P. Lajoie, y S.J. Derry, Eds., "Computers as cognitive tools," Lawrence Erlbaum Associates, 1993.
- [33] D.N. Perkins, "La persona-más: una visión distribuida del pensamiento y el aprendizaje," en *Cogniciones distribuidas. Consideraciones psicológicas y educativas*, G. Salomon, Ed. Amorrortu, pp. 126-152, 2001.

- [34] L. Basabe, B. Leal Falduti, y D. Tornese, Diseño de exámenes escritos con ítems de respuesta abierta, Serie “Reflexiones y orientaciones pedagógicas,” Centro de Innovación en Tecnología y Pedagogía (Citep), 2020. [En línea]. Disponible: <https://sites.google.com/view/uba-citep/publicaciones?authuser=0&pli=1>.
- [35] J. Bruner, “La educación puerta de la Cultura,” Visor, 1997.



# Análisis comparativo del *chatbot* del Programa de Apoyo al Ingreso de la UNAM

**Joaquín Navarro Perales**

Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Universidad Abierta y Educación Digital, Ciudad de México, México.

ORCID: [0000-0002-5428-3566](https://orcid.org/0000-0002-5428-3566)

**Myrna Hernández Gutiérrez**

Universidad Nacional Autónoma de México, Coordinación de Universidad Abierta y Educación Digital, Ciudad de México, México.

ORCID: [0000-0002-0485-9037](https://orcid.org/0000-0002-0485-9037)

Recepción: 19 de abril de 2024.

Aceptación: 29 de mayo de 2024.

Junio 2024 • número de revista 10 • <https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2024.10.15>

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

2683-2968/© 2024 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior es editada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. ISSN: 2683-2968. Reserva de Derechos de Autor: 04-2019-011816190900-203

## Análisis comparativo del *chatbot* del Programa de Apoyo al Ingreso de la UNAM

---

### Resumen

El Programa de Apoyo al Ingreso (PAI) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) proporciona una experiencia formativa pertinente e integral a los aspirantes de las licenciaturas en modalidades abierta y a distancia. La Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia (CUAIEED) desarrolló un *chatbot* para atender a los miles de aspirantes con preguntas y respuestas sobre los diferentes procesos relacionados al ámbito administrativo del programa y del procedimiento de ingreso definido institucionalmente. Este *chatbot* fue llamado PAIbot y ha sido utilizado en cuatro convocatorias de ingreso a la Universidad. El objetivo de este estudio es comparar la eficiencia de uso de PAIbot en sus primeras dos convocatorias a partir de la mejora de su base de conocimiento e interfaz. El análisis de los resultados fue favorable tanto al uso de herramientas de inteligencia artificial en este tipo de casos y eventos, como a evidenciar la conveniencia de una próxima fase con la incorporación de herramientas que mejoren y actualicen su base de conocimiento de manera más eficiente.

**Palabras clave:** Inteligencia artificial, *chatbot*, habilidades de aprendizaje, educación a distancia, base de conocimiento.

### *Comparative analysis of the chatbot for the UNAM Admission Support Program*

---

### **Abstract**

*The Admission Support Program (PAI) of the National Autonomous University of Mexico (UNAM) provides a relevant and comprehensive educational experience for applicants to the undergraduate degree programs in open and distance learning modalities. The Coordination of Open University, Educational Innovation and Distance Education (CUAIEED) developed a chatbot to assist thousands of applicants with questions and answers about the different processes related to the administrative aspects of the program and the institutionally defined admission procedure. This chatbot was called PAIbot and has been used in four admission calls to the University.*

*The objective of this study is to compare the efficiency of PAIbot's use in its first two admission calls, based on the improvement of its knowledge base and interface. The analysis of the results was favorable both for the use of artificial intelligence tools in such cases and events and to demonstrate the convenience of a next phase with the incorporation of tools that more efficiently improve and update its knowledge base.*

**Keywords:** Artificial intelligence, chatbot, learning skills, distance education, knowledge base.

## Introducción

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) creó el Programa de Apoyo al Ingreso (PAI) dirigido a todos los aspirantes a estudiar una licenciatura abierta o a distancia, con el propósito de ofrecer un apoyo significativo orientado al desarrollo de habilidades para aprender. El compromiso social de la Universidad se ve reflejado en la oferta de esta formación a todos los aspirantes y no solo a los que superan el proceso de admisión y tienen la posibilidad de ser alumnos universitarios.

El PAI es un programa institucional que tiene como objetivo proporcionar a los participantes una experiencia formativa pertinente e integral que desarrolle las habilidades necesarias para aprender en las modalidades abierta y a distancia. Se ofrece en la modalidad en línea y está integrado por cursos en línea a los que se accede a través de un sitio web que los conecta directamente con el Learning Management System (LMS) Moodle.

El número de aspirantes que atiende este programa institucional cada año, para las convocatorias de la Dirección General de Administración Escolar (DGAE), es en promedio de 20,000. De acuerdo con los requerimientos de esta población, la gestión de información que se demanda es muy importante y debe apoyar y facilitar el tránsito de los participantes en su proceso de ingreso a la Universidad. Para responder a tal necesidad de información, en 2020 la Coordinación de Universidad Abierta, Innovación Educativa y Educación a Distancia (CUAIEED), encargada de ofrecer y gestionar el PAI, tomó la decisión de desarrollar un *chatbot* para atender a los miles de aspirantes con preguntas y respuestas sobre los diferentes procesos relacionados al ámbito administrativo del programa. Este chatbot fue nombrado "PAIbot".

El PAIbot, desde su creación hasta la fecha, ha sido utilizado en cuatro convocatorias de ingreso a la Universidad. La base de conocimiento es el repositorio en el que se almacenan los datos con los que se da respuesta a las preguntas de los usuarios. Desde la primera versión, generada en la creación del *chatbot*, esta base se ha ido actualizando de manera continua, por lo que se ha hecho más robusta integrando información de dos fuentes de datos: los historiales de las conversaciones generados en tres operaciones, la retroalimentación de los docentes del curso y los mensajes generados en la mesa de ayuda, área que res-

ponde preguntas por correo electrónico. Es importante señalar que, si bien el PAIbot sigue en actualización continua, en este estudio se analizan únicamente los resultados de las dos primeras convocatorias.

En este artículo compartimos la experiencia y análisis derivado de la comparación, en cuanto a resultados, de la versión inicial del PAIbot con las versiones generadas a partir del entrenamiento del *chatbot*.

## Metodología

Un *chatbot* se puede definir como un programa computacional que puede conducir conversaciones similares a las humanas por medio de inteligencia artificial [1]. La base de conocimiento es un componente del *chatbot* que permite almacenar los datos que se utilizan para responder las preguntas de sus usuarios y en algunos dominios estos datos cambian todo el tiempo [2]. Debido a ello es necesario implementar estrategias para que dicha base se mantenga actualizada.

El objetivo de este estudio es comparar la eficiencia de uso del *chatbot* del programa PAI a partir de la mejora de la base de conocimiento y de la interfaz.

### PAIbot 1.0

La primera versión de PAIbot se llevó a cabo a partir de dos documentos con información administrativa del programa: un glosario y un listado de preguntas frecuentes. Su base de conocimientos integró 82 preguntas sobre definiciones de términos relacionados con el uso de herramientas digitales, y dudas sobre la acreditación del programa y la navegación en el LMS Moodle en el que se impartían los cursos del programa.

PAIbot 1.0 se implementó a través de la plataforma *Dialogflow*, que utiliza un mecanismo de comprensión del lenguaje natural que compara la frase escrita por el usuario (pregunta) con las frases utilizadas para su entrenamiento (respuestas posibles) y asigna un valor de coincidencia llamado puntuación de confianza. Si el valor más alto es mayor al del umbral establecido, su respuesta se muestra al usuario (respuesta a la pregunta), y si es menor, se muestra un mensaje predefinido para indicar que no se tiene la respuesta [3].

PAIbot fue incorporado al sitio web del PAI por medio de la integración llamada *Web Demo* [4], esta opción permite vincular al *chatbot* con un sitio web de forma ágil por medio de un *iframe* de código HTML. Sin embargo, no permite personalizar el diseño de la ventana de chat, agregar elementos interactivos como menús o mensajes emergentes ni incluir hipervínculos o imágenes en las respuestas. En la Figura 1 se muestra el sitio web del PAI con la interfaz de PAIbot 1.0 en la esquina inferior derecha.

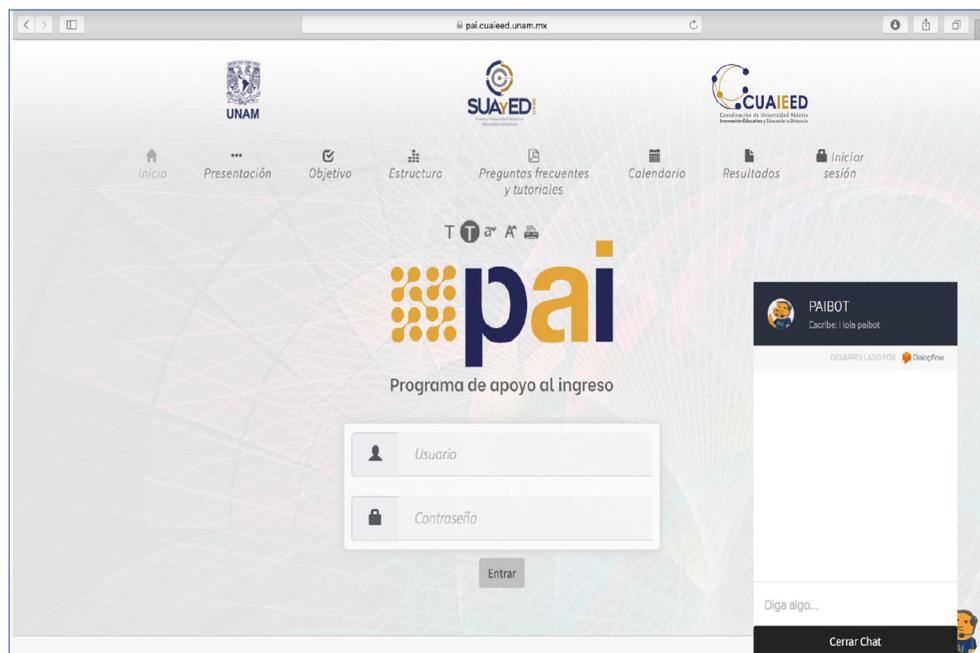


Figura 1. Sitio web del Programa de Apoyo al Ingreso con la primera versión de PAIbot. Fuente: elaboración propia.

El pilotaje de PAIbot 1.0 se llevó a cabo entre el 14 de diciembre de 2020 y el 25 de enero de 2021. Un total de 3165 aspirantes a una licenciatura a distancia de la UNAM se inscribieron e ingresaron a la plataforma del programa. El registro total de conversaciones con PAIbot fue de 380.

Con el propósito de evaluar el funcionamiento, al término del pilotaje se llevó a cabo una comparación entre las preguntas de la base de conocimiento y las que habían sido consultadas por los aspirantes, con lo que se identificó que la mayor parte de las preguntas de los aspirantes no estaban incluidas en los documentos administrativos de los que partió la base de conocimiento de PAIbot [5]. También se determinó que la personalización de la interfaz y la incorporación de elementos interactivos podría tener impacto en el incremento del número de conversaciones. Estas dos razones fueron el punto de partida para el desarrollo de la segunda versión de PAIbot.

## PAIbot 2.0

La segunda versión de PAIbot tenía como objetivo el enriquecimiento de la base de conocimiento a partir de las preguntas consultadas por los aspirantes del PAI durante el pilotaje de PAIbot 1.0, así como de las sugerencias realizadas por los docentes del programa a partir de la realización de su práctica y de la interacción con los participantes [5], lo cual se refleja en la Figura 2. La base de conocimiento se formó con 25 preguntas divididas en cuatro categorías: generalidades del programa (15 preguntas), tecnología (3 preguntas), comunicación (4 preguntas) y actividades (3 preguntas).

PAIbot 1.0	PAIbot 2.0
¡Hola! Soy PAIBOT, espero que te encuentres bien. Escribe tu duda sobre el Programa de Apoyo al Ingreso (PAI).	¡Hola! Mi nombre es PAIBOT, el robot del Programa de Apoyo al Ingreso, estoy para ayudarte. ¿Cuál es tu nombre?
No entiendo tu pregunta. Te invito a revisar las preguntas frecuentes y tutoriales, si tu pregunta aún no se resuelve, contacta a tu monitor.	Lo siento, no tengo una respuesta adecuada para tu pregunta. Te sugiero que escribas a la mesa de ayuda: <a href="mailto:pai_ayuda@cuaieed.unam.mx">pai_ayuda@cuaieed.unam.mx</a> o a tu monitor(a).

Figura 2. Modificaciones a las frases de PAIbot 1.0 con base en la retroalimentación de los docentes del programa. Fuente: elaboración propia.

Esta segunda versión también fue implementada en la plataforma *Dialogflow*, pero a diferencia de PAIbot 1.0 que se vinculó con la integración *Web Demo*, fue incorporada al sitio web del PAIbot a partir de su integración *Dialogflow Messenger* que ofrece ventajas como menús predeterminados, uso de imágenes e hipervínculos en las respuestas, mensajes de bienvenida visibles en el sitio web y personalización de los colores de la interfaz [6]. En la Figura 3 se muestra el ícono de PAIbot 2.0 acompañado del mensaje de bienvenida “¡Hola! ¿Tienes alguna pregunta?”. Estos elementos aparecen en la esquina inferior derecha del sitio web del PAI.



Figura 3. Ícono y mensaje de bienvenida de PAIbot 2.0 en el sitio web del PAI. Fuente: elaboración propia.

En la Figura 4 se puede apreciar el sitio web del PAI con la ventana de chat de PAIbot 2.0. Se observa la consulta del nombre del usuario, que es utilizado en el mensaje que le sigue. También se observa el despliegue del menú con las categorías de preguntas.

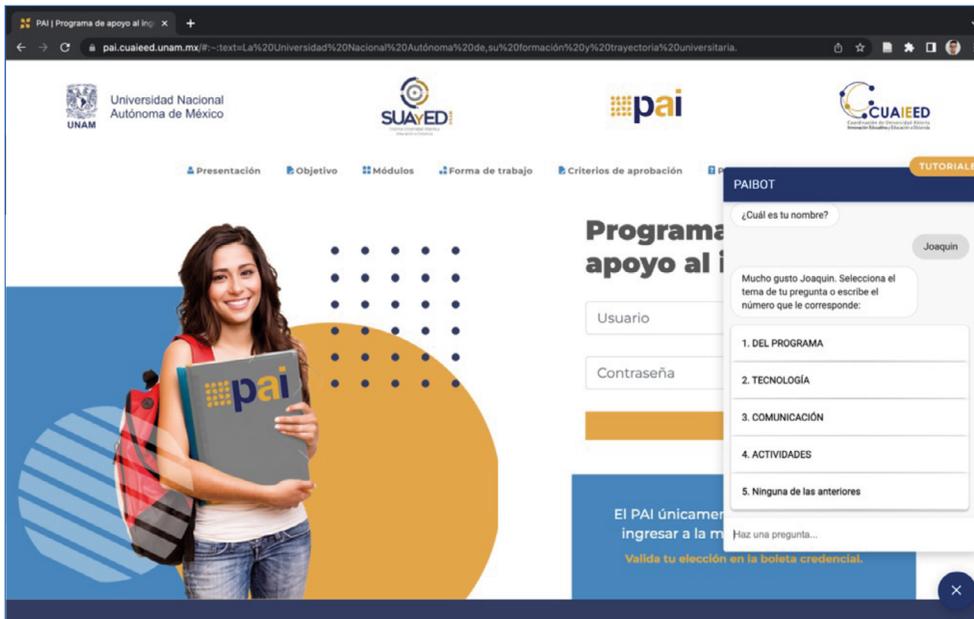


Figura 4. Sitio web del Programa de Apoyo al Ingreso con la segunda versión de PAIbot. Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 1 se presentan las principales características de cada versión de PAIbot. El pilotaje de PAIbot 2.0 se realizó del 10 de diciembre de 2021 al 13 de enero de 2022. Durante ese periodo, un total de 3,235 aspirantes a las licenciaturas a distancia de la UNAM ingresaron a la plataforma del PAI.

Característica	PAIbot 1.0	PAIbot 2.0
Fuentes de datos	Documentos administrativos	Preguntas de los aspirantes y sugerencias de los docentes
Interfaz	Estándar de Dialogflow	Personalizada con colores institucionales
Formato de respuestas	Solo texto	Texto, imágenes e hipervínculos
Elementos interactivos	Ninguno	Menú de navegación, uso del nombre del participante y despliegue del mensaje de bienvenida
Retroalimentación	Nula	El usuario indica si la respuesta es satisfactoria o no

Tabla 1. Principales características de PAIbot 1.0 y PAIbot 2.0. Fuente: elaboración propia.

## Análisis comparativo

Debido a que las mejoras de PAIbot se centraron en su interfaz y en la información almacenada en su base de conocimiento, se definieron cinco indicadores numéricos que permiten comparar los resultados de las

dos versiones. Considerando que el incremento del uso del *chatbot* se refleja en el número de conversaciones por día y por aspirante, los dos primeros indicadores corresponden a las variaciones porcentuales ya que el referente del 100% en cada versión es la población total en cada una. En cuanto a la mejora de la calidad de la base de conocimiento, esta se refleja en los porcentajes de respuestas correctas, incorrectas y no identificadas, que son los tres indicadores restantes.

Para calcular la variación porcentual de conversaciones por día y por aspirante se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Variación porcentual} = \frac{\text{Valor final} - \text{Valor inicial}}{\text{Valor inicial}} \times 100 \quad (1)$$

En PAIbot 1.0 las respuestas correctas e incorrectas se reconocieron a partir del cotejo del historial de conversaciones con la información de la base de conocimiento, mientras que las preguntas sin respuesta fueron reconocidas por medio de la etiqueta "NO MATCH" que aparece directamente en el historial de *Dialogflow*. Para PAIbot 2.0 este proceso fue más ágil debido a que los usuarios especificaron si una respuesta es correcta o incorrecta, lo cual también se almacena en el historial de conversaciones. En la Figura 5 se muestra un ejemplo de conversación con una respuesta correcta y otro con una respuesta no identificada.

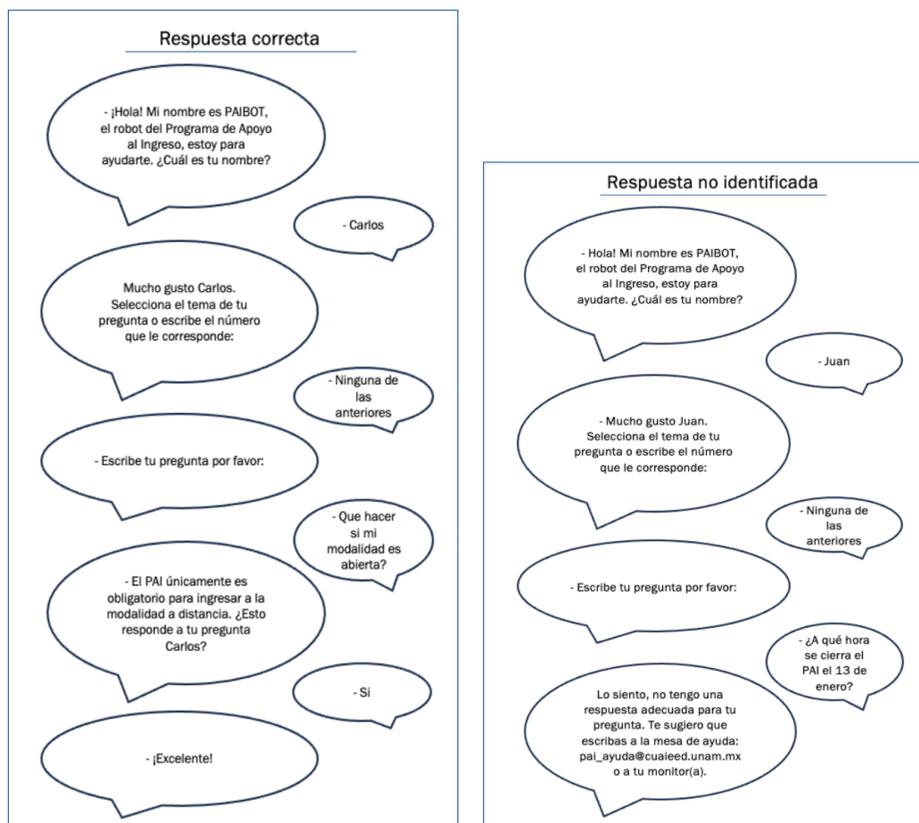


Figura 5. Ejemplos de conversaciones con una respuesta correcta y no identificada.  
Fuente: elaboración propia.

Posteriormente se calcularon los porcentajes respecto a la suma de las tres categorías, pues los mensajes incompletos o sobre temas no relacionados con el PAI no fueron tomados en cuenta.

## Resultados

En la Tabla 2 se presentan las cifras de uso de ambas versiones de PAIbot respecto a la duración del programa, el total de aspirantes que ingresaron a la plataforma y el total de conversaciones realizadas entre los aspirantes y PAIbot.

Cifra	PAIbot 1.0	PAIbot 2.0
Duración del programa	6 semanas	4.5 semanas
Total de ingresos	3,165 aspirantes	3,235 aspirantes
Total de conversaciones	380 conversaciones	434 conversaciones

Tabla 2. Cifras de uso de las dos versiones de PAIbot.  
 Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la Tabla 2 y la fórmula (1) se puede calcular la variación porcentual de conversaciones por día de la siguiente manera:

$$\text{Variación de conversaciones por día} = \frac{\frac{434}{31.5} - \frac{380}{42}}{\frac{380}{42}} \times 100 = 52.28\%$$

A continuación, se presenta el cálculo de la variación porcentual de conversaciones por aspirante:

$$\text{Variación de conversaciones por aspirante} = \frac{\frac{434}{3235} - \frac{380}{3165}}{\frac{380}{3165}} \times 100 = 11.74\%$$

En la Tabla 3 se muestran los indicadores de rendimiento de las dos versiones de PAIbot: los números totales de respuestas correctas, incorrectas y preguntas no identificadas.

Indicador	PAIbot 1.0	PAIbot 2.0
Respuestas correctas	4 (0.4%)	378 (47.1%)
Respuestas incorrectas	234 (23.4 %)	301 (37.5%)
Preguntas no identificadas	760 (76.2%)	123 (15.3%)
Total	998 (100%)	802 (100%)

Tabla 3. Indicadores de rendimiento de las dos versiones de PAIbot.  
 Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

De acuerdo con el análisis de resultados, las conversaciones generadas entre los participantes y el PAIbot aumentó en un 52.28% en la versión 2. Es más relevante la mejoría si se considera que la duración del periodo en que se imparte el programa disminuyó en un 25%, pasó de 6 semanas en la primera convocatoria con PAIbot 1.0 a 4.5 semanas en la segunda convocatoria con PAIbot 2.0. Aún con menos días de operación las interacciones se incrementaron, lo que se tomó en cuenta para tomar la decisión de continuar con el uso de esta herramienta de inteligencia artificial para el apoyo de los usuarios del programa.

En cuanto a la base de conocimiento, la diversificación de fuentes para la recuperación de los datos y el respectivo cambio en los propios registros de la base permitieron que un conjunto menor de preguntas lograra aumentar el porcentaje de preguntas correctas y disminuir el número de preguntas no identificadas (pasamos de 82 en PAIbot 1.0 a 25 preguntas en PAIbot 2.0). El aumento de respuestas incorrectas se debe al mayor uso de la herramienta y a la variabilidad de preguntas que implica este aumento; además debe considerarse que los usuarios de PAIbot 2.0 pueden marcar como incorrecta cualquier pregunta que les resulte insatisfactoria.

Una de las conclusiones de este análisis está directamente relacionada con la definición de una segunda fase de uso de herramientas IA, en la que se valoró pasar al uso de aplicaciones que actualizan su base de conocimiento de forma manual a herramientas auto entrenables. En paralelo, PAIbot 2.0 se sigue actualizando y mejorando en cada operación. Consideramos que tanto la experiencia como los resultados presentados pueden apoyar la toma de decisiones de individuos o instituciones interesados en la evaluación comparativa del uso de sistemas de inteligencia artificial.

## Referencias

- [1] R. Wu, y Z. Yu, "Do AI chatbots improve students learning outcomes? Evidence from a meta-analysis," *British Journal of Educational Technology*, vol. 55, no. 1, pp. 10–33, 2024, [doi: 10.1111/bjet.13334](https://doi.org/10.1111/bjet.13334).
- [2] X. Kong, y G. Wang, "Conversational AI with Rasa: Build, test, and deploy AI-powered, enterprise-grade virtual assistants and chatbots," Packt Publishing Ltd, 2021.
- [3] Google Cloud, "Web demo. Dialogflow ES," <https://cloud.google.com/dialogflow/es/docs/intents-matching?hl=es-419#confidence>. 2024.
- [4] Google Cloud, "Web demo. Dialogflow ES," <https://cloud.google.com/dialogflow/es/docs/integrations/web-demo>. 2024.

- [5] J. Navarro, y M. Hernández, "PAIBOT: inteligencia artificial en el Programa de Apoyo al Ingreso de la Universidad Nacional Autónoma de México," en *Perspectivas sobre la Educación en Línea en tiempos de COVID*, O. Gladstone y G. Varela, Eds. Universidad de Guadalajara, Sistema de Universidad Virtual, 2024, pp. 119-136. [En línea]. Disponible: <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/4088>.
- [6] Google Cloud, "Dialogflow Messenger. Dialogflow ES," <https://cloud.google.com/dialogflow/es/docs/integrations/dialogflow-messenger>. 2024.



# El rol de la UNAM frente al país en el equilibrio de la balanza entre los peligros y beneficios de la inteligencia artificial

**Carlos A. Coello Coello**

Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Departamento de Computación, Ciudad de México, México.  
ORCID: [0000-0002-8435-680X](https://orcid.org/0000-0002-8435-680X)

**Guy Paic**

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Nucleares, Ciudad de México, México.  
ORCID: [0000-0003-2513-2459](https://orcid.org/0000-0003-2513-2459)

**Leonid Serkin**

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias Nucleares, Ciudad de México, México.  
ORCID: [0000-0003-4749-5250](https://orcid.org/0000-0003-4749-5250)

Recepción: 20 de marzo de 2024.

Aceptación: 13 de mayo de 2024.

Junio 2024 • número de revista 10 • <https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2024.10.10>

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

2683-2968/© 2024 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior es editada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. ISSN: 2683-2968. Reserva de Derechos de Autor: 04-2019-011816190900-203

# El rol de la UNAM frente al país en el equilibrio de la balanza entre los peligros y beneficios de la inteligencia artificial

---

## Resumen

En 2019, GPT-2 no podía contar de manera confiable hasta diez. Sólo cinco años después, los sistemas de inteligencia artificial (en adelante, IA) generativa pueden escribir software, asesorar sobre temas científicos y combinar el procesamiento de lenguaje e imagen para generar escenas fotorrealistas, acercándose más y más a la inteligencia de un humano. Tampoco cabe duda de que la IA encarna una dualidad de riesgos y beneficios para la sociedad. La pregunta importante, entonces, es qué significa en términos de consecuencias y qué se podría hacer a nivel de la Universidad Nacional para aprovechar los beneficios y tratar de gestionar los riesgos. El artículo tiene por objeto analizar el papel crucial que tiene la UNAM en el equilibrio de esta balanza, promoviendo un desarrollo y aplicación de la IA que sea ético, equitativo y lleno de beneficios para México y el mundo.

**Palabras clave:** peligros, beneficios, inteligencia artificial, UNAM, México.

## *The role of UNAM in facing the nation's challenges of balancing the risks and benefits of artificial intelligence*

---

## Abstract

*In 2019, GPT-2 was unable to accurately count up to ten. Just five years later, generative artificial intelligence (hereinafter, AI) systems can write software, advise on scientific topics, and combine language and image processing to generate photorealistic scenes, coming closer and closer to human-level intelligence. There is also no doubt that AI embodies a duality of risks and benefits for society. The important question, then, is what this means in terms of consequences and what could be done at the National University level to harness the benefits and try to manage the risks. This article aims to analyze the crucial role that the National Autonomous University of Mexico (UNAM) plays in balancing this scale, promoting ethical, equitable, and beneficial development and application of AI for Mexico and the world.*

**Keywords:** risks, benefits, artificial intelligence, UNAM, Mexico.

## Los cuatro pilares de la inteligencia artificial

La inteligencia artificial (IA) puede ser la tecnología que moldee este siglo, con el potencial de rediseñar casi todos los aspectos de la vida como la conocemos. Usamos la IA en nuestra vida diaria, desde pedirle canciones a Alexa [1], hasta recibir recomendaciones de películas de Netflix [2] o utilizar reconocimiento facial para desbloquear nuestros teléfonos inteligentes [3].

La capacidad de la IA para analizar grandes volúmenes de datos es fundamental para abordar problemas complejos relacionados con la educación, la investigación, las ciencias y las humanidades. Su integración en diversos campos del conocimiento y la industria promete avances sin precedentes en eficiencia, capacidad de innovación y solución de problemas complejos, vean por ejemplo [4]; [5]; [6] y sus referencias.

La IA se sostiene sobre cuatro pilares fundamentales, indispensables para su avance y efectiva integración en la sociedad. El primer pilar es la formación y disponibilidad de personal especializado en IA en cada uno de sus campos de aplicación. Un claro ejemplo lo encontramos en el informe del Departamento de Educación de los Estados Unidos, publicado en 2023, que detalla el impacto de la IA en la educación [7]. Asimismo, el plan de la Universidad de Florida para graduar a miles de estudiantes con capacitación en IA, preparados para integrar estas tecnologías en el mercado laboral, es otra muestra significativa [8].

El segundo pilar, los datos, constituye una parte crucial, ya que la IA se nutre del análisis extenso de estos para aprender y tomar decisiones. La manera en que se recolectan los datos es fundamental, subrayando la importancia de la soberanía de datos por país. Este aspecto es particularmente relevante en sectores como la medicina [9] o la climatología [10], donde las patologías o la precipitación pueden variar notablemente de una región a otra. Además, asegurar el almacenamiento de datos implica implementar medidas robustas no solo de ciberseguridad, sino también de privacidad y acceso [11].

El tercer pilar se centra en el acceso y desarrollo de software abierto, esencial para el funcionamiento y desarrollo de la IA, lo que permite la implementación de algoritmos y sistemas de IA en un amplio espectro de aplicaciones y servicios [12]; [13]; [14].

El cuarto y último pilar esencial es la disponibilidad de recursos de computación de alto rendimiento y vanguardia [15]. El acceso a este tipo de infraestructura avanzada es un requisito indispensable para que cualquier nación pueda considerarse parte integral de la comunidad global de IA. Su importancia radica en la capacidad de realizar análisis de datos a gran escala y entrenar modelos de IA complejos en áreas como la salud, la educación, la industria y la investigación científica.

## ¿Cómo lograr que la IA no rompa la primera ley de Asimov?

A lo largo del último año (2023), la conversación en torno a la IA ha evolucionado de manera significativa, abarcando tanto sus promesas como sus desafíos [16]; [17]. Han surgido preguntas sobre la ética y las implicaciones sociales de la IA, en particular, ¿quién la desarrolla, para quién y con qué propósitos? ¿Qué posibles consecuencias puede traer consigo? ¿Cómo evitar que se utilice de manera perjudicial, respetando la primera ley de Asimov [18]: “Una máquina no hará daño a un ser humano, ni por inacción permitirá que un ser humano sufra daño”?

Uno de los conceptos fundamentales en la seguridad de la IA es el problema de la alineación [19]. Es importante destacar que, en la actualidad, la ciencia no sabe cómo diseñar un sistema de IA que produzca soluciones o respuestas completamente predecibles. Existe una discrepancia entre lo que hacen esos sistemas de IA y nuestras intenciones, e incluso no está claro si esto es algo que se pueda resolver.

Hemos observado problemas de alineación en las respuestas de los sistemas de IA actuales, como discriminación, sesgo y falta de equidad [4], que se originan debido a la implementación de la IA y la manera en que las decisiones no siempre están alineadas con los valores humanos. Estos problemas no surgen necesariamente debido a malas intenciones por parte de los desarrolladores de IA, sino más bien porque aún no han encontrado una forma de diseñar sus sistemas para que se comporten de acuerdo con nuestras normas [20]. A medida que los sistemas de IA se vuelven más poderosos, especialmente si caen en las manos equivocadas y no los configuramos adecuadamente para evitar amenazas, la IA podría ser un riesgo catastrófico a nivel global [21]; [22].

El otro problema es que, incluso si resolvemos la cuestión de la seguridad y la alineación, ¿quién tiene el control de estos sistemas de IA? Incluso si se comportan según lo previsto por quienes los operan, aquellos que los manejan pueden hacer un uso inadecuado de estos sistemas en muchas áreas, ya sea en educación, investigación, democracia o seguridad nacional [23].

## Enfoque multilateral sobre las estrategias de mitigación

Estas preocupaciones evidenciaron la necesidad de una solución colaborativa y multilateral para enfrentar los desafíos globales relacionados con esta nueva tecnología. La redacción de los “Principios de Asilomar para la Inteligencia Artificial” en 2017 [24], la “Declaración de Montreal para el Desarrollo Responsable de la Inteligencia Artificial” en 2018 [25], los “Principios de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) sobre Inteligencia Artificial” en 2019 [26], la recomendación de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) sobre la “Ética de la Inteligencia Artificial” en 2021 [27], las políticas sobre el uso de la IA en favor de la infancia del Fondo de las Naciones Unidas

para la Infancia [28], y los estudios de la OCDE sobre el uso estratégico y responsable de la IA en el sector público de América Latina y el Caribe en 2022 [29], representan solo los primeros pasos en este proceso.

En particular, diversos países de América Latina han avanzado significativamente en el desarrollo de estrategias nacionales de IA, con el objetivo de impulsar su desarrollo socioeconómico, fortalecer su soberanía tecnológica y garantizar la protección de los derechos de sus ciudadanos. Por ejemplo, la política argentina considera posibles aplicaciones de la IA para mejorar las condiciones de las personas con discapacidad [30]. La estrategia de Brasil prioriza la formación de niños en tecnologías de IA, considerando sus necesidades específicas y protegiendo sus derechos [31]. Chile ha establecido como uno de sus objetivos principales la adopción de la IA para mitigar los efectos del cambio climático [32]. En el caso de Perú, su estrategia incluye entre sus objetivos estratégicos la reducción de la brecha de género en la formación en IA, así como la inclusión de minorías y lenguas nativas [33], entre otros aspectos relevantes.

Tras la presentación pública de GPT-3.5 y GPT-4 [34], muchos expertos en el campo de la IA han abogado por una pausa temporal en el desarrollo de sistemas de IA aún más avanzados [35]. Esta discusión se enmarca dentro de la evolución de modelos de lenguaje [4] como GPT-2, que en 2019 presentaba avances significativos en capacidades de procesamiento de lenguaje natural, pero mostraba limitaciones significativas en tareas simples como aritmética [36]. Esto llevó a la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a establecer a finales de 2023 un Consejo Consultivo, con el propósito de analizar y promover recomendaciones para la gobernanza internacional de la IA [37].

Como resultado, las tres principales recomendaciones para manejar el crecimiento del poder de los sistemas de IA en los próximos 2 a 5 años son: (1) regulación y tratados internacionales, (2) investigación en seguridad de la IA y (3) desarrollo de contramedidas. La primera recomendación propone que los desarrolladores de IA tengan la responsabilidad de demostrar a la comunidad y a la sociedad que sus sistemas son lo suficientemente seguros, en lugar de que el gobierno y/o los usuarios finales tengamos que encontrar qué está mal con ellos. La segunda recomendación enfatiza la necesidad de una comprensión de los riesgos y las estrategias de mitigación. Por ejemplo, ¿cuál es el umbral de lo que es seguro y qué no lo es, y cómo lo medimos? Esto es algo para lo que aún no tenemos respuestas. Y la tercera: preparar un plan B en caso de que los sistemas de IA tengan objetivos peligrosos y sean lo suficientemente poderosos como para amenazar nuestras vidas y/o seguridad nacional.

Hay un concepto importante aquí en lo que respecta a los riesgos, y es que se necesita evitar el punto único de fallo [38]. Esto significa evitar la concentración de poder en un solo sistema de IA, que podría caer en manos equivocadas o salir fuera de control debido a un error humano [39].

## Índice Latinoamericano y las iniciativas de IA en México

En el contexto de nuestro país, es importante destacar que México fue uno de los primeros 10 países del mundo en presentar en 2018 una “Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial” [40]. Esta estrategia tenía como objetivo establecer un marco para promover el desarrollo y la adopción de la IA en México, reconociendo su potencial transformador en diversos sectores, desde la salud hasta la educación y la economía.

Asimismo, en 2018 México participó en el desarrollo de normas mundiales por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y fue un país observador en el establecimiento de las primeras normas ISO/IEC JTC 1/SC 42 para la IA [41]. Más aún, en 2020 México fungió como miembro fundador de la Alianza Global sobre la Inteligencia Artificial [42], una iniciativa de cooperación global sobre la innovación y gobernanza de la IA que tiene participación continua en foros internacionales como el G20, G7, OCDE, UNESCO y otros organismos de la ONU [43].

Paradójicamente, a pesar de que la estrategia nacional fue firmada hace seis años, según el Índice Latinoamericano de IA (ILIA) de 2023, México ocupa el quinto lugar entre 12 países de la región en cuestiones de infraestructura, capital humano, desarrollo, adopción y regulación [44]. Las conclusiones del índice ILIA, preparado por el Centro Nacional de IA de Chile, con el apoyo de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, la Organización de los Estados Americanos y la UNESCO señalan [45]: “en cuanto al capital humano avanzado, si bien tiene un sistema de formación maduro y robusto, (México) se encuentra por debajo del promedio regional en todos los indicadores al normalizar por población”. El informe [45] también menciona que México debe “implementar una estrategia sólida a nivel nacional y fortalecer la gobernanza, participación ciudadana y la regulación en el campo de la IA”.

Tres años después de adherirse como estado miembro al acuerdo de la UNESCO sobre la ética de la IA [27], nuestro país aún no ha implementado los mecanismos regulatorios necesarios para cumplir con los compromisos relacionados con la IA. Hasta la fecha no se han establecido normas oficiales mexicanas (NOMs) específicas para la IA, según el Instituto Federal de Telecomunicaciones [46].

México está en una posición rezagada en comparación con otros países del continente americano y del mundo en cuanto a la regulación y la gestión de los impactos de la IA en la vida cotidiana. Las iniciativas de la Ley Federal de Ciberseguridad [47] y la Ley de Regulación Ética de la Inteligencia Artificial y la Robótica [48] fueron presentadas ante el Senado de la República apenas en 2023, y se espera que los dictámenes correspondientes se emitan hasta mediados del año 2024.

## El rol de la Universidad Nacional al frente del desafío

Esta delicada situación resalta una oportunidad para que instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) encabecen el camino en la promoción de la IA a nivel nacional [49]. Como líder en educación e investigación dentro del país, la UNAM no debe limitarse a observar pasivamente los desarrollos tecnológicos. Es imperativo que emplee todas sus capacidades para establecerse como un referente en la incorporación de la IA en procesos educativos y en la aplicación de métodos de IA en la investigación. Esto implica no solo formar a las futuras generaciones de estudiantes capaces de integrar estas nuevas tecnologías en el mercado laboral mexicano, sino también investigar las implicaciones sociales y éticas, así como liderar el desarrollo de políticas públicas que promuevan un manejo responsable de la IA en el país.

Es fundamental que la UNAM difunda en todas sus facultades y escuelas las recomendaciones del uso de la IA en la educación superior [50]; [51], y especialmente aquellas surgidas de la “I Jornada de Inteligencia Artificial Generativa en Educación de la UNAM” [52]. Al promover estas recomendaciones entre estudiantes y profesores de la UNAM, se busca sensibilizar a la comunidad universitaria sobre los principios éticos que deben guiar el desarrollo y la implementación de tecnologías de IA generativa en la educación [53].

La disponibilidad de tecnología de computación de punta es crucial para apoyar de manera efectiva el desarrollo y la ejecución de sistemas de IA complejos [54], así como la contribución a la actualización y modernización de los criterios de ciberseguridad [55]; [56].

Así mismo, es crucial que la UNAM establezca y mantenga alianzas interinstitucionales para promover el desarrollo y uso de la IA en la investigación, así como fomentar la vinculación y la transferencia de conocimientos apoyando el desarrollo de capacidades tecnológicas [57]; [58].

Por otro lado, vale la pena reevaluar el código de ética [59] desde una perspectiva crítica sobre los desafíos planteados por la integración de la IA [46], así como de las implicaciones bioéticas estudiadas por la Comisión Nacional de Bioética de la Secretaría de Salud [60].

Es imperativo también dar continuidad a discusiones entre expertos nacionales y extranjeros sobre los aspectos científicos, aplicaciones, cuestiones éticas y legales de la IA, tales como los simposios internacionales “Inteligencia artificial para la ciencia, la industria y la sociedad”, organizados por la UNAM, el Centro Europeo de Investigaciones Nucleares y la OCDE [61].

La organización de una mesa redonda sobre el uso de la IA, con la participación de directores de facultades, escuelas e institutos afiliados a la UNAM, puede servir como un punto de encuentro clave para generar estrategias y recomendaciones. La finalidad de la mesa redonda sería la formación de un cuerpo multidis-

ciplinario compuesto por expertos de diversas áreas académicas y disciplinas relevantes para la IA, como informática, matemáticas, ingeniería, ética, derecho, sociología, entre otras, dedicado a plantear respuestas a los desafíos tales como: ¿cuáles son las estrategias específicas para integrar con éxito la IA en los programas educativos de la UNAM? ¿O cómo acelerar el desarrollo científico gracias al uso de la IA en el análisis de datos?

Y finalmente, una iniciativa para establecer un instituto multidisciplinario de inteligencia artificial fortalecería la posición de la UNAM como un centro de colaboración internacional en investigación y desarrollo de IA. La creación del instituto con un enfoque similar al del Instituto A3D3 en EE.UU. [62], el Centro Nacional de IA de Chile [45] o el Instituto de Aprendizaje de Algoritmos de Montreal [63], orientado al desarrollo de talentos y la articulación público-privada, posicionaría a la UNAM a la vanguardia de la investigación científica y tecnológica sobre IA no solo a nivel nacional, sino también a nivel mundial.

## Conclusión

El uso de la inteligencia artificial ha emergido como una fuerza transformadora con un potencial significativo en casi todos los aspectos de nuestra vida cotidiana, pero indudablemente presenta una dualidad de riesgos y beneficios para la sociedad. A pesar de la temprana participación de México en el desarrollo de normas e iniciativas globales sobre la IA, nuestro país sigue rezagado en infraestructura, capital humano, desarrollo, adopción y regulación de la IA.

Reconociendo la necesidad de una regulación ética y responsable, así como la promoción de la investigación y la formación en IA, la UNAM debe liderar el camino hacia un uso inclusivo y equitativo de esta tecnología y desempeñar un papel crucial en el equilibrio entre los riesgos y beneficios de la IA en México. Al promover las recomendaciones para el uso de la IA en la docencia y la investigación, estableciendo y manteniendo alianzas y colaboraciones interdisciplinarias e internacionales, así como formando un cuerpo e instituto multidisciplinario dedicado a la IA, la UNAM puede posicionarse como un centro de excelencia en la investigación y desarrollo de IA, contribuyendo al avance de la sociedad mexicana.

## Referencias

- [1] Amazon Alexa, "What Is Conversational AI?," 2024. [En línea]. Disponible: <https://developer.amazon.com/en-US/alexa/alexa-skills-kit/conversational-ai>.
- [2] Netflix Research, "Machine Learning," 2024. [En línea]. Disponible: <https://research.netflix.com/research-area/machine-learning>.

- [3] Samsung SDS. "Vision API," 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.samsungsds.com/en/ai-vision-api/vision-api.html>.
- [4] T. B. Brown, B. Mann, N. Ryder, M. Subbiah, J. Kaplan, P. Dhariwal, A. Neelakantan, P. Shyam, G. Sastry, A. Askell, S. Agarwal, A. Herbert-Voss, G. Krueger, T. Henighan, R. Child, A. Ramesh, D. M. Ziegler, J. Wu, C. Winter, et al., "Language Models are Few-Shot Learners," 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>.
- [5] J. Wei, Y. Tay, R. Bommasani, C. Raffel, B. Zoph, S. Borgeaud, D. Yogatama, M. Bosma, D. Zhou, D. Metzler, E. H. Chi, T. Hashimoto, O. Vinyals, P. Liang, J. Dean, y W. Fedus, "Emergent abilities of large language models," 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.07682>.
- [6] L. Wang, C. Ma, X. Feng, Z. Zhang, H. Yang, J. Zhang, Z. Chen, J. Tang, X. Chen, Y. Lin, W. X. Zhao, Z. Wei, y J. R. Wen, "A Survey on Large Language Model based Autonomous Agents," 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.11432>.
- [7] Gobierno de los EE. UU., "Artificial Intelligence and Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations," U.S. Department of Education, Office of Educational Technology, 2023. [En línea]. Disponible: <https://www2.ed.gov/documents/ai-report/ai-report.pdf>.
- [8] University of Florida, "Artificial Intelligence," 2024. [En línea]. Disponible: <https://ai.ufl.edu>.
- [9] The New England Journal of Medicine, "Review article series: AI in Medicine," 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.nejm.org/ai-in-medicine>.
- [10] R. Lam, A. Sanchez-Gonzalez, M. Willson, P. Wirnsberger, M. Fortunato, F. Alet, S. Ravuri, T. Ewalds, Z. Eaton-Rosen, W. Hu, A. Merose, S. Hoyer, G. Holland, O. Vinyals, J. Stott, A. Pritzel, S. Mohamed, y P. Battaglia, "Learning skillful medium-range global weather forecasting," \*Science\*, vol. 382, no. 6677, pp. 1416-1421, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1126/science.adi2336>.
- [11] Unión Europea, "Reglamento general de protección de datos," Diario Oficial de la Unión Europea, 2016. [En línea]. Disponible: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679>.
- [12] M. Abadi, A. Agarwal, P. Barham, E. Brevdo, Z. Chen, C. Citro, G. S. Corrado, A. Davis, J. Dean, M. Devin, S. Ghemawat, I. Goodfellow, A. Harp, G. Irving, M. Isard, R. Jozefowicz, Y. Jia, L. Kaiser, M. Kudlur, ... X. Zheng, "TensorFlow: Large-scale machine learning on heterogeneous systems," 2015. [En línea]. Disponible: <https://www.tensorflow.org>.
- [13] A. Paszke, S. Gross, F. Massa, A. Lerer, J. Bradbury, G. Chanan, T. Killeen, Z. Lin, N. Gimelshein, L. Antiga, A. Desmaison, A. Köpf, E. Yang, Z. DeVito, M. Raison, A. Tejani, S. Chilamkurthy, B. Steiner, L. Fang, J. Bai, y S. Chintala, "PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library," 2019. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1912.01703>.

- [14] M. Chen, J. Tworek, H. Jun, Q. Yuan, H. Ponde de Oliveira Pinto, J. Kaplan, H. Edwards, Y. Burda, N. Joseph, G. Brockman, A. Ray, R. Puri, G. Krueger, M. Petrov, H. Khlaaf, G. Sastry, P. Mishkin, B. Chan, ..., W. Zaremba, "Evaluating Large Language Models Trained on Code," 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.03374>.
- [15] Nvidia, "High-Performance Computing and Artificial Intelligence," Nvidia Corporation, 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.nvidia.com/en-us/high-performance-computing/hpc-and-ai/>.
- [16] Y. Bai, S. Kadavath, S. Kundu, A. Askell, J. Kernion, A. Jones, A. Chen, A. Goldie, A. Mirhoseini, C. McKinnon, C. Chen, C. Olsson, C. Olah, D. Hernandez, D. Drain, D. Ganguli, D. Li, E. Tran-Johnson, E. Perez, ... J. Kaplan, "Constitutional AI: Harmlessness from AI Feedback," 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.16338>.
- [17] Y. Bengio, G. Hinton, A. Yao, D. Song, P. Abbeel, Y. N. Harari, Y.-Q. Zhang, L. Xue, S. Shalev-Shwartz, G. Hadfield, J. Clune, T. Maharaj, F. Hutter, A. G. Baydin, S. McIlraith, Q. Gao, A. Acharya, D. Krueger, A. Dragan, ..., S. Mindermann, "Managing AI Risks in an Era of Rapid Progress," 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.17688>.
- [18] I. Asimov, "Strange playfellow," \*Super Science Stories\*, vol. 1, no. 4, pp. 67-77, 1940.
- [19] R. Ngo, L. Chan, y S. Mindermann, "The alignment problem from a deep learning perspective," 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2209.00626>.
- [20] P. P. Ray, "ChatGPT: A comprehensive review on background, applications, key challenges, bias, ethics, limitations and future scope," \*Internet of Things and Cyber-Physical Systems\*, vol. 3, pp. 121-154, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.04.003>.
- [21] A. Turchin y D. Denkenberger, "Classification of Global Catastrophic Risks Connected with Artificial Intelligence," \*AI and Society\*, vol. 35, no. 1, pp. 147-163, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/s00146-018-0845-5>.
- [22] J. Achiam, S. Adler, S. Agarwal, L. Ahmad, I. Akkaya, F. L. Aleman, D. Almeida, J. Altenschmidt, S. Altman, S. Anadkat, R. Avila, I. Babuschkin, S. Balaji, V. Balcom, P. Baltescu, H. Bao, M. Bavarian, J. Belgum, I. Bello, J. Berdine, ... B. Zoph, "GPT-4 Technical Report," 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774>.
- [23] Y. Bengio, "AI and Catastrophic Risk," \*Journal of Democracy\*, vol. 34, no. 4, pp. 111-121, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1353/jod.2023.a907692>.
- [24] Future of Life Institute, "The Asilomar AI Principles," 2017. [En línea]. Disponible: <https://futureoflife.org/open-letter/ai-principles>.

- [25] Université de Montréal, “Declaración de Montreal para un Desarrollo Responsable de la Inteligencia Artificial,” 2018. [En línea]. Disponible: [https://declarationmontreal-iaresponsable.com/wp-content/uploads/2023/01/ES-UdeM\\_Decl-IA-Resp\\_LA-Declaration\\_v4.pdf](https://declarationmontreal-iaresponsable.com/wp-content/uploads/2023/01/ES-UdeM_Decl-IA-Resp_LA-Declaration_v4.pdf).
- [26] OCDE, “Recommendation of the Council on Artificial Intelligence,” Organisation for Economic Co-operation and Development (OCDE), 2019. [En línea]. Disponible: [https://one.oecd.org/document/C/MIN\(2019\)3/FINAL/en/pdf](https://one.oecd.org/document/C/MIN(2019)3/FINAL/en/pdf).
- [27] UNESCO, “Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial,” Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 2021. [En línea]. Disponible: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa).
- [28] UNICEF, “Orientación de políticas sobre el uso de la inteligencia artificial en favor de la infancia,” Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), 2021. [En línea]. Disponible: [https://www.unicef.org/globalinsight/media/2636/file/UNICEF-Global-Insight-policy-guidance-AI-children-2.0-2021\\_ES.pdf](https://www.unicef.org/globalinsight/media/2636/file/UNICEF-Global-Insight-policy-guidance-AI-children-2.0-2021_ES.pdf).
- [29] OCDE, “Estudios de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) sobre el uso estratégico y responsable de la inteligencia artificial en el sector público de América Latina y el Caribe,” 2022. [En línea]. Disponible: <https://oecd-opsi.org/wp-content/uploads/2022/09/IA-ALC-Report.pdf>.
- [30] Gobierno de Argentina, “Plan Nacional de Inteligencia Artificial,” Presidencia de la Nación, Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2019. [En línea]. Disponible: <https://oecd-opsi.org/wp-content/uploads/2021/02/Argentina-National-AI-Strategy.pdf>.
- [31] Gobierno de Brasil, “Estrategia Brasileña de Inteligencia Artificial,” Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021. [En línea]. Disponible: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/inteligencia-artificial>.
- [32] Gobierno de Chile, “Política Nacional de Inteligencia Artificial,” Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 2021. [En línea]. Disponible: [https://minciencia.gob.cl/uploads/filer\\_public/bc/38/bc389daf-4514-4306-867c-760ae7686e2c/documento\\_politica\\_ia\\_digital\\_.pdf](https://minciencia.gob.cl/uploads/filer_public/bc/38/bc389daf-4514-4306-867c-760ae7686e2c/documento_politica_ia_digital_.pdf).
- [33] Estado Peruano, “Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial para el periodo 2021-2026,” Secretaría de Gobierno y Transformación Digital, 2021. [En línea]. Disponible: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1899077/Estrategia%20Nacional%20de%20Inteligencia%20Artificial.pdf>.
- [34] OpenAI, “ChatGPT. Large language model,” 2023. [En línea]. Disponible: <https://chat.openai.com/chat>.
- [35] Future of Life Institute, “Open Letter: Pause Giant AI Experiments,” 2023. [En línea]. Disponible: <https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments>.
- [36] M. Hanna, O. Liu, y A. Variengien, “How does GPT-2 compute greater-than?: Interpreting mathematical abilities in a pre-trained language model,” 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.00586>.

- [37] ONU, "Creación del Consejo Consultivo que se enfocará en analizar y promover recomendaciones para la gobernanza internacional de la inteligencia artificial," Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2023. [En línea]. Disponible: <https://news.un.org/es/story/2023/10/1525252>.
- [38] G. Sastry, L. Heim, H. Belfield, M. Anderljung, M. Brundage, J. Hazell, C. O'Keefe, G. K. Hadfield, R. Ngo, K. Pilz, G. Gor, E. Bluemke, S. Shoker, J. Egan, R. F. Trager, S. Avin, A. Weller, Y. Bengio, y D. Coyle, "Computing Power and the Governance of Artificial Intelligence," 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.08797>.
- [39] J. Cameron y W. Wisner, "Terminator 2: Judgment Day," TriStar Pictures, 1991. [En línea]. Disponible: <https://www.sonypictures.com/>.
- [40] Gobierno de México, "Estrategia de Inteligencia Artificial de México 2018," Presidencia de la República, 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.gob.mx/epn/articulos/estrategia-de-inteligencia-artificial-mx-2018>.
- [41] ISO, "ISO/IEC JTC 1/SC 42 Artificial Intelligence," International Organization for Standardization (ISO), 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.iso.org/es/contents/data/committee/67/94/6794475.html?view=participation>.
- [42] Gobierno de México, "Declaración Conjunta de los miembros fundadores de la Alianza Global sobre la Inteligencia Artificial," Secretaría de Relaciones Exteriores, 2020. [En línea]. Disponible: <https://www.gob.mx/sre/prensa/declaracion-conjunta-de-los-miembros-fundadores-de-la-alianza-global-sobre-la-inteligencia-artificial>.
- [43] GPAI, "2023 Ministerial Declaration," Global Partnership on Artificial Intelligence (GPAI), 2023. [En línea]. Disponible: <https://gpai.ai/2023-GPAI-Ministerial-Declaration.pdf>.
- [44] CEPAL, "IA para el desarrollo sostenible de América Latina: Lanzamiento del primer Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial," Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.cepal.org/es/eventos/ia-desarrollo-sostenible-america-latina-lanzamiento-primero-indice-latinoamericano>.
- [45] CENIA, "Índice Latinoamericano de IA elaborado por el Centro Nacional de Inteligencia Artificial de Chile (CENIA). Ficha de México," 2023. [En línea]. Disponible: <https://indicelatam.cl/wp-content/uploads/2023/08/CAP-G-MEXICO.pdf>.
- [46] IFT, "Recomendaciones que emite el Consejo Consultivo del IFT para implementar en su ámbito de competencia la recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial de la UNESCO," Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), 2023. [En línea]. Disponible: [https://www.ift.org.mx/sites/default/files/ag\\_ii-5\\_recomendacion\\_inteligencia\\_artificial\\_cci\\_acc.pdf](https://www.ift.org.mx/sites/default/files/ag_ii-5_recomendacion_inteligencia_artificial_cci_acc.pdf).

- [47] Gobierno de México, "Iniciativa de Ley Federal de Ciberseguridad," Cámara de Diputados LXV Legislatura, Gaceta Parlamentaria, 2023. [En línea]. Disponible: [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/iniclave/65/CD-LXV-II-2P-292/02\\_iniciativa\\_292\\_25abr23.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/iniclave/65/CD-LXV-II-2P-292/02_iniciativa_292_25abr23.pdf).
- [48] Gobierno de México, "Iniciativa de Ley de Regulación Ética de la Inteligencia Artificial y la Robótica," Cámara de Diputados LXV Legislatura, Gaceta Parlamentaria, 2023b. [En línea]. Disponible: [https://www.senado.gob.mx/65/gaceta\\_comision\\_permanente/documento/135000](https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_comision_permanente/documento/135000).
- [49] L. Ho, J. Barnhart, R. Trager, Y. Bengio, M. Brundage, A. Carnegie, R. Chowdhury, A. Dafoe, G. Hadfield, M. Levi, y D. Snidal, "International Institutions for Advanced AI," 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.04699>.
- [50] UNESCO, "ChatGPT e Inteligencia Artificial en la educación superior: Guía de inicio rápido," Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 2023. [En línea]. Disponible: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146\\_spa.locale=es](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385146_spa.locale=es).
- [51] Universidad Carlos III de Madrid, "Recomendaciones para la docencia con inteligencias artificiales generativas," Vicerrectorado de Infraestructuras, 2023. [En línea]. Disponible: <https://e-archivo.uc3m.es/entities/publication/e560161f-44a3-43f5-9a4e-5175a052c2ec>.
- [52] UNAM, "Recomendaciones para el uso de la inteligencia artificial generativa en la docencia," Universidad Nacional Autónoma de México, 2023b. [En línea]. Disponible: [https://iagenedu.unam.mx/docs/recomendaciones\\_uso\\_iagen\\_docencia\\_unam\\_2023.pdf](https://iagenedu.unam.mx/docs/recomendaciones_uso_iagen_docencia_unam_2023.pdf).
- [53] Z. Swiecki, H. Khosravi, G. Chen, R. Martinez-Maldonado, J. M. Lodge, S. Milligan, N. Selwyn, y D. Gašević, "Assessment in the age of artificial intelligence," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 3, p. 100075, 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100075>.
- [54] UNAM, "Ofrece el LAMOD nuevas posibilidades para la investigación," Gaceta de la Universidad Nacional Autónoma de México, 2023a. [En línea]. Disponible: <https://www.gaceta.unam.mx/la-unam-con-gran-potencial-en-proyectos-de-frontera>.
- [55] UNAM, "Lineamientos generales y políticas sobre almacenamiento e información compartida entre los sistemas existentes," Universidad Nacional Autónoma de México, 2021b. [En línea]. Disponible: [https://www.red-tic.unam.mx/recursos/2021/2021\\_Lineamiento\\_RedResponsablesTIC\\_01.pdf](https://www.red-tic.unam.mx/recursos/2021/2021_Lineamiento_RedResponsablesTIC_01.pdf).
- [56] Gobierno de Reino Unido, "Cumbre de Seguridad de la IA 2023: Declaración Bletchley," 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.gov.uk/government/publications/ai-safety-summit-2023-the-bletchley-declaration>.
- [57] UNAM, "Alianza para promover el Desarrollo de Capacidades Digitales en México," Universidad Nacional Autónoma de México, 2021a. [En línea]. Disponible: <https://alianza.unam.mx/>.

- [58] M. J. Santos Corral, R. de Gortari Rabiela, y M. Lopátegui, "Construir vinculación desde la Inteligencia Artificial: Análisis de una alianza interinstitucional," *Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*, vol. 11, no. 25, p. e2584175, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2023.25.84175>.
- [59] UNAM, "Acuerdo por el que se establecen los Lineamientos para la Integración, Conformación y Registro de los Comités de Ética en la Universidad Nacional Autónoma de México," *Gaceta UNAM*, 2019a. [En línea]. Disponible: <https://www.gaceta.unam.mx/wp-content/uploads/2019/10/190829-Convocatorias.pdf>.
- [60] Gobierno de México, Secretaría de Salud, Comisión Nacional de Bioética, "Bioética e inteligencia artificial," 2023c. [En línea]. Disponible: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/846953/gaceta48\\_final\\_completa\\_\\_3\\_.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/846953/gaceta48_final_completa__3_.pdf).
- [61] UNAM, "Expertos debaten en la UNAM retos y alcances de la inteligencia artificial," *Boletín UNAM-DGCS-746*, Universidad Nacional Autónoma de México, 2019b. [En línea]. Disponible: [https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2019\\_746.html](https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2019_746.html).
- [62] A3D3 Institute, "About A3D3," Accelerated AI Algorithms for Data-Driven Discovery (A3D3) Institute, 2023. [En línea]. Disponible: <https://a3d3.ai/about/>.
- [63] MILA, "Quebec AI Institute (Montreal Institute for Learning Algorithms)," 2024. [En línea]. Disponible: <https://mila.quebec/en/mila/>.



# Gobernanza de la Inteligencia Artificial mediada por gobierno de TIC en la Educación Superior: Literatura científica y no convencional, 2020-2023

**Luz María Castañeda de León**

Universidad Nacional Autónoma de México, Dirección General de  
Cómputo y de Tecnologías de la Información y Comunicación, Dirección  
de Colaboración y Vinculación, Subdirección de Calidad y Procesos,  
Ciudad de México, México.

ORCID: [0009-0003-8595-8268](https://orcid.org/0009-0003-8595-8268)

Recepción: 21 de abril de 2024.

Aceptación: 11 de junio de 2024.

Junio 2024 • número de revista 10 • <https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2024.10.20>

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

2683-2968/© 2024 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior es editada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. ISSN: 2683-2968. Reserva de Derechos de Autor: 04-2019-011816190900-203

## Gobernanza de la Inteligencia Artificial mediada por gobierno de TIC en la Educación Superior: Literatura científica y no convencional, 2020-2023

---

### Resumen

El presente trabajo constituye una primera aproximación a la gobernanza de IA mediada por el gobierno de las tecnologías de la información y la comunicación en las instituciones de educación superior, con el objeto de calibrar si, de acuerdo con la literatura, el marco de gobierno de las TIC requiere transformaciones intrínsecas para gobernar a la IA.

Metodología: Búsqueda sistemática basada en PRISMA.

Conclusiones: (1) los marcos de gobierno de TIC requieren necesariamente adaptarse para un gobierno sensato de la IA. (2) La literatura no convencional es, en la actualidad, el espacio donde se debate con mayor profundidad el gobierno de IA.

**Palabras clave:** Gobierno de TIC, gobierno de IA, instituciones de educación superior, inteligencia artificial.

### *Governance of Artificial Intelligence through ICT governance in Higher Education: literature review*

---

### Abstract

*The present work constitutes a first approach to AI governance mediated by the governance of information and communication technologies in higher education institutions, with the aim of calibrating whether the ICT governance framework requires intrinsic transformations to govern to AI.*

*Methodology: Systematic search based on PRISMA.*

*Conclusions: (1) ICT governance frameworks necessarily need to be adapted for sensible AI governance. (2) Unconventional literature is currently the space where AI governance is debated in greater depth.*

**Keywords:** *ICT governance, AI governance, higher education institutions, artificial intelligence.*

## Introducción

Un elemento con la acelerada capacidad transformadora de la inteligencia artificial (IA) requiere necesariamente ser gobernado de forma estratégica; aprovechar las oportunidades que ofrece y controlar su impacto en las organizaciones más allá de la naturaleza de éstas. En el caso de la educación superior, la gobernanza se vincula a la estructuración del poder institucional y, ambos factores, en el caso de las universidades públicas, a la autonomía universitaria, misma que legitima las agendas, prioridades, límites, reformas y procesos de innovación institucionales [1]. Ubicada en el rubro de innovación institucional, la IA genera interminables discusiones sobre su uso y gobierno, aun cuando rara vez se encuentren en las instituciones de educación superior (IES) políticas institucionales específicas en la materia [2]. Lo anterior, pese al consenso de la literatura sobre la necesidad de regular su uso con objeto de garantizar su eficiencia, transparencia y equidad [3], así como de delimitar sus implicaciones sociales y éticas [4] en el universo educativo de tercer nivel.

La IA, sin importar que el ámbito que la adopte sea de naturaleza gubernamental, empresarial o educativo, debe considerarse como algo más que un algoritmo de construcción o resolución matemática que, en el caso de las IES, facilita la docencia, la investigación o la gestión universitaria. Por tanto, cualquier análisis que involucre su gobierno debe iniciar asumiéndola como un sistema sociotécnico cuyo comportamiento varía en función del contexto en el que se desarrolla, lo que la vuelve extremadamente útil en la resolución de problemas sociales o de requerimientos éticos [4].

Considerado lo expuesto, el presente trabajo asume al gobierno de las tecnologías de la información y la comunicación (GTIC) como la herramienta natural para gobernar a la IA en cualquier tipo de organización, incluidas las IES. Lo anterior pese a tratarse de una temática escasamente revisada por la literatura que es, por otra parte, prolífica en estudios y análisis sobre gobernanza de IA desde muy diversas perspectivas. Es por ello que, a la hora de revisar fuentes, se consideraron no sólo artículos académicos sino aquellos otros provenientes del subconjunto de la literatura no convencional que, de forma directa o transversal, se enfocasen en la relación entre los procesos de adopción, despliegue y difusión de IA y el GTIC como instrumento de gobernanza. En este último caso, y por restricciones de espacio, se excluyeron tanto la literatura gris como la proveniente de redes sociales. Pese a ello, los resultados obtenidos continuaron siendo escasos cuando se añadía el elemento IES a la búsqueda, por lo que fue razonable integrar en la selección elementos que tuvieran como tercera variable el universo empresarial. Lo anterior se explica cuando se considera que la IA remite, en su mayor parte, al elemento productivo; en segundo lugar, a la administración pública y, en una lejana tercera posición, a los ecosistemas educativos, aunque no necesariamente a los de tercer nivel [4]. De acuerdo con lo expuesto, el trabajo parte de un cuestionamiento de interés: ¿puede la IA, a través del GTIC cambiar la estructura del gobierno de TIC universitario?

## Gobierno de IA, GTIC vs gobernanza anticipatoria vs gobernanza algorítmica

En general, la literatura científica sobre gobierno de IA se orienta principalmente al análisis de los factores de éxito de su adopción, al despliegue y difusión de técnicas y aplicaciones o a cuestiones organizativas y de gestión [4], [5], [6], [7]. También aborda diferentes propuestas de marcos extendidos de gobierno como el TOE [6], [7]. Adicionalmente, tal y como se ha expuesto, el limitado universo de los análisis de IA vs IES se reduce aún más cuando se intenta evaluar el rol de la primera sobre la segunda, aun cuando, a juicio de Razzaque [8], debiera considerarse dicho enfoque como un acercamiento necesario para el mejor desarrollo institucional de los ecosistemas de educación superior.

Asumido lo anterior, es importante señalar que la expresión *inteligencia artificial* es susceptible a numerosas y diversas interpretaciones, de las que, en función del alcance del presente trabajo, se ha adaptado la de Mardá [4], quien argumenta que refiere a procedimientos codificados mediante los cuales, y a partir de cálculos matemáticos específicos (algoritmos), los datos se transforman en resultados, sin intervención alguna de intuición o conjetura humana, lo que permite calificar a dichos procedimientos como inteligentes, pudiendo presentarse en tres modalidades: (1) superinteligencia artificial o capacidad de las computadoras para exhibir comportamientos que superen a los de la inteligencia humana, las habilidades sociales o la capacidad del hombre de generar conocimiento científico; (2) inteligencia artificial o capacidad de las computadoras para exhibir comportamientos equivalentes a la inteligencia humana y, (3), inteligencia artificial restringida (ANI), también denominada *estrecha o débil*, que refiere a la capacidad de las computadoras para mostrar capacidades humanas en dominios limitados y deliberados como, por ejemplo, el reconocimiento de voz. El alcance del presente trabajo se restringe a la segunda de las modalidades citadas.

El mismo Mardá [4], señala que el desarrollo y, por ende, la adopción de IA ha sido, en el universo empresarial, un proceso fragmentado debido a la falta de límites regulatorios, pero, también, a la carencia de esfuerzos coordinados entre diferentes elementos de un mismo sector: empresas, gobiernos. Siguiendo esta teoría, es fácil aplicar la misma conclusión a las IES, cuya tendencia a interactuar en términos de regulación y normatividad es aún más escasa que la de las empresas, tal y como se discutió en el Foro "Hacia una regulación de la Inteligencia Artificial", organizado por la Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Cámara de Diputados, que está en proceso de diseñar la legislación en la materia [9]. En el caso de las IES públicas, deben considerarse también los estatutos de autonomía [1] que otorgan independencia en materia de formas particulares de gobierno corporativo y tecnológico.

Por lo expuesto, la gobernanza de la IA a través del GTIC es un desafío particularmente complejo que, para efectos del presente trabajo, asume al GTIC como el conjunto de procesos que tiene por objeto evaluar, dirigir y monitorizar las TIC para generar la mayor cantidad de valor posible a las organizaciones, además de asegurar el cumplimiento institucional de las obligaciones legales, regulatorias y éticas respecto del uso de TIC [10]. En un contexto más amplio, la gobernanza de IA vía GTIC cae dentro del esquema de la

*anticipatory governance* que Ramos [11] (introducción, párrafo 1) describe como un concepto socioecológico que remite a “desafíos sistémicos perversos que son como nudos difíciles de abordar” y cuya definición se adapta a continuación para implicarla en un contexto de educación superior.

La gobernanza anticipatoria denota procesos y sistemas colaborativos y participativos para explorar, visualizar, establecer direcciones, desarrollar estrategias y experimentar para un ecosistema universitario, de forma que pueda aprovechar la inteligencia y la sabiduría colectiva de su comunidad y de sus colaboradores para afrontar riesgos estratégicos y aprovechar las oportunidades emergentes a fin de alcanzar sus objetivos de desarrollo, y dotarla de fortaleza suficiente para avanzar en la compleja red del cambio social y tecnológico [11] (inciso 1, párrafo1).

Por su parte, Acosta Silva [1] remite el concepto al gobierno digital universitario, estructura que cuenta con la gestión del conocimiento como eje sustantivo de la gobernanza que articula la cooperación de los diferentes actores universitarios para alcanzar objetivos e instrumentar políticas de desarrollo institucional. El autor deriva de la *anticipatory governance* la gobernanza algorítmica, asociada al proceso de gobierno que se sustenta en el uso extensivo y expansivo de bases de datos (*Big Data*).

En cualquiera de las denominaciones, es indudable que el GTIC debe desempeñar un rol sustantivo tanto en la administración del riesgo tecnológico asociado a la IA como en la alineación de proyectos de TIC con los objetivos institucionales, a fin de evitar, o en su caso minimizar, problemáticas de seguridad, ética o cumplimiento, entre otras de igual relevancia. Pese a ello, la literatura orientada a la validación empírica o teórica de los efectos de la IA sobre el GTIC (o viceversa), o a su impacto en los escenarios tecnológicos, organizacionales, ambientales [5] y sociales es muy escasa y, por ende, también las revisiones de la misma, con únicamente un marco normativo global de aplicación voluntaria: la *ISO/TR 38507:2022* [12]. *Tecnología de la información. Gobernanza de TI. Implicaciones de gobernanza del uso de inteligencia artificial por parte de las organizaciones*, hija de la *ISO-38500:2018* [10]. La *ISO/TR* se constituye como guía de referencia en materia de gobierno organizacional bajo herramientas/sistemas que utilizan IA.

## Metodología y resultados

Este trabajo integra los primeros resultados de una exploración inicial sobre las formas de gobierno de IA mediadas por GTIC, usando PRISMA como metodología. En la primera búsqueda en bases de datos, con el uso de diferentes combinatorias de palabras clave “IT governance”, “AI governance”, “literature review”, “university”, en inglés y español, con un horizonte temporal 2020-2023, los resultados fueron tan modestos que se optó por una nueva búsqueda general mediante el uso de motores de búsqueda alternativos: HotBot, DuckDuckGo y Brave. Esta segunda búsqueda arrojó una razón de 1/27. Es decir, por cada artículo publicado en una revista indexada, aparecieron 27 pertenecientes a la literatura no convencional, general-

mente en blogs de empresas, blogs personales, comunidades *on line* y prensa. Se descartó, por limitaciones de espacio, la parte más formal de la literatura gris, que incluye, entre otras fuentes, a las publicadas por organismos gubernamentales o multilaterales, como la UNESCO.

Por otra parte, la revisión de las publicaciones obligó a un descarte de más del 80% en ambos rubros de la literatura, bien por su falta de relevancia respecto a la relación IA vs GTIC bien por duplicidades o por dificultades de acceso. Tampoco pudo ubicarse ningún metanálisis. Se realizaron tres flujogramas PRISMA, uno por motor de búsqueda utilizado, que finalmente se compilaron en un flujograma final (figura que no se integró a este documento debido a restricciones de espacio). Sin embargo, y pese al elevado número de descartes, pudo concluirse en primera instancia que, en el momento actual, el debate de mayor intensidad sobre gobernanza de IA mediada por GTIC se lleva a cabo fuera de los muros de la academia.

La selección final, que atendió a una línea de equilibrio, resultó en 15 publicaciones: 46% perteneciente a la literatura científica; 46% a la de naturaleza no convencional y el 7% restante, a literatura normativa de apoyo. Del total de la literatura seleccionada, sólo el 27% remite directamente a las IES. Es importante señalar que se seleccionaron y revisaron, pero no se consideraron para este trabajo, alrededor de 30 publicaciones de interés, entre las que pueden citarse el informe “La inteligencia artificial en las universidades: Retos y oportunidades 2024”, coordinado por Pedrero Muñoz [13] para el Grupo 1MillionBot; los trabajos de IBM sobre el gobierno de *watsonx.governance*; la guía de *modulos.ai* [14] sobre gobierno de inteligencia artificial o las numerosas publicaciones de LinkedIn en la materia, todas ellas pertenecientes a la literatura no convencional. Los resultados de la breve selección final que se presenta en este trabajo se reflejan en la tabla 1. Es importante señalar que dichos resultados son únicamente una muestra mínima de la selección efectuada, elegidos por considerarlos más adecuados que otros para una primera aproximación a la temática gobierno de IA vs GTIC.

Tabla 1. Resultados

Fecha/autor	Descriptor	Ámbito	Aplicable a IES	Modalidad
2018 Mardá	Gobernanza de IA Decisiones basadas en datos	Empresa	Sí	Científica-CUAL
2020, Chen, Li y Chen	Adopción IA Marco TOE	Empresa	Sí	Científica-CUAN

Fecha/autor	Descriptorios	Ámbito	Aplicable a IES	Modalidad
2020, Ramos	IA Gobernanza anticipada	Empresa	Sí	No convencional
2021 Razzaque	Gobierno de IA Gobierno de TIC Internet de las ideas	Empresa	Sí	Científica-CUAL
2022, Nguyen, Le y Le Vu	Adopción IA Marco TOE	Empresa	Sí	Científica-CUAN
2022, ISOTools	Gobierno de IA Gobierno de TIC	Todos	Sí	Normativa
2023, Abbaspour	Gobierno de IA Gobierno de TIC	Medioambiente	Sí	No convencional
2023, Abdulrasool y Turnbull	Gobierno de IA Gobierno de TIC Universidades inteligentes	IES	Sí	Científica-CUAL
2023, Azabache Santos <i>et al.</i>	IA Gobierno de TIC Marcos de GTIC Aprendizaje automático	Empresa	Sí	Científica-CUAL
2023, Díaz-Novelo	IA Gobierno de TIC Perfil CIO	IES	Sí	Científica-CUAL
2023, elnotariado.com	Gobierno de IA Retos y desafíos	Administración Pública	Sí	No convencional

Fecha/autor	Descriptorios	Ámbito	Aplicable a IES	Modalidad
2023, Esposito <i>et al.</i>	Gobierno de IA Gobernanza algorítmica	Empresas	Sí	No convencional
2023, Heyman	IA Gobierno de TIC Retos y desafíos	Empresas	Sí	No convencional
2023, Kim	Gobierno de IA Gobierno de TIC Decisiones basadas en datos CEDO	IES	Sí	No convencional
2023 Llorens y García	Gobierno de IA Gobierno de TIC Liderazgo compartido	IES	Sí	No convencional

## Discusión

El análisis de la gobernanza de IA a través del GTIC se encuentra estrechamente ligado a la gobernanza de los datos y, de modo particular, a la toma de decisiones basadas en datos y sus impactos éticos y sociales. En el caso de las IES, también a aspectos administrativos pues, tal y como señala Mardá [4], el hecho de que una decisión se construya a partir del trabajo de datos de un algoritmo no implica necesariamente que sea equitativa, justa o apropiada, ni siquiera que sea precisa o totalmente objetiva.

Al respecto, Kim [15], argumenta que la adopción de IA en las IES puede modificar la gobernanza del GTIC y otorgar ventajas competitivas si y sólo si dicha adopción, asumida como estrategia diferenciadora, inicia con un adecuado manejo de los datos. Es decir, desde la comprensión de cada interacción de TIC con estudiantes, maestros, proyectos, etc. En tal escenario, la gestión de los datos regida por la gobernanza de TIC debiera ocupar un lugar prominente en los esquemas del GTIC bajo el mando de un CDO (director de datos o *Chief Data Officer*, por sus siglas en inglés), responsable de analizar, clasificar y convertir los datos brutos en estadísticas y en modelos prescriptivos y predictivos. Dichos modelos deberían poder alinearse [16] con los objetivos de TIC y, por ende, con los del gobierno institucional de las IES. Aunque la figura del

CDO es cada día más común en las empresas, escasea en las IES, que rara vez cuentan con un responsable de estructurar y seleccionar los datos a utilizar para entrenar los modelos de toma de decisiones impulsados por IA [15]. Lo anterior impide, a juicio de Mardá [4], efectuar análisis adecuados de la vinculación, las limitaciones y los riesgos que entrañan dichas decisiones, mismas que, en general y en las IES, figuran como consideraciones regresivas para la adopción de aplicaciones de IA.

Sin embargo, si bien la incorporación del CDO es importante, más aún lo es la presencia de un CIO (*Chief Information Officer*, por sus siglas en inglés) que sostenga la visión institucional, que entienda y sea capaz de explicar al gobierno universitario no solo el funcionamiento de la IA [17] sino la importancia de su despliegue y difusión, con el propósito de establecer un liderazgo conjunto y equilibrado entre ambos gobiernos.

En relación con el rol del CIO universitario en materia de gobernanza de IA a través del GTIC, Díaz-Novelo [17] afirma la importancia de la gestión del cambio como elemento fundamental de su estrategia de adopción, despliegue y difusión, misma que deberá tener suficiente flexibilidad para poder realizar los ajustes pertinentes a medida que el proceso de gobernanza de IA avance. Adicionalmente, Díaz-Novelo [17] señala la necesidad de seleccionar y priorizar las iniciativas de IA y aprender de experiencias ajenas a fin de jerarquizar los procesos y proyectos asociados a la gobernanza de IA, para articularlos de acuerdo con las necesidades del ecosistema digital en el que labora. Por su parte, Llorens y García Peñalvo [2] abogan por la alineación entre el GTIC y el gobierno universitario para obtener una visión completa y compleja del impacto de la IA en las IES, además de incidir en la necesidad de integrar a la IA con el resto de las directrices tecnológicas estratégicas del GTIC para ser gobernada por éste y, por tanto, dentro de la estrategia digital del GTIC, por el gobierno universitario.

Así mismo, debe entender que este triple proceso de adopción, despliegue y difusión de la IA tiene que asumirse como una carga compartida con el gobierno universitario [15]; [17] punto este último analizado ampliamente en elnotariado.com [3], que argumenta que la alineación del GTIC con el gobierno universitario debiera de ser capaz de establecer normativas que regulen el uso ético y responsable de la IA, con el objeto de asegurar la privacidad de los datos y la transparencia en los algoritmos; capacitar al personal de TIC en materia de adopción, despliegue y difusión de la IA; colaborar con el área legal de las IES para diseñar políticas efectivas y apropiadas al marco de la educación superior y, finalmente, establecer alianzas con áreas afines del sector empresarial para acceder a su experiencia y conocimiento, propiciando en la medida de lo posible, el desarrollo conjunto de soluciones innovadoras [3].

En otra línea de análisis, Abbaspour [18] señala que, si bien la IA a través de la gobernanza de TIC es una fuerza poderosa y transformadora en la gestión de diferentes desafíos, su abordaje requiere identificar tanto los obstáculos como los facilitadores asociados a su adopción y difusión, además de la disponibilidad y calidad de los datos, los marcos regulatorios, las implicaciones socioéticas y la colaboración de los

*stakeholders*, para asegurar su uso responsable y ético. En este contexto, el autor reafirma la importancia del GTIC en la adopción y despliegue de la IA en tanto que sólo a través de él pueden proporcionarse las pautas, políticas y procedimientos para un gobierno responsable y eficiente de la misma que integre la recopilación, almacenamiento y seguridad de datos confiables y representativos, minimice sesgos y errores en su manejo y garantice procesos de cumplimiento, transparencia y rendición de cuentas respecto a su uso.

En síntesis, los marcos de GTIC deberían ser capaces de proporcionar adecuados mecanismos de monitoreo y auditoría de las aplicaciones y sistemas de IA en términos de transparencia y responsabilidad ética y social de la tecnología de forma que reflejen el compromiso de las IES tanto con las prácticas sostenibles como con el cumplimiento legal-normativo [17]; [15]. Una situación teóricamente ideal si, en general, el aprovechamiento de las TIC en las IES funcionara a su máxima capacidad, lo que indicaría un nivel de madurez en la gobernanza de TIC elevado, con marcos sólidos y buenas prácticas de GTIC del que una gran parte de las IES carecen [19].

Si la situación fuera la descrita por Abdulrasool y Turnbull [19], la adopción de la IA transformaría el modelo de GTIC, a fin de poder aprovechar al máximo los beneficios de esta colaboración que es, por el momento, bastante inusual en las IES. Las ventajas ofrecidas son: (1) recopilación y análisis de datos en tiempo real mediante la aplicación de técnicas de procesamiento de lenguaje natural que faciliten la extracción de datos relevantes de casi cualquier fuente; (2) protección y prevención de crisis mediante la identificación de patrones y señales tempranas que permitan el diseño e implementación de medidas preventivas; (3) personalización de los servicios, adaptándolos a las necesidades específicas de los diferentes estratos de la comunidad universitaria; (4) optimización de recursos y ahorro de costos; (5) mejora en la toma de decisiones en términos de efectividad al disponer de datos precisos y actualizados; (6) eficiencia y agilidad en los procesos a través de la automatización de tareas rutinarias que liberan la carga operativa de trabajo del personal universitario, ampliando el espacio temporal dedicado a cuestiones tácticas y estratégicas; (7) empoderamiento de la comunidad universitaria [3]; y (8) entrega de valor a la totalidad de la institución mensurable a partir de nuevas métricas específicas de IA que reflejan con precisión matemática su rendimiento [20].

Por último, Kim [15] afirma la necesidad de las universidades de generar literatura científica apropiada para dotar a la IA y su gestión a través del GTIC del empuje necesario para su aprovechamiento como elemento importante de la estrategia de negocio institucional, es decir, para convertirla en objeto del debate universitario, lo que permitiría un mejor abordaje de las decisiones administrativas, programáticas y de inversión, entre otras, basadas en datos.

Ciertamente, a una aproximación inicial al universo de las relaciones de gobernanza e IA vs GTIC, corresponde una discusión igualmente breve en extensión y profundidad. Muchos temas quedan sin tocar en este trabajo: el uso de IA en la gestión institucional, la gestión de riesgos en materia de gobernanza de IA, la calificación/perfil del personal asociado al gobierno de IA, y la posible necesidad, más en el ámbito de GTIC que de IA, de un gobierno multisectorial. Temáticas que serán debidamente tratadas en trabajos posteriores.

## Conclusiones

Es evidente que, en el momento actual, la gobernanza de IA en los ecosistemas universitarios exige una reformulación del GTIC, si se desea afrontar exitosamente los desafíos que presenta y aprovechar, también con éxito, los nichos de oportunidad asociados a ella, dentro de un marco socioético y sociotécnico adecuado. De ahí la metáfora de Heyman [20] al definirla como una especie de espada de Damocles, suspendida sobre el GTIC, que deberá esforzarse en modificar su marco de gobierno para poder gobernar a la IA con la debida sensatez y diligencia en su alineación no sólo con los objetivos de TIC sino también con los del gobierno universitario.

Una forma de alcanzar un gobierno equilibrado es la generación de literatura ad hoc, para dar apertura al diálogo, la experiencia y las ideas aplicables a futuros desarrollos de gobernanza. En tal escenario, la academia no sólo debe de reflexionar sobre su falta de publicaciones en la materia, sino que está obligada a volver la mirada hacia el sector productivo y la administración pública para compartir y aprender de las experiencias exitosas y de los fracasos contundentes.

## Referencias

- [1] A. Acosta Silva, "Gobernanza, poder y autonomía universitaria en la era de la innovación," *Perfiles Educ.*, vol. 44, no. 178, pp. 150-164, 2022. Disponible: <https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2022.178.60735>.
- [2] F. Llorens y F.J. García Peñalvo, "La inteligencia artificial en el gobierno universitario," *El Blog Studia XXI*, Dec. 5, 2023. Disponible: <https://www.universidadesi.es/la-inteligencia-artificial-en-el-gobierno-universitario/>.
- [3] El Notariado.com, "Revolucionando la Gobernanza con la Inteligencia Artificial: Una Oportunidad para el Futuro," jul. 24, 2023. Disponible: <https://www.elnotariado.com/revolucionando-gobernanza-inteligencia-artificial-una-oportunidad-para-futuro-6340.html>.
- [4] Mardá, "Artificial intelligence policy in India: a framework for engaging the limits of data-driven decision-making," 2018. Disponible: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsta.2018.0087>.
- [5] J.D. Azabache Santos, N.A. Ángeles Piedra, y A.C. Mendoza de los Santos, "Impacto de la integración del gobierno de TI en la adopción de la inteligencia artificial," *Investigación & Desarrollo*, vol. 23, no. 2, pp. 153-162, 2023. [Epub]. Disponible: <https://doi.org/10.23881/idupbo.023.2-9e>.
- [6] T.H. Nguyen, X. Le y T.H. Le Vu, "An Extended Technology-Organization-Environment (TOE) Framework for Online Retailing Utilization in Digital Transformation: Empirical Evidence from Vietnam," *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 8, no. 4, p. 200, 2022. Disponible: <https://doi.org/10.3390/joitmc8040200>.

- [7] L. Chen, L. Li y Y. Chen, "Explore success factors that impact artificial intelligence adoption on telecom industry in China," *Journal of Management Analytics*, vol. 8, no. 1, pp. 1-33, 2020. Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/347898425\\_Explore\\_success\\_factors\\_that\\_impact\\_artificial\\_intelligence\\_adoption\\_on\\_telecom\\_industry\\_in\\_China](https://www.researchgate.net/publication/347898425_Explore_success_factors_that_impact_artificial_intelligence_adoption_on_telecom_industry_in_China).
- [8] A. Razzaque, "Artificial Intelligence and IT Governance: A Literature Review," in *The Big Data-Driven Digital Economy: Artificial and Computational Intelligence*, pp. 85-97, 2021. Disponible: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-73057-4\\_7](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-73057-4_7).
- [9] Cámara de Diputados, "La Comisión de Ciencia, Tecnología e Innovación realiza el foro 'Hacia una Regulación de la Inteligencia Artificial'," Boletín 5253, oct. 23, 2023. Disponible: <https://comunicacionsocial.diputados.gob.mx/index.php/boletines/la-comision-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-realiza-el-foro-hacia-una-regulacion-de-la-inteligencia-artificial->.
- [10] ISOTools, "Gobernanza en TI y gestión de la información NTC ISO/IEC 38500:2018," 2018. Disponible: <https://www.isotools.us/2021/09/23/gobernanza-en-ti-y-gestion-de-la-informacion-ntc-iso-iec-385002018/>.
- [11] Ramos, "Gobernanza anticipatoria: Introducción," blog undp.org, Feb. 18, 2020. Disponible: <https://www.undp.org/vietnam/blog/anticipatory-governance-primer>.
- [12] ISOTools, "ISO/IEC 38507:2022: Tecnología de la información — Gobernanza de TI — Implicaciones de gobernanza del uso de inteligencia artificial por parte de las organizaciones," 2022. Disponible: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:38507:ed-1:v1:en>.
- [13] Pedrero Muñoz, "La inteligencia artificial en las universidades: retos y oportunidades," 2024. Disponible: <https://1millionbot.com/la-inteligencia-artificial-en-las-universidades-retos-y-oportunidades/>.
- [14] Modulos.ai, 2023. "A Guide to AI Governance: Navigating Regulations, Responsibility, and Risk Management," 2023. Disponible: <https://www.modulos.ai/guide-to-ai-governance/>.
- [15] J. Kim, "All in on AI' and the University," *Blog Inside Higher Ed*, Sep. 29, 2023. Disponible: <https://www.insidehighered.com/opinion/blogs/learning-innovation/2023/09/29/all-ai-and-university>.
- [16] N. Kotwl, "El aumento constante del Director de Datos," *pwc-insights.com*, Jun. 6, 2022. Disponible: <https://www.pwc.com/co/es/pwc-insights/director-datos.html>.
- [17] C.H. Díaz-Novelo, "El liderazgo humanista del CIO universitario ante los retos de la inteligencia artificial," en *ANUIES, Inteligencia artificial en la educación superior, perspectivas e implicaciones prácticas en las instituciones mexicanas*, cap. 3, pp. 65-82, 2023. Disponible: [https://publicacionestic.anuies.mx/descargas/2023/inteligencia\\_artificial\\_perspectivas\\_en\\_las\\_ies\\_mexicanas\\_2023.php](https://publicacionestic.anuies.mx/descargas/2023/inteligencia_artificial_perspectivas_en_las_ies_mexicanas_2023.php).
- [18] P. Abbaspour, "Role of Artificial Intelligence and IT Governance on Industrial Pollution Management in Canada," *Royal Green Technologies*, 2023.

- [19] F. Abdulrasool y E. Turnbull, "El papel de la gobernanza de TI en la mejora del rendimiento de las universidades inteligentes," en Actas de la Conferencia Internacional sobre Inteligencia Artificial y Visión por Computadora, pp. 708-720, 2020. Disponible: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-44289-7\\_66](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-44289-7_66).
- [20] G. Heyman, "IT Governance in the Era of AI: Pioneering Opportunities Amidst Daunting Challenges," LinkedIn, 2023. Disponible: <https://www.linkedin.com/pulse/governance-era-ai-pioneering-opportunities-amidst-daunting-heyman/>.



# Horizonte

---

# TIES



# Universidad 5.0 El futuro de la Universidad y la Alfabetización en Inteligencia Artificial

## Francisco Javier Álvarez Torres

Universidad de Guanajuato, División de Ciencias Naturales y Exactas,  
Departamento de Ingeniería Química, Guanajuato, México.

ORCID: [0000-0002-7090-4895](https://orcid.org/0000-0002-7090-4895)

## Francisco Javier Velázquez Sagahon

Universidad de Guanajuato, División de Ciencias Económico-Administrativas,  
Departamento de Estudios Organizacionales, Guanajuato, México.

ORCID: [0000-0003-1283-4339](https://orcid.org/0000-0003-1283-4339)

## Gabriela Citlalli López Torres

Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Económicas y  
Administrativas, Departamento de Recursos Humanos, Aguascalientes, México.

ORCID: [0000-0003-2483-7780](https://orcid.org/0000-0003-2483-7780)

Recepción: 20 de abril de 2024.

Aceptación: 12 de junio de 2024.

Junio 2024 • número de revista 10 • <https://doi.org/10.22201/dgtic.26832968e.2024.10.17>

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

2683-2968/© 2024 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior es editada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. ISSN: 2683-2968. Reserva de Derechos de Autor: 04-2019-011816190900-203

# Universidad 5.0 El futuro de la Universidad y la Alfabetización en Inteligencia Artificial

---

## Resumen

El artículo explora la evolución de la Universidad en el contexto de la revolución tecnológica, centrándose en la Inteligencia Artificial (IA). Se destaca la importancia de la IA en la transformación de la educación superior y en la sociedad en general. La Universidad 5.0 se presenta como un modelo que no solo integra y enseña IA, sino que también promueve su alfabetización y su aplicación ética. Se discuten los desafíos y beneficios de la alfabetización en IA para estudiantes y profesores, así como las implicaciones sociales y laborales de la automatización impulsada por la IA. Además, se propone un enfoque inclusivo y colaborativo para las Universidades 5.0, donde la tecnología y la innovación se combinan con un compromiso social y ambiental. El artículo también resalta la necesidad de adaptación de las universidades tradicionales hacia este nuevo modelo educativo y ofrece recomendaciones para su transición. En resumen, la Universidad 5.0 representa una visión integral y sostenible de la educación superior en la era de la IA y las tecnologías emergentes.

**Palabras clave:** Universidad 5.0, Inteligencia Artificial, Tecnologías emergentes, Innovación.

## *University 5.0: The Future of University and AI Literacy*

---

### Abstract

*The article examines the evolution of universities in the context of the technological revolution, with a focus on Artificial Intelligence (AI). It emphasizes the significant role AI plays in transforming higher education and society. University 5.0 is presented as a model that not only integrates and teaches AI but also promotes AI literacy and ethical applications. The challenges and benefits of AI literacy for students and faculty are discussed, alongside the social and labor implications of AI-driven automation. Furthermore, the article advocates for an inclusive and collaborative approach to University 5.0, where technology and innovation are combined with social and environmental commitment. It also underscores the necessity for traditional universities to adapt to this new educational model and provides recommendations for their transition. In summary, University 5.0 represents a comprehensive and sustainable vision for higher education in the era of AI and emerging technologies.*

**Keywords:** *University 5.0, Artificial Intelligence, Emerging Technologies, Innovation.*

## I. Introducción

Las tecnologías emergentes están cambiando la forma de entender la realidad, de concebir la sociedad y especialmente la educación. La Inteligencia Artificial (IA), la Realidad Virtual (RV) y la robótica son poderosas herramientas que propician importantes reestructuras al interior de las organizaciones y por ende del gobierno y del actuar educativo de las Universidades. En este artículo nos enfocaremos en describir el contexto en el cual surge este concepto de Universidad 5.0, como un modelo que integra y alfabetiza en el uso y aplicación de la IA. También hablaremos de la importancia de repensar la forma en la que se utiliza, se enseña y aplica desde un marco ético, donde si bien se utiliza como herramienta también propicia una formación integral de los estudiantes universitarios en el desarrollo de proyectos de impacto en la sustentabilidad de su comunidad. Si bien la IA no es una herramienta nueva, vale la pena entender cómo funciona y cómo ha nacido. Su pasado y futuro poseen una particular conexión entre Alan Turing, la Segunda Guerra Mundial, Google y "Attention Is All You Need" (un artículo de investigación realizado por científicos de Google para diseñar una arquitectura de aprendizaje profundo [1]). Hoy en día la IA se destaca como una tecnología cada vez más influyente en nuestra sociedad, a la par que caminamos hacia la digitalización de diversos procesos sociales, educativos, financieros y de orden gubernamental. Si bien es una tecnología con altas posibilidades, posee elementos que aún son limitados, por explorar y en algunos casos riesgosos para algunos campos [2].

Esta herramienta posee un sinnúmero de definiciones y acercamientos que incluyen elementos técnicos, semánticos e inclusive éticos [3]. Para este artículo hemos decidido conceptualizar a la IA como: *una herramienta tecnológica que genera a través de sistemas de respuesta comprensivos para el ser humano, una serie de elementos cognitivos que brinda datos (escritos, visuales, auditivos y/o audiovisuales) a partir de una configuración otorgada por un usuario humano o computadora y que los resultados pudieran apoyar a procesos creativos, educativos y de toma decisiones comúnmente realizadas exclusivamente por seres humanos.* La definición nos permitirá reconocer a la IA como un actor en las posibles aplicaciones educativas, en la alfabetización necesaria al interior de las Universidades y en el diseño de futuras carreras que posean un componente en el que el aprendizaje interactúe con esta herramienta.

## II. Alfabetización en Inteligencia Artificial

Conocer y usar las aplicaciones de diversas plataformas de IA es solo un aspecto en la alfabetización para profesores y estudiantes en esta nueva configuración social donde no solo revoluciona el mundo con el uso de chats o aplicativos, sino literalmente la percepción que tenemos del mundo y su realidad. De forma paulatina hemos incorporado sus sesgos en la comunicación, en la economía y en la cultura [4]. Esto impacta en nuestro tejido social y ético, en nuestras instituciones y sociedades de formas que aún no alcanzamos a comprender del todo. Preguntas incómodas surgen de esta reflexión: *¿Las decisiones que se toman con IA están impactando en la realidad que vivo? ¿De qué forma? y especialmente*

*para el terreno educativo ¿Cuántas personas quedan fuera de este marco de acción si son analfabetas digitalmente y por lo tanto muy probablemente en IA? ¿Cómo se están generando estrategias desde las Universidades para este proceso inevitable de alfabetización en IA?*

Como todo proceso tecnológico, la IA posee riesgos y sesgos que la mayoría de la gente tendemos a pasar por alto. En un mundo tan caótico la IA se considera ajena a las preocupaciones cotidianas [5]. Si bien su impacto inmediato se manifiesta en mejorar las experiencias de los usuarios y la eficiencia en diversos aspectos de la vida cotidiana, tendemos a olvidar a quiénes se está dejando afuera de este mundo digital (y que podemos ser nosotros). Esto hace que pongamos a la IA en una balanza y cuestionemos si los beneficios que como usuarios, empresas y economías recibimos valen la pena comparados con los desafíos que nos presenta, como es la brecha tecnológica, el desempleo y las estrategias económicas “salvadoras” como lo son un salario básico universal y el pleno empleo [6]. Estamos en los albores de un cambio radical en la manera en la que hoy trabajamos, comerciamos y generamos un ingreso. Se estima que la automatización derivada de la incorporación de la IA a empresas y gobiernos eliminará millones de empleos y afectará de forma directa a las posiciones de trabajo más mecánicas [7]. Sin embargo, los otros empleos no están salvados del todo, ya que las cifras oficiales solo captan una parte parcial del aumento de productividad, y es necesario replantear la manera de medir a los trabajadores del conocimiento, ya que sus aportes en este paradigma son difíciles de evaluar en el paradigma de la convivencia con la IA [8]. Por otro lado, los avances en IA generativa ya están revolucionando la forma de estructurar el trabajo y las organizaciones fundacionales de nuestra sociedad: Escuela, Empresa y Estado. Uno de los cambios más significativos que se avecinan es la llegada de la Inteligencia Artificial General (IAG) [9], un tipo de IA que es capaz de pensar y actuar como humano. Esto podría acelerar los cambios radicales y severos en la forma en la que vivimos, nos educamos y trabajamos, ya que compartiríamos la arena pública con máquinas capaces de realizar tareas destinadas a los humanos. Esta visión de convivencia con la IAG trae desafíos, no solo los que advierten diversos estudios [10], [11], sino a los retos que también atrae la relación de oferta y demanda en el mercado laboral. En nuestro paradigma económico, la escasez de mano de obra especializada sin duda es un problema, pero también impulsa a los salarios y contribuye a la distribución equitativa de la riqueza [12]. Para algunos autores esta presión de la IA sobre el empleo puede ser beneficiosa ya que permite una inevitable heterogeneidad y con ello se impulsan mejoras en la tasa de diversidad de empleo para mujeres y aquellas áreas de gran intensidad laboral [13]. Si bien esa heterogeneidad puede ser una oportunidad para que el mercado de trabajo se complejice, también conlleva el reto del diseño, desarrollo y aplicación de estrategias y programas de la alfabetización en IA de quienes están quedando fuera de este nuevo mundo digital.

De acuerdo con cifras de la Asociación de Internet MX [14] durante la pandemia se incrementó la adopción del uso de tecnologías digitales, llegando a 96.87 millones de usuarios de internet, representando a un 80.8% de la población de 6 años o más en el país. Esto en gran medida por la reducción de los precios de tecnología y telecomunicaciones. Este crecimiento nos lleva a reflexiones como: *¿De qué forma se facilita la alfabetización e inclusión digital de quienes no tienen acceso o de aquellos que tienen pero que no saben cómo usar*

*ciertas herramientas tecnológicas?* Aquí es donde entra la alfabetización en IA. Anteriormente se entendía a la alfabetización como la capacidad de leer y escribir y en este proceso de aprendizaje se desarrollaban habilidades metacognitivas claves para la vida humana y social [15]. En la era digital que vivimos, leer y escribir tienen otros significados; nuevos encuentros de lenguaje se están desarrollando y uno de ellos es el humano-máquina; es decir, una persona promedio debería estar “alfabetizado digitalmente” para poseer ciertas habilidades o competencias tecnológicas básicas para conversar con una máquina y así aprovechar ciertas condiciones para la búsqueda de empleo y posiblemente el desarrollo de habilidades más atractivas de las organizaciones digitales e híbridas que nacen en la 5ta. Revolución Industrial [16]. Indudablemente, hacia el 2030, quienes posean estas habilidades tendrán mayores posibilidades de usar las tecnologías emergentes, aprender y generar proyectos con sus pares, tanto como trabajadores, estudiantes o profesores [17]. Hoy en día, la tecnología que emerge requiere de una actualización constante que demanda habilidades para desempeñar roles críticos en diversas disciplinas e industrias [18]. Es por ello, la necesidad de una alfabetización en IA que integre a la Universidad como un actor clave en su disseminación, tanto en modalidades formales (programas educativos) e informales (educación continua) y en esquemas remotos, híbridos y presenciales.

En este paradigma de alfabetización en IA, estudiantes y profesores estamos siendo empujados vertiginosamente a aprender tecnologías derivadas de la IA, pero con una nueva habilidad, que no es técnica: *criterio ético* [19]. Este nuevo jugador en el tablero educativo convierte potencialmente a la IA en la habilidad tecnológica más importantes para el siglo que vivimos y como tal, debe combinarse con los procesos de alfabetización digital. La Universidad debe ser un promotor para su masificación tanto para su población universitaria como para la sociedad de la que procede, pues significa disseminar las habilidades esenciales para aprender, emprender y trabajar en este nuevo mundo digital mediado por la IA. Este escenario nos brinda el acceso a una amplia gama de tecnologías que impactará en el corto plazo en nuestra vida cotidiana, aplicaciones cada vez más fluidas, más humanas y sobre todo más interactivas. Esto presenta una oportunidad para masificar el impacto de la IA en la educación e inclusión digital. A los profesores nos ofrece la oportunidad de aprovechar la disponibilidad de las Tecnologías de Inteligencia Artificial Aplicada (TIAA) para inculcar conocimientos de IA especialmente a los estudiantes más jóvenes de la generación Z, quienes son más sensibles a su adaptación y apropiación tecnológica [20] y a través de nuevas carreteras educativas, ya sea en aulas abiertas, aulas en RV o en plataformas digitales para impactar de forma positiva a la sociedad con más alfabetización en IA y orientarla hacia este concepto de Universidad 5.0.

### III. Universidad 5.0: Un modelo de tecnología, bienestar y gobierno transparente

Las TIAA son un puente para tejer el desarrollo de una educación y una sociedad que si bien use la tecnología, también propicie mejores escenarios de dignidad individual y bienestar colectivo [21]. Esta intersección entre tecnología, medio ambiente y personas es esencial para abordar los desafíos ambientales actuales y futuros de manera efectiva. Sin embargo, para hablar de esta intersección es necesario intro-

ducirnos en el debate que surge en torno a la industria 4.0 y la naciente 5.0. La industria 4.0 se considera de gran importancia para el desarrollo de la sociedad productiva ya que derivado de las tecnologías y de los procesos de automatización, nos ha brindado un escenario social donde si bien se aumenta en niveles de eficiencia también plantea una serie de preocupaciones, como es el caso del lugar que ocupa el ser humano en las organizaciones, así como las consecuencias de desempleo que introduce la industria 4.0. A diferencia de esta revolución industrial en donde el foco se encontraba en la máquina, el software y la automatización, la llamada 5ª revolución industrial [22] propone una integración diferente de estos elementos, en donde el ser humano es el foco, asume un papel central en la relación de producción y creación de la nueva organización, *su capacidad creativa, artística, crítica y divergente le permite explorar de forma diversificada las virtudes de los software, de los mundos virtuales y de las aplicaciones de IA para desarrollar soluciones más individualizadas, más sostenibles y que conecten con un propósito mayor que solo la venta de productos* (véase Figura 1).



Figura 1. Comparativa de las revoluciones industriales. Adaptado de los autores Abirami Raja Santhi & Padmakumar Muthuswamy [23].

Para la industria 5.0 es necesario ir más allá que producir bienes y servicios con fines de lucro utilizando tecnología. Es propiciar un cambio de enfoque para los miembros de la comunidad centrando el valor en la contribución de la industria a temas centrales de la sociedad: *bienestar individual y medioambiental, antes que al económico*. Poner al centro el bienestar del trabajador antes que el proceso de producción, cualquier incorporación tecnológica debiese estar orientada a la prosperidad del individuo, la comunidad, la empresa y la sociedad en la cual se desenvuelve [24]. Parece una idea romántica del uso tecnológico, el trabajo y el futuro, pero es que hemos llegado a los límites de producción del planeta [25] y debemos empezar a mirar hacia otros horizontes que desde nuestro orden mental son utopías. Pero este es el tamaño del desafío al que se enfrentan las organizaciones y la gestión, integrar humanos y máquinas. Esto abre un espectro único de posibilidades, haciendo que las empresas empiecen a repreguntarse sus grados de innovación y sus alcances en sustentabilidad. En ese sentido, la industria 5.0 debe impulsar una serie de habilidades en sus colaboradores como lo son su *capacidad intuitiva, pensamiento creativo y divergente y en ese proceso integrar las tecnologías emergentes*. Para este paradigma 5.0 la flexibilidad y la adaptabilidad son puntos clave para comprender cómo integrar la inteligencia artificial y otras tecnologías que están

cambiando la forma en la que percibimos y vivimos la realidad. En este nuevo ecosistema, la educación es una pieza fundamental, especialmente en las Universidades, ya que la innovación surge como consecuencia de la colaboración y la destrucción creativa de los agentes de innovación de una comunidad de alta capacidad. En este enfoque se enfatiza la posición estratégica que poseen las Universidades como entidades articuladoras en proporcionar los medios y las estrategias para transformar los entornos tradicionales en entornos innovadores [22]. Las Universidades 5.0 son entidades educativas que encuentran un equilibrio sustentable con los diversos actores de su entorno, incorporan en diversos espacios virtuales, físicos e híbridos a la diversidad de comunidades con preocupaciones compartidas como lo son las ecológicas, económicas y sociales. En ellas, se instrumenta una transición (nada suave) de la *tradicionalidad rígida hacia una digitalidad consciente y flexible que permite la creación de conocimiento aplicable no solo al ámbito productivo, sino a las necesidades del entorno inmediato y global en sustentabilidad*. Para crear esta nueva Universidad y un sistema de innovación que sea más responsable con el planeta, es necesario cambiar las relaciones de poder que existen dentro y fuera de la Universidad. Volverla un espacio flexible y poroso que permita desestructurar el poder jerárquico que por años ha existido y que desde una horizontalidad permita una mayor adaptabilidad y flexibilidad desde su cúpula hasta su comunidad. Desde este espacio educativo que es la Universidad 5.0, se deben definir las visiones de la sociedad hacia la integración tecnológica, los desafíos éticos y medioambientales que esto genera, abrazando la incertidumbre y cualquier elemento amenazante del entorno convertirlo en un aliado. Para los autores Machado & Davim [22], la Universidad 5.0 necesita de dos elementos, nosotros hemos adicionado dos más:

1. Estructuras y mecanismos adecuados que apoyen el desarrollo y la implementación de la innovación social y digital (incentivos financieros, pero también reconocer las iniciativas innovadoras de científicos y estudiantes), promover una cultura innovadora y crear espacios de trabajo conjunto con innovadores de la región.
2. Extender la innovación social al espacio digital en distintos elementos académicos universitarios (por ejemplo, dentro de los planes de estudio, cursos cortos, veranos de investigación, apoyar y desarrollar empresas emergentes o derivadas de la innovación social, incluir la innovación social en la agenda de investigación de profesores y responsables de laboratorio) e impulsar de forma amplia los conceptos teóricos, pero también prácticos de los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS).

Los dos elementos están pensando en armonizar orgánicamente la estructura organizacional de la Universidad 5.0:

3. Una estructura flexible y horizontal entre las áreas de innovación, las áreas de formación docente y aquellas áreas de financiamiento de investigación con estudiantes y profesores, especialmente para impulsar propuestas multidisciplinarias y que el proceso creativo enriquezca a las propuestas que puedan derivarse.
4. Espacios de experimentación e inclusión tecnológica con una visión multidisciplinaria. Esto puede reflejarse a través de la creación de espacios físicos, virtuales e híbridos que permitan colaborar a estudiantes

y profesores en la generación de emprendimientos que estén orientados a los 17 ODS, en donde se desarrolle investigación de frontera. Un entorno en el que se permita el error, que no existan estructuras rígidas y que propicie una cultura abierta, horizontal y creativa en donde las propuestas multidisciplinares de integración tecnológica tengan impacto en las problemáticas de sustentabilidad de la comunidad, en el país y en el planeta.

#### IV. ¿Y si el tiempo no nos alcanza? Los riesgos de las Universidades Tradicionales frente a las Universidades 5.0

*¿Cuáles son los valores sociales fundamentales que las Universidades propician en sus sociedades, o cómo los diversos sistemas a los que pertenecen son alimentados, mejorados y preparados para los cambios tecnológicos que impulsa el uso y aplicación de IA? ¿Las Universidades que no se actualizan en este entorno pierden su propósito institucional y social?* [26]. Cualquier Universidad en este contexto de alta incertidumbre y de un uso constante de tecnología entre estudiantes y profesores en diversas áreas del conocimiento debería empezar a realizar un *Plan de Adaptación y el desarrollo de Planes de Alfabetización en IA y Tecnologías Emergentes*. Históricamente las Universidades en diversas partes del mundo han respondido a los cambios culturales y económicos, desde su vínculo histórico con la Iglesia Católica en el caso de las Universidades en México [27] hasta orígenes políticos como algunos casos en Asia, América Latina y Europa. Si bien este proceso de adaptación conlleva obstáculos, las Universidades deberían detonar el inicio de este proceso en sus programas de planeación estratégica con una visión de convertirse paulatinamente en una Universidad 5.0. Este programa debería incluir tres elementos clave [22]: 1) un análisis detallado de los riesgos resultantes de no accionar cambios en la alfabetización en IA, la falta de vinculación de espacios de emprendimiento en relación con los ODS y especialmente en la mitigación del cambio climático. 2) Los recursos y actividades que son claves para la adaptación y mitigación del cambio tecnológico y climático y 3) La identificación de los órganos de gobierno universitario y estructura administrativa responsables de diseñar, comunicar, ejecutar y evaluar las acciones, esto desde un enfoque sistémico con otras áreas de la Universidad y de Universidades de la región.

A medida que las Universidades transiten en la adopción de tecnologías emergentes como la IA, existe el riesgo de aumentar la brecha digital entre aquellos que tienen acceso y los que no, generando grupos vulnerables que no cuentan con ciertas habilidades dentro y fuera de las comunidades universitarias. Esto crea barreras de aprendizaje, un riesgo sensible [28]. Esto nos lleva a esta pregunta *¿Cómo será el futuro de la Universidad?* Pregunta que si bien genera incertidumbre, también oportunidades de reforma, cambio y evolución. Algo queda claro, a quien le toque tomar decisiones en la Universidad, la incorporación tecnológica es o es, ya que esta transición es lo que le permitirá brindar espacios de aprendizaje para las presentes y futuras generaciones, no perder competitividad en un entorno de cambio rápido y adaptativo y satisfacer las necesidades sociales y económicas de miles de jóvenes que buscan en sus aulas oportunidades de desarrollo. Para el profesor Chiu del Centro de Colaboración Universidad-Escuela y Centro de Ciencias y Tecnologías del Aprendizaje de la Uni-

versidad China de Hong Kong, [24], quien realizó una investigación acerca de las futuras transformaciones que brindará la IA en las Universidades, "Las alfabetizaciones en IA, *media*, *big data*, desarrollos computacionales son más probables que tengan una consecuencia significativa en la Educación Superior".

## V. Reflexiones Finales

La Universidad 5.0 es una propuesta adaptativa de acciones educativas innovadoras que buscan proyectar a las Universidades hacia la educación del futuro. Hay que actuar y hacerlo rápido y de forma estratégica. El primer paso es involucrar a nuestras comunidades de estudiantes, profesores y autoridades. Integrar la alfabetización en IA y el desarrollo de proyectos tecnológicos y de emprendimiento en relación con el cumplimiento de los 17 ODS, permitiendo a las universidades preparar a los estudiantes para los desafíos del mundo digital y contribuir a construir un futuro más justo, sostenible y próspero en el corto plazo. La necesidad de la alfabetización en IA va más allá de contar con una cuenta en las plataformas de IA, debemos transitar a espacios de formación, debate y capacitación para integrar a la IA de manera ética y efectiva en las estructuras de gobierno y en los programas educativos. Así mismo, es prioritaria la capacidad de comprender y usar la IA en las diversas áreas del conocimiento por parte de los profesores, quienes conviven en un mundo cada vez más mediado por la tecnología. Como últimas reflexiones, la relación de IA-Mercado de Trabajo. La IA posee el potencial de alterar las relaciones de trabajo, el empleo y el panorama de profesiones en pocos años. Las Universidades deben preparar el terreno para brindar a los jóvenes las habilidades de alfabetización en IA para prosperar en un entorno laboral que se vincula más al desarrollo de trabajadores del conocimiento a través de la IA y otras tecnologías emergentes. Como se analizó en el artículo, es necesario transitar de la industria 4.0 a la 5.0, y con ello las instituciones que han ido incorporando el concepto. La Universidad 5.0 debe ser un punto de referencia para incorporar conceptos como bienestar, felicidad y atención a problemas medioambientales en el uso y aplicación tecnológica, integrando la tecnología y la innovación de forma responsable y ética con las soluciones sostenibles que requerimos. El concepto de Universidad 5.0 representa una visión disruptiva de la Educación Superior, que reconoce el papel transformador de la IA y otras tecnologías emergentes, pero sin olvidar el compromiso social de las Universidades con los retos globales y locales que hoy enfrentamos.

## Referencias

- [1] M. Sigman, & S. Bilinkis, "Artificial. La nueva Inteligencia y el Contorno de lo Humano (P. R. House (ed.); 1a.)," Debate, 2024.
- [2] UNESCO, "Harnessing the Era of Artificial Intelligence in Higher Education," UNESCO, p. 93, 2023. [En línea]. Disponible: <https://hub.teachingandlearning.ie/wp-content/uploads/2024/03/Harnessing-the-era-of-artificial-intelligence-in-higher-education-a-primer-for-higher-education-stakeholders.pdf>.

- [3] D. Doran, S. Schulz, & T. R. Besold, "What does explainable AI really mean? A new conceptualization of perspectives," CEUR Workshop Proceedings, vol. 2071, 2018.
- [4] B. Amershi, "Culture, the process of knowledge, perception of the world and emergence of AI," AI and Society, vol. 35, no. 2, pp. 417–430, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/s00146-019-00885-z>.
- [5] T. Hagendorff, "The Ethics of AI Ethics: An Evaluation of Guidelines," Minds and Machines, vol. 30, no. 1, pp. 99–120, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/s11023-020-09517-8>.
- [6] J. Furman, & R. Seamans, "AI and the economy". Innovation Policy and the Economy, vol. 19, no. 1, pp. 161–191, 2019. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1086/699936>.
- [7] T. H. Davenport, "Artificial Intelligence for the Real World," Harvard Business Review, pp. 1–3, jun. 2018.
- [8] M. Neil Baily, E. Brynjolfsson, & A. Korinek, "Machines of mind: The case for an AI-powered productivity boom," Brookings, may. 2023.
- [9] T. Goertzel, "The path to more general artificial intelligence," Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence, vol. 26, no. 3, pp. 343–354, 2014. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1080/0952813X.2014.895106>.
- [10] R. Fjelland, "Why general artificial intelligence will not be realized," Humanities and Social Sciences Communications, vol. 7, no. 1, pp. 1–9, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1057/s41599-020-0494-4>.
- [11] V. C. Müller, "Risks of general artificial intelligence," In Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence, vol. 26, Issue 3, pp. 297–301, Taylor & Francis, 2014. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1080/0952813X.2014.895110>.
- [12] G. P. Maria Virgilio, F. Saavedra Hoyos, & C. B. Bao Ratzemberg, "The impact of artificial intelligence on unemployment: a review," International Journal of Social Economics, ahead-of-print, 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1108/IJSE-05-2023-0338>.
- [13] Y. Shen, & X. Zhang, "The impact of artificial intelligence on employment: the role of virtual agglomeration," Humanities and Social Sciences Communications, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1057/s41599-024-02647-9>.
- [14] Asociación de Internet MX, "19° Estudio sobre los Hábitos de Usuarios de Internet en México 2023," [En línea]. Disponible: <https://irp.cdn-website.com/81280eda/files/uploaded/19%20Estudio%20sobre%20los%20Habi-tos%20de%20Usuarios%20de%20Internet%20en%20Mei-xico%202023%20.pptx.pdf>.
- [15] M. E. Hamilton, & D. Barton, "Adults' definitions of 'word': The effects of literacy and development," Journal of Pragmatics, vol. 7, no. 5, pp. 581–594, 1983. [En línea]. Disponible: [https://doi.org/10.1016/0378-2166\(83\)90082-6](https://doi.org/10.1016/0378-2166(83)90082-6).

- [16] D. Cetindamar Kozanoglu, & B. Abedin, "Understanding the role of employees in digital transformation: conceptualization of digital literacy of employees as a multi-dimensional organizational affordance," *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 34, no. 6, pp. 1649–1672, 2021. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1108/JEIM-01-2020-0010>.
- [17] T. Shopova, "Digital literacy of students and its improvement at the university," *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, vol. 7, no. 2, pp. 26–32, 2014. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.7160/eriesj.2014.070201>.
- [18] T. K. Ng, "New Interpretation of Extracurricular Activities via Social Networking Sites: A Case Study of Artificial Intelligence Learning at a Secondary School in Hong Kong," *Journal of Education and Training Studies*, vol. 9, no. 1, p. 49, 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.11114/jets.v9i1.5105>.
- [19] S. C. Robinson, "Trust, transparency, and openness: How inclusion of cultural values shapes Nordic national public policy strategies for artificial intelligence (AI)," *Technology in Society*, vol. 63, pp. 101421, abr. 2020. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101421>.
- [20] C. K. Y. Chan, & K. K. W. Lee, "The AI generation gap: Are Gen Z students more interested in adopting generative AI such as ChatGPT in teaching and learning than their Gen X and millennial generation teachers?" *Smart Learning Environments*, vol. 10, no. 1, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00269-3>.
- [21] K. Alakwe, "Human Dignity in the Era of Artificial Intelligence and Robotics: Issues and Prospects," *Journal of Humanities and Social Sciences Studies*, vol. 5, no. 6, pp. 87–97, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.32996/jhsss.2023.5.6.10>.
- [22] C. F. Machado, & J. P. Davim, "Industry 5.0: Creative and Innovative Organizations," In *Industry 5.0: Creative and Innovative Organizations (Issue March)*, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-26232-6>.
- [23] A. Raja Santhi, & P. Muthuswamy, "Industry 5.0 or industry 4.0S? Introduction to industry 4.0 and a peek into the prospective industry 5.0 technologies," *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, vol. 17, no. 2, pp. 947–979, 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/s12008-023-01217-8>.
- [24] P. Coelho, C. Bessa, J. Landeck, & C. Silva, "Industry 5.0: The Arising of a Concept," *Procedia Computer Science*, vol. 217, pp. 1137–1144. 2022. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.312>.
- [25] C. D. Butler, "Limits to growth, planetary boundaries, and planetary health," *Current Opinion in Environmental Sustainability*, vol. 25, pp. 59–65, 2017. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2017.08.002>.
- [26] S. Miller, "Whither the University? Universities of Technology and the Problem of Institutional Purpose," *Science and Engineering Ethics*, vol. 25, no. 6, pp. 1679–1698, 2019. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1007/s11948-019-00147-7>.

- [27] R. Marsiske, "La Universidad De México: Historia y Desarrollo," *Revista Historia de La Educación Latinoamericana*, vol. 8, pp. 11-34, 2006.
- [28] T. K. F. Chiu, "Future research recommendations for transforming higher education with generative AI," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 6, no. Diciembre 2023, p. 100197, 2024. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100197>.