

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

CAMBIOMETRÍA DE LA CRISIS CLIMÁTICA IMPLEMENTANDO INTELIGENCIA ARTIFICIAL

**CAMBIOMETRY OF THE
CLIMATE CRISIS IMPLEMENTING
ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Víctor Rogelio Tirado Picado
Universidad Americana, Nicaragua

Cambiometría de la Crisis Climática Implementando Inteligencia Artificial

Víctor Rogelio Tirado Picado¹

victornica2001@yahoo.com

Dirección de Investigación y Extensión Universitaria,
Universidad Americana-UAM
Managua, Nicaragua

RESUMEN

La implementación de la Inteligencia Artificial (IA) en la cambiometría de la crisis climática tiene como objetivo principal destacar la IA como una herramienta importante para el monitoreo y análisis de los diferentes factores climáticos, destacando el estudio de patrones complejos, la identificación las anomalías y evaluación de impactos. La IA en la cambiometría ha permitido avances significativos en el monitoreo climático, el análisis de ecosistemas y predicción de fenómenos extremos, así mismo la utilización de IA se puede procesar grandes volúmenes de datos en tiempo real, proveniente s de múltiples fuentes, como satélites, estaciones meteorológicas y sensores remotos. De manera conclusiva la IA aplicada en la cambiometría ofrece una ventaja importante al proporcionar análisis de gran precisión y permite la simulación de diferentes escenarios de cambio climático, mismo para informar políticas de mitigación y adaptación que permite avanzar hacia una gestión climática mas efectiva, que responda con precisión y rapidez a los desafíos ambientales y sociales derivados del cambio climático.

Palabras Clave: inteligencia artificial, crisis climática, redes neuronales artificiales, ambiente, cambiometría.

¹ Autor Principal

Correspondencia: victornica2001@yahoo.com

Cambiometry of the Climate Crisis Implementing Artificial Intelligence

ABSTRACT

The implementation of Artificial Intelligence (AI) in climate change analysis has the main objective of highlighting AI as an important tool for monitoring and analyzing different climate factors, highlighting the study of complex patterns, the identification of anomalies and the evaluation of impacts. AI in climate change has allowed significant advances in climate monitoring, the analysis of ecosystems and the prediction of extreme phenomena. Likewise, the use of AI can process large volumes of data in real time, coming from multiple sources, such as satellites, weather stations and remote sensors. In conclusion, AI applied to climate change offers an important advantage by providing highly accurate analysis and allows the simulation of different climate change scenarios, even to inform mitigation and adaptation policies that allow progress towards more effective climate management, which responds accurately and quickly to the environmental and social challenges derived from climate change.

Keywords: artificial intelligence, climate crisis, artificial neural networks, environment, cambiometry

Artículo recibido 07 diciembre 2024
Aceptado para publicación: 15 enero 2025



INTRODUCCIÓN

Ciertamente en los últimos cincuenta años, la tecnología se ha venido posicionando en nuestras vidas, muchos son los avances tecnológicos como, por ejemplo: los teléfonos inteligentes, la internet, las redes sociales, fibra óptica, automóviles eléctricos y por qué no decirlo, la cirugía robótica con láser no invasiva. Claro está cada cual, usando herramientas como la imprenta, el ordenador, transistor y electrónica, y bueno, la inteligencia artificial.

Por otro lado, nos encontramos con el clima, como lo dicta (Tirado Picado, 2023) en su investigación, “Análisis de datos con el arreglo de diferencias finitas en el contexto de la Crisis Climática Global”, es una paradoja, ya que en vez de ser un sistema en el cual la humanidad conviva, se manifiesta como algo cambiante que se vuelve en contra, ¿y porque ocurre esto?

De acuerdo con estudios realizados por (Picado, 2024), en su artículo “Modeling Study of the Evolution of the Climate Crisis over Time”, en medio del ciclo de vida de nuestro planeta, se han destacado a lo largo del tiempo transformaciones y cambios de manera natural, pero también de manera antropogénica, que han llevado a un completo divorcio entre el clima de nuestro planeta y el hombre.

Ahora bien, pero ¿qué relación hay entre la tecnología y el clima del planeta?, según (Parra Romero & Cadena Díaz, 2010) que a su vez en la evaluación constructiva de tecnología (ECT), cita a (Cutcliffe, Goldman, Medina, & Sanmartin, 1992), y que ambos están de acuerdo, que existe una profunda problemática social y el clima, producido por la innovación y tecnología, y que a su vez no ha habido una evaluación de los efectos que traen consigo el avance tecnológico.

En tal sentido la conjugación asociativa entre tecnología y clima, es que la tecnología afecta al clima en una dirección, produciéndose un impacto en el cambio climático como: la producción y uso de muchas tecnologías generan emisiones de gases de efecto invernadero, lo que contribuyen a la ebullición global: se destaca la quema de combustibles fósiles en plantas de energía y vehículos liberando dióxido de carbono (CO₂), así como otros gases, dirigidos a la atmosfera; las industrias tecnológicas, la fabricaciones de dispositivos eléctricos y otros productos.

¿El punto es, como influye la tecnología utilizando herramientas como la inteligencia artificial en la armonización y adaptabilidad del hombre con el clima de nuestro planeta?



METODOLOGÍA

El presente trabajo fue diseñado bajo el enfoque metodológico cuantitativo, ya que este método se adapta de mejor manera a la investigación, por sus características y necesidades del trabajo desarrollado. El enfoque cuantitativo utiliza recopilación y análisis de datos para responder a preguntas de investigación, y de esta manera probar hipótesis previamente establecida, esto se traduce en:

“la secuencia y probatoria. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “saltar” o evitar pasos. El orden riguroso, aunque claro, podemos redefinir alguna fase. Se parte de una idea que se va delimitando y, una vez definida, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco teórico o perspectiva. A partir de las preguntas se establecen hipótesis y se determinan variables; se elabora un plan para probarlos (diseño); las variables se miden en un determinado contexto; se analizan las medidas obtenidas por métodos estadísticos y se extraen una serie de conclusiones sobre la hipótesis”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

La técnica de análisis se tomo del enfoque cuantitativo, la información se basa a partir de metodologías que utilizan inteligencia artificial, se cuantifica y se adapta a condiciones climáticas. La recolección de datos se realiza a través de la observación cuantitativa, ya que permite hondar en aplicaciones y herramientas de IA en la tecnología para armonizar condiciones climáticas con el hombre.

Tiempo de ejecución

En el desarrollo del presente trabajo de investigación, se conto con seis meses, de los cuales dos meses se ocuparon para la búsqueda de información en literaturas, investigaciones relevantes del tema de inteligencia artificial y sus aplicaciones; dos meses para el análisis y discusiones, y dos meses para el desarrollo del documento final, todo en el periodo de marzo del 2024 a agosto del 2024.

Técnicas y Métodos de Recolección de Datos

De acuerdo con la investigación se implemento el experimento, que consiste en manipular las variables climáticas para observar sus efectos implementando herramientas de inteligencia artificial.

Y la observación estructurada, consiste en observar las variables y sus comportamientos específicos cuando estos son alterados en la línea de tiempo por actividades antropogénicas, de manera controlada y sistemática con escala de medición.



Fuentes Primarias

Artículos científicos relacionados con el uso de la inteligencia artificial como herramienta en la cambiometría climática.

Bibliografías, y trabajos relacionados con el uso de la inteligencia artificial como herramienta en la cambiometría climática.

Portal web de bibliografía electrónica relacionadas con el uso de la inteligencia artificial como herramienta en la cambiometría climática.

Universo

El universo para estudiar, son todas las aplicaciones de inteligencia artificial que estén vinculados como herramientas en la cambiometría climática. Y todos los factores hidrometeorológicos climáticos que son alterados por la intervención del hombre.

Muestra

Será la aplicación de herramienta artificial más adecuada para la cambiometría climática como Watson Climate Prediction Center (IBM), Google Earth Engine, Climate Change AI, Microsoft AI for Earth, DeepMind Climate Forecasting, Blue Sky Analytics, Pachama, Project Cygnus by NASA, las diferencias finitas y redes neuronales artificiales; así como también los datos históricos de una de las variables climáticas como: índice atmosférico, temperaturas, precipitación, velocidad del viento y humedad relativa.

Criterios de Inclusión

Se analizarán las herramientas de inteligencia artificial destinadas a la cambiometría climática, y que por su naturaleza puedan estudiar los factores climáticos. En cuanto a los elementos climáticos, serán todos aquellos que se puedan medir con herramienta de inteligencia artificial.

Criterios de Exclusión

Se excluyen aquellas herramientas de inteligencia artificial que no estén destinadas al estudio de cambiometría climática, y que son de otra naturaleza de estudio que no sean los factores climáticos. Se excluye aquellos elementos que por su naturaleza no se vean alterados y se presenten de manera natural.

Aspectos Teóricos

Revisando a (Tirado Picado V. R., 2024), después de haber estudiado las redes neuronales como modelo de predicción de los factores climáticos aplicado a condiciones de nicaragua, como conclusión, demuestra que las RNA, como una herramienta de la inteligencia artificial, puede ser utilizada en los modelos de predicción de la temperatura y la precipitación.

Así mismo, (Tirado Picado, 2023) y (Tirado Picado, 2024), en ambos trabajos se concluye el manejo de la metodología de diferencia finitas en el contexto de la crisis climática global como una herramienta poderosa para el tratamiento de las variables medidas en lo correspondiente a precipitación y temperatura.

En cuanto a la (IBM Watson Climate Prediction Center, 2024), utiliza la IA y aprendizaje automático para procesar datos meteorológicos y climáticos a gran escala. Es una plataforma que analiza patrones históricos del clima para hacer predicciones a corto y largo plazo, ayudando a prever fenómenos como olas de calor, sequías e inundaciones.

Siguiendo con las plataformas, se tiene a (Google Earth Engine, 2024), se diseñado como una plataforma de análisis geoespacial que utiliza IA para analizar grandes cantidades de datos satelitales y de sensores remotos, permite detectar cambios de uso de la tierra, la deforestación y la cobertura de hielo. En otro aspecto, se encuentra (Microsoft AI, 2024), es un programa que otorga financiamiento, herramientas y acceso a datos a investigadores y organizaciones enfocadas en problemas ambientales. Utilizan modelos de IA para analizar datos climáticos u monitorear cambios en la biodiversidad, la calidad del aire y los patrones de agua.

DeepMind Climate Forecasting, en colaboración con el Centro Europeo de Pronósticos Meteorológicos a mediano plazo (ECMWF), ha desarrollado modelos de IA avanzados que mejoran la precisión de las previsiones climáticas a corto plazo, utilizan aprendizaje profundo para optimizar el pronóstico de fenómenos como tormentas severas, lluvias y cambios de temperatura.

Además, los modelos ayudan a los meteorólogos y gobiernos a anticiparse y responder mejor a eventos extremos.

(Blue Sky Analytics, 2024), es una plataforma configurada con IA, utiliza imágenes satelitales y datos de sensores remotos para monitorear la calidad del aire y las emisiones de gases contaminantes en tiempo real. Es de manifestar que es útil para medir emisiones industriales, incendios forestales y contaminación urbana.

En otro aspecto, (Pachama, 2024), usa IA y sensores remotos para analizar y monitorear el carbono almacenado en los bosques y otros ecosistemas naturales, ayudando a verificar y validar proyectos de compensación de carbono. Así mismo, es utilizada por organizaciones que buscan compensar sus emisiones invirtiendo en proyectos de conservación y restauración de ecosistemas.

(Project Cygnus by NASA, 2024), usa algoritmo de IA para analizar datos de misión CYGNSS, que estudia huracanes y el ciclo hidrológico, en tal sentido la IA permite mejorar la precisión de las predicciones de tormentas, modelar patrones de precipitaciones, y monitorear la humedad del suelo. Este proyecto de la NASA permite comprender mejor el impacto de los huracanes en zonas vulnerables y mejorar las predicciones de su trayectoria e intensidad.

Cada una de estas herramientas, en plataformas, en software de aplicaciones de la IA, están transformando el análisis climático y están ayudando a crear un entendimiento más profundo y anticipado de los cambios ambientales, facilitando de esta manera una respuesta más efectiva ante los retos de la crisis climática.

Ciertamente son pocos los trabajos de investigación en la cambiometría climática que hacen uso de la IA con una herramienta, sin embargo, se pueden encontrar trabajos relacionados con el uso de IA, tal es el caso la entrevista realizada a (Duarte & Gómez, 2024), donde se aborda la Sustainability Lead en Microsoft Latam, como la inteligencia artificial esta transformando la lucha contra el cambio climático, dando como ejemplos concretos, así como también se discute la ética en tecnologías sostenible y se conoce las innovaciones que están modelando un futuro verde.

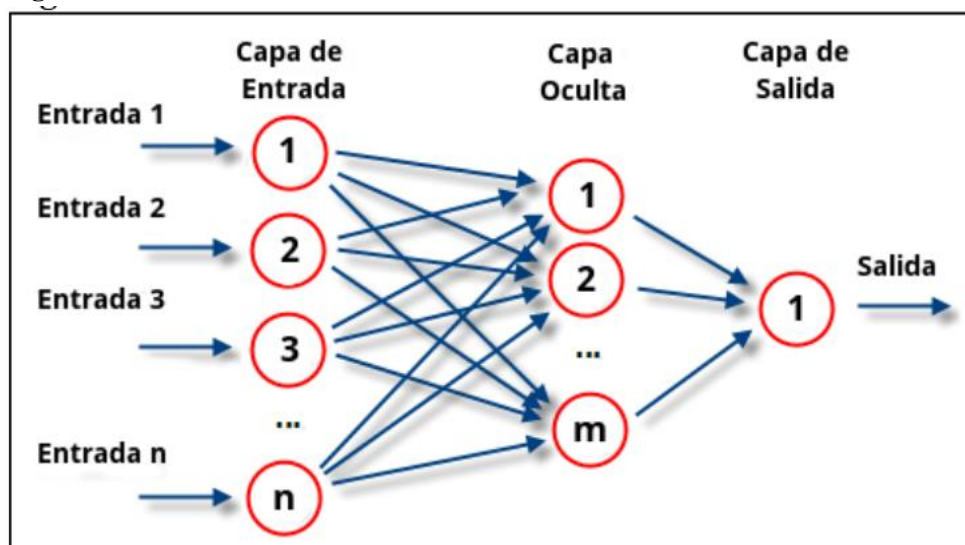
Finalmente, con palabras muy fuertes, (Ávila, Ávila, & Ávila, 2024), manifiesta que la inteligencia artificial se puede convertir en una potente herramienta para cumplir el objetivo del Acuerdo de París de limitar el aumento de la temperatura media mundial de 2° C por en cima de los niveles preindustriales actuales, para lo el cual es necesario medir las emisiones de gases de efecto invernadero con el CO₂, es decir reducir de manera rápida las emanaciones de los gases en todos los sectores productivos.

Pero la pregunta es, ¿cómo se puede lograr?, de acuerdo con (Ávila, Ávila, & Ávila, 2024), la herramienta IA se puede utilizar en tecnologías para ayudar a las partes interesadas a adoptar un enfoque más informado y basado en datos para reducir las emisiones de carbono y de esta manera construir una sociedad más ecológica, y a la vez, también puede emplearse para ayudar a reajustar los esfuerzos climáticos globales hacia las regiones de mayor riesgo, sigue planteando (Ávila, Ávila, & Ávila, 2024).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a lo que plantea (Picado, 2024), (Tirado Picado, 2023), (Tirado Picado, 2024) y (Tirado Picado, 2024), los trabajos están enfocados en Redes Neuronales Artificiales (RNA) y las Diferencias Finitas, se visualiza las RNA como sistemas de aprendizajes automáticos inspirados en la estructura del cerebro humano, y que son particularmente útiles para tareas como la predicción de series temporales como la temperatura y la precipitación, entre otros. Ver figura 1 y 2.

Figura 1. Estructura de una RNA.



Fuente: recuperado de (Tirado Picado, 2024).

En la figura 1, se muestra el proceso de aprendizaje de un sistema de RNA, que luego de haber configurado su aprendizaje, utilizando como base los datos de precipitación en el periodo 1958 al 2022 de una estación hidrometeorológica, da como resultado la siguiente tabla 1.

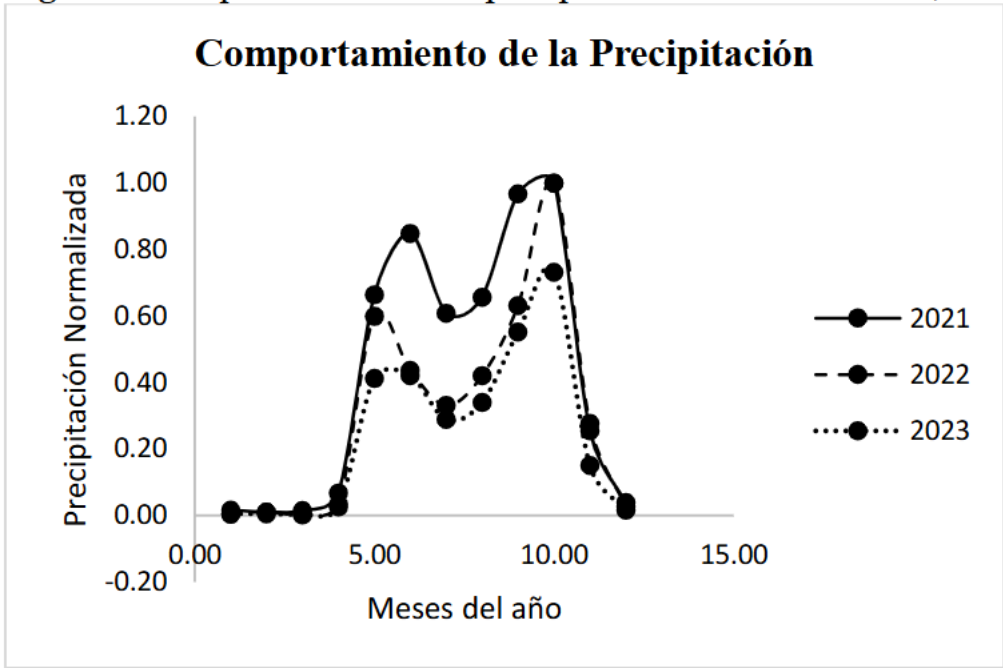
Tabla 1. Datos de precipitación normalizados y proyectados para el 2023, tomando como base de datos el periodo de 1958-2022.

Datos Normalizados												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2021	0.02	0.01	0.01	0.07	0.66	0.85	0.61	0.66	0.97	1.00	0.26	0.04
2022	0.00	0.01	0.00	0.03	0.60	0.44	0.33	0.42	0.63	1.00	0.28	0.03
Promedio	0.01	0.01	0.01	0.05	0.63	0.64	0.47	0.54	0.80	1.00	0.27	0.03
Datos Inversos a la Normal												
2023	0.00	0.01	0.00	0.03	0.41	0.42	0.29	0.34	0.55	0.73	0.15	0.02
2023	1.33	1.45	1.13	7.11	111.84	114.31	78.50	92.39	149.80	198.44	40.88	4.50

Fuente: recuperado de (Tirado Picado, 2024).

En la figura 2, se presenta la gráfica del comportamiento de la precipitación en los años 2021 y 2022, y la proyección de la precipitación del año 2023, este es el resultado de desarrollar el algoritmo de la RNA.

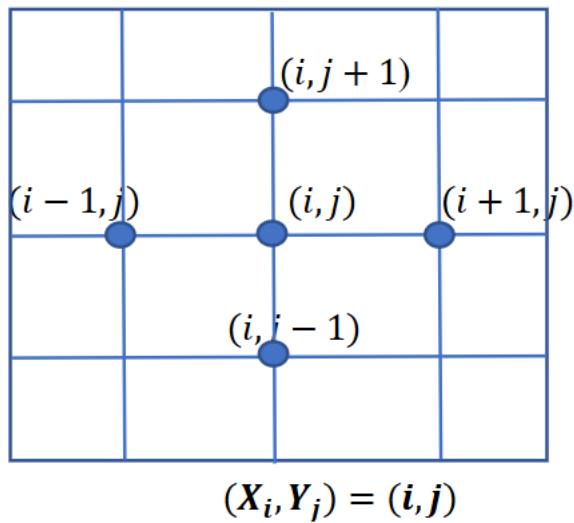
Figura 2. Estructura de una RNA.



Fuente: recuperado de (Tirado Picado, 2024).

En cuanto a las diferencias finitas, se pone en manifiesto como una herramienta matemática que se puede utilizar para aproximaciones en la solución de ecuaciones diferenciales, (Tirado Picado, 2023) lo considera como un recurso clave en los métodos de inteligencia artificial. De acuerdo con (Tirado Picado, 2023), las diferencias finitas permiten construir soluciones aproximadas que son suficientes para la mayoría de las aplicaciones prácticas, especialmente en problemas de optimización y generación de datos como simulación y modelado de la IA. Ver figura 3.

Figura 3. Representación gráfica de una malla bidimensional.



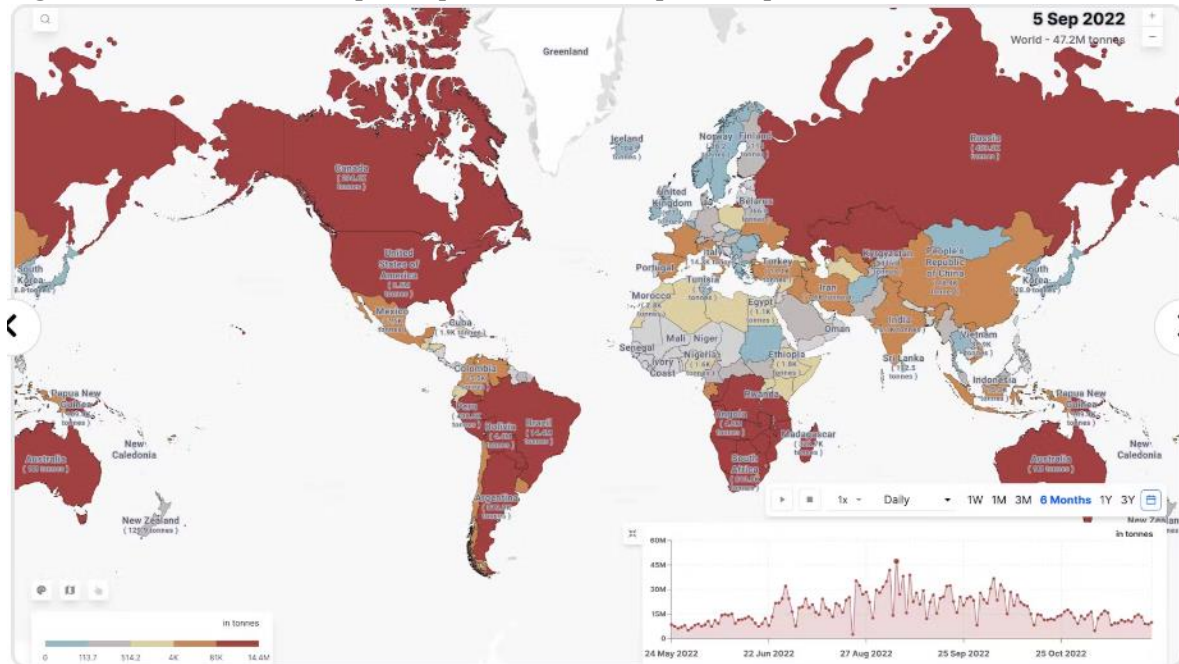
Fuente: recuperado de (Tirado Picado, 2023) obtenido de (Chapra & Canale, 2011)

Para dicho modelo matemático (Tirado Picado, 2023), hace uso de base de datos de varios factores climáticos como el índice atmosférico NOA, índice atmosférico ONI, precipitación, y la temperatura, configurando la malla bidimensional haciendo uso de la ecuación diferencial dando como resultado variaciones térmicas en cada uno de los elementos estudiados.

De lo anterior, la RNA y diferencias finitas en la inteligencia artificial, es sin duda alguna un enfoque poderoso como lo pone en manifiesto (Tirado Picado, 2024), (Tirado Picado, 2023), donde se combinan las capacidades de aprendizajes y adaptación de las RNA con la precisión y eficiencia de las técnicas de diferencias finitas para resolver problemas complejos, como por ejemplo modelado y simulación de fenómenos físicos, visión de computadoras y procesamiento de imágenes, series temporales y predicción de secuencias, entre otros aspectos.

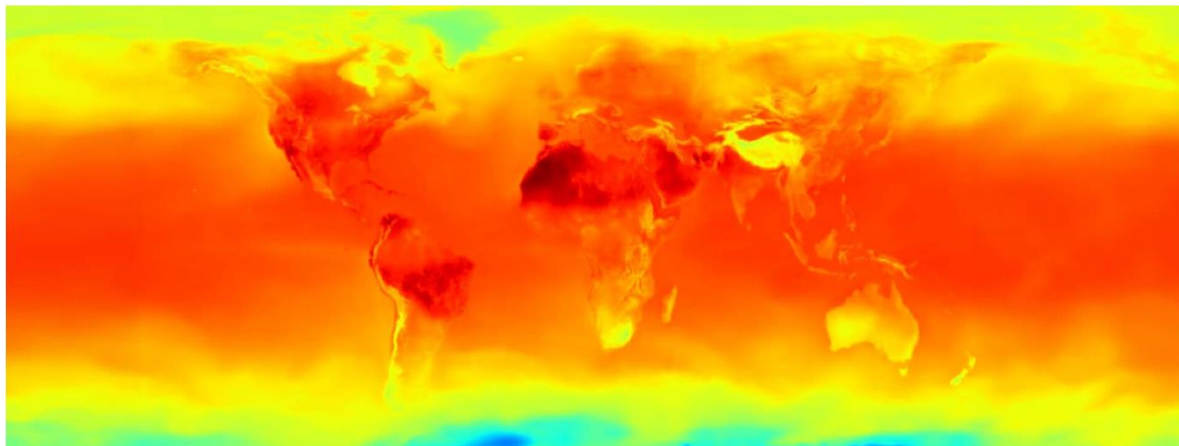
Ahora bien, (Blue Sky Analytics, 2024), (IBM Watson Climate Prediction Center, 2024), (Google Earth Engine, 2024), (Microsoft AI, 2024), (Pachama, 2024) están transformando la manera en que se realizan las predicciones y el análisis climáticos. Las plataformas que se mencionan aprovechan grandes cantidades de datos climáticos en tiempo real, algoritmos de aprendizajes automático y modelos avanzados para mejorar la predicción de los pronósticos, identificar patrones climáticos complejos y hacer predicciones a corto y largo plazo. Ver figura 4, 5, 6.

Figura 4. Emisiones de CO2 por la quema de biomasa por cada país a nivel mundial.



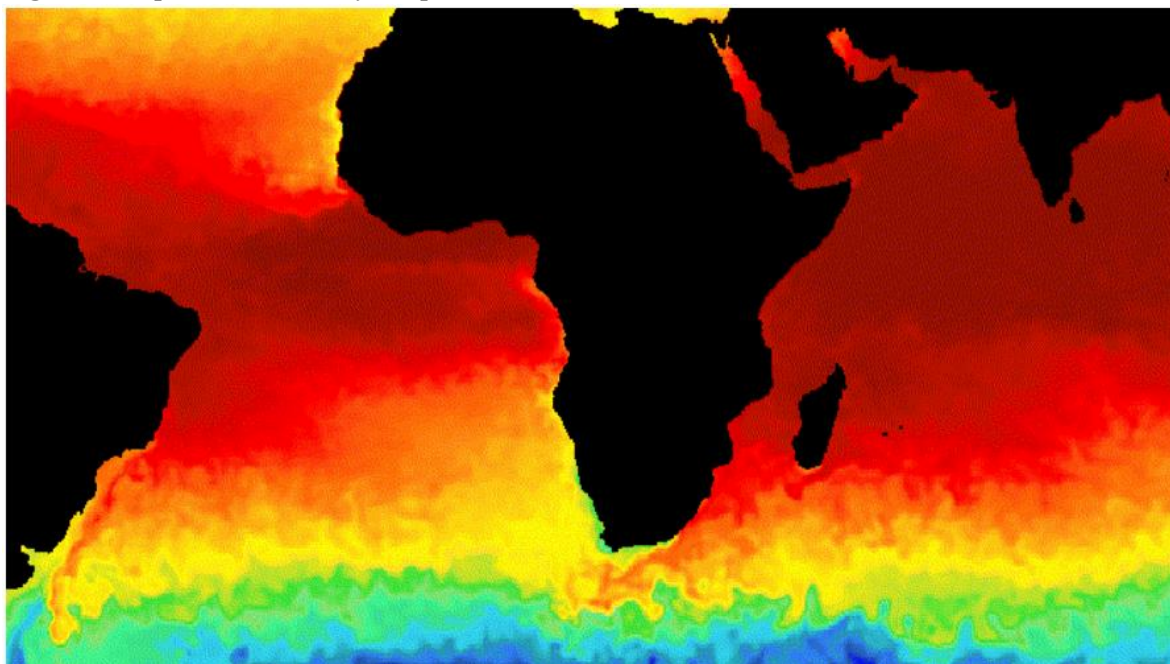
Nota: Emisiones de CO2 procedentes de la quema de biomasa, por cada país a nivel mundial, recuperado de (Blue Sky Analytics, 2024).

Figura 5. deducción de escala de los datos meteorológicos y climáticos.



Nota: El nuevo modelo de base de IA ofrece información que va más allá de las previsiones para que los científicos, los desarrolladores y las empresas comprendan y analicen mejor los datos meteorológicos y climáticos, recuperado de (IBM Watson Climate Prediction Center, 2024).

Figura 6. Superficie terrestre y temperatura.



Nota: Los sensores térmicos satelitales pueden proporcionar información sobre la temperatura y la emisividad de la superficie. El catálogo de datos de Earth Engine incluye productos de temperatura de la superficie terrestre y marina derivados de varios sensores de naves espaciales, incluidos MODIS, ASTER y AVHRR, además de datos térmicos sin procesar de Landsat. Recuperado de (Google Earth Engine, 2024).

En términos generales, la cambiometría es una herramienta que se enfoca en el estudio y mediciones de los cambios en los diferentes sistemas climáticos, analizando como estos cambios afectan la dinámica de las variables claves en el tiempo y espacio. En el contexto de la crisis climática, la cambiometría permite comprender las variaciones en patrones climáticos, ecosistemas, recursos naturales, y sus impactos sociales y económicos. Con la implementación de la inteligencia artificial, la cambiometría se convierte en una herramienta poderosa para abordar la crisis climática a ofrecer una comprensión profunda y detallada de los cambios en el sistema climático y sus efectos.

Por otro lado, la implementación de la IA en la cambiometría de la crisis climática representa, no solo una herramienta poderosa para abordar la complejidad y urgencia del cambio climático, también, como una herramienta para el análisis predictivo, modelado de impacto y sistemas de alerta temprana, la IA permite una comprensión más profunda de los cambios en el sistema climático y sus repercusiones a nivel local y global. Esto, no solo facilita la creación de estrategias de adaptación y mitigación, sino también mejora la capacidad de repuesta ante los desastres, contribuyendo de esta manera a la resiliencia de las comunidades y a la protección de los ecosistemas.

La combinación de cambiometría e IA es, sin duda, esencial para enfrentar la crisis climática de forma efectiva, informada y sostenible.

CONCLUSIÓN

De manera conclusiva, la implementación de la IA en la cambiometría climática, es una herramienta revolucionaria para enfrentar los desafíos de la crisis climática. Al integrar el análisis de datos complejos y multiescales con modelos predictivos avanzados, la IA en la cambiometría permite un monitoreo más preciso y detallado de los cambios en el sistema climático y sus efectos sobre los ecosistemas y la sociedad.

Así, el conjugado de la IA y la cambiometría climática representan un avance fundamental para la gestión climática que responda con mayor agilidad, precisión y armonización a los retos de un mundo cada vez afectado por el cambio climático.

Agradecimiento

Primeramente, a Dios, nuestro padre, que me ha dado la mano para continuar por el buen camino como persona.

A la Universidad Americana, por abrir las puertas del conocimiento en esta nueva etapa de mi vida

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ávila, C. R., Ávila, C. R., & Ávila, B. R. (2024). Aplicación de la Inteligencia Artificial para hacer frente al Cambio Climático en el Mundo. *Derecho & Opinión Ciudadana*, 165-192.

Blue Sky Analytics. (30 de Marzo de 2024). *Blue Sky Analytics*. Obtenido de <https://blueskyhq.io/>

Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2011). *Métodos numéricos para ingenieros*. México D.F.: McGraw Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Cutcliffe, S., Goldman, S., Medina, M., & Sanmartín, J. (1992). Estudios sobre sociedad y tecnología, *Anthropos*, Barcelona. *Anthropos Editorial*, 269-286.

Duarte, N., & Gómez, A. M. (26 de Agosto de 2024). El papel de la IA en la lucha contra el cambio climático con. (M. P. Duque, Entrevistador)

Google Earth Engine. (4 de Abril de 2024). *Google Earth Engine*. Obtenido de <https://earthengine.google.com/>



Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., pag. 5.

IBM Watson Climate Prediction Center. (25 de Abril de 2024). *Environmental Intelligence*. Obtenido de

<https://www.ibm.com/products/environmental-intelligence#:~:text=IBM%20Environmental%20Intelligence%20is%20a,damage%20and%20supply%20chain%20disruptions>.

Microsoft AI. (4 de Marzo de 2024). *Microsoft AI*. Obtenido de https://www.microsoft.com/en-ca/ai/?ef_id=k_Cj0KCQiAoae5BhCNARIsADVLzZc43o0FxAJFaHcATb6Rx56o_fw9Oe7qB0CosYiTQ3FV7yiIodnWJwaAmXFEALw_wcB_k_&OCID=AIDcmml4otzwfr_SEM_k_Cj0KCQiAoae5BhCNARIsADVLzZc43o0FxAJFaHcATb6Rx56o_fw9Oe7qB0CosYiTQ3FV7yiIodnWJwaAmXFEAL

Pachama. (15 de Abril de 2024). *Pachama*. Obtenido de <https://pachama.com/>

Parra Romero, A., & Cadena Díaz, Z. (2010). El medio ambiente desde las relaciones de ciencia, tecnología y sociedad: un panorama general. *Revista CS*, 331-360.

Picado, V. (2024). Modeling Study of the Evolution of the Climate Crisis over Time. *Open Journal of Applied Sciences*, 330-342.

Project Cygnus by NASA. (30 de Abril de 2024). *Project Cygnus by NASA*. Obtenido de <https://www.nasa.gov/history/10-years-ago-the-first-operational-cygnus-cargo-mission-to-the-space-station/>

Tirado Picado, V. R. (2023). Análisis de datos con arreglo de diferencias finitas en el contexto de la Crisis Climática Global. *Ciencias Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 4160-4182.

Tirado Picado, V. R. (2024). Redes Neuronales Artificiales como Modelo de Predicción de los Factores Climáticos en Nicaragua en el Periodo 2021-2022. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 1458-1474.

Tirado Picado, V. R. (2024). Relleno de Series Anuales Datos Meteorológicos Faltantes Empleando el Arreglo de Diferencias Finitas. *Ciencia Latina Científica Multidisciplinar*, 1496-1511.

