

Inteligencia Artificial y Medio Ambiente

Artificial Intelligence and the Environment

Celia García-Ceca,

Universidad Complutense de Madrid, España
(celiagarciacecasanchez@gmail.com)

Resumen: El rápido crecimiento y desarrollo de la inteligencia artificial (IA) en la forma de vivir, trabajar y relacionarse de las personas ha traído diversos beneficios. Pero a la vez, también genera un debate desde una perspectiva ética, social o medioambiental y en relación a su evolución, expansión y adopción. La inteligencia artificial (IA) es una poderosa herramienta que está revolucionando numerosos sectores, incluido el medio ambiente. A través de algoritmos avanzados y capacidades de aprendizaje automático, la IA ofrece soluciones innovadoras para enfrentar los desafíos ambientales, desde la gestión de recursos naturales hasta la mitigación del cambio climático. Exploraremos cómo la IA puede mejorar el medio ambiente en algunas de las áreas de mayor relieve: monitorización y conservación de la biodiversidad, agricultura sostenible, gestión de residuos, energía renovable y análisis de datos ambientales. En definitiva, buscar y analizar las soluciones para superar los desafíos del futuro que puede traer consigo el cambio climático. Unas soluciones que pasan por involucrar a gobiernos, organizaciones no gubernamentales, comunidades locales, científicos y el sector privado.

Palabras clave: inteligencia artificial, medio ambiente, cambio climático

Abstract: The rapid growth and development of artificial intelligence (AI) in the way people live, work and interact has brought several benefits. But at the same time, it also generates a debate from an ethical, social or environmental perspective and in relation to its evolution, expansion and adoption. Artificial intelligence (AI) is a powerful tool that is revolutionizing numerous sectors, including the environment. Through advanced algorithms and machine learning capabilities, AI offers innovative solutions to address environmental challenges, from natural resource management to climate change mitigation. We will explore how AI can improve the environment in some of the most high-profile areas: biodiversity monitoring and conservation, sustainable agriculture, waste management, renewable energy and environmental data analytics. In short, to seek and analyze solutions to overcome the challenges of the future that climate change may bring.

Solutions that involve governments, non-governmental organizations, local communities, scientists and the private sector.

Keywords: artificial intelligence, environment, climate change

Monitorización y Conservación de la Biodiversidad

La monitorización y la conservación de la biodiversidad son esenciales para mantener el equilibrio de los ecosistemas. “El proceso de digitalización de las redes ha de permitir mejorar sus sistemas de monitorización, control y automatización” (Galera, 2021). La IA facilita estas tareas a través del uso de sensores remotos, cámaras trampa y drones equipados con algoritmos de reconocimiento de imágenes. Estas tecnologías permiten la identificación y seguimiento de especies en tiempo real, lo que ayuda a los conservacionistas a tomar decisiones informadas sobre la gestión de hábitats.

Por ejemplo, los drones equipados con cámaras y software de inteligencia artificial pueden sobrevolar áreas protegidas para monitorear la actividad de vida silvestre y detectar actividades ilegales como la caza furtiva o la deforestación. Además, las cámaras trampa con algoritmos de reconocimiento de imágenes pueden identificar especies específicas y monitorear sus poblaciones sin la intervención humana directa, lo que reduce el impacto sobre los animales.

Esta novedosa herramienta permite la monitorización en tiempo real de parámetros ambientales, como la calidad del aire, la contaminación del agua y la deforestación. Sensores e imágenes de satélite proporcionan datos a los modelos de IA, lo que permite una gestión más eficiente.

Las estrategias de conservación se benefician de las ideas impulsadas por la inteligencia artificial, lo que conduce a una protección más efectiva de los hábitats naturales.

La biodiversidad, entendida como la variedad de la vida en todas sus formas, desde los genes hasta los ecosistemas, es fundamental para el funcionamiento de los sistemas naturales y para el bienestar humano. La monitorización y conservación de la biodiversidad son tareas críticas en un mundo donde las actividades humanas están provocando una rápida pérdida de especies y hábitats. A continuación, exploraremos los conceptos, métodos y desafíos asociados con estas tareas.

La biodiversidad proporciona numerosos servicios ecosistémicos esenciales para la supervivencia humana, como la polinización de cultivos, la regulación del clima, el ciclo de nutrientes y la purificación del agua. Además, tiene un valor intrínseco y cultural significativo, siendo fundamental para la salud y el bienestar de las sociedades.

La monitorización de la biodiversidad implica el seguimiento sistemático de los componentes de la biodiversidad a través del tiempo y el espacio. Este proceso es crucial para entender las tendencias y los cambios en los ecosistemas, identificar las amenazas y evaluar la eficacia de las medidas de conservación. Los métodos de monitorización se pueden agrupar en varias categorías:

- **Inventarios Biológicos:** consisten en la recopilación sistemática de datos sobre la presencia y abundancia de especies en un área determinada. Estos inventarios pueden ser generales o focalizarse en grupos específicos de organismos, como aves, plantas o insectos.
- **Estudios de Población:** se centran en el seguimiento de las poblaciones de especies específicas, especialmente aquellas que están amenazadas o en peligro de extinción. Los datos recopilados pueden incluir la densidad poblacional, la tasa de natalidad y mortalidad, y los patrones de migración.
- **Hábitats:** involucra la evaluación de la calidad y la extensión de los hábitats naturales. Esto puede incluir la observación de cambios en la cobertura vegetal, la calidad del suelo y el agua, y la presencia de especies invasoras.
- **Tecnologías de Sensores y Teledetección:** el uso de tecnologías avanzadas, como imágenes procedentes de satélites medioambientales, drones y/o sensores remotos, permite la recopilación de datos a gran escala y en áreas de difícil acceso. Estas tecnologías pueden proporcionar información detallada sobre los cambios en el uso del suelo, la fragmentación de hábitats y las variaciones climáticas.
- **Ciencia y conciencia ciudadana:** la participación del público en la recopilación de datos de biodiversidad ha aumentado significativamente en los últimos años. Iniciativas de ciencia ciudadana permiten que personas no

especializadas contribuyan al monitoreo a través de aplicaciones móviles y plataformas en línea.

Conservación de la Biodiversidad

La conservación de la biodiversidad implica la implementación de estrategias y acciones para proteger las especies y los ecosistemas, y para asegurar su sostenibilidad a largo plazo. Las principales estrategias de conservación incluyen las Áreas Protegidas como parques nacionales, reservas naturales y otras áreas protegidas, que son fundamentales para la conservación. Estas áreas proporcionan refugio a especies amenazadas y permiten la preservación de hábitats críticos; los Planes de Recuperación de Especies que se enfocan en la restauración de las poblaciones de especies en peligro. Pueden incluir medidas como la protección de hábitats, programas de cría en cautividad y reintroducción, y la reducción de amenazas como la caza furtiva y la contaminación. También se incluye entre las estrategias la Conservación de Hábitats para mantener y restaurar la integridad de los ecosistemas a gran escala. Esto puede incluir prácticas de manejo sostenible de tierras, la restauración de ecosistemas degradados y la promoción de corredores ecológicos que conecten hábitats fragmentados. O la Regulación y Políticas con leyes y políticas ambientales que juegan un papel esencial en la conservación de la biodiversidad. La implementación de normativa que regule la explotación de recursos naturales, controle las especies invasoras y protejan los hábitats es crucial. O la Educación y Concienciación para fomentar la conciencia pública sobre la importancia de la biodiversidad y las amenazas que enfrenta es vital para generar apoyo y acción comunitaria. Programas educativos y campañas de sensibilización pueden movilizar a la sociedad en favor de la conservación.

Es una tarea crucial y compleja en la que la inteligencia artificial (IA) está emergiendo como una herramienta poderosa y transformadora. Esta tiene el potencial de revolucionar cómo monitorizamos, gestionamos y protegemos la biodiversidad en un mundo donde las amenazas antropogénicas y naturales son cada vez más intensas.

En el Reconocimiento de Imágenes la IA, a través del aprendizaje profundo, puede analizar vastas cantidades de imágenes y videos capturados por cámaras trampa,

drones y satélites. Algoritmos de reconocimiento de imágenes pueden identificar especies, contar individuos y monitorear su comportamiento con una precisión y rapidez que supera a los métodos tradicionales.

En el Análisis de Sonido, herramientas de inteligencia artificial pueden procesar grabaciones acústicas para identificar llamadas de animales, especialmente aves y mamíferos marinos. Esto permite el monitoreo de especies en áreas remotas o de difícil acceso, así como la detección de cambios en las poblaciones y en la biodiversidad acústica.

Para el Modelado y Predicción, la IA puede construir modelos predictivos complejos que analicen cómo las poblaciones de especies pueden cambiar en respuesta a diferentes factores, como el cambio climático, la deforestación y la urbanización. Esto ayuda a los conservacionistas a anticipar y mitigar los impactos negativos antes de que ocurran.

Para la Simulación de Ecosistemas, los algoritmos de inteligencia artificial pueden simular interacciones complejas dentro de los ecosistemas, permitiendo a los científicos explorar diferentes escenarios de manejo y sus posibles resultados en la biodiversidad.

En Gestión de Datos y Automatización, se diferencian:

- ✓ Análisis de Big Data: la conservación de la biodiversidad genera enormes cantidades de datos de diversas fuentes. La inteligencia artificial puede manejar y analizar estos datos, revelando patrones y tendencias que no serían evidentes a través del análisis manual.
- ✓ Automatización de Procesos: la IA puede automatizar tareas repetitivas, como la catalogación de imágenes y la extracción de datos de campo, liberando tiempo y recursos humanos para actividades más estratégicas.

Por último, en Drones y Robótica, se pueden encontrar:

- ✓ Drones Inteligentes: equipados con IA, los drones pueden ser utilizados para monitorear áreas extensas, recolectar datos en tiempo real y acceder a lugares inaccesibles para los humanos. Pueden ser programados para seguir rutas específicas y detectar cambios en el uso del suelo, la vegetación y la presencia de especies.

- ✓ **Robótica Submarina:** robots submarinos equipados con inteligencia artificial pueden explorar ecosistemas marinos, recopilando datos sobre la biodiversidad marina y la salud de los corales, y detectando actividades ilegales como la pesca furtiva.

Beneficios de la IA en la Conservación de la Biodiversidad

Entre los diferentes beneficios que puede aportar esta novedosa herramienta para la conservación de la biodiversidad destaca, por ejemplo, la eficiencia y la precisión, ya que la IA permite la recopilación y análisis de datos con una precisión y eficiencia superiores, reduciendo los errores humanos y aumentando la velocidad de procesamiento. También en el Acceso a Datos en Tiempo Real, los datos pueden ser analizados en tiempo real, lo que permite una respuesta rápida a las amenazas emergentes y la toma de decisiones informada. Otros dos beneficios son la escalabilidad, puesto que las tecnologías de inteligencia artificial pueden ser escaladas para cubrir grandes áreas geográficas y múltiples ecosistemas, algo que sería imposible con métodos tradicionales. O la Optimización de Recursos al automatizar tareas y mejorar la eficiencia, la IA permite una mejor utilización de los recursos disponibles, haciendo que los esfuerzos de conservación sean más costo-efectivos.

Desafíos en el Uso de la IA para la Conservación de la Biodiversidad

Además de los beneficios, la Inteligencia Artificial presenta una serie de desafíos o retos en su uso. En el Acceso y Calidad de Datos, la eficacia de los algoritmos de IA depende en gran medida de la calidad y cantidad de datos disponibles. En muchos casos, la falta de datos adecuados o la presencia de datos sesgados pueden limitar la precisión de los modelos de herramienta. La Capacidad Técnica y Financiera al implementar tecnologías de inteligencia artificial puede ser costoso y requiere de capacidades técnicas avanzadas, lo que puede ser un obstáculo para organizaciones y países con recursos limitados. Asimismo, la Ética y Gobernanza con cuestiones éticas relacionadas con la privacidad, la vigilancia y el control de datos. Es crucial establecer marcos de gobernanza que aseguren el uso responsable y ético de estas tecnologías. Y la Interacción Humano-Máquina para alcanzar una integración efectiva de inteligencia artificial en los esfuerzos de conservación, algo

que requiere una colaboración estrecha entre humanos y máquinas. Es necesario capacitar a los profesionales de la conservación en el uso de estas tecnologías y asegurar que las soluciones de IA sean transparentes y comprensibles.

Casos de Éxito y Proyectos Destacados

1. eBird: una plataforma de ciencia ciudadana que utiliza IA para analizar observaciones de aves reportadas por ciudadanos en todo el mundo. La inteligencia artificial ayuda a procesar y validar los datos, creando una base de datos robusta que apoya la investigación y la conservación de las aves.

2. Wildlife Insights: un proyecto que emplea IA para analizar imágenes de cámaras trampa. La plataforma puede identificar automáticamente las especies en las fotos, acelerando el proceso de monitoreo y proporcionando datos valiosos para la gestión de la biodiversidad.

3. Global Fishing Watch: utiliza inteligencia artificial para monitorear la actividad pesquera global en tiempo real. Los algoritmos analizan datos de satélites y otros sensores para detectar prácticas de pesca ilegal y no regulada, ayudando a proteger las poblaciones de peces y los ecosistemas marinos.

4. Proyecto Google AI for Social Good: uno de los ejemplos más destacados del uso de la IA para mejorar el medio ambiente es el Proyecto Google AI for Social Good. Este proyecto utiliza la IA para abordar problemas globales, incluido el cambio climático y la conservación de la biodiversidad.

En colaboración con organizaciones no gubernamentales y académicas, Google ha desarrollado algoritmos de inteligencia artificial para monitorizar la deforestación en tiempo real utilizando imágenes satelitales. Estos algoritmos pueden detectar cambios en la cobertura forestal y alertar a las autoridades sobre actividades ilegales, como la tala indiscriminada, permitiendo una respuesta rápida y efectiva.

Además, Google está utilizando la IA para optimizar el uso de energía en sus centros de datos, que son conocidos por su alto consumo energético. Mediante el análisis de datos operativos en tiempo real, los algoritmos de inteligencia artificial

pueden ajustar la refrigeración y otros sistemas para reducir el consumo de energía y las emisiones de carbono, contribuyendo a un entorno más sostenible.

Futuro de la IA en la Conservación de la Biodiversidad

El futuro de la conservación de la biodiversidad con IA es prometedor. A medida que las tecnologías avanzan, se espera que la inteligencia artificial se integre aún más en las estrategias de conservación, proporcionando herramientas más sofisticadas para el monitoreo, la predicción y la gestión de la biodiversidad. La colaboración entre científicos, tecnólogos, comunidades locales y gobiernos será crucial para maximizar el impacto positivo de la IA en la conservación.

Además, la inteligencia artificial tiene el potencial de facilitar enfoques más participativos e inclusivos, involucrando a comunidades locales y a la ciudadanía en general en los esfuerzos de conservación. La democratización de las herramientas de IA puede empoderar a más personas para contribuir a la protección de la biodiversidad.

La inteligencia artificial está emergiendo como un aliado indispensable en la conservación de la biodiversidad. A través de su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos, realizar análisis complejos y automatizar tareas, la IA ofrece nuevas oportunidades para abordar los desafíos ambientales más apremiantes de nuestro tiempo. Con un uso responsable y ético, la inteligencia artificial puede ayudar a garantizar un futuro sostenible para la biodiversidad del planeta. A pesar de que “la IA puede permitir el logro de 134 objetivos en todos los objetivos, también puede inhibir 59 objetivos” (Vinuesa, et., 2020).

Desafíos y Conservación

La monitorización y conservación de la biodiversidad enfrentan numerosos desafíos, entre los que destacan:

- **Cambio Climático:** el cambio climático está alterando los hábitats y las condiciones de vida de muchas especies. La adaptación a estos cambios requiere estrategias dinámicas y flexibles de conservación.
- **Pérdida y Fragmentación de Hábitats:** la expansión urbana, la agricultura intensiva y la infraestructura están fragmentando y destruyendo hábitats naturales, dificultando la supervivencia de muchas especies.
- **Especies Invasoras:** la introducción de especies no nativas puede tener efectos devastadores en los ecosistemas locales, compitiendo con las especies autóctonas y alterando las dinámicas ecológicas.
- **Falta de Datos:** en muchas regiones, especialmente en los países en desarrollo, existe una carencia de datos detallados y actualizados sobre biodiversidad, lo que complica la planificación y ejecución de acciones de conservación.
- **Recursos Limitados:** la conservación de la biodiversidad requiere financiamiento y recursos humanos significativos. La falta de recursos puede limitar la capacidad de implementar medidas efectivas y sostenibles.

Soluciones y Futuro

Para superar estos desafíos, es necesario adoptar un enfoque integral y colaborativo que involucre a gobiernos, organizaciones no gubernamentales, comunidades locales, científicos y el sector privado. “Debemos encontrar formas de lograr un progreso exponencial para enfrentar los desafíos ambientales, incluido el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la gestión de la contaminación. Los macrodatos, la inteligencia artificial (IA) y la transformación digital pueden jugar un papel esencial a fin de garantizar la sostenibilidad ambiental y el desarrollo sostenible” (Goodfellow, et., 2016).

Algunas soluciones incluyen:

1. **Cooperación Internacional:** la biodiversidad no respeta fronteras políticas. La cooperación internacional es esencial para abordar problemas globales como el cambio climático y las especies invasoras. Tratados y acuerdos internacionales pueden proporcionar un marco para la acción coordinada.

2. Innovación Tecnológica: la tecnología ofrece herramientas poderosas para la monitorización y conservación. El desarrollo de nuevas técnicas de análisis de datos, biología molecular y teledetección puede mejorar nuestra capacidad para comprender y proteger la biodiversidad.
3. Enfoques Basados en Ecosistemas: las estrategias de conservación deben centrarse en la integridad de los ecosistemas completos, no solo en especies individuales. Esto implica una gestión holística que considere las interacciones ecológicas y los servicios ecosistémicos.
4. Participación Comunitaria: involucrar a las comunidades locales en la conservación es fundamental para el éxito a largo plazo. Las comunidades que dependen directamente de los recursos naturales tienen un interés vital en su protección y pueden aportar conocimientos tradicionales valiosos.
5. Educación y Capacitación: capacitar a la próxima generación de conservacionistas y científicos es esencial. Programas educativos y de formación pueden asegurar que haya una base sólida de expertos dedicados a la protección de la biodiversidad.

En cuanto a marcos normativos, la Unión Europea aprobó el 13 de junio de 2024 la Ley de IA [Reglamento (UE) 2024/1689 por el que se establecen normas armonizadas sobre inteligencia artificial] ofrece a los desarrolladores e implementadores de IA requisitos y obligaciones claros en relación con los usos específicos de la IA. “La Ley de IA es el primer marco jurídico sobre IA, que aborda los riesgos de la IA y posiciona a Europa para desempeñar un papel de liderazgo a nivel mundial”. En relación al medio ambiente, dice lo siguiente:

“AI is a fast evolving family of technologies that contributes to a wide array of economic, environmental and societal benefits across the entire spectrum of industries and social activities. By improving prediction, optimising operations and resource allocation, and personalising digital solutions available for individuals and organisations, the use of AI can provide key competitive advantages to undertakings and support socially and environmentally beneficial outcomes, for example in healthcare, agriculture, food safety, education and training, media, sports, culture, infrastructure management, energy, transport and logistics, public services, security, justice, resource and energy efficiency, environmental

monitoring, the conservation and restoration of biodiversity and ecosystems and climate change mitigation and adaptation”.

Agricultura Sostenible

La agricultura es uno de los sectores más importantes donde la IA puede contribuir significativamente a la sostenibilidad. Mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático y sensores IoT (Internet de las Cosas), los agricultores pueden optimizar el uso de agua, fertilizantes y pesticidas, reduciendo así el impacto ambiental.

Por ejemplo, los sistemas de riego inteligentes utilizan datos meteorológicos y de suelo en tiempo real para ajustar la cantidad de agua suministrada a los cultivos, evitando el desperdicio y la escasez. Los drones y robots agrícolas equipados con inteligencia artificial pueden identificar y tratar zonas específicas de un campo que requieren atención, minimizando el uso de químicos y mejorando la salud del suelo.

Además, la IA puede predecir enfermedades de cultivos y plagas antes de que se conviertan en problemas graves, permitiendo una respuesta temprana y más efectiva. Estas prácticas no solo mejoran la eficiencia agrícola, sino que también promueven un uso más sostenible de los recursos naturales.

Gestión de Residuos

La gestión de residuos es un desafío global que afecta directamente al medio ambiente. La inteligencia artificial ofrece soluciones innovadoras para mejorar la eficiencia del reciclaje y reducir la cantidad de residuos que terminan en vertederos. “Para lograr una adecuada reutilización, es importante utilizar tecnologías que ayuden a clasificar correctamente los residuos sólidos junto a una correcta educación en el manejo de los desechos”, (Pardo-Burbano, et., 2021).

Los sistemas de clasificación de residuos basados en IA pueden identificar y separar materiales reciclables con mayor precisión y rapidez que los métodos manuales. Estas máquinas utilizan cámaras y algoritmos de reconocimiento de objetos para distinguir entre diferentes tipos de materiales, como plástico, vidrio y metal, y dirigirlos a los contenedores adecuados. “Es importante utilizar tecnologías que ayuden a clasificar correctamente los residuos sólidos; de esta forma, diferentes

autores han trabajado en clasificadores de residuos sólidos basados en inteligencia artificial, desde diferentes enfoques”, (Pardo-Burbano, et., 2021).

Además, la IA puede optimizar las rutas de recolección de residuos para reducir el consumo de combustible y las emisiones de gases de efecto invernadero. “La explotación de recursos naturales que surgen de una economía lineal en la que muchos residuos sólidos potencialmente reutilizables terminan en rellenos sanitarios enterrados, se suman al incremento de los gases de efecto invernadero potencializando el cambio climático”, (Pardo-Burbano, et., 2021). Los camiones de basura equipados con sensores y algoritmos de optimización pueden planificar rutas más eficientes basadas en la cantidad y ubicación de los residuos, lo que reduce la huella de carbono de la gestión de residuos.

Energía Renovable

El cambio hacia fuentes de energía renovable es crucial para mitigar el cambio climático. La inteligencia artificial juega un papel clave en la mejora de la eficiencia y la integración de energías renovables como la solar y la eólica en la red eléctrica. Por ejemplo, “la inteligencia artificial (IA) puede utilizarse en una amplia gama de aplicaciones para promover los objetivos del Pacto Verde Europeo” (European Parliament, 2021).

Los algoritmos de aprendizaje automático pueden predecir la generación de energía solar y eólica con mayor precisión al analizar datos meteorológicos y patrones históricos. Esto permite a los operadores de la red eléctrica gestionar mejor la oferta y la demanda de energía, reduciendo la dependencia de fuentes de energía no renovables. También, según indica Galera (2021), “el proceso de digitalización de las redes ha de posibilitar e integrar nuevos servicios para los consumidores como son los sistemas inteligentes de recarga, el almacenamiento o los agregadores de demanda”.

Además, la inteligencia artificial puede optimizar el mantenimiento de las instalaciones de energía renovable. Los drones equipados con cámaras y algoritmos de IA pueden inspeccionar paneles solares y turbinas eólicas para detectar fallos o

daños antes de que se conviertan en problemas graves, lo que prolonga la vida útil de estos activos y reduce los costos de mantenimiento.

Análisis de Datos Ambientales

El análisis de datos ambientales es fundamental para comprender y abordar los problemas ambientales. La IA facilita el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones.

Los modelos predictivos basados en inteligencia artificial pueden analizar datos climáticos, de calidad del aire y del agua, y de uso del suelo para identificar tendencias y predecir eventos futuros, como olas de calor, inundaciones y sequías. Esta información es crucial para la planificación y respuesta a desastres naturales, así como para la implementación de políticas ambientales efectivas.

Además, la IA puede ayudar a modelar y simular el impacto de diferentes políticas y acciones sobre el medio ambiente, proporcionando a los responsables de la toma de decisiones una herramienta poderosa para evaluar y optimizar sus estrategias.

Conclusiones

La monitorización con sus diversas tecnologías permite la identificación y seguimiento de especies en tiempo real, con el objetivo, entre otros, de llevar a cabo una protección más efectiva de los hábitats naturales. Una correcta monitorización hace posible que se conozcan y entiendan las tendencias y los cambios que están sufriendo actualmente los ecosistemas. Por su parte, y en relación a esto último, se buscan y se implementan estrategias y acciones para proteger esas especies y esos ecosistemas amenazados con el fin último y genérico de conservar la biodiversidad. Y es en ambos casos donde la Inteligencia Artificial, como herramienta novedosa, puede facilitar y ayudar a estas acciones tan esenciales aportando eficiencia y precisión, permitiendo un acceso a los datos en tiempo real, y llegando a cubrir unas acciones hasta ahora muy costosas o con un alto grado de dificultad como la escalabilidad. El avance de la inteligencia artificial es prometedor y se espera que la IA se integre aún más en las estrategias de conservación, proporcionando herramientas más sofisticadas para el monitoreo, la predicción y la gestión de la biodiversidad.

Sin embargo, y a pesar de sus múltiples beneficios, la Inteligencia Artificial –como proceso en actual evolución– tiene tareas y desafíos pendientes que van desde el acceso a los datos hasta su ética y gobernanza; aspectos que una vez regulados se verán reflejados en cambios o evoluciones en el uso que se hace de esta en procesos de conservación de la biodiversidad y, en general, en protección del medio ambiente. Al margen de esto, la Inteligencia Artificial está llamada a tener un papel protagonista en la conservación y la gestión de la biodiversidad, su monitoreo y su predicción, y a convertirse incluso en un aliado indispensable.

Para conseguir un buen enfoque, manejo y uso de la IA hace falta un enfoque que integre de manera colaborativa a gobiernos, organizaciones no gubernamentales, comunidades locales, científicos y el sector privado. Pues son los desafíos que provoca el cambio climático los que afectan a unos y a otros, y los que requieren de su acción para encontrar una solución.

Referencias bibliográficas

- European Commission, Joint Research Centre, Manzoni, M., Medaglia, R., & Tangi, L. (2022). AI Watch, road to the adoption of artificial intelligence by the public sector: a handbook for policymakers, public administrations and relevant stakeholders. Publications Office of the European Union, 65-68. Disponible en [AI Watch, road to the adoption of artificial intelligence by the public sector - Publications Office of the EU] (<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129100>).
- European Parliament, Directorate-General for Internal Policies of the Union, Herold, A., Gailhofer, P., & Urrutia, C. (2021). The role of artificial intelligence in the European Green Deal. European Parliament, 31. Disponible en [The role of artificial intelligence in the European Green Deal - Publications Office of the EU] (<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/5a1f76e8-7ef1-11eb-9ac9-01aa75ed71a1>).
- Galera Rodrigo, S. (2021). Cambio de modelo en la transición energética: ¿otro tren que pasará? *Actualidad Jurídica Ambiental*, (114), 3-4. Disponible en [Cambio de modelo en la transición energética: ¿otro tren que pasará?](<https://www.actualidadjuridicaambiental.com/articulo-doctrinal-cambio-de-modelo-en-la-transicion-energetica-otro-tren-que-pasara/>) (Fecha de último acceso 11/10/2022).
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. IA por el planeta: Destacando las innovaciones de la IA para UNESCO.

- Johnson, R., & Johnson, E. (2021). AI and climate change: How they intersect and how to leverage both for the future. **Journal of Environmental Management, 287**, 112322. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112322>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. **Nature, 521*(7553)*, 436-444.
- Pardo-Burbano, M., Pinto-Rodríguez, V., & Muñoz-Ordóñez, J. (2021). Ecología: Inteligencia Artificial para el cuidado del medio ambiente, prototipo de clasificación de residuos sólidos en punto de origen. **Investigación e Innovación en Ingenierías, 9*(3)*, 46-56. <https://doi.org/10.17081/invinno.9.3.5312>
- Marcus, G., & Davis, E. (2019). *Rebooting AI: Building artificial intelligence we can trust*. Pantheon Books.
- Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence and amending Regulations (EC) No 300/2008, (EU) No 167/2013, (EU) No 168/2013, (EU) 2018/858, (EU) 2018/1139 and (EU) 2019/2144 and Directives 2014/90/EU, (EU) 2016/797 and (EU) 2020/1828 (Artificial Intelligence Act) (Text with EEA relevance)
- Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., ... & Bengio, Y. (2019). Tackling climate change with machine learning. **arXiv preprint arXiv:1906.05433**. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1906.05433>
- Smith, M. R., & Kelling, S. (2018). Artificial intelligence for environmental monitoring and management. **Frontiers in Ecology and the Environment, 16*(5)*, 261-269.
- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, V., Domisch, S., ... & Nerini, F. F. (2020). The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. **Nature Communications, 11*(1)*, 1-10. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-14108-y>
- Wearn, O. R., Freeman, R., & Jacoby, D. M. P. (2019). Responsible AI for conservation. **Nature Machine Intelligence, 1*(2)*, 72-74. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0022-7>