



Inteligencia Artificial - Chatgpt: un estudio bibliométrico y su aplicación en el caso de Gases de Efecto Invernadero

Artificial Intelligence - Chatgpt: a bibliometric study and its application in the case of Greenhouse Gases

Duber O. Chinguel Laban¹; Carlos A. Minaya Gutierrez¹

1 Facultad de Economía y Planificación. Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina S/N - La Molina, Lima, Perú.

*Autor corresponsal: duorchinguel@lamolina.edu.pe (D. O. Chinguel Laban).

ORCID de los autores:

D. O. Chinguel Laban: <http://orcid.org/0000-0002-4449-2348>

C. A. Minaya Gutierrez: <http://orcid.org/0000-0003-1691-6585>

RESUMEN

La aparición de la Inteligencia Artificial (IA) ha potenciado la interacción del ser humano con los sistemas informáticos, que van desde lo cotidiano hasta la investigación aplicada. ChatGPT utiliza el modelo de lenguaje Generative Pre-trained Transformer (GPT) de OpenAI, que permite realizar tareas específicas y responder preguntas. En la actualidad se viene explorando la aplicación de este modelo de lenguaje en distintas áreas de investigación tales como educación, salud, etc. Este estudio busca caracterizar la bibliometría de "ChatGPT" y analizar su posible aplicación en la revisión de literatura sobre gases de efecto invernadero. Hasta el 17 de enero de 2024, se han registrado 4 288 documentos científicos que mencionan a la IA, siendo Estados Unidos, el país con mayor aporte de documentos. Al consultar sobre ¿Cuáles son las principales aplicaciones en que ChatGPT revolucionará la búsqueda sobre gases de efecto invernadero en el mundo? Las respuestas fueron: acceso a información actualizada, análisis y modelado, divulgación científica, asesoramiento y recomendaciones; y educación y concientización. ChatGPT proporciona respuestas útiles y relevantes, sin embargo, no fundamenta sus respuestas. Por esta razón, la sustentación técnica y científica sigue siendo responsabilidad del investigador, dado que esta Inteligencia Artificial complementa el juicio humano, no la reemplaza.

Palabras clave: inteligencia artificial; investigación aplicada; chatbot; búsqueda de información; producción científica.

ABSTRACT

The emergence of Artificial Intelligence (AI) has enhanced human interaction with computer systems, spanning from everyday tasks to applied research. ChatGPT utilizes the Generative Pre-trained Transformer (GPT) language model by OpenAI, enabling it to perform specific tasks and respond to questions. Currently, the application of this language model is being explored in various research areas such as education, health, etc. This study aims to characterize the bibliometrics of "ChatGPT" and analyze its potential application in the literature review on greenhouse gases. As of January 17, 2024, 4,288 scientific documents mentioning AI have been recorded, with the United States contributing the most documents. When inquiring about the main applications where ChatGPT will revolutionize the search for information on greenhouse gases worldwide, the responses include: access to updated information, analysis and modeling, scientific dissemination, advice and recommendations, and education and awareness. While ChatGPT provides useful and relevant answers, it does not provide a foundation for its responses. Therefore, the technical and scientific justification remains the responsibility of the researcher, as this Artificial Intelligence complements human judgment but does not replace it.

Keywords: artificial intelligence; applied research; chatbot; information search; scientific production.

Recibido: DD-MM-2022.

Aceptado: DD-MM-2022.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

Sadiku et al. (2021) explican el concepto de Inteligencia Artificial (IA) como la capacidad de un sistema informático para realizar tareas humanas (como pensar y aprender) que generalmente solo se pueden lograr a través de la inteligencia humana. Es imitar la inteligencia humana a través de las computadoras (Talan, 2021) y a diferencia de las personas, los dispositivos basados en IA no necesitan descansar y pueden analizar grandes volúmenes de información a la vez (Rouhiainen, 2018).

Asimismo, es conocido que, el ser humano vive rodeado de sistemas de IA. Por ejemplo, a través de las utilidades que ofrece el teléfono móvil con los asistentes de voz (Siri, Alexa, Bixby, Google Assistant), las cámaras de fotos (que incorporan enfoque inteligente, detección de rostros o transformaciones faciales) y algunas aplicaciones web, donde los teléfonos móviles interactúan con funcionalidades inteligentes basadas en recomendación o tratamiento de la información (Facebook, Twitter, Tik tok, Netflix, etc.) (Rouhiainen, 2018); y por supuesto, últimamente ChatGPT (Siche & Siche, 2023).

Por su parte ChatGPT, funciona utilizando el modelo de lenguaje GPT (Generative Pre-trained Transformer) de OpenAI o Modelo de Lenguaje Grande que crea texto rastreando miles de millones de palabras de datos de entrenamiento y aprendiendo cómo las palabras y frases se relacionan entre sí (Stokel-Walker & Van Noorden, 2023).

ChatGPT tiene el potencial de ser aplicado en diferentes campos de estudio, destacándose, entre otros, los siguientes: educación (Huh, 2023; Lo, 2023), ciencias de la salud (Cifarelli & Sheehan, 2023; Archibald & Clark, 2023; Alser & Waisberg 2023), periodismo (Pavlik, 2023), variabilidad climática (Wegmann, 2023), redacción y publicación científica (Else, 2023; Thorp, 2023; van Dis et al., 2023; Ali & Djalilian, 2023; Anderson et al., 2023), biología (Agathokleous et al., 2023), biotecnología (Holzinger et al., 2023), simulaciones demográficas (Guliyev, 2023); y tecnologías de

impresión 3D (Badini et al., 2023). En adición a ello, este lenguaje tiene el potencial de identificar prioridades de investigación y proporcionar un punto de partida para futuras investigaciones (Lahat et al., 2023).

En ese sentido, Hill – Yardin et al. (2023), señalan que el texto generado por ChatGPT es bastante bueno, puesto que presenta un lenguaje sencillo, que tiene el enorme potencial de difundir conocimiento al público en general como a no especialistas en diferentes campos de estudio. Asimismo, Bhatia & Kulkarni (2023), resaltan que ChatGPT puede resumir textos largos extrayendo información importante y luego presentar contenidos de manera clara y concisa, puesto que el programa informático es bastante rápido (tarda menos de dos minutos en generar 500 palabras).

Por otro lado, los autores antes mencionados señalan que el texto generado carece de una posición propia de un investigador, además que ChatGPT no puede utilizarse de forma acrítica en las publicaciones científicas porque esta herramienta no puede responsabilizarse de las decisiones u opiniones planteadas. Por tanto, concluyen que ChatGPT en su forma actual puede ser útil para identificar conceptos convergentes a partir de diferentes fuentes de datos y bibliografía; y presentar esta información a usuarios experimentados que podrían desarrollar hipótesis comprobables.

Finalmente, Bhatia & Kulkarni (2023), advierten que, de diciembre de 2022 a enero de 2023, se han publicado al menos cuatro artículos científicos que han citado al chatbot de ChatGPT como coautor. Esto para evitar problemas de copyright post publicación. En consecuencia, algunas de las principales editoriales, incluidas Elsevier y Springer – Nature, actualizaron sus pautas para aclarar que ChatGPT no puede figurar como autor de una publicación científica. De acuerdo a todo lo anterior, el objetivo de este artículo fue caracterizar la bibliometría de ChatGPT y conocer la respuesta de esta IA a través de una pregunta sobre Gases de Efecto Invernadero (GEI).

METODOLOGÍA

Análisis bibliométrico basado en ChatGPT

Para el análisis bibliométrico, se parte de la premisa de que la mayoría de los descubrimientos científicos y resultados de investigaciones son publicados en revistas científicas, donde son leídos y citados por otros investigadores. A razón de ello, existen softwares científicos que desempeñan papeles importantes en procesos relacionados con la recopilación, gestión, formato, análisis, modelado, simulación, predicción, visualización y difusión de datos (Howison et al., 2015; Pan et al., 2017), y que su vez construyen mapas bibliométricos y la representación gráfica de tales mapas (Van & Waltman, 2010), volviéndose esenciales en la actividad científica. Se destacan:

VosViewer, Citnetexplorer, Gephi, Bibliometrix, SciMAT, Pajek, entre otros. En este estudio, se usó VosViewer y Bibliometrix, por ser de naturaleza gratuita.

Con el propósito de llevar a cabo este estudio, se efectuó una búsqueda exhaustiva en Scopus el 17 de enero de 2024, utilizando la palabra clave "ChatGPT". Se aplicaron como campos de búsqueda el Título, Resumen y Palabras clave. Se revisó todo tipo de publicaciones, incluidos artículos originales, revisiones, editoriales/comentarios e incluso cartas al editor con la finalidad de identificar aquellos documentos que describieran detalladamente a esta IA. Se obtuvo en total 4 288 documentos de 10792 autores (Tabla 1).

Tabla 1
Análisis de resultados de "ChatGPT" (17 de enero de 2024) por Bibliometrix

Intervalo de tiempo	Fuentes	Documentos	Tasa de crecimiento anual
2023-2024	1753	4288	-92.4%
Autores	Autores de obras escritas por un solo autor	Coautoría Internacional	Coautores por documento
10792	720	21,92%	3,53
Palabras clave del autor	Referencias bibliográficas	Edad promedio del documento	Promedio de citas por documento
6204	90070	0,929	4,216

Autores con mayor producción científica

De la lista de autores que se muestran en la Tabla 2, considerando el intervalo de tiempo (2023-2024), Wiwanitkit, V., es el autor con más investigaciones sobre ChatGPT (84 artículos, 1,96% del total). Su artículo más reciente evalúa el conocimiento de patología ChatGPT, mediante preguntas estilo tablero. Respecto a los otros autores prolíficos, el artículo más reciente de Kleebayoon, A. (61 artículos) describe el papel de ChatGPT en otorrinolaringología clínica, teniendo como coautor a Wiwanitkit, V.

Tabla 2
Autores con más participación en investigaciones sobre ChatGPT

Nº	Autor	RG	TP	C (%)	TC	TC/TP
1	Wiwanitkit, V.	2023-2024	84	1,96	20	0,24
2	Kleebayoon, A.	2023-2024	61	1,42	18,5	0,30
3	Ray, P. P.	2023-2024	32	0,75	12	0,38
4	Wang, Y.	2023-2024	30	0,70	5,5	0,18
5	Wang, X.	2023-2024	29	0,68	118	4,07
6	Zhang, Y.	2023-2024	28	0,65	7,5	0,27
7	Wang, F-Y.	2023	22	0,51	177,5	8,07
8	Wu, H.	2023-2024	22	0,51	83,5	3,80
9	Chen, J.	2023-2024	20	0,47	5	0,25
10	Yang, J.	2023-2024	20	0,47	63,5	3,18

Nota: A: autor; RG: Rango de publicación; TP: Documento totales; C: contribución; TC: Total de citas.

Es necesario indicar que, el número de citas es un parámetro clave que define la importancia o

Tabla 4
Revistas con más investigaciones sobre ChatGPT

nº	Fuente	Área	País	h_index	Q*	SJR*	TP	C (%)	TC	C/TP
1	<i>Lecture notes in computer science</i>	Ciencias de la computación	Alemania	446	Q3	0,320	102	2,38	12	0,12
2	<i>Ceur Workshop Proceedings</i>	Ciencias de la computación	Estados Unidos	62	-	0,202	95	2,22	10	0,11
3	<i>Annals of Biomedical Engineering</i>	Ingeniería	Países bajos	159	Q2	0,848	69	1,61	598	8,67
4	<i>ACM International Conference Proceeding Series</i>	Ciencias de la computación	Estados Unidos	137	-	0,209	61	1,42	33	0,54
5	<i>Communications in Computer and Information Science</i>	Ciencias de la computación	Alemania	62	Q4	0,194	58	1,35	3	0,05
6	<i>Nature</i>	Multidisciplinaria	Reino Unido	1331	Q1	20,957	46	1,07	845	18,37
7	<i>Radiology</i>	Medicina	Estados Unidos	320	Q1	4,073	34	0,79	973	28,62
8	<i>Journal of Medical Internet Research</i>	Medicina	Canadá	178	Q1	1,992	24	0,56	65	2,71
9	<i>Library Hi Tech News</i>	Ciencias de la computación, ciencias sociales	Reino Unido	22	Q2	0,491	23	0,54	468	20,35
10	<i>JMIR Medical Education</i>	Ciencias Sociales	Canadá	23	Q1	0,837	22	0,51	93	4,23

Nota: TP: Documento totales; C: contribución; TC: Total de citas. *2023.

influencia del artículo en el campo de estudio. Tal es así que, Tahantam et al., (2016), determinaron que el número de citas depende de factores relacionados con el artículo, pero también de factores relacionados con la revista y el autor. Las citas (TC) de cada autor dependen del número de artículos publicados (TP). Para fines de comparación, la relación (TC/TP), muestra que Wang, F-Y presenta una mayor ratio en comparación con Wiwanitkit, V. a pesar de tener mayor número de artículos publicados.

Países con mayor producción científica

Estados Unidos contribuyó con más documentos sobre ChatGPT (831, siendo su contribución del 19%), sin embargo, Nueva Zelanda tiene la relación TC/TP más alta (8,18), seguido del Reino Unido. La relación TC/TP de los países que se muestran en la Tabla 3 es la siguiente: Estados Unidos 1:4, China 2:7, India 3:8, Alemania 4:5, Reino Unido 5:2, Italia 6:6, Australia 7:1, Canadá 8:3, Corea 9:10 y España 10:9.

Tabla 3
Países con mayor participación en investigaciones sobre ChatGPT

Nº	País	TP	C (%)	TC	TC/TP
1	Estados Unidos	831	19,38	4170	5,02
2	China	354	8,26	1052	2,97
3	India	201	4,69	448	2,23
4	Alemania	139	3,24	572	4,12
5	Reino Unido	138	3,22	899	6,51
6	Italia	112	2,61	407	3,63
7	Australia	96	2,24	784	8,17
8	Canadá	68	1,59	407	5,99
9	Corea	67	1,56	131	1,96
10	España	64	1,49	135	2,11

Nota: TP: Documento totales; C: contribución; TC: Total de citas.

Revistas con mayor producción científica

La Tabla 4 enlista a las 10 revistas con más artículos en el campo de estudio. Se tomó en cuenta el año y país de publicación, así como el índice h a fin de medir cómo un artículo científico cuyo número de orden (de mayor a menor, según el número de citas) se correlaciona con un número menor o igual de citas (Hirsch, 2005).

También se determinó el número cuartil (Q) en el que se posiciona la revista en un campo específico y el índice Scimago Journal Rank (SJR), a fin de definir la calidad y/o prestigio de la revista, según el número de citaciones de los artículos. El *Journal Lecture notes in computer science*, fue la revista con más artículos (102). La relación TC/TP de las revistas fue la

siguiente: *Lecture notes in computer science* 1:8, *Ceur Workshop Proceedings* 2:9, *Annals of Biomedical Engineering* 3:4, *ACM International Conference Proceeding Series* 4:7, *Communications in Computer and Information Science* 5:10, *Nature* 6:3, *Journal of Medical Internet Research* 8:6, *Library Hi Tech News* 9:2 y *JMIR Medical Education* 10:5.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los documentos fueron analizados con VosViewer (versión 1.6.19), y Bibliometrix (versión 127.0.0.1:7880) en 3 series distintas de tiempo (1 de julio de 2023); (15 de setiembre de 2023) y (17 de enero de 2024), para todos los casos, se aplicaron el Mapa de Co - ocurrencias y el Método de Normalización denominado Fuerza de Asociación.

La búsqueda del 1 julio del 2023, arrojó las siguientes palabras más importantes: "ChatGPT"; "inteligencia artificial"; "humano"; "chatbot" y "procesamiento de lenguaje natural" (Figura 1a), con 4 clústeres: (a) interacción entre el aprendizaje humano y artificial;

(b) las herramientas de inteligencia artificial, (c) el uso de las redes neuronales en aprendizaje profundo, minería de datos y algoritmos analíticos y (c) el lenguaje computacional. El 15 setiembre 2023, el análisis permitió visualizar que seguían siendo: "ChatGPT"; "inteligencia artificial"; "humano"; "chatbot"; y "procesamiento de lenguaje natural", las palabras más resaltantes (Figura 1b), caracterizándose en esta oportunidad en 3 clústeres (a) interacción entre el aprendizajes humano y artificial; (b) Aplicación de inteligencia artificial en la educación y (c) el lenguaje computacional.

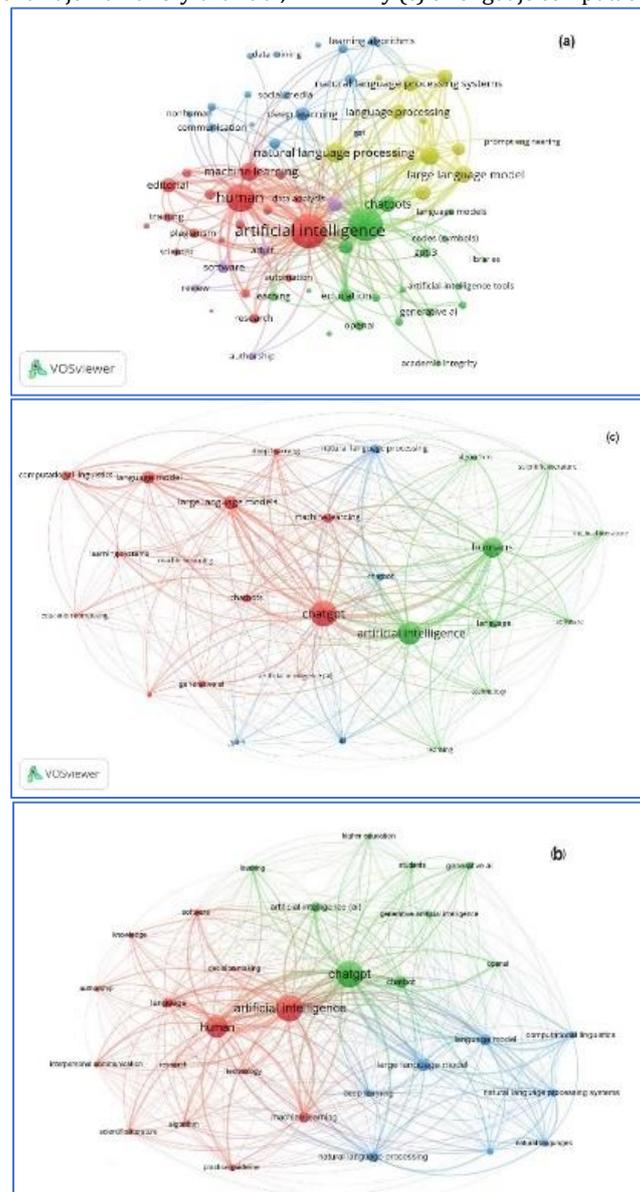


Figura 1. Mapeo bibliográfico sobre ChatGPT [Fuente: Scopus; TITL-ABS-KEY (chatgpt); Mapeo de Co-ocurrencia usando VosViewer (Método de Normalización: Association Strength).

Finalmente, el 17 de enero de 2024, continuaron siendo: "ChatGPT"; "inteligencia artificial"; "humano" y "procesamiento de lenguaje natural", las palabras más importantes en el análisis (Figura 1c), llegando a caracterizar en 3 clústeres (a) el ChatGPT asociado al aprendizaje automático y modelos de lenguaje; (b) la interacción entre el aprendizajes humano y artificial y (c) lenguaje computacional.

A fin de conocer la evolución de documentos que se relacionan en los últimos 2 años, con ayuda de VosViewer, se elaboró el diagrama (Figura 2), para

el periodo 2023-2024, y se observó una predominancia de investigaciones en "Inteligencia Artificial", "ChatGPT", "Chatbot", y su relación con los humanos (manteniéndose a través del tiempo) centrándose específicamente en dos temas: Humano e Inteligencia Artificial". Y con ayuda del Bibliometrix (Biblioshiny), se pudo observar la distribución de las palabras claves a través de la técnica nube de palabras (Figura 3), donde coinciden los términos: "artificial intelligence"; "humans", y "ChatGPT", determinado así la mayor frecuencia en los documentos encontrados.

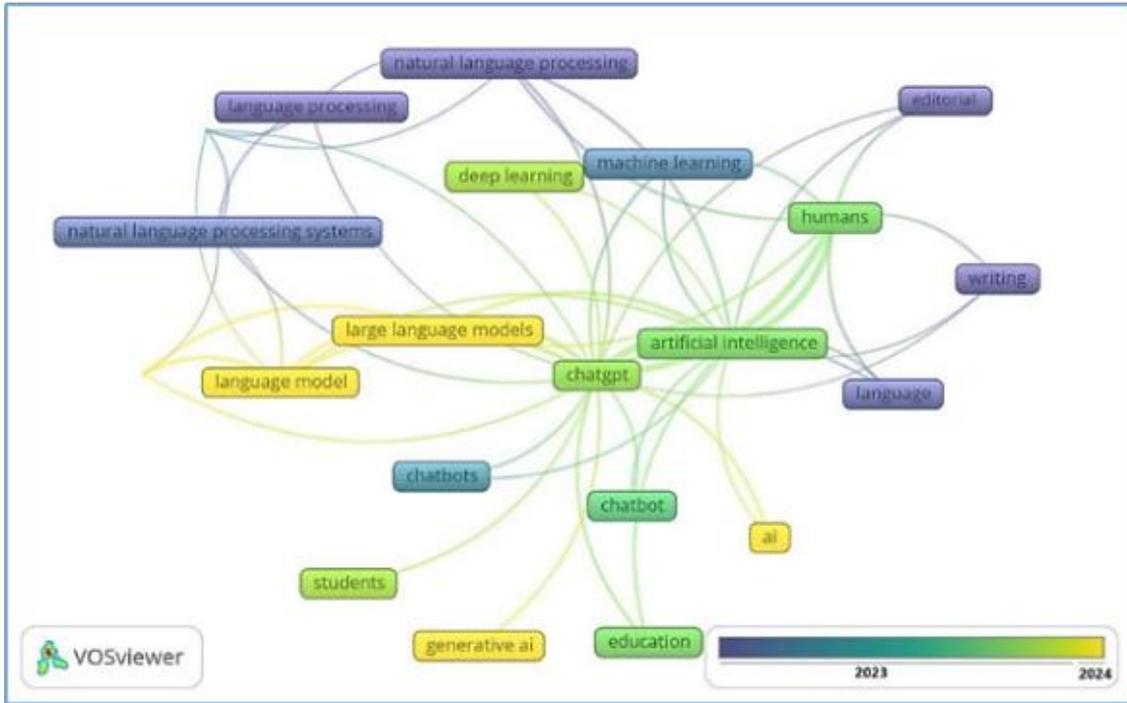


Figura 2. Análisis mediante VosViewer. Scopus; TITLE-ABS-KEY (ChatGPT).



Figura 3. Nube de palabras. Campo: Keywords Plus; Número de palabras: 80; se removieron palabras sin significado para el tema (article, china, priority journal). Generado con Bibliometrix.

Resultados de las aplicaciones de chatgpt sobre gases de efecto invernadero

Al realizar la siguiente pregunta (en español) a ChatGPT: ¿Cuáles son las principales aplicaciones en qué ChatGPT revolucionará la búsqueda de información sobre gases de efecto invernadero en el mundo? La respuesta de ChatGPT se resume en la siguiente Tabla 5.

Tabla 5
Respuestas de ChatGPT realizadas el 17 de enero de 2024

Aplicaciones potenciales de ChatGPT	Descripción
Acceso a información actualizada	ChatGPT puede proporcionar datos e información actualizados sobre las emisiones de GEI, tendencias, avances científicos y tecnológicos. Esto permite a los investigadores, responsables políticos y empresas mantenerse al día con los últimos conocimientos.
Análisis y modelado	ChatGPT puede ayudar en el análisis y modelado de los GEI al procesar grandes cantidades de datos y realizar cálculos complejos, facilitando la evaluación de escenarios climáticos, la predicción de emisiones futuras y el desarrollo de estrategias de mitigación.
Divulgación científica	ChatGPT puede contribuir a la divulgación científica al explicar conceptos complejos relacionados con los GEI de manera clara para el público en general. Esto fomentaría una mayor comprensión y conciencia sobre el cambio climático y sus implicaciones.
Asesorar y recomendar	ChatGPT puede ofrecer asesoramiento y recomendaciones personalizadas sobre cómo reducir las emisiones de GEI en diferentes sectores, como transporte, agricultura e industria. Esto podría ayudar a individuos, empresas y gobiernos a tomar decisiones para mitigar el cambio climático.
Educación y concientización	ChatGPT puede proporcionar información educativa sobre los GEI y el cambio climático a estudiantes, profesores y personas interesadas en aprender más sobre el tema. Esto puede fomentar una mayor concientización y participación en la lucha contra el calentamiento global.

A partir de lo anterior, se presenta el sustento técnico y científico de cada una de las aplicaciones que ChatGPT proporciona como respuesta. Esta fundamentación se realiza también en base a recientes estudios que han utilizado IA y respaldan lo indicado por ChatGPT:

Acceso a información actualizada: Jones et al. (2023), demostraron la capacidad de las tecnologías de IA para cuantificar los peligros, impactos y riesgos inducidos por el cambio climático. La IA simplifica el proceso de traducir los datos meteorológicos y climáticos recientes en información procesable, facilitando un marco tecnológico adecuado, con ello la IA puede desempeñar un papel clave en la construcción de resiliencia al cambio climático. Sorlei et al. (2021), mencionan que el desarrollo de tecnologías en las últimas décadas y la imposición de estándares internacionales para reducir los GEI, generan que los futuros desarrolladores de software afronten nuevos retos las nuevas tecnologías de IA en la fabricación de vehículos eléctricos/híbridos.

Por su parte Akhshik et al. (2022), manifiestan que al probar varios algoritmos de IA y matrices de

entrada se puede predecir rápidamente las emisiones de GEI para predicciones de ahorro de emisiones basadas en análisis de ciclo de vida. Mujeeb & Javaid (2023), usaron métodos basados en IA para estimar las emisiones nacionales de GEI hasta el año 2040, en Arabia Saudita. El hallazgo ayuda a los tomadores de decisiones a comprender los diversos factores socioeconómicos en la definición de los inventarios nacionales de GEI. Estas propuestas permiten coincidir en el aporte de las IA en el desarrollo y aplicación actualizada para temas climáticos.

Análisis y modelado: Sultan & Shahnawaz (2023) desarrollaron técnicas de aprendizaje automático y modelado estadístico para explorar los patrones y tendencias de las emisiones de CO₂ a fin de desarrollar un modelo óptimo para pronosticar futuras emisiones de CO₂. Porro et al. (2022), utilizaron el modelo de lodos activados, para evaluar las emisiones de GEI, de los sistemas de aguas residuales urbanas. Los ejemplos incluyen IA, integración de modelos mecánicos, dinámica de fluidos computacionales y métodos de aprendizaje automático para evaluar y mitigar las emisiones de óxido nítrico en el tratamiento de aguas residuales. Fathi et al. (2020) ejecutaron una herramienta de predicción del uso de energía del campus para predecir los efectos del cambio climático a largo plazo en el rendimiento energético de los edificios utilizando técnicas de IA. Amirteimoori et al. (2023) aplicaron modelos con algoritmos de IA, que se ocupan de medir la eficiencia ambiental y controlar las emisiones de GEI mediante la previsión y/o la optimización de sus emisiones. Estos modelos hacen posible el uso de IA en análisis de las emisiones de GEI.

Divulgación científica: Fisher et al. (2019), desarrollaron un radio mediante IA que encuentra y cuenta historias mientras los usuarios se desplazan, ya sea en auto, bicicleta, a pie o en cualquier otro medio de transporte. Las historias suelen ser de carácter no ficcional y abordan temas ambientales e histórico-culturales, con la intención de fomentar una conciencia conservacionista en los oyentes y contribuyentes de contenido.

Asimismo, Salvagno et al. (2023), indican que ChatGPT puede ser una herramienta útil en la redacción científica, puesto que coadyuva a los investigadores y científicos a la organización de documentos, estructurar un borrador inicial y también corregir documentos de investigación. Por su parte Zhao (2021) analiza la importancia y el potencial de la tecnología de IA en el diseño del arte ambiental, combinándolos con casos prácticos de aplicación, a fin de proporcionarlo como referencia e inspiración para el futuro. El ChatGPT, como modelo de lenguaje avanzado, tiene el potencial de revolucionar la búsqueda de información sobre GEI y cambio climático.

Asesoramiento y recomendaciones: Zwane et al. (2022) identificaron tres temas emergentes: "irradiación solar", "inteligencia artificial" y "cielo despejado", lo que implica que los investigadores están prestando atención a la irradiación solar, utilizando modelos que incorporan técnicas de aprendizaje automático. En este estudio se

concluye que la información científica podría ayudar a las empresas eléctricas, gobiernos y a los formuladores de políticas en hacer cumplir la economía verde a través de la descarbonización. Asimismo, podría ayudar a la comunidad científica en aprovechar la interconexión inherente de los recursos hídricos, energéticos y alimentarios para casos específicos.

Raper et al. (2022) indican que, la IA se usa cada vez más para resolver problemas globales, y su uso podría potencialmente resolver desafíos relacionados con el cambio climático, no obstante, la creación de sistemas de IA a menudo requiere grandes cantidades de poder de cómputo por adelantado y, por lo tanto, puede ser un contribuyente significativo a las emisiones de GEI. Razones suficientes para seguir investigando las mejores aplicaciones de IA con menor impacto al ambiente.

Educación y concientización: Rani et al. (2023) usaron el motor de búsqueda y editaron minuciosamente las respuestas de ChatGPT para elaborar una carta con el objetivo de llamar la atención sobre la necesidad de edificios de energía neta cero en las instituciones académicas a fin de reducir el estrés académico, promover el bienestar y mejorar las funciones cognitivas. En el estudio se demuestra que la IA responde a preguntas cruciales a fin de promover culturas ambientales. Siche & Siche (2023), al mes de marzo del 2023, al evaluar los potenciales usos de la IA sobre la investigación científica, obtuvieron 20 documentos que contenían "ChatGPT" en alguna parte del título, resumen y/o palabras clave. Levin et al. (2023), encontraron 42 artículos publicados en 26 revistas a los 69 días posteriores al lanzamiento de ChatGPT (mayo, 2023), donde solo uno era un artículo de investigación, el resto eran en su mayoría editoriales y noticias. Por su parte Ravindra et al. (2023), el 24 de mayo de 2023, realizaron búsquedas en Scopus, Pubmed, Embase y Google Scholar bajo el término "ChatGPT" y encontraron 118 documentos relacionados.

Utilizando la base de datos de SCOPUS, este estudio, identificó 722 documentos, el 1 de julio de 2023, 1727, el 15 de setiembre de 2023; y 4288, el 17 de

enero de 2024, revelando el interés continuo y creciente en la producción científica relacionada con esta IA. De los documentos encontrados, el 43% corresponde a artículos, el 19 % a cartas al editor, 11 % de editoriales, 9 % de conference paper, 6 % de artículos de revisión y 1 % de conference review. Cabe resaltar que la revista *Lecture notes in computer Science*, fue la revista principal que publicó sobre el tema (102 publicaciones) (ver Tabla 4).

De acuerdo al análisis bibliométrico realizado por VosViewer, se determinaron 3 clústeres (Figura 1c): el primer clúster indica cómo el ChatGPT se asocia al aprendizaje automático y a los modelos de lenguaje (Hasan & Farjahan, 2023), siendo este el gran avance en IA (Dianzhe, et al., 2024), abarcando distintas áreas como el educativo (Huh, 2023; Lo, 2023), sin embargo, se ha evidenciado su creciente uso en la salud e informática (Cifarelli & Sheehan, 2023). El segundo clúster, hace referencia a la interacción entre el aprendizajes humano y artificial donde claramente se muestra la relación entre el aprendizaje de la IA (machine learning) con la interacción humana, debido a que ChatGPT está diseñado para entablar conversaciones de entrada y salida con el humano (Cahan & Treutlein, 2023; Else, 2023). Y el tercer clúster denominado, lenguaje computacional, se relaciona con el aprendizaje profundo (Deep learning) y la minería de datos (data mining) a fin de generar modelos predictivos (Reddy et al., 2023).

Si bien son pocos los estudios desarrollados en Perú donde relacionan directamente la bibliometría con el uso de ChatGPT, en este caso, al consultar específicamente a ChatGPT, sobre: ¿cuáles son las principales aplicaciones en que ChatGPT revolucionará la búsqueda de información sobre gases de efecto invernadero en el mundo?, sus respuestas permiten elaborar un flujo de trabajo, organizar la información y buscar posibles alternativas de investigación, de manera similar a lo realizado por Siche & Siche (2023), donde las respuestas para el ámbito agrícola, fueron desde la mejora de la toma de decisiones agrícolas, hasta la gestión de la cadena de suministro.

CONCLUSIONES

Mediante el análisis bibliométrico, se ha logrado determinar que la mayor parte de las investigaciones están relacionadas a la interacción entre la Inteligencia Artificial y el ser Humano. Este análisis, proporcionó información valiosa sobre el incremento en el número de documentos en diversos campos de estudio. Siendo Ciencias de la Computación, el área más investigada. Asimismo, se observa que Estados Unidos el país con la mayor contribución en este ámbito. De la aplicación realizada por ChatGPT sobre la búsqueda de los Gases de Efecto Invernadero y su aporte en el conocimiento, esta se caracteriza por presentar la información de manera descriptiva y accesible, sin

utilizar argumentos ni justificación científica. No obstante, resulta necesario sustentar la información con una discusión científica, con el fin de asegurar su aceptación.

Finalmente, el presente documento, pretende indicar el uso de ChatGPT como punto de partida para la búsqueda y revisión de información. No obstante, su aplicación no debe usarse como el reemplazo del juicio humano. El resultado debe ser siempre revisado por expertos conocedores de la materia, asimismo, debe existir siempre la verificación de la información mediante fuentes confiables, especialmente en temas científicos y medioambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, M. J., & Djalilian, A. (2023). Readership Awareness Series - Paper 4: Chatbots and ChatGPT - Ethical Considerations in Scientific Publications. *Seminars In Ophthalmology*, 38(5), 403–404. <https://doi.org/10.1080/08820538.2023.2193444>
- Alser, M., & Waisberg, E. (2023). Concerns with the Usage of ChatGPT in Academia and Medicine: A Viewpoint. *American Journal of Medicine Open*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.ajmo.2023.100036>.
- Agathokleous, E., Saitanis, C., & Fang, C. (2023). Use of ChatGPT: What does it mean for biology and environmental science? *Science of the Total Environment*, 888. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164154>
- Anderson, N., Belavy, D. L., Perle, S. M., et al (2023). AI did not write this manuscript, or did it? Can we trick the AI text detector into generated texts? The potential future of ChatGPT and AI in Sports & Exercise Medicine manuscript generation. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 9, e001568. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2023-001568>.
- Amirteimoori, A., Allahviranloo, T., Zadmirzaei, M., & Hasanzadeh, F. (2023). On the environmental performance analysis: A combined fuzzy data envelopment analysis and artificial intelligence algorithms. *Expert Systems with Applications*, 224. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119953>
- Akhshik, M., Bilton, A., Tjong, J., Singh, C. V., Faruk, O., & Sain, M. (2022). Prediction of greenhouse gas emissions reductions via machine learning algorithms: Toward an artificial intelligence-based life cycle assessment for automotive lightweighting. *Sustainable Materials and Technologies*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2021.e00370>
- Archibald, M.M., & Clark, A.M. (2023). ChatGPT: What is it and how can nursing and health science education use it?. *Journal of Advanced Nursing*. <https://doi.org/10.1111/jan.15643>
- Badini, S., Regondi, S., Frontoni, E., & Pugliese, R. (2023) Assessing the capabilities of ChatGPT to improve additive manufacturing troubleshooting. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 6(3) 278-287, <https://doi.org/10.1016/j.iaiepr.2023.03.003>.
- Bhatia, G., & Kulkarni, A. (2023). ChatGPT as Co-author: Are researchers impressed or distressed?. *Asian journal of psychiatry*, 84, 103564.
- Cahan, P., & Treutlein, B. (2023). A conversation with ChatGPT on the role of computational systems biology in stem cell research. *Stem Cell Reports*, 18(1), 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.stemcr.2022.12.009>
- Cifarelli, C. P., & Sheehan, J. P. (2023). Large language model artificial intelligence: the current state and future of ChatGPT in neuro-oncology publishing. *J Neurooncol* 163, 473–474 <https://doi.org/10.1007/s11060-023-04336-0>
- Else, H. (2023). Abstracts written by ChatGPT fool scientists. *Nature*, 613, 423. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00056-7>
- Dianzhe, T., Shitao, J., Lei, Z., Xin, L., & Yiyao, X. (2024). The role of large language models in medical image processing: a narrative review. *Quantitative Imaging in Medicine and Surgery*, 14(1), 1108-1121. <https://doi.org/10.21037/qims-23-892>
- Fathi, S., Srinivasan, R., Kibert, Ch., Steiner, R., & Demirezen, E. (2020). AI-based campus energy use prediction for assessing the effects of climate change. *Sustainability (Switzerland)*, 12(8). 1 – 22. <https://doi.org/10.3390/SU12083223>
- Liyev, H. (2023). Artificial intelligence and unemployment in high-tech developed countries: New insights from dynamic panel data model. *Research in Globalization*, 7, 100140. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100140>
- Hasan, J., & Farjahan, S. (2023). Automatic and Authentic Assessment of Online Database Design Theory Assignments. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, pp. 77-91.
- Hill-Yardin, E. L., Hutchinson, M. R., Laycock, R., & Spencer, S. J. (2023). A Chat (GPT) about the future of scientific publishing. *Brain Behav Immun*, 110, 152-154.
- Hirsch, J.E (2005). An Index to Quantify an Individual's Scientific Research Output. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 102, 16569–16572
- Holzinger, A., Keiblinger, K., Holub, P., Zatloukal, K., & Müller, H. (2023). AI for life: Trends in artificial intelligence for biotechnology. *New Biotechnology*, 74, 16-24. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2023.02.001>
- Howison, J., & Bullard, J. (2016). Software in the scientific literature: Problems with seeing, finding, and using software mentioned in the biology literature. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(9), 2137–2155
- Huh, S. (2023). Issues in the 3rd year of the COVID-19 pandemic, including computer-based testing, study design, ChatGPT, journal metrics, and appreciation to reviewers. *Journal of educational evaluation for health professions*, 20, 5. <https://doi.org/10.3352/jeehp.2023.20.5>
- Jones, A., Kuehnert, J., Fraccaro, P., Meuriot, O., Ishikawa T., Edwards, B., Stoyanov, N., Sekou, L., Weldemariam, K., & Assefa, S. (2023). AI for climate impacts: applications in flood risk. *Climate and Atmospheric Science*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41612-023-00388-1>
- Lahat, A., Shachar, E., Avidan, B., Shatz, Z., Glicksberg, B., & Klang, E. (2023). Evaluating the use of large language model in identifying top research questions in gastroenterology. *Scientific Reports*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-31412-2>
- Levin G., Brezinov Y., & Meyer R. (2023). Exploring the use of ChatGPT in OBGYN: a bibliometric analysis of the first ChatGPT-related publications. *Arch Gynecol Obstet*. <https://doi.org/10.1007/s00404-023-07081-x>
- Lo, C. K. (2023). What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature. *Education Sciences*, 13(4), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
- Mujeeb, S., & Javaid, N. (2023). Deep learning-based carbon emissions forecasting and renewable energy's impact quantification. *IET Renewable Power Generation*, 17(4), 873 – 884. DOI <https://doi.org/10.1049/rpg2.12641>
- Pan, X., Cui, M., Yu, X., & Hua, W. (2017). How is CiteSpace used and cited in the literature? An analysis of the articles published in English and Chinese core journals. ISSI 2017–16th International conference on Scientometrics and Informetrics.
- Pavlik, J. V. (2023). Collaborating With ChatGPT: Considering the Implications of Generative Artificial Intelligence for Journalism and Media Education. *Journalism & Mass Communication Educator*, 78(1), 84–93. <https://doi.org/10.1177/10776958221149577>
- Ravindra, K. G., Vijeth, L. Urs., Akshya A. A., Sarvesh, K. C., Vimal, P., & Sujita, K. K. (2023). Exploring the Role of Chat GPT in patient care (diagnosis and Treatment) and medical research: A Systematic Review. *MedRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2023.06.13.23291311>
- Rani, P. S., Rani, K. R., Daram, S. B. et al (2023). Is It Feasible to Reduce Academic Stress in Net-Zero Energy Buildings? Reaction from ChatGPT. *Ann Biomed Eng*. <https://doi.org/10.1007/s10439-023-03286-y>
- Raper, R., J. Boeddinghaus, M., Coeckelbergh, W., Gross, P., Campigotto, & C. N. Lincoln. (2022). Sustainability budgets: A practical management and governance method for achieving goal 13 of the sustainable development goals for AI development. *Sustainability*, 14(7) 4019. <https://doi.org/10.3390/su14074019>
- Reddy, V., Nafees, A., & Raman, S. (2023). Recent advances in artificial intelligence applications for supportive and palliative care in cancer patients. *Curr Opin Support Palliat Care*, 17(2), 125-134. <https://doi.org/10.1097/SPC.0000000000000645>
- Rouhiainen, L. (2018). Inteligencia artificial. *Alenta Editorial*.
- Sadiku, M. N., Ashaolu, T. J., Ajayi-Majebi, A., & Musa, S. M. (2021). Artificial intelligence in education. *International Journal of Scientific Advances*, 2(1), 5–11. <http://dx.doi.org/10.51542/ijscia.v2i1.2>
- Salvagno, M., Taccone, F., & Gerli, A. (2023). Can artificial intelligence help for scientific writing?. *Critical Care*, 27(1). <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-023-04380-2>
- Siche, R., & Siche, N. (2023). El modelo de lenguaje basado en inteligencia artificial sensible - ChatGPT: Análisis bibliométrico y posibles usos en la agricultura y pecuaria. *Scientia Agropecuaria*, 14(1), 111-116. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.010>
- Sorley, L., Bizon, N., Thounthong, P., Varlam, M., Carcadea, E., Culcer, M., Iliescu, M., & Raceanu, M. (2021). Fuel Cell Electric Vehicles—A Brief Review of Current Topologies and Energy Management Strategies. *Energies*. 14(1). <http://dx.doi.org/10.3390/en14010252>
- Stokel-Walker, C., & Van Noorden, R. (2023). What ChatGPT and generative AI mean for science. *Nature*, 614(7947), 214–216. <https://doi.org/10.1038/d41586-023-00340-6>
- Talan, T. (2021). Artificial intelligence in education: A bibliometric study. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 7(3), 822-837. <https://doi.org/10.46328/ijres.2409>

- Tahamtan, I, Afshar, A. S., & Ahamdzadeh, K. (2016). Factors Affecting Number of Citations: A Comprehensive Review of the Literature. *Scientometrics* 107, 1195–1225.
- Thorp, H. H. (2023). ChatGPT is fun, but not an author. *Science*, 379(6630), 313. <https://doi.org/10.1126/science.adg7879>
- Van, N. J., & Waltman, L. (2010) Encuesta de software: VOSviewer, un programa informático para mapeo bibliométrico. *Cienciometría* 84, 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Wegmann, M., & Jaume-Santero, F. (2023). Artificial intelligence achieves easy-to-adapt nonlinear global temperature reconstructions using minimal local data. *Communications Earth and Environment*, 4(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00872-9>
- Zao, W. (2021). Brief discussion on the application value of artificial intelligence technology in environmental art design. ACM International Conference Proceeding Series 19 August 2021 Article number 34658386th International Conference on Information Management and Technology. <https://doi.org/10.1145/3465631.3465838>
- Zwane, N., Tazvinga, H., Botai, C., Murambadoro, M., Botai, J., de Wit, J., Mabasa, B., Daniel, S., & Mabhaudhi, T. (2022). Bibliometric Analysis of Solar Energy Forecasting Studies in Africa. *Energies*, 15(15). <https://doi.org/10.3390/en15155520>