



AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Mayerling Castillo, Karen Arias, Car-Emyr Suescum

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

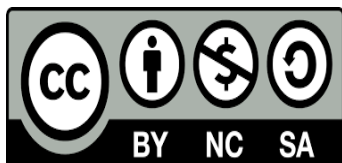
Ambiente, Desarrollo Sostenible e Inteligencia Artificial

Mayerling Carolina Castillo Núñez, Karen Virginia
Arias de Ramírez, Car-Emyr Suescum Coelho
Colección: **Campos fundantes y transversales
de la transcomplejidad**

Primera Edición, Mayo, 2025

Depósito Legal: **AR2025000085**

ISBN: **978-980-7890-96-0**



Reservados todos los derechos conforme a la ley.
Se permite la reproducción total o parcial del libro,
siempre que se indique expresamente la fuente



Libros@Red de Investigadores de la
Transcomplejidad.

<https://reditve.wordpress.com>

Rif: J403566976

Portada: Microsoft Designer

Revisión General: Dra. Crisálida Villegas

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



AUTORIDADES REDIT

**Dra. Crisálida
Villegas**

Presidente

Dra. Nancy Schavino

Vicepresidente

Dra. Mary Stella

**Directora de
Administración**

**Dra. Alicia Uzcátegui
Secretaria**



FEREDIT

**Dra. Sandra Salazar
Directora**

Comité Editorial

Dra. Betty Ruiz

Dra. Rosana Silva

Dra. Evelyn Ereú

Dra. Miozotis Silva

Dr. Renne Pérez

Dr. Arturo Dávila

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

INDICE DE CONTENIDO

		pp.
	Presentación Nohelia Yaneth Alfonso Villegas	<u>7</u>
I	Inteligencia Artificial para la conservación de la biodiversidad Mayerling Carolina Castillo Núñez	<u>12</u>
	Principios fundamentales para la conservación de la biodiversidad bajo un enfoque sustentable	<u>13</u>
	Inteligencia Artificial para la conservación de la biodiversidad	<u>21</u>
II	Ciudades inteligentes y sostenibles, el rol de la IA en la planificación urbana Karen Virginia Arias de Ramírez	<u>29</u>
	Aspectos que definen a las ciudades inteligentes	<u>31</u>
	Aspectos que definen las ciudades sostenibles	<u>38</u>
	Rol de la IA la planificación urbana	<u>47</u>
III	La ética y gobernanza de la IA en el contexto del desarrollo sostenible Car-Emyr Suescum Coelho	<u>52</u>
	Ética de la IA para el desarrollo sostenible	<u>53</u>
	Gobernanza de la IA para el desarrollo sostenible	<u>60</u>
	Estrategias para implementar la Inteligencia Artificial de manera sostenible	<u>66</u>
	Referencias	<u>73</u>

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

ÍNDICE DE TABLAS

No.		pp.
1	Ciudades Inteligentes vs Ciudades Sostenibles	<u>46</u>
2	Estrategias sostenibles en IA	<u>69</u>

ÍNDICE DE FIGURAS

No.		pp.
1	Principios fundamentales para la vida	<u>16</u>
2	Dimensiones fundamentales de la complejidad del equilibrio	<u>18</u>
3	Elementos que definen una ciudad inteligente	<u>38</u>
4	Aspectos que componen ciudades sostenibles	<u>39</u>
5	Escenarios del rol de la IA en el desarrollo urbano.	<u>49</u>
6	Dimensiones Éticas de la IA para el Desarrollo Sostenible	<u>60</u>
7	Gobernanza de la IA para el Desarrollo Sostenible	<u>66</u>

PRESENTACIÓN

Nohelia Yaneth Alfonso Villegas¹

En la encrucijada entre el avance tecnológico y la urgencia de preservar el planeta, el texto *Ambiente, Desarrollo Sostenible e Inteligencia Artificial* se erige como una lectura indispensable para comprender cómo la Inteligencia Artificial (IA) puede convertirse en una herramienta decisiva en el cumplimiento de los objetivos globales de sostenibilidad. La obra ofrece una mirada crítica e inspiradora sobre el papel transformador de la IA en los desafíos ambientales del siglo XXI.

A lo largo de tres capítulos cuidadosamente elaborados, explora el potencial de la IA para proteger ecosistemas frágiles, reimaginar las ciudades como espacios resilientes e inclusivos y garantizar que su desarrollo se sustente en sólidos principios éticos.

¹Doctora en Ciencias de la Educación. Docente UBA. noheliay@gmail.com.
<https://orcid.org/0000-0002-6041-9140>

El primero, **Inteligencia Artificial para la Conservación de la Biodiversidad**, escrito por Mayerling Castillo, aborda el reto urgente de gestionar sosteniblemente la biodiversidad la riqueza de la vida en sus múltiples formas, desde los genes hasta los ecosistemas. Esta diversidad vital se encuentra bajo amenaza constante por modelos de desarrollo depredadores y una creciente presión humana. En este escenario, la IA concebida como la capacidad de las máquinas para simular procesos cognitivos humanos surge como una aliada estratégica para fortalecer las acciones de conservación.

La autora sostiene que preservar la biodiversidad exige un equilibrio entre sostenibilidad, equidad social y beneficios económicos, con el objetivo de mejorar la calidad de vida sin poner en riesgo los ecosistemas.

La IA ofrece respuestas innovadoras: (a) monitoreo de especies y hábitats mediante sensores inteligentes; (b) detección de actividades ilegales

como la caza furtiva; (c) modelado predictivo para anticipar los efectos del cambio climático; (d) gestión eficiente de áreas protegidas; y (e) observación remota para evaluar la deforestación.

No obstante, estas soluciones requieren superar retos como la necesidad de datos masivos y la atención a dilemas éticos: privacidad, sesgos algorítmicos que acompañan su implementación. Así, la IA no es un fin en sí mismo, sino un componente dentro de un ecosistema mayor de políticas públicas y educación ambiental.

El segundo capítulo **Ciudades Inteligentes y Sostenibles: El Rol de la IA en la Planificación Urbana** de Karen Arias, analiza cómo la urbanización acelerada ha exacerbado los problemas ambientales, urgencia que obliga a repensar el modelo de desarrollo urbano. Con casi el 80 % de la población mundial viviendo en ciudades responsables del 75 % del consumo energético y del 70 % de las emisiones contaminantes, la

transformación hacia urbes inteligentes y sostenibles no es solo deseable, sino inevitable.

La autora distingue entre ciudades inteligentes, centradas en la eficiencia tecnológica y ciudades sostenibles, enfocadas en la equidad y el respeto al entorno. Integrar ambos enfoques es clave. En este contexto, la IA desempeña un rol crucial al permitir: (a) el análisis masivo de datos para optimizar la gestión urbana; (b) la simulación de escenarios para decisiones más informadas; y (c) la prevención de desastres a través de sistemas predictivos. El uso inteligente de esta tecnología puede guiar un desarrollo urbano equilibrado, eficiente y seguro, en armonía con los principios del desarrollo sostenible.

El tercer y último capítulo **Ética y Gobernanza de la IA en el Desarrollo Sostenible** escrito por Car-Emyr Suescum, subraya la importancia de establecer un marco ético sólido para orientar el uso de la IA. Si bien su potencial para avanzar en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es innegable, sin regulación clara podría amplificar

desigualdades, dañar el medio ambiente y socavar la confianza pública. Como alerta la UNESCO, la IA sin restricciones puede reproducir sesgos, exclusión y discriminación.

La propuesta se centra en cinco pilares éticos: justicia y equidad, transparencia, protección de datos, bienestar humano y eficiencia en el uso de recursos. Estos principios deben guiar toda iniciativa que busque aprovechar la IA para el bien común.

El libro invita a una reflexión sobre el papel del colectivo humano en esta nueva revolución tecnológica. A través de sus páginas, el lector descubrirá cómo la Inteligencia Artificial puede ser una aliada en la protección de la biodiversidad, la creación de ciudades más humanas y el impulso de un desarrollo sostenible, ético e inclusivo. Convoca no solo a la lectura, sino también a la acción y al diálogo transformador para imaginar, con responsabilidad e innovación, el mundo que se quiere construir.

I. INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Mayerling Carolina Castillo Núñez²

A nivel mundial uno de los desafíos más importantes que enfrentan la humanidad es lograr el manejo sustentable de la biodiversidad, entendida como la vasta variabilidad de vida en todos sus niveles. Sustenta la expresión del potencial productivo de un ecosistema, ante el cual se plantean la búsqueda de las estrategias posibles para su conservación, así como las formas de apropiación social, cultural y económica de sus recursos.

Sin embargo, las crecientes presiones antropogénicas, exacerbadas por modelos de desarrollo que históricamente han priorizado la explotación sobre la sustentabilidad (CEPAL, 2018;

²Doctora en Ambiente y Desarrollo. Docente de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora. nmayerlingc1@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-1249-0663>

Arias, 2016), amenazan esta riqueza natural. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) definida como la simulación de procesos de inteligencia humana por computadora, emerge como una herramienta poderosa y prometedora para fortalecer las estrategias de conservación, ofreciendo nuevas perspectivas para el monitoreo, la comprensión y la protección de la biodiversidad a nivel mundial.

Este capítulo explora el potencial de la IA en la conservación de la biodiversidad, analizando sus aplicaciones, desafíos y la necesidad de integrarla dentro de un marco de sustentabilidad y equidad social.

Principios fundamentales para la conservación de la biodiversidad bajo un enfoque sustentable

El Convenio sobre Diversidad Biológica (1992) define a la biodiversidad como la variabilidad entre organismos vivos de todo tipo u origen incluyendo, entre otros, ecosistemas terrestres, marinos y otros sistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los cuales forman parte. Esta

definición abarca la biodiversidad desde tres niveles jerárquicos principales, claramente relacionados: dentro de las especies (genética), entre las especies (específica) y de los ecosistemas (ecosistémica).

Así la biodiversidad, se considera como el número de especies y su frecuencia en un área determinada. Se estudia en distintos niveles: genes, especies, poblaciones, comunidades, ecosistemas o de biomas. No es sólo la multiplicidad de formas de vida; sino zonas de reservas de naturaleza, territorios y hábitat de esa diversidad biológica y cultural, que hoy están siendo valorizados por su riqueza genética, sus recursos ecoturísticos y su función como colectores de carbono (Left, 2005).

Tales definiciones permiten inferir que la biodiversidad se refiere a los organismos bióticos que ocupan un espacio determinado y sus relaciones, ahora vistas desde su multicomplejidad como recurso genético, económico, ecológico, cultural y social.

En el nuevo discurso sobre la biodiversidad se incorpora el concepto de lo sustentable, las definiciones de espacio, soberanía, sociedad y de cultura se han transformado en conceptos políticos que cuestionan los derechos del ser y las formas de explotación de los recursos ambientales.

La sustentabilidad en función del desarrollo (espacio-temporal) de un área determinada, que no solo depende de variables a nivel microeconómico sino de factores sociales y macroeconómicos. Entonces, el reto de esta es pensar en las particularidades locales y construir una racionalidad capaz de integrar sus diferencias, asumiendo su límite, su relatividad y su incertidumbre.

De allí pues, que lo sustentable conlleva a un proceso de cambio continuo y equitativo para lograr el máximo bienestar social, mediante el desarrollo integral, a partir de las medidas apropiadas para la conservación de los recursos ambientales y el equilibrio ecológico, satisfaciendo las necesidades

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

de las generaciones presentes sin comprometer las generaciones futuras.

Por ello se deben incorporar como principios fundamentales para la preservación de la vida, como se observa en la figura 1, en principio la biodiversidad, la sustentabilidad, la equidad social y el beneficio económico; los cuales tienen por objetivo mejorar la calidad de vida de las personas, haciendo uso adecuado de los recursos con miras a mantener y preservar el equilibrio ecológico.

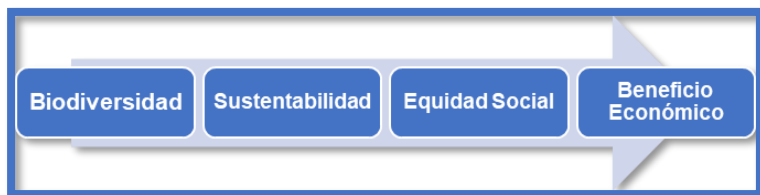


Figura 1. Principios fundamentales para la vida
Fuente: Castillo (2025)

Visto de esta forma, para alcanzar la complejidad del equilibrio surgen cuatro dimensiones fundamentales, partiendo desde la racionalidad de la economía, que tiene como objetivo asignar eficientemente los recursos; la humana; donde se pretende la satisfacción de las

necesidades básicas a partir del conocimiento y comprensión de las potencialidades y limitaciones del ambiente y los recursos ambientales de su región.

Quizás una de las de mayor connotación, es la biodiversidad, ya que en esta se centra la preocupación por el cuidado, preservación y mantenimiento de todos aquellos recursos ambientales.

Finalmente, la tecnológica y la incorporación de la IA, estrechamente relacionada con la dimensión económica ya que busca promover e implementar el uso de tecnologías limpias y eficientes. A continuación, se presenta la figura 2, la cual versa sobre las dimensiones fundamentales para el equilibrio.

Las dimensiones descritas solas no son efectivas, la esencia es la conservación del entorno y los recursos ambientales sin afectarlos, así como a las generaciones futuras y por supuesto buscando satisfacer las necesidades de la sociedad, a partir

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

del uso racional de los recursos con el propósito de evitar el derroche, así como la aparición de patrones de consumos no propios de la comunidad.



Figura 2. Dimensiones fundamentales del equilibrio
Fuente: Castillo (2025)

La sociedad reconoce con claridad el impacto que las actividades económicas tienen en la biósfera, así como la interrelación entre las dimensiones económicas, humana, biodiversidad y tecnológica y sus consecuencias para la sobrevivencia de la humanidad.

Asimismo, propone un camino hacia la construcción progresiva desde lo sustentable. Cabe mencionar, que aún persiste la intención en la sobreexplotación de los recursos ambientales más que en su uso duradero, por la premisa histórica de la abundancia de los recursos, especialmente de los no renovables.

Esta afirmación la refuerza lo expresado por la Comisión Económica para América Latina (CEPAL, 2018) quien señala que para alcanzar la sustentabilidad desde lo social se considera disminuir la pobreza y la desigualdad a partir de proteger, restablecer y promover el uso sustentable de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y los recursos hídricos y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.

Revertir el estado actual de amenaza de la biosfera y del hombre mismo, requiere una transformación urgente y profunda del modelo

energético mundial y de los patrones voraces de consumo de recursos y servicios ambientales. Esto se origina por el desconocimiento de la sociedad, para revertir esta situación.

La educación es la premisa fundamental, pues es una tarea permanente, donde el individuo y la comunidad deben conocer y comprender las potencialidades y limitaciones del ambiente y los recursos naturales de su región. A través de la educación ambiental es que se podrá lograr un cambio en la sociedad y en las políticas públicas, las cuales no deben partir solo del discurso de las reivindicaciones sociales, sino acompañados de las variables fundamentales biodiversidad y sustentabilidad.

Gómez et al (2024) señala que entre las principales estrategias de conservación de la biodiversidad están las áreas protegidas como parques nacionales, reservas naturales y otras áreas protegidas, que son refugio a especies amenazadas y permiten la preservación de hábitats críticos; los

planes de recuperación, que se enfocan en la restauración de las poblaciones de especies en peligro.

Pueden incluir medidas como la protección y restauración de hábitats, programas de cría en cautividad y reintroducción, y la reducción de amenazas como la caza furtiva y la contaminación.

IA para la conservación de la biodiversidad

En este escenario, la IA ofrece herramientas innovadoras para abordar los desafíos de la conservación de la biodiversidad. Sus capacidades en el análisis de grandes volúmenes de datos (Big Data), el aprendizaje automático (Machine Learning) y la visión por computadora permiten:

-Monitoreo de especies y hábitats. La IA puede analizar imágenes satelitales, datos de sensores remotos y grabaciones de audio y video para rastrear poblaciones de especies específicas e invasoras, densidad poblacional, tasa de natalidad y mortalidad, patrones de migración, detectar cambios en la cobertura vegetal, calidad del suelo y el agua,

y monitorear la deforestación o la degradación ambiental con eficiencia y escala sin precedentes, como eBird, Wildlife Insights y Global Fishing Watch (Vitola et al y Gómez et al, 2024).

-Detección y prevención de la caza furtiva y el tráfico de vida silvestre. Mediante el análisis de patrones de datos, la IA puede ayudar a predecir y prevenir actividades ilegales como la caza furtiva. El uso de drones equipados con cámaras y sistemas de reconocimiento de imágenes, combinados con análisis predictivos, puede mejorar la vigilancia en áreas protegidas y alertar a las autoridades sobre posibles amenazas (Gómez, 2024).

-Modelado de ecosistemas y predicción de impactos. La IA puede procesar complejas variables ambientales para modelar el funcionamiento de los ecosistemas y predecir los impactos del cambio climático, la contaminación o la introducción de especies invasoras.

Estos modelos son cruciales para la toma de decisiones informadas en la gestión de recursos

naturales y la planificación de estrategias de adaptación. La IA juega un papel importante que trasciende en el marco ambiental para mitigar los impactos ambientales, como el proyecto Google AI for Social Good (Vitola et al y Gómez et al, 2024).

-Optimización de la gestión de áreas protegidas. La IA puede analizar datos sobre la biodiversidad, el uso del suelo y las actividades humanas para optimizar la gestión de áreas protegidas, identificar corredores ecológicos y mejorar la eficacia de las estrategias de conservación.

-Involucramiento ciudadano y educación ambiental. Las aplicaciones de IA pueden facilitar la participación ciudadana en la ciencia de la conservación, permitiendo a las personas contribuir con datos a través de plataformas de identificación de especies basadas en imágenes o sonidos, en línea y aplicaciones móviles.

Además, la IA puede personalizar la educación ambiental, adaptando los mensajes a diferentes audiencias y promoviendo una mayor conciencia

sobre la importancia de la biodiversidad. Además, fomentando colaboraciones y alianzas globales equitativas.

-Optimización del aprovechamiento sustentable de la biodiversidad. El objetivo es desarrollar una metodología base empleando aproximaciones, para hacer eficiente la ruta de selección de especies nativas con potencial en bioeconomía, considerando que la integración de herramientas computacionales y datos biológicos puede mejorar la recopilación de información.

Además, habilita la identificación de compuestos bioactivos valiosos con aplicación en diversos sectores, para posteriormente ser validados en procesos de bioprospección tradicional (Cañas et al, 2025).

-Sensores remotos y la IA como herramientas clave para el monitoreo de bosques y la comprensión del cambio climático. Estos sensores proporcionan información detallada sobre la estructura y estado de los bosques, incluyendo la detección de

deforestación, enfermedades y plagas, clasificación del suelo, la detección de cambios y el pronóstico de los efectos del cambio climático, así como la estimación del carbono almacenado.

También han sido útiles para la conservación de la biodiversidad, identificando áreas de alta diversidad, monitoreando ecosistemas y apoyando la planificación de estrategias de conservación. Las tecnologías avanzadas como drones, avionetas, imágenes satelitales y Lindar han mostrado su eficacia en la monitorización ambiental (Ruiz, et al., 2024).

-Agricultura sustentable con sistemas de riego inteligentes utilizan datos meteorológicos y de suelo en tiempo real para ajustar la cantidad de agua suministrada a los cultivos.

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, optimizar el uso de fertilizantes y

pesticidas, reduciendo así el impacto ambiental (Gómez et al, 2024).

A pesar de su potencial, la implementación de la IA en la conservación de la biodiversidad no está exenta de desafíos. Estos incluyen la necesidad de grandes conjuntos de datos etiquetados y de alta calidad, la disponibilidad de infraestructura tecnológica y la capacitación de personal especializado. Además, es fundamental abordar las consideraciones éticas relacionadas con el uso de la IA, como la privacidad de los datos y el potencial sesgo algorítmico.

Es crucial destacar que la IA no es una solución aislada, sino una herramienta que debe integrarse en un marco más amplio de políticas y acciones que promuevan la sustentabilidad y la equidad social (Castillo et al, 2018).

La educación ambiental juega un papel fundamental en este proceso, fomentando la comprensión de las interrelaciones entre la sociedad y la biodiversidad y promoviendo cambios en los

patrones de consumo y producción (Arias, 2016; Castillo et al, 2018).

La inteligencia artificial representa una oportunidad significativa para fortalecer los esfuerzos de conservación de la biodiversidad a nivel mundial. Sus capacidades para analizar grandes datos, automatizar tareas de monitoreo y modelar escenarios complejos ofrecen nuevas herramientas para comprender, proteger y gestionar la riqueza natural del planeta.

Sin embargo, para que la IA sea efectiva, su implementación debe ir de la mano con un enfoque holístico que considere las dimensiones económicas, sociales, culturales y éticas de la conservación.

La inversión en infraestructura, la formación de capacidades y la promoción de la educación ambiental son elementos esenciales para aprovechar al máximo el potencial de la IA en la construcción de un futuro más sustentable y en la

garantía de la supervivencia de la humanidad en este planeta.

La integración de la IA en las estrategias de conservación, fundamentada en los principios de biodiversidad, sustentabilidad, equidad social y beneficio económico, se erige como un camino prometedor hacia la protección del invaluable patrimonio natural para las generaciones presentes y futuras.

Por último, la educación para el manejo de la biodiversidad desde la sustentabilidad se establece como una herramienta transformadora de la sociedad, para lograr un cambio en la orientación ideológica y política pues hace capaces a los individuos de mejorar la calidad de vida de las personas.

Todo esto a partir del desarrollo de soluciones innovadores a los problemas, sustentada en los valores, la concienciación, la responsabilidad social y generacional, sobre todo, para garantizar la supervivencia de la humanidad en este planeta.

II. CIUDADES INTELIGENTES Y SOSTENIBLES, EL ROL DE LA IA EN LA PLANIFICACION URBANA

Karen Virginia Arias de Ramírez³

Han sido varios los encuentros que por décadas han invitado a la reflexión sobre los problemas acarreados por la concentración urbana y sus consecuencias no tan acertadas en temas ambientales, comenzando por el informe Brundtland (1987) donde se mencionó por primera vez el término: Desarrollo Sostenible.

Así mismo la conferencia mundial sobre medio ambiente y desarrollo llevada a cabo en 1992, seguido de la convención de las naciones unidas sobre el cambio climático en el año 1997, donde se acordó que se debería estabilizar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), para luego dar paso en el año 2000, a un movimiento

³ Doctora en . Docente Universidad Nacional Experimental del Táchira
karias@unet.edu.ve, <https://orcid.org/0009-0004-0242-0401>

que promueva procesos de transformación para la protección y resguardo ambiental, así como conciencia ciudadana con la declaración internacional de la Carta de la Tierra.

Considerando que cada día crecen más las zonas urbanas y que en la actualidad cerca del 80% a nivel mundial vive en zonas urbanas, donde se consume cerca de 75% de la energía global primaria, representando el 70% de la emisión de gases de efecto invernadero y la población urbana mundial se duplicará para el 2050, según informe de la conferencia de las Naciones Unidas sobre la vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible llevado a cabo en Quito en el año 2016.

Estos datos representan importantes retos, considerando las ciudades como verdaderos ejemplos de un sistema complejo con interacción y conexiones entre los diferentes actores y el medio ambiente.

De ahí, la necesidad y urgencia de generar estrategias de planificación y adecuación del entorno

en favor de la inclusión y participación urbana con beneficios. tanto para el medio ambiente, la economía como la sociedad en general las ciudades inteligentes y sostenibles son posibles bajo el actual soporte y apoyo de las TIC.

Aspectos que definen a las ciudades inteligentes

El uso de tecnología avanzada y de datos para optimizar el buen funcionamiento de la ciudad tiene como premisa ser eficiente en servicios urbanos tales como transporte, comunicación, energía y seguridad. El uso de herramientas como la Big data, sensores, inteligencia artificial, Enterprise Resource Planning (ERP-system), el internet de las cosas (IOT), móviles inteligentes son fundamentales como herramientas de apoyo.

Según Enerlis y Young (2012) en el libro Blanco Smart City las ciudades son referentes de la evolución de la sociedad, a esto se añade el crecimiento exponencial de la población. La ONU señala que para el 2050 el 70% de la población mundial estará concentrada en las ciudades, de

manera que con estas afirmaciones motiva a pensar que estos espacios sean agradables, estén acordes a las necesidades sociales, tecnológicas y ambientales.

Lo antes expuesto requiere de acciones que conlleven al logro de espacios redituables y sostenibles, con la participación de distintos actores que ayuden al logro de ciudades inteligentes para el disfrute de todos.

Los autores citados refieren que las principales ciudades del mundo luchan por ser espacios más tecnológicos, verdes y transitables y su filosofía de reside en que mediante una adecuada planificación, convertir las ciudades en espacios sostenibles, innovadores y eficientes en los que el ciudadano sea el eje del cambio y principal beneficiado del nuevo paradigma urbano.

Se tienen claros ejemplos de los esfuerzos de actores políticos, gobernantes para impulsar y lograr las anheladas ciudades inteligentes, casos como la ciudad de Madrid, donde el papel de la

administración pública es fundamental en el desarrollo y fomento de una cultura de innovación.

También son ejemplos los propósitos planteados para los residentes de la ciudad de México, según lo refiere el consejo nacional de población (CONAPO, 2015), desde el cual se planteó la planeación demográfica del país, con miras hacia 2030, permitiendo a los gobernantes locales planificar sus estrategias en materia de desarrollo económico y social.

Con estas premisas se pueden englobar una serie de aspectos que se acerquen a lo que podría entenderse como lo que define a una ciudad inteligente, entre los que se tiene: confluencia y adecuado uso de las tecnologías vanguardistas que permitan acceder a datos inmediatos, a través de monitoreos, sensores, almacenamiento de datos apoyados en los IOT, la Big data, entre otras, herramientas tecnológicas y poder brindar seguridad y proteger al ciudadano.

Otros aspectos como la gestión de recursos y energía; así como ciudades más armoniosas donde la planificación de rutas de acceso, tránsito vehicular, ciclo vías y paso peatonal inteligente, diseñado para personas con alguna discapacidad particular, que les permita su fácil, libre y seguro tránsito.

Por otro lado, acciones orientadas a un plan de manejo y recolección de residuos urbano y periurbano, para ser más eficientes su manejo, recolección y disposición final.

De manera que según lo referido en el libro Blanco de smart city, esta debe gozar de una gestión eficiente en todas las áreas de la ciudad, que se podrían englobar en urbanismo, infraestructura, transporte, servicios, educación, sanidad, seguridad, energía, entre otras.

¿Es importante destacar que no se puede tener una visión aislada o sola de los aspectos que involucra una ciudad sostenible y que además son complementarias, ambas están estrechamente relacionadas, van de mano, porque de qué manera

podríamos tener una ciudad inteligente y no sostenible o viceversa?

En una ciudad inteligente, entre otras cosas, se privilegian a los ciudadanos a través de la inversión pública para dotarlos de servicios de calidad, soportado por una infraestructura potenciada por la innovación tecnológica y el internet como ejes para lograr el desarrollo y la calidad de vida de sus habitantes.

Tal es el caso del internet de las cosas (IOT) por sus siglas en inglés: Internet of things, el cual permite que cualquier dispositivo pueda conectarse a la red para enviar información a un sistema central, con redes de fibra óptica, redes inalámbricas, que permite la transmisión de datos enviados por estos dispositivos y tomar decisiones acertadas y planificar las acciones para tener resultados positivos en mejora económica y social (Mallart, 2016).

Se destaca el internet como eje de una ciudad inteligente, ya que mediante dispositivos ubicados y conectados en diferentes sitios permite administrar y

analizar datos en tiempo real (Rose, 2015). Lo que conlleva a la optimización de recursos, servicios públicos y procesos, promoviendo transparencia y pluralidad, que se traduce en bienestar social.

Así mismo, el proyecto digital Identity toma y registra datos de un individuo, lo cual es de utilidad para acceder a distintos servicios en línea a través de dispositivos inteligentes (GSMA Intelligence, 2018).

México destaca, entre otros países, como España debido al salto que han dado en algunas de sus ciudades hacia ciudades inteligentes, tal es el caso puntual en España de la ciudad de Madrid, así mismo México con la ciudad de Tequila y Jalisco las cuales dieron inicio a este paso alrededor del 2014 y se proyecta culminen esta etapa de avance hacia el 2040, también se perfilan en este avance tecnológico.

Ciudades como Guadalajara, Jalisco, así como la ciudad de Puebla, la cual busca orientar su desarrollo en lo tecnológico mediante la innovación

y poder alcanzar el desarrollo económico (Forbes, 2018).

Es importante destacar que para el año 2021 el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) resaltó que ciudades mexicanas como Jalisco, Guadalajara, Querétaro, Puebla y Tequila, perfilaban como ciudades inteligentes, debido a sus proyectos integrales y el uso de nuevas tecnologías (Palma, 2021).

Se puede resumir que para una ciudad inteligente se deben considerar aspectos como la optimización en la asignación de recursos, elevado grado de satisfacción de los habitantes, mayor integración lo cual genera más información, transparente para la administración pública, permite mayor participación de la sociedad civil en la administración. En la figura 1 se observa como se enmarca lo que proyecta una ciudad inteligente.

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL



Figura 3. Elementos de una ciudad inteligente
Fuente: Elaboración propia (2025)

La figura 3, evidencia que es importante considerar los elementos que reflejan tal como lo expresan diferentes expertos, las ciudades inteligentes se conforman por distintos elementos que la definen, siempre que no se pase por alto que el eje conductor y promotor es el hombre, entre otras cosas para ofrecer bienestar y seguridad a los mismos.

Aspectos que definen las ciudades sostenibles

Es fundamental en una ciudad sostenible la preservación del ambiente, que permita garantizar equidad, desarrollo social y económico. Son

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

espacios adecuados donde la acción ciudadana impacta en lo mínimo, con elementos clave como la inclusión ciudadana participativa, la adecuada gestión de los residuos, la promoción de espacios abiertos, para ciclovías y adecuación de áreas para minusválidos.

Una ciudad sostenible es vista como un espacio de convivencia, donde se debe cuidar y proteger el ambiente, la justicia social y buscar el desarrollo económico inclusivo. Se observa en la figura 4, los aspectos que reflejan y denotan una ciudad sostenible.



Figura 4. Componentes de las ciudades sostenibles
Fuente: Elaboración propia.

En este contexto, son múltiples y complejas las relaciones entre los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y la producción animal, en relación con la crisis climática. Además, entre los impactos sociales se identifica la movilidad humana forzada y el riesgo de hambrunas e insuficiencia alimentaria (Guerrero et al,202).

Esta realidad se puede observar en otras referencias, como es la migración de jóvenes desde áreas rurales hacia las ciudades, lo que en muchos casos conlleva a que no dé tiempo de una planificación urbana acorde a las necesidades ciudadanas desde el punto de vista sostenible.

En entrevista personal con el arquitecto Doctor L. Villanueva (comunicación personal 23 de abril 2025), decano de investigación y docente en la Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET) señala que las ciudades en su crecimiento han sufrido muchas transformaciones, y que cada una tiene su naturalidad y particularidad desde el

punto de vista de elementos estéticos, formales, compositivos del paisaje.

Así mismo los elementos psicológicos y el sociológico que tiene que ver con las interacciones, las relaciones, las dinámicas sociales y el eje topológico que tiene que ver con los elementos físicos y ambientales, todo ello le da una particularidad.

En este orden de ideas, toda esta evolución ha dado pie para muchas transformaciones, vertientes, cambios y en Sur América ha generado que se haya deshumanizado las ciudades, dando prioridad a elemento físicos de conectividad, de rentabilidad, perdiendo su esencia. Cabe destacar que se debe considerar, más que ciudades meramente inteligentes, más humanas, resilientes, sociales y creativas, para posteriormente poder llamarlas ciudades verdaderamente inteligentes.

Abordando lo que pretenden ser ciudades sostenibles, como un concepto global, pensando en el ahora, el uso eficiente de los recursos, de la

energía, englobando los conceptos de economía naranja, economía sostenible, la construcción de ciudades bioclimáticamente inteligentes, donde los recursos tecnológicos estén al servicio de los ciudadanos.

Se deben considerar espacios más amigables, aprovechando estos elementos naturales, la iluminación, la ventilación, los espacios de recreación y circulación vehicular, peatonal, de discapacitados en un entorno donde las áreas verdes, parques sean para el disfrute y además donde se conserve la biodiversidad.

En este contexto, la gestión de riesgos en la planificación territorial es fundamental para lograr ciudades sostenibles, lo cual protege a la población y los recursos naturales, promueve el desarrollo resiliente y una economía sostenible. Con la realidad de cada territorio y la participación ciudadana se pueden establecer estrategias particulares de gestión acorde a cada ciudad y condición (Moreira, et al, 2025).

En un estudio sobre gestión del riesgo y adaptación en Manizales, Colombia, se plantea una estrategia de desarrollo para lograr que una ciudad en transición sea resiliente, sostenible y competitiva. Sin embargo, la gestión del riesgo es la gran ausente en la planificación del desarrollo urbano de muchos países (Cardona, 2025).

No obstante, la ciudad de Manizales se ha posicionado como un referente en el tema de resiliencia urbana, al haber logrado el desarrollo de un proceso de prevención, adecuación y adaptación a lo largo de muchas décadas, en el cual la academia ha jugado un papel fundamental y protagonista en la gestión del conocimiento.

Se ha demostrado, que la gestión del riesgo es posible si se logra la convergencia entre el trabajo técnico y científico, con el apoyo político-administrativo junto con el consentimiento de la comunidad. El crecimiento acelerado de la población, seguirá de manera exponencial para el

2030 al 2050 convirtiendo a muchas ciudades en grandes urbes.

Son muchos los elementos que abarcan las ciudades inteligentes y sostenibles. La construcción de cualquier ciudad involucra intervenciones masivas considerables del sitio natural, sin aparentes medidas que minimicen el riesgo. El crecimiento de las ciudades como modelo de desarrollo del conocimiento, donde se privilegia la inversión pública, los servicios de calidad soportados por herramientas que provee la innovación tecnológica (Alcalá et al, 2024).

La exposición de los suelos para la construcción ocasiona la erosión, incrementa las cargas de sedimentos que bloquean los drenajes, colmatan o rellenan el cauce de los ríos y aumentan las inundaciones, teniendo estas consideraciones se podría minimizar los riesgos, se podría pensar en ciudades sostenibles, donde exista equidad en lo económico, social y ambiental.

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En relación con ciudades inteligentes y ciudades sostenibles, aunque son complementarias no se definen como lo mismo. Mientras que una ciudad inteligente puede funcionar como un instrumento para alcanzar la sostenibilidad, una ciudad sostenible engloba una gama más extensa de factores y objetivos.

Pueden establecerse las siguientes comparaciones una ciudad inteligente se centra en utilizar la tecnología y los datos para mejorar la eficiencia de los servicios urbanos, la calidad de vida de los ciudadanos y la sostenibilidad. La tecnología es la herramienta clave para optimizar la gestión de la ciudad (Alviarez,2025).

Una ciudad sostenible persigue fundamentalmente la minimización de su huella ecológica, el fomento de la justicia social y la garantía de una economía resiliente a largo plazo. Su enfoque se centra en el bienestar tanto de la generación actual como de las venideras, operando dentro de los límites ecológicos del planeta.

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Una ciudad puede ser inteligente sin ser necesariamente sostenible si la tecnología se utiliza únicamente para la eficiencia sin considerar el impacto ambiental o la equidad social. Sin embargo, la tendencia actual es integrar ambos conceptos, buscando que las ciudades inteligentes utilicen la tecnología como un medio para lograr la sostenibilidad y convertirse en ciudades inteligentes y sostenibles.

Se muestra en la tabla 1 una comparación entre ciudades inteligentes y sostenibles, lo que las caracteriza y en donde se evidencia que propende a sumar hacia el bienestar de los ciudadanos.

Tabla 1
Ciudades Inteligentes Vs Ciudades Sostenibles

Características	Ciudad Inteligentes	Ciudad Sostenible
Enfoque principal	Eficiencia y calidad de vida vía tecnologías y datos	Minimización del impacto ecológico y la promoción del bienestar social y económico
Herramienta clave	Tecnología (IoT, IA, Big Data)	Políticas ecológicas, de equidad social, planificación a largo plazo

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Objetivos típicos	Mejorar tráfico, consumo energético, servicios y seguridad	Reducir emisiones, promover energías renovables, gestionar residuos, proteger recursos naturales inclusión social
Beneficios	Mayor eficiencia y comodidad	Medio ambiente saludable seguridad social

Fuente: Elaboración propia

Rol de la IA en la planificación urbana

Es importante considerar a las ciudades como entornos vivos, dinámicos y resilientes. Se podría decir que son el nicho donde se asienta la población y que, debido a las oportunidades laborales, de desarrollo tecnológico, entre otras, su creciente dinamismo exige que reúnan condiciones especiales y particulares para el bienestar de toda la comunidad

Por tanto y según refiere la arquitecto A, Alvarez (comunicación personal 28 de abril 2025), la planificación urbana, ha sido tradicionalmente una disciplina compleja, multidisciplinaria que involucra

análisis exhaustivos, proyecciones a largo plazo y la coordinación de diversos actores.

Actualmente gracias a la inteligencia artificial, como una herramienta clave para la planificación y el desarrollo de ciudades más inteligentes, sostenibles y en consecuencia para una mejor calidad de vida, se analizan grandes volúmenes de datos con una velocidad y precisión inalcanzables para los métodos tradicionales.

Aspectos e indicadores como datos de tráfico, información demográfica, patrones de consumo energético, redes sociales y hasta imágenes satelitales son procesados por algoritmos inteligentes para identificar tendencias, patrones ocultos y correlaciones significativas. Además de la optimización de procesos existentes o tradicionales.

La IA abre la puerta a nuevas formas de diseño urbano. En la figura 3 se resaltan algunos aspectos señalados en relación con el rol fundamental que desempeña la IA en la planificación urbana, sin dejar de lado la parte humana, siendo conscientes y

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

sensibles a estos cambios de paradigma para adaptarse de la mejor manera a estos nuevos escenarios.

Por consiguiente, con la IA se pueden hacer simulaciones de escenarios de desarrollo urbano y permitir a los planificadores visualizar los resultados de posibles decisiones en el proceso de planificación, así mismo tomar decisiones en la corrección y prevención contra desastres.

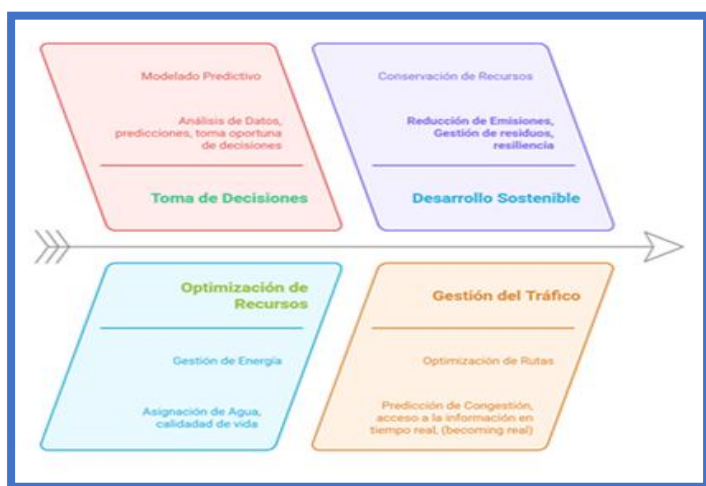


Figura 5. Escenarios del rol de la IA en el desarrollo urbano
Fuente: Elaboración propia

De este modo, la IA permite a los planificadores urbanos comprender mejor la dinámica de la ciudad, anticipar problemas y tomar decisiones más acertadas, siempre y cuando se utilice de manera efectiva y ética con la finalidad de moldear el futuro de las ciudades hacia entornos de mayor calidad para sus habitantes.

Según estudios realizados en Colombia, en la ciudad de Cúcuta, el impacto de la IA en la toma de decisiones en la planificación urbana se traduce en la posibilidad de anticipar y prevenir problemas potenciales, así como en la optimización de recursos y la generación de soluciones innovadoras. Estos aspectos son fundamentales para garantizar un crecimiento urbano sostenible, que tome en consideración no solo aspectos económicos, sino también sociales y ambientales (Botello et al, 2023).

El papel de la I.A viene a generar un cambio de paradigma en la utilización de datos, que sirven de apoyo para una mejor planificación urbana, comprender mejor los patrones de movilidad y

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

comportamiento de los ciudadanos, mejorando la eficiencia y seguridad (Anapolsky, 2023).

III. LA ÉTICA Y GOBERNANZA DE LA IA EN EL CONTEXTO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

Car-Emyr Suescum Coelho⁴

En contexto del desarrollo sostenible, la gobernanza de la Inteligencia Artificial (IA) viene a ser un mecanismo que norma los alcances, así como los límites de estas tecnologías emergentes, ya que su propósito es orientar su distribución, a los fines de ser usado de forma equitativa (Organización de las Naciones Unidas, 2024).

La implementación de la inteligencia artificial ha traído beneficios en áreas específicas como la salud pública, la educación, la agricultura y el diseño de ciudades inteligentes, todo ello bajo el amparo de la protección y mejoramiento de los derechos humanos (Farfán et al, 2024).

La inteligencia artificial indudablemente es un recurso que puede coadyuvar a la consecución de

⁴ Doctor en Gerencia. Profesor Titular – Universidad Metropolitana, Venezuela.
csuescum@unimet.edu.ve. <https://orcid.org/0000-0003-1104-7800>

las metas del desarrollo sostenible, no obstante, debe ser regulada a fin de que pueda ser utilizada con transparencia, preservando los principios éticos.

Éticas de la IA para el desarrollo sostenible

Cuando se piensa en IA para el desarrollo sostenible se evoca la idea de que esta indefectiblemente se cimenta en principios éticos sólidos, pues, de pasar por alto los mismos, se incrementarían casi de manera exponencial las desigualdades existentes, creando impactos ambientales negativos y exacerbando la desconfianza pública en esta tecnología.

Estas novedosas herramientas están transformando la manera de trabajar, aprender, comunicar y vivir. El mundo está experimentando un constante y acelerado cambio que no se había visto desde la llegada de la imprenta hace más de seiscientos años.

La inteligencia artificial ofrece importantes ventajas en multiplicidad de sectores, pero podría verse afectada por la poca o nula existencia de

límites éticos que desencadenan sesgos, exclusión, discriminación e intensificación de esas divisiones y brechas que ponen en peligro la protección y salvaguarda de esos derechos humanos y libertades más fundamentales (UNESCO,2023).

En este sentido, si bien es cierto que, estas tecnologías facilitan la automatización y acelera actividades que pueden resultar tediosas o demandar mucho tiempo a las personas, es crucial que esté basada principios éticos y morales, para así mitigar, reducir y prevenir resultados adversos.

Cuando se conceptualiza la justicia es necesario evocar la equidad al reconocer los obstáculos y barreras que se tienen respecto a recursos, oportunidades y necesidades, para alcanzar ciertos objetivos.

La equidad de datos implica considerar asuntos de poder, sesgo y discriminación en la recolección, análisis y su interpretación, procurando que se haga de una forma inclusiva y equitativa, sobre todo, ante

aquellos interesados que tradicionalmente han sido marginados o excluidos.

La inteligencia artificial puede ampliar o estrechar las desigualdades existentes en la misma proporción en que se amplían o reducen los sesgos, pues la presencia de estos, más allá de ser infaliblemente contraproducentes, terminan distorsionando o desviando los resultados esperados en pro del desarrollo sostenible, afianzando esos patrones discriminatorios que se pretenden erradicar.

Existen opiniones encontradas con respecto al uso de la inteligencia artificial en el desarrollo sostenible, sin embargo, aún es muy pronto para sacar conclusiones. Inclusión implica un efectivo acceso igualitario a las tecnologías de Inteligencia Artificial, así como a los beneficios que esta genera.

No es solo la oportunidad de acceso a las soluciones que brinda, sino también a que sean accesibles, manejables y pertinentes con respecto a

las necesidades presentes en las comunidades excluidas.

La complejidad de los algoritmos de inteligencia artificial ha crecido vertiginosamente, sobre todo los basados en aprendizaje profundo, esbozan desafíos significativos en términos de transparencia y explicabilidad (Cotino & Castellanos (2024).

Ambos principios son fundamentales porque cuando no existe transparencia no se puede distinguir el bien o el daño que produce la inteligencia artificial. Sin esta no se puede hablar de autonomía, porque no sabríamos como actuaría la en el lugar de las partes interesadas, lo que indefectiblemente iría en detrimento de la justicia, responsabilidad y ética que deben privar en su uso.

La confianza debe consolidarse y ello parte de la identificación de esos errores y sesgos, para así garantizar la transparencia de los algoritmos. La opacidad de los mismos puede socavar los principios democráticos, las libertades tanto individuales como colectivas, complicando la supervisión y evaluación

del impacto real de la inteligencia artificial en el desarrollo sostenible.

En virtud de ello, resulta forzoso implementar y desarrollar técnicas de inteligencia artificial que permitan a las personas comprender el razonamiento detrás de las decisiones tomadas por esta para facilitar la auditoría de estos sistemas, contribuyendo a una gobernanza más eficaz que minimice las externalidades negativas.

Al contrario de los insumos o materias primas tradicionales, la IA se alimenta de grandes cantidades de datos, muchos de los cuales son personales, privados, íntimos y sensibles. En el contexto del desarrollo sostenible, la recopilación, análisis y procesamiento de datos puede ser fundamental para monitorear el medio ambiente, optimizar el uso de recursos, desarrollar servicios públicos más eficientes o mejorar la salud pública.

Sin embargo, esto debe hacerse respetando rigurosamente la privacidad y la protección de los datos. La protección de datos no solo se trata de

mantener la triada de la seguridad informática (confidencialidad, integridad y disponibilidad), sino también de garantizar que las herramientas de IA se utilicen de manera ética y conforme a las normativas actuales.

Es decir, que se resguarden no sólo por seguridad informática o por requerimiento técnico, sino que se ajuste el marco jurídico nacional e internacional respecto a la protección, tratamiento y circulación de datos.

La implementación de la inteligencia artificial tiene profundas implicaciones para el bienestar humano y la autonomía. La Declaración Europea sobre los Derechos y Principios Digitales para la Década Digital, establece que la inteligencia artificial debe ser un instrumento al servicio de las personas y su fin último debe ser aumentar el bienestar humano (Parlamento Europeo, 2023). Por ello, deben sentarse las bases para su uso de manera consciente, respetando los más altos estándares de bienestar y calidad humana.

La inteligencia artificial permite a las organizaciones anticipar posibles impactos ambientales mediante el análisis predictivo. Los algoritmos avanzados pueden evaluar datos históricos y patrones, identificando áreas de riesgo y proponiendo medidas preventivas para anticipar desastres naturales o deforestación (Miranda et al,2024).

La combinación de la inteligencia artificial y la economía circular acrecienta el camino rumbo a un sistema regenerativo, preparado a las sociedades para lo que viene, pues sus principios parten de la eliminación de los desperdicios, reutilización de productos y materiales, y regeneración de los sistemas naturales (MacArthur Foundation,2019).

Es decir, la inteligencia artificial puede facilitar la implementación de modelos económicos circulares, que minimizan los residuos a través del análisis de ciclos de vida y la optimización de la cadena de suministro, permitiendo así el uso regenerativo.

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En la figura 1 se presenta un resumen en el que se destacan las palabras y aspectos clave de cada una de las cinco dimensiones éticas recomendadas.



Figura 6. Dimensiones Éticas de la IA para el Desarrollo Sostenible

Fuente: Elaboración propia (2025)

Gobernanza de la IA para el desarrollo sostenible

La Organización de Naciones Unidas ha destacado que el imperativo de la gobernanza global es irrefutable por cuanto la misma se hace necesaria

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

para garantizar que la inteligencia artificial se desarrolle e implemente de manera ética y en apoyo del desarrollo sostenible, precisando para ello de un marco de gobernanza robusto y adaptable (ONU,2024).

La Organización de Naciones Unidas presentó un informe en el que señaló que en la medida en que se fueron desarrollando los sistemas de IA, se contaba con un número reducido o casi nulo de normas que permitieran ayudar a navegar o medir los impactos de cruzar esta nueva frontera digital.

En este sentido, resulta esencial establecer los límites y las responsabilidades a través de marcos legales y regulatorios respecto al diseño, la implementación y el uso de la inteligencia artificial, instituyendo consecuencias en caso de que los sistemas de inteligencia artificial causen algún daño o perjuicio.

Además de sentar bases para desarrollar un marco de protección de los derechos humanos en la era de la inteligencia artificial; ameritando la

regulación de ciertas aplicaciones específicas que pudieran representar eventuales riesgos.

El primer estándar para la gestión de sistemas de inteligencia artificial de alcance internacional es la ISO 42001. Esta herramienta gestiona los riesgos asociados al uso de la inteligencia artificial que causan temor en las personas, así como los Estados y organismos internacionales (ISO,2023).

La implementación de este estándar demuestra que es posible hacer un uso responsable, transparente, ético y legal de la nueva tecnología, fomentando la inclusión e impidiendo el quebrantamiento de los derechos de otros.

La existencia de instituciones y mecanismos de supervisión independientes que cuenten con la capacidad técnica necesaria es indispensable para garantizar el cumplimiento de las regulaciones y los principios éticos, buscando no solo la implementación y acatamiento de los marcos legales y regulatorios con eficacia, sino también investigando posibles violaciones éticas o

regulatorias e imponiendo eventuales sanciones cuando fuere necesario.

La gobernanza efectiva de la inteligencia artificial para el desarrollo sostenible requiere la colaboración y la participación de un sinnúmero de actores, incluidos los Estados, personas jurídicas, la academia, personas naturales y organismos internacionales multilaterales.

En torno a ello, la Organización de las Naciones Unidas señala que estas iniciativas ayudan a desarrollar prácticas sostenibles por cuanto toman en consideración problemas de índole económico, ambientales y sociales, y a su vez acrecientan la resiliencia (ONU,2024).

Es necesario comprender las diferentes perspectivas, identificar los desafíos y construir consensos sobre las mejores prácticas y políticas, para ello, deben afianzarse en el diálogo, la comunicación, las consultas activas y la participación de las comunidades.

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La alfabetización de la inteligencia artificial y su concientización a cerca de sus implicaciones éticas y sociales son básicas para empoderar a los ciudadanos y atizar un debate informado sobre su gobernanza.

Usar de manera ética la inteligencia artificial encierra la comprensión de las implicaciones sociales de ésta y el beneficio del uso justo de los datos, implicando, además, oportunidades de educación, capacitación y formación de una manera accesible, justa y diversa (Word Economic Forum,2023).

En virtud de ello, se hace necesario incluir el uso ético de la inteligencia artificial en todos los niveles educativos, además de, promover campañas de sensibilización pública que apoyen el desarrollo de investigaciones interdisciplinarias sobre los impactos de la inteligencia artificial en el desarrollo sostenible.

La realidad es que mientras más informada éste la ciudadanía, mejor será su preparación y

disposición para participar en la formulación de políticas públicas, exigiendo la rendición de cuentas a las corporaciones, a los desarrolladores e implementadores de la inteligencia artificial.

Dada la naturaleza global de los desafíos del desarrollo sostenible y el carácter transfronterizo de la tecnología de IA, la cooperación internacional es esencial. La visión inclusiva y global de la gobernanza de la inteligencia artificial afronta desafíos, que pueden ser fácilmente sorteados con la estabilidad, colaboración internacional y el desarrollo ecuánime.

Esto parte del intercambio de mejores prácticas, de la armonización de estándares y regulaciones, del manejo de la investigación y de la propuesta conjunta de soluciones de IA para los desafíos globales, pues de esta manera, no solo las potencias tecnológicas globales, sino también los países en desarrollo podrán aprovechar los beneficios de la IA de manera ética y sostenible.

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

En la figura 7 se presenta un resumen en el que se destacan las palabras y aspectos clave de cada una de las cinco dimensiones de gobernanza recomendadas.

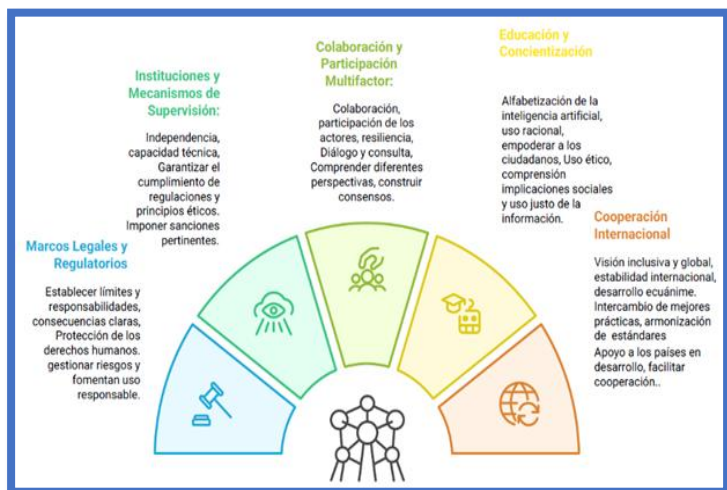


Figura 7. Gobernanza de la IA para el Desarrollo Sostenible
Fuente: Elaboración propia (2025).

Estrategias para la Inteligencia Artificial Sostenible

La traducción de los principios éticos y los marcos de gobernanza en acciones concretas requiere la implementación de estrategias a diferentes niveles.

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Las organizaciones que desarrollan e implementan IA tienen la responsabilidad de integrar consideraciones éticas y de sostenibilidad en todas las etapas del ciclo de vida de la IA, desde el diseño y el desarrollo, hasta la implementación y despliegue masivo de las mismas.

Incorporar acertadamente la IA, requiere de una gobernanza eficaz que gestione los riesgos y asegure resultados equitativos, al mismo tiempo que crea entornos regulados donde estos sistemas puedan ser evaluados; por ello, se precisa del fomento de la cooperación internacional en materia de normas y establecimiento de mecanismos de monitoreo de los efectos en los mercados de trabajo y en la sociedad.

En sectores específicos con un alto potencial de impacto en el desarrollo sostenible, como lo son el energético, agrícola, sanitario o de transporte de personas y mercancías se pueden desarrollar estrategias sectoriales para la implementación ética y sostenible de la IA.

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Se puede incluir el esclarecimiento de estándares éticos específicos para el sector fomentando la colaboración estratégica entre empresas y academia para el desarrollo de soluciones innovadoramente responsables que promuevan la adopción de mejores prácticas a través de incentivos y regulaciones específicas.

Por otro lado, los gobiernos tienen un papel fundamental en la creación de un entorno propicio para el desarrollo y la implementación ética y sostenible de la IA.

La Organización de Naciones Unidas recomienda comenzar a dialogar sobre políticas intergubernamentales y multilaterales sobre la gobernanza de la IA dos veces al año, además que se continúen con reuniones que se celebran periódicamente en el seno de las Naciones Unidas.

Esto incluye la formulación de políticas supranacionales con regulaciones claras y adaptables a las realidades de cada país, propiciando y financiando la investigación y

desarrollo de inteligencia artificial para el bien público, enfocando los esfuerzos en el apoyo a la educación, la concientización y la promoción de la cooperación internacional.

Tabla 2
Estrategias sostenibles en IA

Nivel	Estrategia
Global	Establecer indicadores globales y métricas de sostenibilidad para la IA. Promover la educación y la concienciación global sobre la IA sostenible.
Sectorial	Desarrollar hojas de ruta sectoriales para la implementación de IA sostenible. Propiciar la creación de ecosistemas sectoriales de innovación en IA sostenible.
Particular	Fomentar el desarrollo de modelos de IA cuyos procesos de toma de decisiones sean mucho más comprensibles y trazables. Capacitar a profesionales de diversas disciplinas en los principios y las mejores prácticas de la IA sostenible para que puedan integrarlas en su trabajo diario.

Fuente: Elaboración propia

Como puede evidenciarse en la tabla 2, la intencionalidad radica en ofrecer una guía estructurada y multifacética para integrar la sostenibilidad en el ciclo de vida de la IA. Se subraya

la necesidad de un enfoque colaborativo y consciente que involucre a todos los actores relevantes, desde gobiernos y organizaciones hasta empresas y profesionales individuales.

Al adoptar estas estrategias, se aspira a construir un ecosistema de IA que no solo sea tecnológicamente avanzado, sino también intrínsecamente alineado con los principios del desarrollo sostenible, generando beneficios duraderos para la sociedad y el medio ambiente.

La implementación de la IA de manera sostenible representa un imperativo ético y estratégico a nivel global. La tabla presentada articula un marco de acción integral que abarca desde lo macro con la colaboración internacional y la definición de métricas comunes, hasta la adopción de prácticas responsables en el diseño y uso de la IA a nivel micro.

Al abordar la sostenibilidad en las esferas global, sectorial y particular, se busca no solo mitigar los posibles impactos negativos de la IA, sino

también catalizar esas potencialidades para impulsar la consecución de un futuro más equitativo y respetuoso con el planeta.

La Inteligencia Artificial tiene todo el potencial para ser un empuje transformador para el desarrollo sostenible, ya que, ofrece soluciones innovadoras respecto a múltiples desafíos que afronta la humanidad a nivel global. Empero, es menester que se aborden de manera proactiva y rigurosa las dimensiones éticas de su desarrollo, estableciendo marcos de gobernanza robustos que guíen una responsable implementación.

La justicia, la equidad, la transparencia y la explicabilidad, además de la privacidad y la protección de datos, que conjuntamente con la procura del bienestar humano, autonomía y eficiencia de los recursos, deben ser los pilares éticos que estén presentes en todo momento, desde el diseño hasta el despliegue de la inteligencia artificial para el desarrollo sostenible.

La gobernanza de la inteligencia artificial en este contexto necesita afianzarse a través de un enfoque colaborativo y multiactor, involucrando a gobiernos, empresas, universidades y sociedad civil en la creación de: marcos legales y regulatorios adaptables, instituciones de supervisión efectivas, iniciativas de educación y concientización, y una cooperación internacional fortalecida.

Aunado a lo anterior, la puesta en marcha de estrategias a nivel organizacional, sectorial, gubernamental y multilateral es esencial para traducir y materializar los principios en la práctica, asegurando que la inteligencia artificial se convierta en un verdadero motor que dinamice el desarrollo sostenible, beneficiando a las generaciones presentes y futuras.

REFERENCIAS

- Anapolsky, S. (2023). Nueva fuente de datos de inteligencia artificial en el análisis de la movilidad urbana. *Revista Geográfica Digital*, 20 (40), 3-5.
<https://doi.org/10.30972/geo.20407203> Disponible:
- Alcalá, C. et al. (2024). Ciudades inteligentes en la era del conocimiento. *Derecho global. Estudios sobre derecho y justicia*, 9(26), 133-157.
- Alvarado, López, R. (2018). Ciudad inteligente y sostenible: hacia un modelo de innovación inclusiva. *PAAKAT: revista de tecnología y sociedad*, 7(13), 00002. Epub 01 de febrero de 2018. <https://doi.org/10.32870/pk.a7n13.299>.
- Arias, B. (2016). El consumo responsable: educar para la sostenibilidad ambiental. *Revista de Investigación Administración e Ingeniería*, 4 (1), 29-34.
<https://revistas.udes.edu.co/aibi/article/view/1734>
- Botello, X et al. (2023). *Gobierno y planificación ciudadana: Un desafío público desde la inteligencia artificial*.
- Cañas, J. et al. (2025). *Inteligencia Artificial para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, una visión desde Colombia*. Disponible en: <https://arxiv.org/pdf/2503.14543>

- Castillo M y Méndez, N. (2018). Manejo de Aguas Residuales en el Matadero Waryna. *Revista Ambientellanía*, 1(2), 9-18. Disponible en: <http://revistas.unellez.edu.ve/index.php/ambientellania/article/view/626>
- Cardona, A. (2019). Gestión del riesgo y adaptación en Manizales: Una estrategia de desarrollo para lograr que una ciudad en transición sea resiliente, sostenible y competitiva. *Medio Ambiente y Urbanización*, 90(1), 127-168.
- Consejo nacional de población (CONAPO, 2015). <https://www.gob.mx/conapo>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2018). *Segundo informe anual sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe*. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/43415-segundo-informe-anual-progreso-desafios-regionales-la-agenda-2030-desarrollo>
- Cotino, L., Castellanos, J. (2024). *Transparencia y explicabilidad de la inteligencia artificial*. Tirant lo Blanch. <https://www.uv.es/cotino/publicaciones/libroabierto22.pdf>
- Enerlis, E y Young, Y. (2012). *Libro Blanco Smart Cities*. www.libroblancosmartcities.com
- Farfán, J. L., Farfán, J. A., Farfán, B & Núñez, J. P. (2023). Inteligencia artificial y Derecho: ¿La justicia en manos de la IA?. *Frónesis*, 30(2), 173-197.

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

<https://produccioncientificaluz.org/index.php/fronesis/article/view/40853>

Forbes. (2018). Ciudades inteligentes en México, ¿cuánto cuesta vivir en ellas? *Forbes*.

Guerrero, A., Gómez-Quintero, J. D & Olleta, J. L. (2020). *Crisis climática y Objetivos de Desarrollo Sostenible: un enfoque desde la perspectiva de la producción animal, el consumo de carne y los efectos sociales* (No. ART-2020-122424).

GSMA Intelligence. (2018). *Digital identities Advancing digital societies in Asia Pacific*. GSM Association.

Gómez López, J., Díaz Cuesta, J & García-Ceca, C. (2024). Inteligencia artificial y medio ambiente. [RMd]. *Revista Multidisciplinar*, 6(4), 83–97. <https://doi.org/10.23882/cdiq.24270>.

Disponible en:
<https://revistamultidisciplinar.com/index.php/oj/article/view/270/237>

ISO (2023). *ISO 42001:2023. Information technology. Artificial intelligence. Management system*.

<https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:42001:ed-1:v1:en>

Left, E. (2005). La geopolítica de la biodiversidad y el desarrollo sustentable. Economización del mundo, racionalidad ambiental y reapropiación social de la naturaleza. *OSAL, Observatorio Social de América Latina*, VI (17). Disponible en:

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/osal/20110313071126/37Leff.pdf>

Mallart, J. (2016). La tecnología móvil, impulso de la ciudad inteligente. *Seguritecnia*, (428), 224-225.

Macarthur Foundation (2019). *Artificial intelligence and the circular economy. AI as a tool to accelerate the transition.*
<https://acortar.link/3QvvIU>

Miranda, C. H., Ríos Pérez, J. D & Sánchez Torres, G. (2024). Aplicaciones de la inteligencia artificial en el monitoreo y conservación ambiental: una revisión exploratoria. *REVISTA AMBIENTAL AGUA, AIRE Y SUELO*, 15(2), 48–68.
<https://doi.org/10.24054/raaas.v15i2.3189>

Moreira-Macías , E. L., Loo-Salazar , V. E & Salazar-Bravo , J. A. (2025). Experiencias Exitosas de Gestión de Riesgos en la Planificación Territorial para lograr Ciudades Sostenibles. Estudios Y Perspectivas. *Revista Científica Y Académica*, 5(1), 1232–1250.
<https://doi.org/10.61384/r.c.a.v5i1.909>

Organización de las Naciones Unidas (2024). *Gobernanza de la IA en beneficio de la humanidad.*
https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/governing_ai_for_humanity_final_report_es.pdf

Parlamento Europeo (2023). *Declaración Europea sobre los Derechos y Principios Digitales para la Década Digital.* <https://acortar.link/KOGvIb>

AMBIENTE, DESARROLLO SOSTENIBLE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- Palma, M. (2021, August 4). Ciudades inteligentes en México. Alcaldes de México. Retrieved January 18.
- Rose, K. (2015). *La Internet de las cosas. Una breve reseña para entender mejor los problemas y desafíos de un mundo más conectado*.
- Ruiz, A. (2019). El potencial de la percepción social aplicada al análisis de la vulnerabilidad en planificación urbana. *EURE*, 45(136), 31-50.
- Ruiz, E., Gallegos, A. Flores, J., Mena, S. (2024). Aplicación de sensores remotos e inteligencia artificial en la gestión y conservación de bosques frente al cambio climático en México. *e-CUCBA*, 21(11). Disponible en: <http://e-cucba.cucba.udg.mx/index.php/e-Cucba/article/view/332>.
- UNESCO (2023). *Key facts UNESCO's Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385082.page=4>
- Vitola-Quintero, M., Ballestas-Campo, N., Pérez-Cerro, J & Forbes-Santiago, R. (2024). Implicaciones Éticas, Sociales y Ambientales de la Inteligencia Artificial para el Desarrollo Sostenible: Una Revisión de la Literatura. *Revista Científica Anfibios*, 7(1), 72-81. Disponible en: <http://www.revistaanfibios.org/ojs/index.php/afb/article/view/148/210>

Wisnes, J. Z. (2021). El derecho a la ciudad sostenible. *Revista de Estudios de la Administración Local y Autonómica*, (15), 86-106.

World Economic Forum (2023). *Por qué el uso ético de la IA requiere un sistema educativo inclusivo y preparado para el futuro*.
<https://acortar.link/ihZklB>



Mayerling Castillo

<https://orcid.org/0000-0002-1249-0663>



Karen Arias

<https://orcid.org/0009-0004-0242-0401>



Car-Emyr Suescum

<https://orcid.org/0000-0003-1104-7800>



La obra ofrece una mirada crítica e inspiradora sobre el papel transformador de la IA en los desafíos ambientales del siglo XXI. Convoca no solo a la lectura, sino también a la acción y al diálogo transformador para imaginar, con responsabilidad e innovación, el mundo que se quiere construir.

