



MINISTERIO DE CIENCIA,
INNOVACIÓN, TECNOLOGÍA
Y TELECOMUNICACIONES

GOBIERNO
DE COSTA RICA

Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial

Costa Rica | 2024 – 2027







Presentación

La **Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA) de Costa Rica** es una iniciativa del Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), validada en conjunto con el sector público, la sociedad civil, el sector privado y la academia, con el fin de articular los esfuerzos nacionales en una visión de largo plazo.

Su objetivo es promover **el uso, adopción y desarrollo de la Inteligencia Artificial de manera ética, segura y responsable**, procurando maximizar los beneficios para la ciudadanía y minimizar cualquier posible daño a las personas.

La estrategia establece líneas de acción concretas para aprovechar los beneficios potenciales de la IA, **mientras aborda proactivamente los riesgos y desafíos éticos, sociales y técnicos asociados con su implementación.**

Este esfuerzo representa un compromiso significativo del Gobierno de Costa Rica hacia **una gestión estratégica, ética y efectiva del avance tecnológico en el ámbito de la IA**, marcando un hito importante en nuestro camino hacia una innovación y desarrollo tecnológico responsable.

Este documento presenta una versión simplificada de la ENIA para facilitar su lectura.

Para consultar la versión completa, visite www.micitt.go.cr.





006.3

Inteligencia Artificial.

Costa Rica, Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT).

Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial de Costa Rica. -San José, C.R.: MICITT, 2024.

ISBN: 978-9968-732-94-9.

1.SOCIEDAD Y CIENCIAS SOCIALES. 2. POLITICA Y GOBIERNO. 3. GOBIERNO CENTRAL. 4. POLÍTICAS DE GOBIERNO CENTRAL.

Créditos

Dirección general

Paula Bogantes Zamora, Ministra de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones.

Orlando Vega Quesada, Viceministro de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Equipo técnico institucional

Marlon Ávalos Elizondo, director de Investigación, Desarrollo e Innovación.

Antonette Williams Barnett, jefa Secretaría de Planificación Institucional y Sectorial.

Margarita Vargas Ramos, Asesora del despacho ministerial.

Equipo MICITT

Adelita Arce Rodríguez.

Ana Carolina Vargas Obando.

Eliana Ulate Brenes.

Karen Artavia Herrera.

Kattia Moodie Reid.

Marcela Monge Campos.

Marco Piedra Solano.

Margoth Rojas Sánchez.

Mariela Carballo Ledezma.

Silvia Jiménez Navarro.

Silvia Ramírez Segura.

Susan Moreno Masís.

Redacción y diagramación

Marlon Ávalos Elizondo

Agradecimientos

Agencia de Protección de datos de los Habitantes, (PRODHAB)

Banco Central de Costa Rica, (BCCR)

Banco Interamericano de Desarrollo, (BID)

Banco para América Latina y el Caribe, (CAF)

Cámara de Infocomunicación y Tecnología, (Infocom)

Cámara Costarricense de Tecnologías de Información y Comunicación, (CAMTIC)

Cámara de Industrias de Costa Rica, (CICR)

Colegio de Profesionales en Informática y Computación, (CPIC)

Consejo Nacional de Rectores, (CONARE)

Cybersec Cluster

Dirección de Apropiación Social del Conocimiento, MICITT

Dirección de Investigación, Desarrollo e Innovación, MICITT

Dirección de Ciberseguridad, MICITT

Dirección de Gobernanza Digital y Certificadores de Firma Digital, MICITT

fAlr LAC, Banco Interamericano de Desarrollo

Fundación Konrad Adenauer Stiftung, (KAS)

Fundación Paniamor

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, (INTECO)

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (UNESCO)

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (OCDE)

Promotora Costarricense de Innovación e Investigación

Unidad de Cooperación Internacional, MICITT

Universidad para la Paz

Viceministerio de Telecomunicaciones y sus direcciones, MICITT



Contenido

Créditos	5
Mensaje de la Ministra	7
Mensaje del Viceministro	8
Resumen Ejecutivo	9
Introducción	12
<i>¿Qué es Inteligencia Artificial?</i>	12
<i>La revolución de la IA</i>	13
<i>El contexto de Costa Rica</i>	17
<i>La IA centrada en las personas</i>	22
Principios orientadores	30
<i>Principios rectores</i>	30
<i>Principios transversales</i>	35
Gestión estratégica del riesgo	39
<i>Normativa de referencia</i>	39
<i>Riesgos asociados a Costa Rica</i>	40
<i>Marco de referencia para Costa Rica</i>	43
<i>Gestión del riesgo y atención de incidentes</i>	44
Actores relevantes	49
Mecanismos habilitantes	54
Marco estratégico	58
<i>Objetivos de la estrategia</i>	59
<i>Ejes y líneas de acción</i>	65
Glosario y siglas	75
Referencias	77



Mensaje de la Ministra

Estimados costarricenses:

Es un honor presentar la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA) 2024-2027, un pilar esencial para el futuro tecnológico y económico de nuestro país. Bajo la rectoría del Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), esta estrategia reafirma nuestro compromiso de liderar la transformación digital de Costa Rica, promoviendo un uso ético, seguro y responsable de la inteligencia artificial.

La IA es una herramienta poderosa con el potencial de transformar sectores vitales como la salud, la educación, la seguridad y la administración pública. Estamos preparados para aprovechar esta oportunidad histórica, impulsando nuestro desarrollo económico y social y posicionándonos como líderes regionales en la adopción y creación de tecnologías avanzadas.

El MICITT ha sido el artífice de la formulación de la ENIA, guiado por una visión estratégica que busca maximizar los beneficios de la IA mientras aborda proactivamente los desafíos éticos, sociales y técnicos que su implementación implica.

Este documento de política pública establece directrices claras, fundamentadas en principios de transparencia, equidad, supervisión humana y protección de datos, asegurando que las personas estén en el centro del desarrollo tecnológico. Hemos diseñado una hoja de ruta que garantiza que la IA se utilice para promover el bienestar social, respetar los derechos fundamentales y reducir las desigualdades. Al integrar principios éticos en todas las fases del ciclo de vida de la IA, fomentamos una tecnología inclusiva y equitativa que beneficia a toda la sociedad.

La ENIA no solo fortalecerá nuestro compromiso con un desarrollo inclusivo y sostenible, sino que también nos permitirá colaborar con otros países y organizaciones internacionales en el intercambio de conocimientos y mejores prácticas.

El Gobierno de Costa Rica, a través del MICITT, se compromete a crear un entorno propicio para la investigación, el desarrollo y la innovación en IA, promoviendo alianzas estratégicas entre el sector público, privado y académico y capacitando talento especializado.

Con la implementación de la ENIA, avanzaremos hacia una Costa Rica más innovadora, competitiva y justa,



donde la tecnología sea un motor para el desarrollo humano y el crecimiento sostenible.

Invito a todos los costarricenses a sumarse a este esfuerzo colectivo para construir un futuro en el que la inteligencia artificial mejore la calidad de vida y promueva el bienestar de nuestro país.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Paula Bogantes'.

Paula Bogantes Zamora

Ministra de Ciencia, Innovación, Tecnología y
Telecomunicaciones.

Mensaje del viceministro

La Inteligencia Artificial (IA) representa uno de los avances más significativos de nuestra era, y su impacto en la ciencia, la tecnología y la innovación está redefiniendo la manera en que enfrentamos los desafíos globales y aprovechamos las oportunidades del futuro.

Desde el Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones, reconocemos que la adopción estratégica de la IA es esencial para posicionar a Costa Rica como líder en la región y como un referente en la gestión ética y efectiva de estas tecnologías.

Como país, nos encontramos en una encrucijada donde el aprovechamiento estratégico de la IA puede definir nuestro lugar en la economía global del conocimiento. El MICITT ha asumido el reto de liderar esta transformación, reconociendo la IA no solo como un ámbito de avance tecnológico, sino como un catalizador que impulsará la innovación en todos los sectores productivos y sociales de Costa Rica.

En tecnología, está impulsando la creación de soluciones que mejoran la eficiencia y efectividad de los procesos productivos, mientras que en innovación, abre un vasto campo de nuevas oportunidades que refuerzan nuestra competitividad a nivel global.

Aprovechar el potencial de la IA también implica un compromiso con la formación de talento especializado y la creación de un ecosistema que fomente la investigación y el desarrollo en esta área. Es esencial que desde el MICITT sigamos fortaleciendo las capacidades nacionales para que Costa Rica no solo adopte la IA, sino que también sea un generador de nuevas tecnologías y soluciones que contribuyan a resolver los grandes retos de la humanidad, como la sostenibilidad ambiental y la equidad social.

La Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial 2024-2027, es un reflejo del compromiso del MICITT con el futuro tecnológico del país. Es una hoja de ruta que guía nuestros esfuerzos para integrar la IA de manera ética, inclusiva y sostenible, asegurando que sus beneficios lleguen a toda la población costarricense. Al fomentar un entorno propicio para la investigación, el desarrollo y la innovación, estamos sentando las bases para un futuro en el que la IA se convierta en una herramienta esencial para el progreso económico y social de Costa Rica.

Estoy convencido de que, mediante la implementación de esta estrategia, Costa Rica no solo estará a la vanguardia en la adopción de tecnologías avanzadas,



sino que también fortalecerá su papel como líder regional en innovación, contribuyendo a un desarrollo sostenible y equitativo.

Orlando Vega Quesada

Viceministro de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Resumen ejecutivo

Costa Rica se encuentra en un punto de inflexión en su desarrollo tecnológico, con la oportunidad de establecerse como un referente en la gobernanza global de la inteligencia artificial (IA).

Este documento, la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA) 2024-2027, establece una propuesta ambiciosa pero alcanzable para posicionar al país en la vanguardia del desarrollo y la implementación de la IA.

Aprovechando su tradición de sostenibilidad, equidad social y respeto por los derechos humanos, Costa Rica busca no solo integrar estas tecnologías en su tejido socioeconómico, sino también influir en su evolución global mediante la participación activa en foros internacionales clave como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el Global Partnership on Artificial Intelligence (GPAI) y el Hiroshima AI Process Friends Group (HAIP), entre otros.

Este instrumento destaca la importancia de la capacitación y la formación de talento como pilares fundamentales para el éxito de la estrategia. Costa Rica se compromete a desarrollar programas educativos especializados en IA, diseñados para preparar a la fuerza laboral actual y futura para los desafíos y oportunidades que presenta esta tecnología.

A través de iniciativas de *reskilling* y *upskilling*, y mediante la inclusión de contenidos de IA en los programas educativos formales y no formales, el país busca garantizar que todos los ciudadanos tengan acceso a las habilidades necesarias para prosperar en una economía impulsada por la inteligencia artificial.

La ENIA se fundamenta en la construcción de una infraestructura digital robusta que soporte el crecimiento de la IA en todas las regiones del país. Con un plan de despliegue de redes 5G y la creación de un Centro Nacional de Excelencia en IA, Costa Rica se prepara para impulsar la investigación, el desarrollo y la

adopción de tecnologías avanzadas. Esta infraestructura no solo permitirá la implementación de la IA en sectores estratégicos, sino que también facilitará la colaboración internacional y el alineamiento con estándares globales de interoperabilidad y seguridad.

La estrategia también aborda de manera proactiva los riesgos asociados con la IA, proponiendo la creación de un marco integral para la gestión del riesgo y la respuesta a incidentes. Este enfoque incluye el fortalecimiento de la ANGDI y la Dirección de Ciberseguridad de MICITT, dotándolas de capacidades avanzadas para detectar y mitigar amenazas, protegiendo así la infraestructura crítica del país y asegurando una resiliencia tecnológica que minimice los riesgos inherentes al uso de IA.

En el ámbito internacional, Costa Rica se propone participar activamente en la adopción de marcos éticos y sostenibles para la IA, promoviendo la equidad en el acceso a estas tecnologías a nivel global.

La estrategia subraya la importancia de colaborar con otros países y con organismos internacionales para desarrollar un marco estratégico regional que integre principios éticos, sostenibilidad y la gestión de datos transfronterizos. A través de su liderazgo, Costa Rica busca cerrar las brechas tecnológicas y asegurar que la IA se utilice de manera responsable y adaptada a los contextos sociales y culturales de cada región.

Al adoptar un enfoque holístico y responsable en la gobernanza de la IA, Costa Rica se posiciona como un actor clave en la configuración de un futuro global en el que la tecnología esté al servicio del bienestar de toda la humanidad. Con una visión clara y una estrategia bien definida, el país está preparado para liderar la próxima ola de innovación y para asegurar que los beneficios de la IA sean compartidos por todos, sin dejar a nadie atrás.



Este instrumento destaca la importancia de la capacitación y la formación de talento como pilares fundamentales para el éxito de la estrategia.





**El futuro
es hoy**

1 Introducción



La Inteligencia Artificial (IA) es una tecnología disruptiva que está redefiniendo industrias, economías y políticas públicas a nivel mundial. La inversión global en IA ha mostrado un crecimiento exponencial en los últimos años. En la última década, la IA ha emergido como una de las tecnologías más transformadoras, influyendo en múltiples aspectos de la economía, la sociedad y la gobernanza global.

Su capacidad para procesar grandes volúmenes de datos con una velocidad y precisión inigualables ofrece oportunidades sin precedentes para el progreso en áreas como la salud, la educación, la seguridad y la eficiencia administrativa. No obstante, el rápido desarrollo y adopción de la IA también plantean desafíos significativos en términos de ética, privacidad, seguridad y equidad que deben ser abordados cuidadosamente.

En el contexto de Costa Rica, un país conocido por su estabilidad política, alto nivel de educación y compromiso con la sostenibilidad y el desarrollo tecnológico, la IA desempeña un papel determinante en la promoción de un desarrollo nacional inclusivo y responsable. Reconociendo esta oportunidad, el Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT) promueve la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA) 2024 – 2027, diseñada para guiar el uso, adopción y desarrollo ético, seguro y responsable de las tecnologías de IA en el país.

La ENIA establece líneas y directrices precisas que maximicen los beneficios de la IA y aborden proactivamente los desafíos éticos, sociales y técnicos asociados. Entre las líneas de acción destacan el establecimiento de un marco ético y normativo robusto para el uso responsable de la IA, la integración de la IA en los planes de estudio educativos, la implementación de soluciones de IA para mejorar los servicios públicos y la promoción de la inclusión de la IA en las cadenas de valor empresariales. Así como, posicionar a Costa Rica como líder en el marco de la gobernanza global de la IA.

La publicación de esta estrategia no solo alineará a Costa Rica con las mejores prácticas internacionales en el manejo de tecnologías emergentes, sino que también reforzará su posición como líder en innovación tecnológica y desarrollo ético en América Latina. Este documento proporciona la base para un debate informado y una acción decisiva para el futuro tecnológico del país.

¿Qué es un sistema de Inteligencia Artificial?

Existen diversas definiciones de lo que es un sistema de IA que han sido acuñadas para tener una comprensión más detenida de lo que representa esta tecnología. Para efectos de esta estrategia, se adopta oficialmente la definición establecida por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) que define un sistema de IA como:

“(...) un sistema basado en máquinas que, con objetivos explícitos o implícitos, infiere, a partir de la entrada que recibe, cómo generar salidas como predicciones, contenido, recomendaciones o decisiones que pueden influir en entornos físicos o virtuales. Los diferentes sistemas de inteligencia artificial varían en sus niveles de autonomía y adaptabilidad después de su implementación”, (OECD, 2023).¹

Es decir, un sistema de IA, según la OCDE, es una tecnología que utiliza datos y algoritmos para tomar decisiones o realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana. Estos sistemas pueden analizar grandes cantidades de información, aprender de patrones y mejorar su desempeño con el tiempo.

En pocas palabras, son programas de computadora que pueden ser utilizados para generar contenido, resolver problemas, predecir resultados o automatizar procesos de manera inteligente, similar a cómo lo haría una persona, pero a una escala y velocidad mucho mayores. La OCDE destaca la importancia de que estos sistemas sean transparentes, éticos y responsables para garantizar que beneficien a la sociedad de manera justa y segura.

Por su parte, también se adopta el modelo de fases del ciclo de vida de un sistema de IA definido por la OCDE que incluyen: i) “diseño, datos y modelos”;

¹ Traducción no oficial al español de la versión en inglés: “An AI system is a machine-based system that, for explicit or implicit objectives, infers, from the input it receives, how to generate outputs such as predictions, content, recommendations, or decisions that can influence physical or virtual environments. Different AI systems vary in their levels of autonomy and adaptiveness after deployment.”



¿Qué es la Inteligencia Artificial?

Es una tecnología que permite que las computadoras simulen la inteligencia y capacidades humanas para la resolución de problemas

predicción de escenarios, generación de contenido, recomendaciones o decisiones.

pueden influir en entornos físicos o virtuales

Tienen diferentes niveles de autonomía

¡Estamos aquí!

IA Estrecha o débil.

GPTs, smartphones, robótica industrial, Siri, Alexa, etc.



IA General o fuerte.

Con capacidades cognitivas a nivel humano: 5 años aprox.



Super IA

Cuando la IA supere a la inteligencia humana.

que es una secuencia dependiente del contexto que abarca la planificación y el diseño, la recolección y procesamiento de datos, así como la construcción del modelo; ii) "verificación y validación"; iii) "despliegue"; y iv) "operación y monitoreo". Estas fases a menudo ocurren de manera iterativa y no necesariamente de forma secuencial. La decisión de retirar un sistema de IA de la operación puede ocurrir en cualquier momento durante la fase de operación y monitoreo.

La revolución de la IA

Los avances técnicos recientes han permitido que la IA generativa como GPT-4o, DALL-E y DeepDream, entre otros, alcancen un nivel tan avanzado que los usuarios pueden tener dificultades para distinguir entre contenido generado por humanos y uno generado por IA. En el último trimestre de 2022, estos avances sorprendieron a muchos, aunque algunos investigadores ya anticipaban tales desarrollos. La colaboración e interdisciplinariedad entre legisladores, desarrolladores de IA e investigadores es clave para mantenerse al día con el progreso de la IA y cerrar brechas de conocimiento, (OCDE, 2024).

En términos de productividad, la IA facilita la automatización de procesos en diversos sectores, optimizando la eficiencia operativa y reduciendo costos. Por ejemplo, un informe de McKinsey (2024) indica que la IA puede incrementar la productividad en un 50% en sectores como la manufactura y la logística, mejorando las cadenas de suministro y el mantenimiento predictivo. Esto permite a las empresas redirigir recursos hacia la innovación y el desarrollo.

Desde la perspectiva del desarrollo económico, la IA es un motor clave de crecimiento e innovación. Grand View Research (2024) proyecta que la IA contribuirá con hasta USD\$1812 mil millones para el 2030, beneficiando sectores como el transporte autónomo y la salud digital. La capacidad de la IA para generar nuevas oportunidades de negocio y transformar industrias es necesario para el dinamismo económico global.

La IA también desempeña un papel esencial en la gestión ambiental y la lucha contra el cambio climático. Algoritmos avanzados analizan grandes volúmenes

Desde la perspectiva del desarrollo económico, la IA es un motor clave de crecimiento e innovación.

de datos medioambientales, optimizando el uso de recursos y mejorando la eficiencia energética.

Según PwC (2021), la IA puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 4% para 2030, apoyando los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

En el sector salud, la IA puede mejorar el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, con sistemas que analizan imágenes médicas con una precisión superior a la humana. Tedros Adhanom, Director General de OMS (2024) afirmó que la inteligencia artificial está transformando áreas como el diagnóstico clínico, el desarrollo de medicamentos, la vigilancia de enfermedades y la gestión de sistemas de salud. El futuro de la atención sanitaria es digital, y es crucial asegurar el acceso universal a estas innovaciones, evitando que se conviertan en un nuevo factor de inequidad.

La IA también está transformando la gobernanza, facilitando una gestión pública más transparente y eficiente. Gobiernos de todo el mundo implementan IA para automatizar procesos burocráticos, mejorar la prestación de servicios públicos y aumentar la participación ciudadana. La OCDE (2022) destaca cómo la IA puede personalizar servicios gubernamentales, mejorar la toma de decisiones políticas y fomentar la transparencia mediante algoritmos que monitorean actividades gubernamentales.

Crecimiento del mercado de la IA

El mercado global de la IA ha mostrado un crecimiento sustancial, valorado en aproximadamente USD\$196.63 mil millones en 2023, GrandViewResearch (2024), un aumento significativo respecto a los USD\$60 mil millones en 2022. Este crecimiento se debe principalmente a la amplia aplicación práctica de la IA, abarcando desde la creación de contenido hasta los vehículos autónomos. Se prevé que el mercado de IA alcance los USD\$1.81 billones para 2030, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 38.1%.

La investigación y el desarrollo en IA y las inversiones de capital de riesgo están en aumento. Desde mediados de 2019, China ha publicado más investigaciones en IA que Estados Unidos o la Unión Europea. India también está avanzando, duplicando sus publicaciones de investigación en IA desde 2015. Entre 2015 y 2023, las inversiones globales de capital de riesgo en start-ups

de IA se triplicaron (de 31 mil millones a 98 mil millones de USD), con inversiones en IA generativa creciendo específicamente del 1% del total de inversiones de VC en IA en 2022 (USD\$1.3 mil millones) al 18.2% (USD\$17.8 mil millones) en 2023, a pesar del enfriamiento de los mercados de capital.

El segmento del software de IA genera ingresos anuales superiores a USD\$50 mil millones globalmente, según Omdia (2024). Este incluye aplicaciones como procesamiento de lenguaje natural, aprendizaje automático y análisis de datos. Además, el mercado de servicios de IA ha crecido más de seis veces en cinco años, proyectando ingresos de USD\$126 mil millones para 2025, reflejando la rápida adopción en múltiples sectores.

El segmento de dispositivos portátiles de IA, como los relojes inteligentes, también muestra un crecimiento exponencial, con una estimación de alcanzar USD\$180 mil millones para el 2025, según Global Market Insights (2024). En una perspectiva económica más amplia, PwC (2023) estima que la IA podría aumentar los ingresos globales en más de USD\$15 billones para el final de la década, contribuyendo a un incremento del 26% en el PIB de las economías locales. Por su parte Tractica (2023) proyecta que el mercado de IA crecerá a una tasa anual compuesta del 26% hasta 2025.

Diversos sectores, como la banca y las ciencias de la vida, podrían ver beneficios significativos debido a la IA. McKinsey (2023) estima que en la banca, la tecnología podría generar un valor adicional de USD\$200 mil millones a USD\$340 mil millones anuales.

Impacto de la IA en el empleo

El impacto de la IA en el mercado laboral es complejo. Por un lado, se anticipa que la IA generativa facilitará la realización de tareas creativas y repetitivas, aumentando la competencia al permitir que más personas puedan desempeñar estas funciones. Sin embargo, esto también podría reducir los ingresos de los trabajadores altamente cualificados, ya que los modelos de IA permiten a los trabajadores menos experimentados realizar tareas con mayor eficiencia, (Benedikt y Osborne, 2023).

La IA generativa tiene el potencial de automatizar entre el 60% y el 70% de las actividades laborales actuales, según McKinsey (2023). Sin embargo, la IA también puede permitir un crecimiento de la productividad laboral del



Salud, seguridad, educación,
agricultura, logística y
entretenimiento, son solo
algunos de los sectores que
maximizan el uso de la IA.

0.1% al 0.6% anualmente hasta 2040, dependiendo de la adopción tecnológica. Esto requiere inversiones en soporte a los trabajadores mientras cambian de actividades o empleos.

La IA cambiará la forma en que casi todos trabajan, especialmente en niveles más altos. Los gerentes necesitarán nuevas habilidades para supervisar equipos donde la IA realiza gran parte del trabajo. Además, la alta dirección deberá liderar en operaciones y modelos de negocio nativos de IA, (PwC, 2023).

Históricamente, la automatización ha desplazado empleos pero también ha creado nuevas ocupaciones tras innovaciones tecnológicas. El 60% de los trabajadores de hoy están en ocupaciones que no existían en 1940, implicando que la innovación tecnológica es determinante para la creación de nuevos empleos y el crecimiento económico, (Autor, 2024).

Según el Foro Económico Mundial (2023), casi un cuarto de todos los empleos globales cambiará significativamente en los próximos cinco años debido a la IA y otras tecnologías emergentes. La adopción de IA no solo cambia estructuras de empleo, sino que también crea nuevos roles y demanda nuevas habilidades. Sin embargo, las empresas aún deben abordar los riesgos asociados con la IA, como la inexactitud de los modelos y preocupaciones de ciberseguridad.

Principales usos y aplicaciones de la IA

La IA ha impactado en numerosos sectores de la economía global, transformando operaciones, mejorando la toma de decisiones y revolucionando las interacciones tradicionales en industrias que van desde la salud hasta la automotriz y las finanzas.

Este apartado aborda los principales usos y aplicaciones actuales de la IA, proporcionando un panorama con base en investigaciones recientes y referencias académicas.

- a. **Salud:** En el sector de la salud, la IA está teniendo un impacto transformador, especialmente en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Tecnologías de aprendizaje profundo aplicadas a la radiología, como las descritas por Esteva y Topol (2019), pueden identificar patologías en imágenes médicas con una precisión que a menudo supera la del diagnóstico humano. Los sistemas de IA también están revolucionando



la biomedicina a través del análisis de grandes conjuntos de datos genómicos y biomarcadores para personalizar tratamientos. Además, la IA está facilitando el desarrollo de nuevas drogas mediante la simulación y modelado de efectos moleculares, acelerando el ciclo de innovación farmacéutica.

- b. Automoción:** En la industria automotriz, la IA está impulsando el desarrollo de vehículos autónomos. Sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS) utilizan técnicas de visión por computadora, procesamiento de señales y machine learning para mejorar la seguridad y eficiencia en la conducción. Empresas como Tesla y Waymo están a la vanguardia de este campo, desarrollando y desplegando tecnologías que prometen cambiar fundamentalmente los paradigmas de movilidad y transporte (Hawkins, 2024).
- c. Finanzas:** La IA en las finanzas está mejorando la eficiencia operativa y la toma de decisiones mediante algoritmos que pueden analizar grandes volúmenes de datos para detectar tendencias, realizar predicciones de mercado y gestionar riesgos. Los chatbots inteligentes y los asistentes virtuales están transformando el servicio al cliente, mientras que los sistemas de detección de fraude con IA utilizan el aprendizaje automático para identificar transacciones sospechosas en tiempo real, un área destacada por Chanda et. al, (2024) por su creciente importancia en la lucha contra el fraude financiero.
- d. Comercio Minorista y E-Commerce:** El comercio minorista ha adoptado la IA para personalizar la experiencia del cliente, optimizar la logística y gestionar inventarios. Algoritmos predictivos mejoran la recomendación de productos basados en el comportamiento del consumidor, y robots automatizados en almacenes mejoran la eficiencia de la cadena de suministro. Amazon es un ejemplo prominente de esta aplicación, utilizando IA para la personalización de compras hasta operaciones de su vasta red logística (Redek, et. al, 2023).

- e. Educación:** En el ámbito educativo, la IA está personalizando el aprendizaje mediante sistemas que adaptan los materiales de estudio a las necesidades individuales de cada estudiante. La IA también está facilitando la evaluación automatizada, permitiendo a los educadores dedicar más tiempo a la enseñanza interactiva y menos a tareas administrativas (Zawacki-Richter et al., 2024).
- f. Agricultura:** En la agricultura, la IA está revolucionando el sector a través de la agricultura de precisión, que utiliza algoritmos para optimizar tanto el rendimiento de los cultivos como la eficiencia del uso del agua y fertilizantes. Sistemas basados en IA monitorean y analizan datos de sensores en tiempo real para predecir las necesidades de las plantas, optimizar los recursos y prevenir enfermedades de los cultivos. Por ejemplo, Suárez et al. (2023) describen cómo la IA puede ayudar en la detección temprana de patógenos en plantas, lo que es crucial para evitar pérdidas masivas de cultivos.
- g. Logística:** La logística también se ha beneficiado de la adopción de la IA, particularmente en la optimización de rutas y en la gestión de inventarios. Sistemas de IA analizan patrones de tráfico, condiciones climáticas y demandas de clientes para optimizar las rutas de entrega y reducir costos. Además, la IA es fundamental en la automatización de almacenes, donde robots inteligentes organizan y distribuyen productos de manera eficiente. McKinsey (2024) señala que la implementación de IA en logística no solo mejora la operación sino que también puede reducir significativamente los tiempos de entrega y los errores humanos.
- h. Seguridad Pública:** En el ámbito de la seguridad pública, la IA se utiliza para mejorar la vigilancia y la respuesta a emergencias. Sistemas de reconocimiento facial basados en IA están siendo implementados en ciudades para mejorar la seguridad urbana y responder rápidamente a incidentes criminales. Además, la IA ayuda en la gestión de desastres naturales, utilizando algoritmos para analizar datos de satélites y predecir fenómenos meteorológicos extremos.

con antelación, permitiendo evacuaciones más eficientes y preparación para emergencias (Mazhar, et. al, 2023).

- i. **Entretenimiento:** En la industria del entretenimiento, la IA está transformando desde la producción de películas hasta los videojuegos y la música. Algoritmos de aprendizaje automático están siendo utilizados para personalizar recomendaciones en plataformas de *streaming* como Netflix y Spotify, basándose en el comportamiento y preferencias de los usuarios. Además, la IA está siendo utilizada en el desarrollo de videojuegos para crear personajes y escenarios que responden de manera más realista a las acciones de los jugadores, mejorando significativamente la experiencia de juego.
- j. **Ambiente:** Finalmente, la IA contribuye a la protección del medio ambiente mediante la monitorización y gestión de recursos naturales. Algoritmos de IA procesan imágenes de satélite para monitorear deforestación, niveles de contaminación y otros cambios ambientales. Esta tecnología permite una respuesta más rápida y efectiva ante problemas ambientales, apoyando los esfuerzos de conservación y ayudando a implementar políticas sostenibles.

El contexto de Costa Rica

Oportunidades y desafíos

El análisis situacional de Costa Rica en relación con la IA destaca diversas oportunidades y desafíos que configuran el panorama tecnológico del país (Brenes et. al, 2021). La IA ofrece la posibilidad de mejorar significativamente la productividad empresarial mediante la automatización de tareas repetitivas, lo que no solo incrementa la eficiencia, sino que también fomenta la innovación dentro de las empresas. **Se proyecta que la adopción de la IA podría impulsar el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) del país para 2030, con una tasa de crecimiento anual de hasta el 7.8% (Microsoft, 2019).**

En el sector público, la IA tiene el potencial de optimizar la formulación, ejecución y evaluación de políticas públicas, mejorando la entrega de servicios y agilizando



En el sector público, la IA tiene el potencial de optimizar la formulación, ejecución y evaluación de políticas públicas, mejorando la entrega de servicios y agilizando gestiones internas de las instituciones.

gestiones internas de las instituciones estatales, como la atención de consultas, correspondencia y emisión de informes. Ejemplos concretos incluyen la automatización de procesos en ministerios y la mejora de la calidad y eficiencia de los servicios de salud mediante plataformas como EDUS de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), que utiliza la IA para la prevención y gestión de enfermedades crónicas.

La IA también puede desempeñar un papel prioritario en la bioeconomía y la descarbonización, ayudando a Costa Rica a avanzar hacia una bioeconomía circular y sistemas de transporte urbano inteligente, consolidando su posición como un líder en sostenibilidad y turismo ecológico (OECD, 2022). No obstante, el país enfrenta desafíos como la falta de infraestructura tecnológica adecuada y la escasez de talento especializado en IA, lo que limita su capacidad para implementar estas tecnologías.

El Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (2023; 2024) subraya la necesidad de mejorar las habilidades de los profesionales costarricenses en IA mediante programas educativos especializados, asegurando que el país cuente con el talento necesario para liderar proyectos de IA y competir a nivel global. Asimismo, la IA puede transformar industrias clave en Costa Rica, mejorando la eficiencia en salud, personalizando el aprendizaje en educación y optimizando la producción agrícola mediante técnicas de agricultura de precisión.

En términos de equidad de género, es fundamental que el desarrollo de la IA considere su impacto en la participación femenina y otros grupos

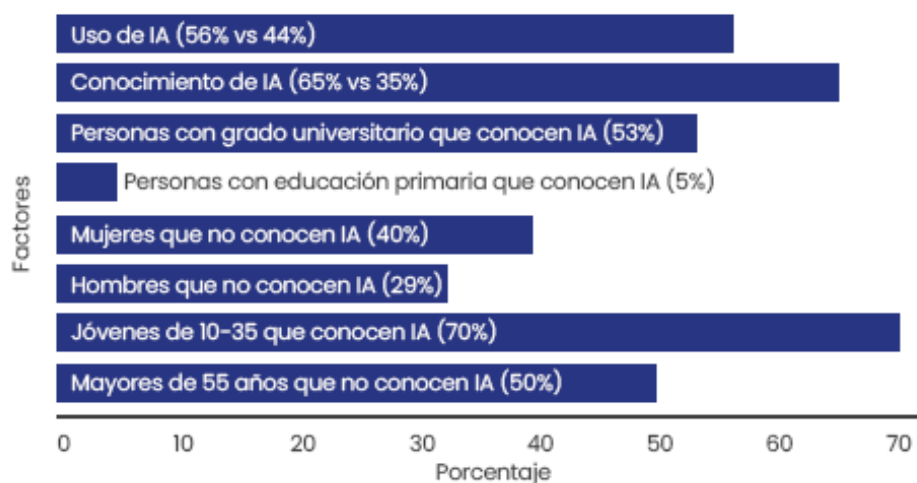
subrepresentados. Aunque la IA tiene el potencial de reducir las brechas de género en el mercado laboral, también existe el riesgo de que perpetúe sesgos si no se diseña y aplica de manera consciente y equitativa, (UNESCO, 2021).

Teniendo en cuenta las oportunidades, Costa Rica debe enfrentar riesgos como la posible sustitución de empleos debido a la automatización, la protección de datos sensibles y la creciente amenaza de ciberataques a infraestructuras críticas. Además, la percepción de que las inversiones en IA son innecesarias en el ámbito público podría limitar el financiamiento y la adopción de estas tecnologías.

A pesar de tener políticas para la ciencia y la tecnología, la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) es insuficiente, y la oferta educativa en IA sigue siendo limitada, lo que restringe el avance del país en este campo, (Wang et. al, 2024).

Es esencial para Costa Rica integrar principios de equidad de género y sostenibilidad en la estrategia, lo que podría mitigar estos desafíos y maximizar los beneficios sociales y ambientales de la tecnología. Además, es necesario mejorar la infraestructura tecnológica y fomentar colaboraciones entre el sector público y privado para superar la falta de talento especializado, impulsando así el desarrollo de IA en el país (Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial, 2023; 2024).

Adopción de la IA en Costa Rica



Fuente. CIEP, 2024.



La implementación de Laboratorios de Innovación Comunitaria por el MICITT busca descentralizar y fortalecer la innovación y capacidades tecnológicas en regiones fuera del Gran Área Metropolitana del país.

Recepción de la IA entre las personas y las empresas

Una encuesta realizada por el Centro de Investigación y Estudios Políticos (CIEP, 2024) de la Universidad de Costa Rica (UCR) reveló que el 56% de los costarricenses han utilizado IA al menos una vez, lo que indica una integración moderada de estas tecnologías en la vida cotidiana. Sin embargo, el 44% restante no ha interactuado con IA, lo que sugiere una brecha sobre el uso de esta tecnología y la necesidad de fortalecer la educación tecnológica en ciertos sectores de la población.

El nivel educativo influye notablemente en el contacto con la IA. Mientras que el 65% de la población ha oído hablar de la IA, solo el 53% de aquellos con grado universitario han tenido algún acercamiento con la tecnología, y apenas el 5% de las personas con educación primaria afirma conocer bastante sobre el tema. Esto subraya la necesidad de fortalecer la educación tecnológica en todos los niveles educativos para asegurar una comprensión más amplia de la IA en la sociedad costarricense.

La encuesta también destaca disparidades de género y edad en el conocimiento de la IA. Un 40% de las mujeres y un 29% de los hombres indican no conocer nada sobre IA, y los jóvenes entre 18 y 35 años son más propensos a reconocer y usar IA en comparación con los mayores de 55 años, de los cuales el 50% no tiene conocimiento del tema. Además, el acceso a Internet es requerido para el conocimiento de la IA, ya que aquellos con mayor acceso tienen una familiarización significativamente mayor con esta tecnología.

En el sector privado, un estudio reciente de Microsoft muestra un panorama prometedor para la implementación de IA entre las micro, pequeñas y

medianas empresas (PYMES) en Costa Rica. Más del 70% de las PYMES están invirtiendo o planean invertir en tecnologías de IA, reflejando un fuerte optimismo sobre el potencial de esta tecnología para mejorar su competitividad y crecimiento. Un 34% de las PYMES ya ha iniciado sus inversiones en IA y planea continuar invirtiendo en el futuro cercano, mientras que un 18% ha completado las inversiones necesarias. Además, un 14% realiza inversiones constantes en IA, asignando en promedio un 25% de sus presupuestos a estas tecnologías, (Microsoft, 2024).

Las razones detrás de la adopción de la IA incluyen la necesidad de mantenerse competitivos y mejorar la satisfacción del cliente. El 64% de las empresas adopta IA para no quedarse atrás respecto a sus competidores, y el 49% lo hace para mejorar la experiencia de sus clientes. El impacto de la IA en las operaciones empresariales ha sido notablemente positivo, con mejoras en la eficiencia y la atención al cliente, reflejadas en un aumento promedio del 36% en la productividad.

En el sector público, aunque los datos actualizados están en proceso de recopilación, se pueden mencionar algunas iniciativas destacadas. El Centro Nacional de Excelencia impulsado por MICITT busca soluciones intersectoriales con soporte de IA para problemas nacionales. Además, el MICITT colabora con entidades públicas, privadas y organizaciones internacionales para promover la investigación y educación en IA.

Ejemplos de esta colaboración incluyen la capacitación de más de 6000 mujeres costarricenses en habilidades relacionadas con IA en colaboración con INTEL y el apoyo a empresas en la integración de IA en sus operaciones mediante el INA.

La implementación de más de 20 Laboratorios de Innovación Comunitaria (LINC) en diversos cantones del

país representa un esfuerzo estratégico por parte del MICITT para descentralizar la generación de capacidades de innovación y fomentar capacidades tecnológicas en regiones fuera del Gran Área Metropolitana. Esta iniciativa no solo involucra una inversión significativa en infraestructura y recursos, sino que también está diseñada para impulsar el desarrollo de habilidades avanzadas en IA y otras tecnologías emergentes a nivel comunitario. Los LINC han proporcionado capacitación especializada a un número considerable de personas, dotándolas de competencias básicas en IA y promoviendo una cultura de innovación que integra a las comunidades en la transformación digital del país. Este enfoque contribuye a reducir la brecha tecnológica entre las regiones, facilitando la inclusión de talento local en la economía digital y potenciando el crecimiento sostenible y equitativo en todo el territorio nacional.

Costa Rica se encuentra en una fase de adopción progresiva de la IA, caracterizada por avances notables en el sector privado, donde empresas líderes están implementando soluciones de IA para optimizar procesos y mejorar la competitividad. Paralelamente, el sector público está desarrollando iniciativas prometedoras para integrar la IA en la gestión pública para mejorar la eficiencia y la calidad de los servicios.

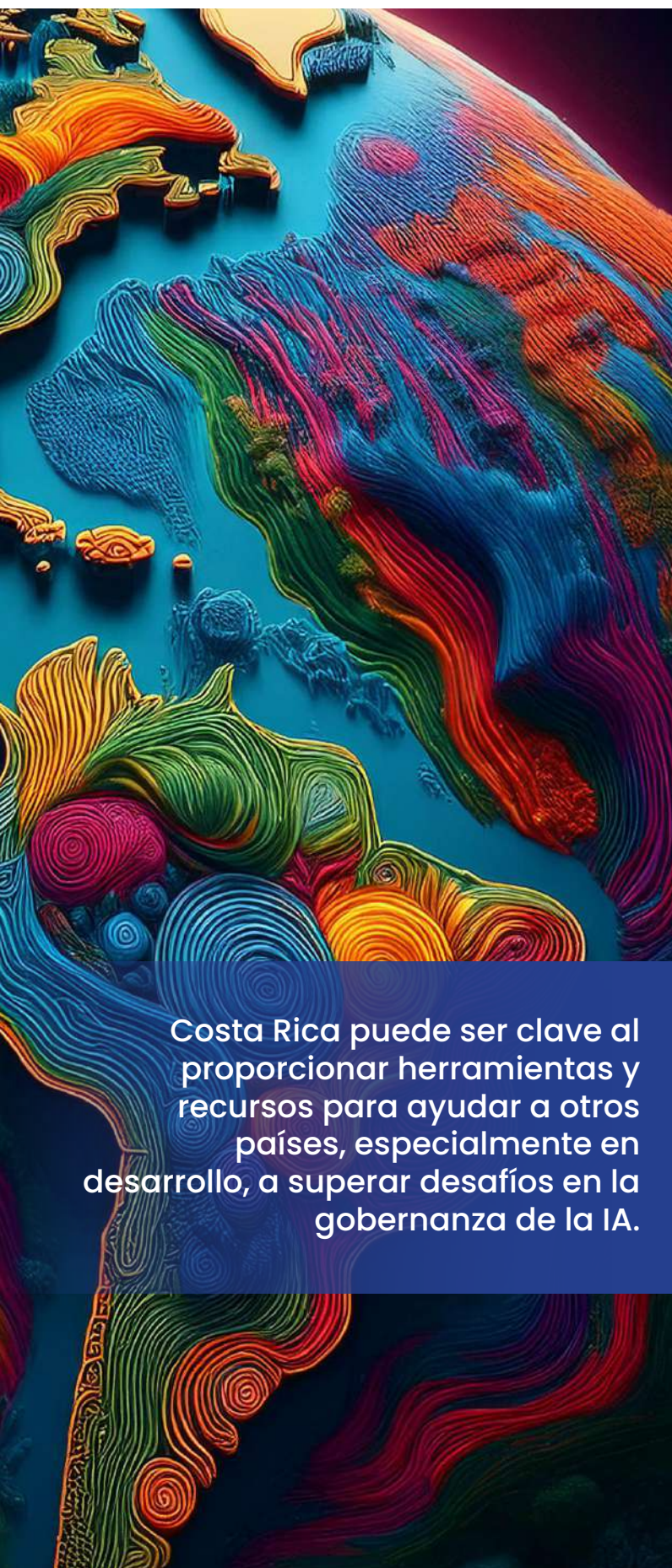
No obstante, el país enfrenta desafíos críticos que deben ser abordados con rigurosidad para garantizar un desarrollo de la IA que sea ético, seguro y socialmente beneficioso. Entre estos desafíos se destacan la necesidad de ampliar el acceso equitativo a las tecnologías de IA, fortalecer la educación y capacitación en habilidades digitales avanzadas y establecer marcos regulatorios robustos para la protección de datos, asegurando que el uso de IA respete los derechos fundamentales y promueva la inclusión. Estos aspectos son esenciales para que Costa Rica no solo adopte la IA, sino que también lo haga de manera que maximice los beneficios para toda la sociedad.

Costa Rica en el marco de la gobernanza global de la IA.

A medida que la IA sigue adquiriendo mayor relevancia global, la necesidad de desarrollar marcos de gobernanza sólidos se vuelve cada vez más determinante. Organizaciones como la Unión Europea, la OCDE y el Hiroshima AI Process (HAIP) Friends Group han liderado el establecimiento de estándares para guiar el desarrollo ético y la implementación de estas tecnologías.



Costa Rica, comprometida con la sostenibilidad, la equidad social y la promoción de los derechos humanos, se encuentra en una posición estratégica para influir significativamente en la gobernanza global de la IA.



Costa Rica puede ser clave al proporcionar herramientas y recursos para ayudar a otros países, especialmente en desarrollo, a superar desafíos en la gobernanza de la IA.

En este contexto, Costa Rica, comprometida con la sostenibilidad, la equidad social y la promoción de los derechos humanos, se encuentra en una posición estratégica para influir significativamente en la gobernanza global de la IA. Su participación activa en foros internacionales clave, como el Comité de Gobernanza de la IA de la OCDE (AIGO), el Global Partnership on Artificial Intelligence (GPAI), el HAIP y el Acuerdo de Asociación de Economía Digital (DEPA), no solo le otorga visibilidad, sino también la capacidad de incidir en el futuro de la IA en un contexto global.

Muchos países en desarrollo enfrentan desafíos significativos en la implementación de la gobernanza de la IA debido a recursos limitados, barreras idiomáticas, falta de experiencia técnica e infraestructura regulatoria inadecuada.

Costa Rica, al participar en estas iniciativas globales, no solo se alinea con las mejores prácticas internacionales, sino que también se posiciona como un referente en la promoción de políticas que garantizan la equidad en el acceso a las tecnologías emergentes. Su capacidad de influir en la formulación de políticas globales y regionales le permite abogar por un enfoque inclusivo que respete la diversidad cultural y lingüística, asegurando que los beneficios de la IA sean accesibles para todos los sectores de la sociedad, independientemente de su origen geográfico o económico.

Esta influencia es fundamental para garantizar que el desarrollo y la implementación de la IA se alineen con marcos regulatorios robustos y estándares internacionales que protejan los derechos fundamentales y fomenten la confianza en la tecnología y su uso responsable. A través de este liderazgo, Costa Rica puede contribuir significativamente a la creación de un entorno digital seguro y confiable, esencial para el despliegue y adopción global de tecnologías de IA.

Promover acciones estratégicas que respalden la adopción de estándares de IA, incluidos principios como el Data Free Flow With Trust (DFFT), es fundamental para garantizar que las tecnologías de IA se desarrollen e implementen de manera ética y transparente, alineadas con las mejores prácticas globales. La participación en AIGO, GPAI y HAIP refuerza el rol de Costa Rica como catalizador en la adopción de lineamientos éticos y técnicos en la IA a nivel global, así como buscar siempre el bienestar de las personas.

Este liderazgo no solo busca cerrar las brechas tecnológicas entre países desarrollados y en desarrollo,

sino también asegurar que la IA se utilice de manera responsable, adaptada a los impactos inevitables que esta tecnología trae consigo, así como influir en la mitigación de los riesgos asociados con la IA, particularmente en áreas críticas como su impacto ambiental y las implicaciones éticas y de seguridad vinculadas a su uso militar.

Costa Rica puede desempeñar un papel fundamental al ofrecer herramientas y recursos que ayuden a otros países, especialmente en el mundo en desarrollo, a superar los obstáculos en la gobernanza de la IA.

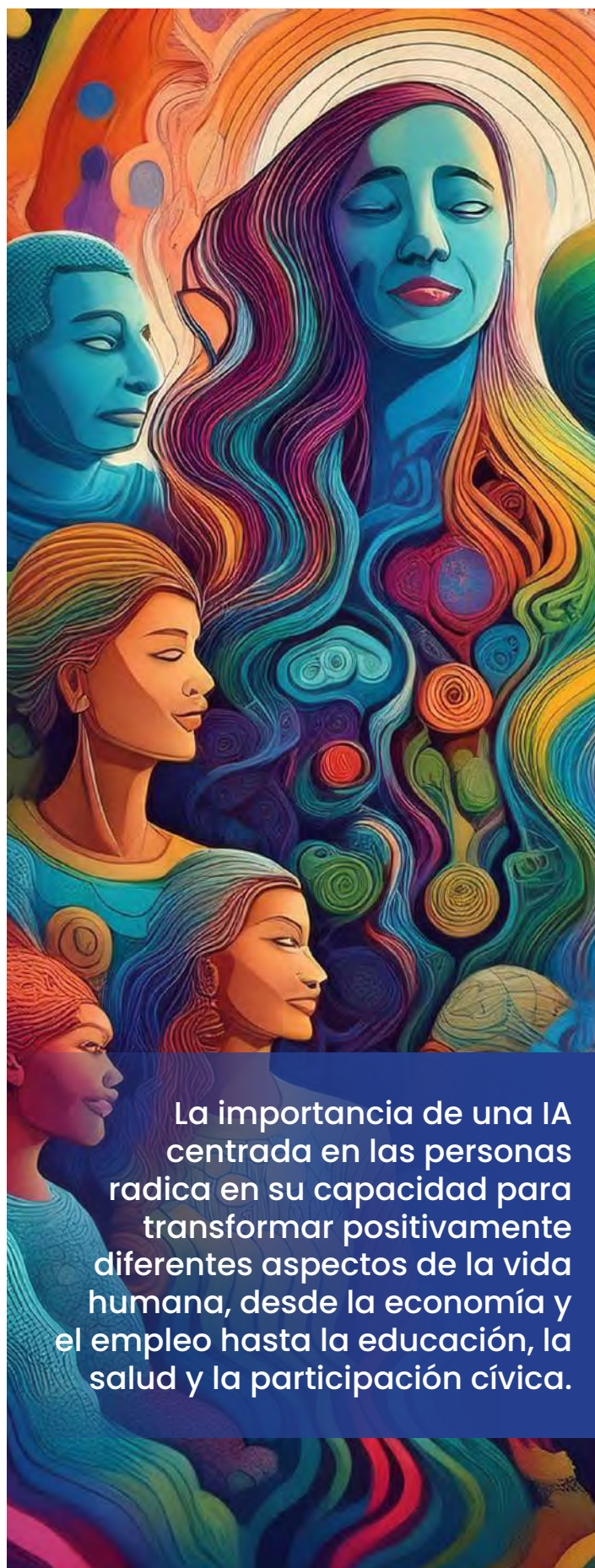
La IA centrada en las personas

Un abordaje estratégico integral

Una IA centrada en las personas es un enfoque en el desarrollo y la implementación de esta tecnología que prioriza a los individuos y sus derechos en todas las decisiones tecnológicas. Este concepto se fundamenta en la premisa de que la IA debe ser diseñada y aplicada para beneficiar a toda la sociedad, promoviendo el bienestar colectivo, respetando los derechos humanos, y reforzando la equidad y la justicia social. Inspirado en las recomendaciones de la OCDE sobre inteligencia artificial, este enfoque se guía por principios éticos que aseguran que las tecnologías emergentes no solo sean eficientes y avanzadas, sino que también sean justas, inclusivas y sostenibles. Estos principios buscan garantizar que la IA promueva la dignidad humana, la autonomía y la igualdad, previniendo cualquier forma de discriminación y exclusión, (OECD, 2023).

La importancia de una IA centrada en las personas radica en su capacidad para transformar positivamente diferentes aspectos de la vida humana, desde la economía y el empleo hasta la educación, la salud y la participación cívica. Sin embargo, para que estas transformaciones sean verdaderamente beneficiosas, es determinante que la IA se desarrolle con un enfoque que considere y priorice el impacto en las personas, especialmente en aquellas que podrían verse desproporcionadamente afectadas por los avances tecnológicos. Como lo establece la Comisión Europea en su propuesta de Reglamento de IA, la tecnología debe ser una herramienta para “mejorar la calidad de vida de las personas, fortalecer la inclusión social y reducir las desigualdades” (European Commission, 2021).

Este enfoque no es solo un asunto de responsabilidad



La importancia de una IA centrada en las personas radica en su capacidad para transformar positivamente diferentes aspectos de la vida humana, desde la economía y el empleo hasta la educación, la salud y la participación cívica.

ética, sino también de viabilidad a largo plazo. Las políticas que priorizan la inclusión y el respeto por los derechos humanos son esenciales para garantizar que la IA sea aceptada y utilizada de manera amplia y equitativa. Por ejemplo, el enfoque de la Unión Europea hacia una IA confiable se basa en los principios de “derechos fundamentales, protección de los consumidores y respeto por la privacidad”, asegurando que las tecnologías de IA respeten la dignidad humana y promuevan el bienestar de todos (European Commission, 2020). Del mismo modo, el documento de recomendaciones de la OCDE sobre IA, aprobado en 2019 y actualizado en 2023, subraya la necesidad de que la IA “aumente la prosperidad inclusiva, respete los derechos humanos y las libertades fundamentales” (OECD, 2019).

En este sentido, el enfoque de una IA centrada en las personas también es esencial para mitigar los riesgos potenciales asociados con su adopción. Esto incluye la posible perpetuación de sesgos, la erosión de la privacidad y la exclusión digital. Por lo tanto, es fundamental que las políticas y regulaciones que guían el desarrollo de la IA incluyan mecanismos de supervisión y rendición de cuentas que aseguren que los intereses de las personas sean protegidos en todas las etapas del ciclo de vida de la tecnología. En última instancia, una IA centrada en las personas no solo busca la eficiencia y el avance tecnológico, sino que también se compromete a promover una sociedad más justa y equitativa, donde todos puedan beneficiarse de los avances en IA sin temor a ser marginados o perjudicados.

IA para la inclusión social y la reducción de la brecha digital

La IA ofrece una oportunidad sin precedentes para cerrar la brecha digital y promover la inclusión social, particularmente en comunidades marginadas o de bajos recursos. Estas tecnologías pueden ser utilizadas para democratizar el acceso a la información, mejorar la calidad de los servicios públicos y ofrecer nuevas oportunidades de educación y empleo a sectores de la población que tradicionalmente han sido excluidos del desarrollo tecnológico. Sin embargo, para que la IA cumpla este papel inclusivo, es necesario implementar acciones específicas que aseguren su accesibilidad y adopción en todos los sectores de la sociedad.

Una de las principales formas en que la IA puede contribuir a la inclusión social es a través de la personalización de la educación y la formación. Las plataformas de



La IA también puede mejorar el acceso a servicios públicos esenciales, como la atención médica y la asistencia social, en comunidades desfavorecidas.

aprendizaje impulsadas por IA pueden adaptarse a las necesidades individuales de los estudiantes, ofreciendo contenidos en múltiples formatos y lenguajes, lo que es especialmente útil para personas en comunidades rurales o de bajos recursos. Estas plataformas pueden ayudar a superar barreras geográficas y económicas, permitiendo que los estudiantes aprendan a su propio ritmo y desarrollen habilidades que les permitan integrarse en el mercado laboral nacional y global, (Zowghi y da Rimini, 2023).

La IA también puede mejorar el acceso a servicios públicos esenciales, como la atención médica y la asistencia social, en comunidades desfavorecidas. Por ejemplo, la telemedicina impulsada por IA puede llevar diagnósticos y tratamientos personalizados a áreas rurales, donde los servicios médicos son limitados. Asimismo, la IA puede optimizar la distribución de recursos en programas de asistencia social, asegurando que las ayudas lleguen a quienes más lo necesitan de manera eficiente y oportuna, (Van Deursen et. al, 2017).

Para que todos los sectores de la sociedad puedan beneficiarse de la IA, es fundamental implementar programas de formación y alfabetización digital que permitan a las personas adquirir las competencias necesarias para utilizar estas tecnologías de manera efectiva. Estos programas deben ser accesibles, inclusivos y adaptados a las necesidades de diferentes grupos demográficos, incluyendo niñez y adolescencia,

personas adultas mayores, mujeres, y poblaciones indígenas. La alfabetización digital no solo debe enfocarse en el uso básico de las tecnologías, sino también en la comprensión de los riesgos y oportunidades asociados con la IA, promoviendo un uso informado y consciente de estas herramientas, (Van Deursen et. al, 2017).

Además, es esencial que las acciones incluidas en políticas públicas como esta estrategia y los programas de desarrollo tecnológico se diseñen con un enfoque inclusivo, asegurando que las comunidades marginadas no queden rezagadas en la adopción de la IA. Esto incluye la provisión de infraestructura digital en áreas rurales, la reducción de los costos de acceso a internet y la promoción de contenidos en idiomas y dialectos locales y regionales. A través de una combinación de educación, accesibilidad y políticas inclusivas, la IA puede ser una herramienta poderosa para reducir la brecha digital y fomentar la inclusión social, contribuyendo a un desarrollo más equitativo y sostenible para todos.

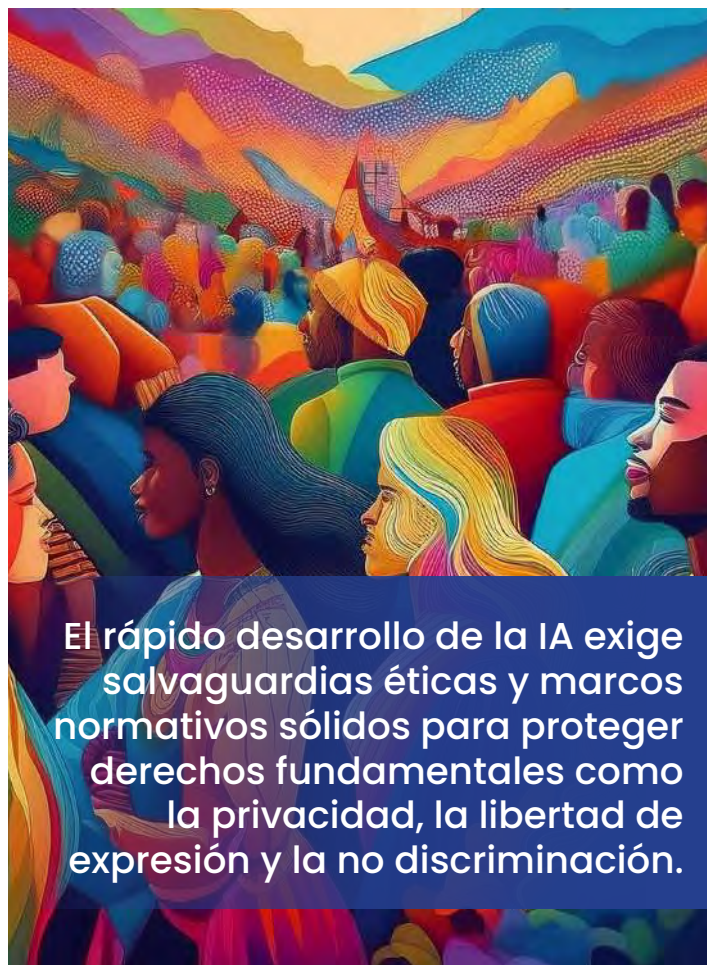
Salvaguardias éticas y protección de Derechos Humanos

La implementación de la IA en diversos sectores trae consigo importantes beneficios, pero también plantea desafíos significativos en términos de protección de derechos humanos. La velocidad y alcance del desarrollo de la IA requieren la adopción de salvaguardias éticas y marcos normativos robustos que garanticen que estos sistemas no vulneren derechos fundamentales como la privacidad, la libertad de expresión y la no discriminación. Estos marcos deben ser diseñados para asegurar que la IA se utilice de manera que respete y promueva los derechos humanos, evitando la perpetuación de sesgos y desigualdades existentes.

Uno de los principales riesgos asociados con la IA es la violación de la privacidad. Los sistemas de IA a menudo dependen de grandes volúmenes de datos personales para funcionar, lo que plantea preocupaciones sobre la recolección, almacenamiento y uso de dicha información. La anonimización de datos y la minimización de datos recolectados son prácticas esenciales para mitigar estos riesgos, garantizando que la información sensible de las personas no sea expuesta o utilizada de manera indebida (Mantelero, 2023). Además, la implementación de tecnologías como el cifrado y el control de acceso basado en consentimiento informado puede fortalecer la protección de la privacidad.

La protección de la imagen personal y la privacidad en la era de la IA es crítica, especialmente frente al aumento del uso de tecnologías como el reconocimiento facial y los deepfakes. Estas tecnologías, aunque ofrecen beneficios en ciertos contextos, también plantean riesgos significativos para la integridad de las personas si no se regulan adecuadamente. Según la OCDE, es vital que los sistemas de IA respeten los derechos a la privacidad y la protección de datos personales mediante la implementación de medidas como la anonimización de datos y el consentimiento informado (OECD, 2019). Además, los datos personales deben ser manejados con el más alto nivel de seguridad, utilizando tecnologías como el cifrado avanzado para evitar accesos no autorizados y posibles filtraciones.

La libertad de expresión es otro derecho que puede verse afectado por el uso de IA, particularmente en el contexto de las redes sociales y plataformas de contenido. Los algoritmos de moderación automática, aunque necesarios para manejar grandes volúmenes de información, pueden silenciar voces legítimas o fomentar la censura si no están diseñados con criterios de equidad y transparencia. Es crucial que estos sistemas



El rápido desarrollo de la IA exige salvaguardias éticas y marcos normativos sólidos para proteger derechos fundamentales como la privacidad, la libertad de expresión y la no discriminación.

sean auditables y que existan mecanismos de apelación para las decisiones automatizadas, asegurando que no se restrinja indebidamente la libertad de expresión, (Chamberlain, 2023).

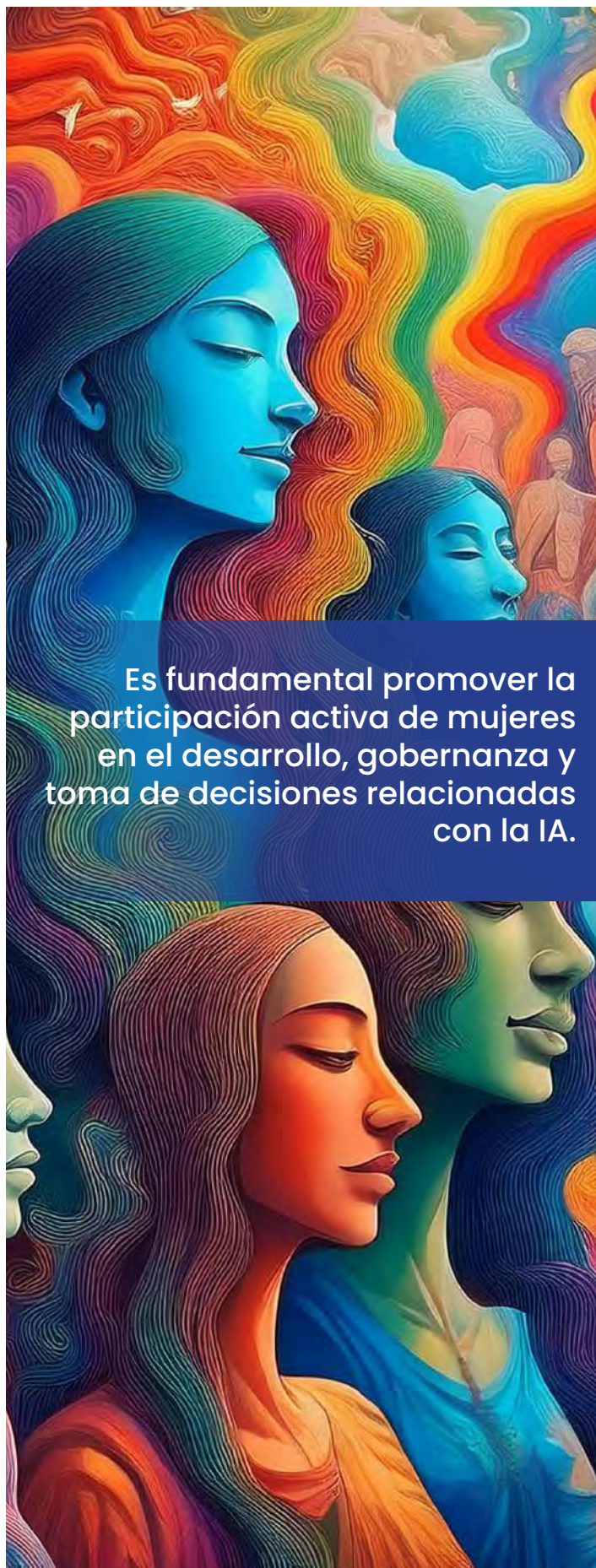
La no discriminación es una preocupación central en la aplicación de la IA. Los sistemas de IA, si no son cuidadosamente diseñados y monitoreados, pueden replicar y amplificar sesgos presentes en los datos de entrenamiento, lo que puede resultar en discriminación contra ciertos grupos demográficos. Por ejemplo, los sistemas de reconocimiento facial han mostrado tasas de error significativamente más altas para personas no caucásicas y mujeres, lo que puede llevar a resultados injustos y perjudiciales (Buolamwini y Gebru, 2018). Para contrarrestar este riesgo, es esencial implementar auditorías de sesgo regulares y establecer mecanismos de responsabilidad claros que permitan la corrección y ajuste de los algoritmos.

Para garantizar que la IA se desarrolle y aplique de manera ética y centrada en las personas, es necesario establecer marcos normativos que integren principios fundamentales de derechos humanos. Estos marcos deben ser globales en su alcance pero adaptables a contextos nacionales, permitiendo que cada país ajuste las regulaciones de acuerdo con sus necesidades y valores específicos. La adopción de estándares internacionales, como los Principios de IA de la OCDE, que promueven la transparencia, la seguridad y la rendición de cuentas, es un primer paso crucial en la construcción de una gobernanza de IA robusta y ética (OECD, 2019).

Además, es fundamental que estos marcos normativos incluyan la participación activa de múltiples partes interesadas, incluyendo gobiernos, sector privado, sociedad civil y académicos, para garantizar que las diversas perspectivas y preocupaciones sean consideradas en el proceso de regulación. La creación de comités de ética independientes que supervisen el desarrollo y la implementación de sistemas de IA puede servir como un medio efectivo para monitorear el cumplimiento de estos estándares y para brindar asesoramiento en casos complejos.

Enfoque de género de la IA

La integración de un enfoque de género en el desarrollo e implementación de la IA es crucial para evitar que estas tecnologías perpetúen o amplifiquen las desigualdades



Es fundamental promover la participación activa de mujeres en el desarrollo, gobernanza y toma de decisiones relacionadas con la IA.

de género existentes. La IA, al basarse en grandes volúmenes de datos para su funcionamiento, corre el riesgo de incorporar sesgos históricos y culturales que desfavorecen a las mujeres y a otros grupos subrepresentados.

Según un informe de la UNESCO (2020), estos sesgos pueden manifestarse en decisiones automatizadas que refuerzan estereotipos o excluyen a las mujeres de oportunidades en áreas como el empleo, la educación y el acceso a servicios.

Para abordar este desafío, es esencial trabajar de manera articulada con el Ministerio de Condición de la Mujer, el Instituto Nacional de las Mujeres (INAMU) y organizaciones de sociedad civil que representan los derechos de las mujeres, con una perspectiva de género se integre en todas las fases del ciclo de vida de los sistemas de IA, desde el diseño y el desarrollo hasta la implementación y la evaluación.

Una de las medidas más efectivas es la realización de auditorías de género para los algoritmos, que identifiquen y mitiguen sesgos discriminatorios. Estas auditorías deben ser sistemáticas y aplicarse tanto en la etapa de desarrollo como de uso de la IA, asegurando que los modelos de datos sean representativos y justos (Buolamwini y Gebru, 2018).

Además, es fundamental promover la participación activa de mujeres en el desarrollo, gobernanza y toma de decisiones relacionadas con la IA. Actualmente, las mujeres representan solo un 22% de los profesionales en el campo de la IA a nivel mundial, lo que limita la diversidad de perspectivas en el desarrollo de estas tecnologías (WEF, 2021).

Iniciativas como la creación de programas de mentoría, becas para mujeres en tecnología y la implementación de políticas de equidad en la contratación y promoción dentro de las empresas tecnológicas son pasos concretos para reducir esta brecha.

Un enfoque de género en la IA no solo es un imperativo ético, sino también una necesidad técnica para asegurar que las tecnologías emergentes sean inclusivas y beneficien a toda la sociedad por igual.

Integrar esta perspectiva ayudará a crear sistemas de IA más justos, que no solo reflejen la diversidad de la humanidad, sino que también contribuyan a reducir las desigualdades de género existentes.

IA para niñez y adolescencia

La IA tiene un potencial significativo para transformar la educación y proteger los derechos de los niños, niñas y adolescentes, ofreciendo herramientas avanzadas para el aprendizaje personalizado y la protección en entornos digitales. Sin embargo, la implementación de IA en estos contextos requiere un enfoque técnico y ético riguroso para asegurar que los beneficios se maximicen y los riesgos se minimicen.

El uso de IA en la educación puede facilitar la creación de contenidos educativos adaptados a las necesidades individuales de cada estudiante, promoviendo un aprendizaje más inclusivo y efectivo.

Plataformas de aprendizaje personalizadas, basadas en IA, pueden analizar el progreso de los estudiantes en tiempo real y adaptar el contenido para optimizar su experiencia educativa, atendiendo a sus fortalezas y áreas de mejora.

Según la UNESCO (2021), estas tecnologías pueden ayudar a reducir las brechas de aprendizaje y asegurar que todos los estudiantes, independientemente de sus circunstancias, tengan acceso a una educación de calidad.

No obstante, el uso de IA en el contexto de la niñez y la adolescencia también plantea desafíos significativos, particularmente en lo que respecta a la protección de datos personales y la exposición a riesgos digitales.

Los niños, niñas y adolescentes son particularmente vulnerables a la manipulación de datos y a influencias negativas en plataformas digitales, como la exposición a contenidos inapropiados o la explotación de datos sensibles para fines comerciales. Para mitigar estos riesgos, es crucial establecer salvaguardas éticas robustas que incluyan la anonimización de datos, la limitación en la recolección y uso de información personal, y la implementación de controles parentales efectivos.

El trabajo conjunto entre el Ministerio de Educación Pública (MEP) y el Patronato Nacional de la Infancia (PANI) es fundamental para garantizar un enfoque integral en la implementación de la IA en la niñez y la adolescencia.

EIMEP no solo debe liderar la integración de herramientas de IA en el sistema educativo, sino también capacitar al personal docente para que adquieran las competencias necesarias para maximizar el uso de estas tecnologías. Esto incluye dotarlos de las herramientas necesarias

para identificar, mitigar y gestionar adecuadamente cualquier uso indebido o inapropiado de la IA por parte de la comunidad estudiantil.

Por su parte, el PANI tiene la responsabilidad de asegurar que se implementen medidas robustas para proteger a los menores de posibles abusos y riesgos derivados del uso de la IA.

La colaboración entre ambas instituciones permitirá desarrollar políticas y protocolos que no solo fomenten la adquisición de competencias digitales en los jóvenes, sino que también establezcan un marco sólido de protección, garantizando un entorno seguro y enriquecedor para el desarrollo integral de los menores.

IA para personas adultas mayores

La IA ofrece un potencial significativo para mejorar el bienestar y la calidad de vida de las personas adultas mayores, especialmente en áreas críticas como la salud, la movilidad y la inclusión digital. En el ámbito de la salud, la IA puede facilitar el monitoreo constante

de condiciones crónicas mediante dispositivos médicos inteligentes que recolectan y analizan datos en tiempo real, permitiendo intervenciones rápidas y personalizadas. Estos avances no solo mejoran la atención médica, sino que también promueven la independencia y la autonomía de los adultos mayores, reduciendo la necesidad de hospitalizaciones y cuidados intensivos, (Esteve y Topol, 2019).

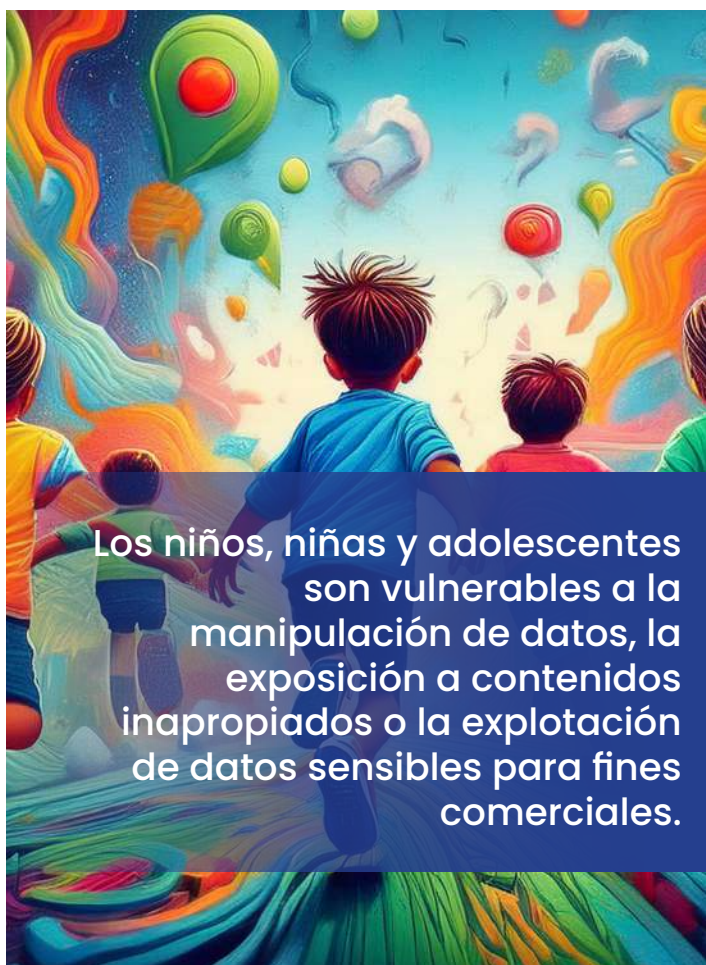
Además, la IA puede desempeñar un papel fundamental en la mejora de la movilidad de las personas mayores a través de tecnologías de asistencia, como sillas de ruedas inteligentes, exoesqueletos y vehículos autónomos. Estas innovaciones pueden ayudar a superar las limitaciones físicas, ofreciendo una mayor libertad de movimiento y mejorando la calidad de vida en general. Sin embargo, para que estas tecnologías sean efectivas, es esencial que se diseñen con un enfoque de accesibilidad, asegurando que sean fáciles de usar y adaptar a las necesidades individuales de los usuarios (Fisk et al., 2020).

La inclusión digital es otro aspecto clave donde la IA puede tener un impacto positivo en la vida de las personas mayores. Sin embargo, uno de los mayores desafíos es la alfabetización digital. Muchos adultos mayores carecen de las habilidades necesarias para utilizar tecnologías digitales, lo que puede llevar a su exclusión de los beneficios que ofrece la IA.

Para abordar este desafío, es fundamental implementar programas de formación específicos que se adapten al ritmo y las capacidades de aprendizaje de este grupo demográfico. Estos programas deben ser promovidos en centros comunitarios y a través de iniciativas públicas, asegurando que los adultos mayores no solo tengan acceso a la tecnología, sino que también se sientan cómodos y seguros al usarla, (Cinalioglu et al., 2023).

El diseño de políticas que promuevan la accesibilidad y la inclusión digital para personas mayores es una prioridad.

Estas políticas pueden incluir la subvención de dispositivos accesibles, la promoción de interfaces simplificadas y el apoyo a redes de soporte técnico especializado. Solo a través de un enfoque inclusivo y adaptado a las necesidades específicas de los adultos mayores se podrá garantizar que este grupo demográfico se beneficie plenamente de las oportunidades que ofrece la IA, evitando su marginación en una sociedad cada vez más digitalizada.



Los niños, niñas y adolescentes son vulnerables a la manipulación de datos, la exposición a contenidos inapropiados o la explotación de datos sensibles para fines comerciales.

IA y personas con discapacidad

La IA tiene el potencial de ser una herramienta transformadora para mejorar la accesibilidad y la independencia de las personas con discapacidad. Las tecnologías de asistencia basadas en IA están diseñadas para facilitar la comunicación, la movilidad y el acceso a la información, empoderando a las personas con discapacidad para que participen de manera plena y activa en la sociedad. Estas innovaciones no solo abordan las barreras físicas y sensoriales, sino que también promueven la autonomía y la calidad de vida.

En el ámbito de la comunicación, la IA ha impulsado el desarrollo de tecnologías como los sistemas de reconocimiento de voz y los dispositivos de generación de texto predictivo, que son particularmente útiles para personas con discapacidades del habla o motrices. Por ejemplo, las personas con parálisis cerebral o esclerosis lateral amiotrófica (ELA) pueden utilizar dispositivos de seguimiento ocular basados en IA para controlar computadoras y comunicarse de manera efectiva (Wang et al., 2019). Estas herramientas no solo facilitan la interacción diaria, sino que también abren nuevas posibilidades para la educación y el empleo.

La movilidad es otra área donde la IA ha tenido un impacto significativo. Los exoesqueletos robóticos y las sillas de ruedas inteligentes, que utilizan algoritmos de IA para adaptarse a las necesidades del usuario, permiten a las personas con discapacidades motoras moverse con mayor facilidad y seguridad. Estas tecnologías también están mejorando la accesibilidad en entornos urbanos mediante la implementación de sistemas de navegación asistida para personas con discapacidad visual, que utilizan IA para reconocer y describir obstáculos en tiempo real (Biondi et al., 2023).

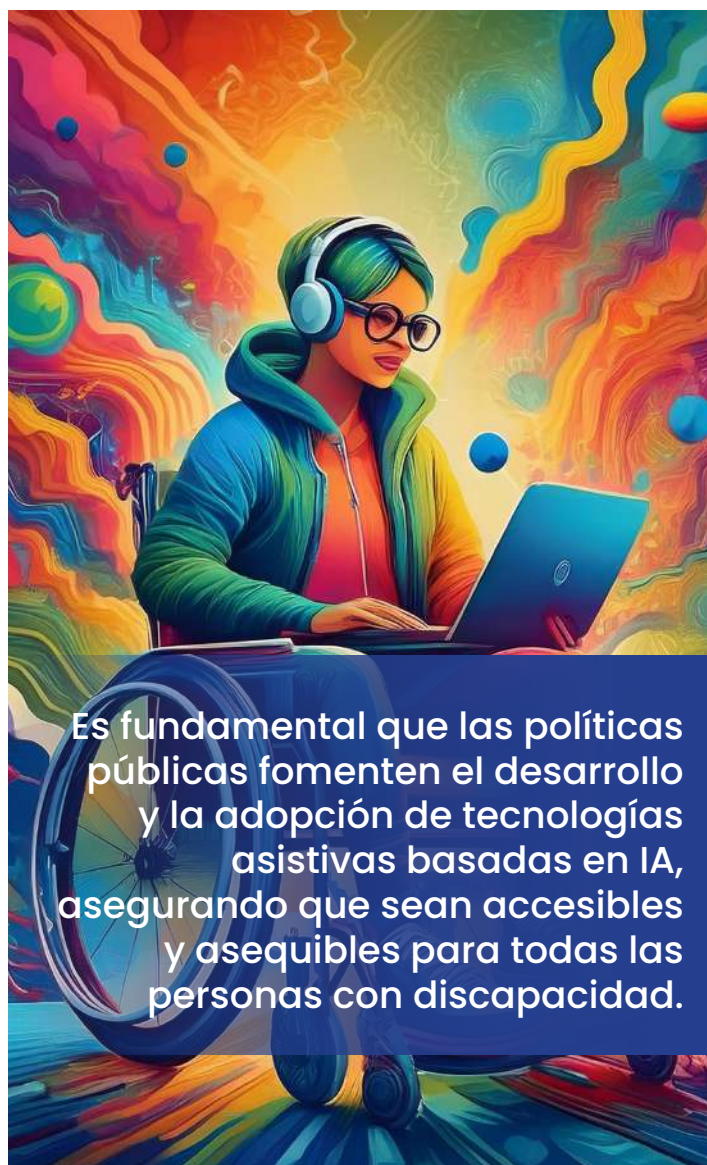
El acceso a la información es fundamental para la inclusión de las personas con discapacidad, y la IA juega un papel clave en este ámbito. Herramientas como los lectores de pantalla impulsados por IA y los sistemas de transcripción automática de audio a texto permiten que las personas con discapacidades visuales o auditivas accedan a contenidos digitales de manera independiente.

Sin embargo, para que estas tecnologías sean verdaderamente inclusivas, es crucial que se diseñen teniendo en cuenta las diversas necesidades de los usuarios. Esto implica no solo la creación de interfaces accesibles y fáciles de usar, sino también la incorporación de la participación activa de personas con

discapacidad en todas las etapas del diseño y desarrollo de las tecnologías (Shinohara y Wobbrock, 2011 citado por Buker et. al, 2024).

Es fundamental que las políticas públicas fomenten el desarrollo y la adopción de tecnologías asistivas basadas en IA, asegurando que sean accesibles y asequibles para todas las personas con discapacidad.

Además, se debe promover la investigación y la innovación en este campo, incentivando la colaboración entre desarrolladores, instituciones académicas y organizaciones de personas con discapacidad para crear soluciones que respondan a las necesidades reales de esta comunidad. Solo a través de un enfoque inclusivo y participativo se podrá garantizar que la IA cumpla su promesa de mejorar la accesibilidad y la independencia para todas las personas.





Principios orientadores

2 Principios orientadores

Principios rectores

En línea con la responsabilidad técnica y ética con la que se ha construido esta estrategia, se consideran los compromisos asumidos por el país, especialmente la recomendación de la UNESCO sobre la ética en la IA y los principios de la OCDE para IA.

Los principios rectores en la IA son esenciales para guiar su desarrollo y aplicación de manera responsable, beneficiando a la sociedad en su conjunto y minimizando los riesgos potenciales. Estos principios ayudan a crear un marco ético que promueve la innovación, la transparencia y la equidad en este campo.

Por tal motivo, la ENIA se basa en principios rectores centrados en la persona, fundamentales en cualquier entorno, incluido el digital. A continuación, se presentan los principios de la ENIA:

1. Paz y dignidad humana

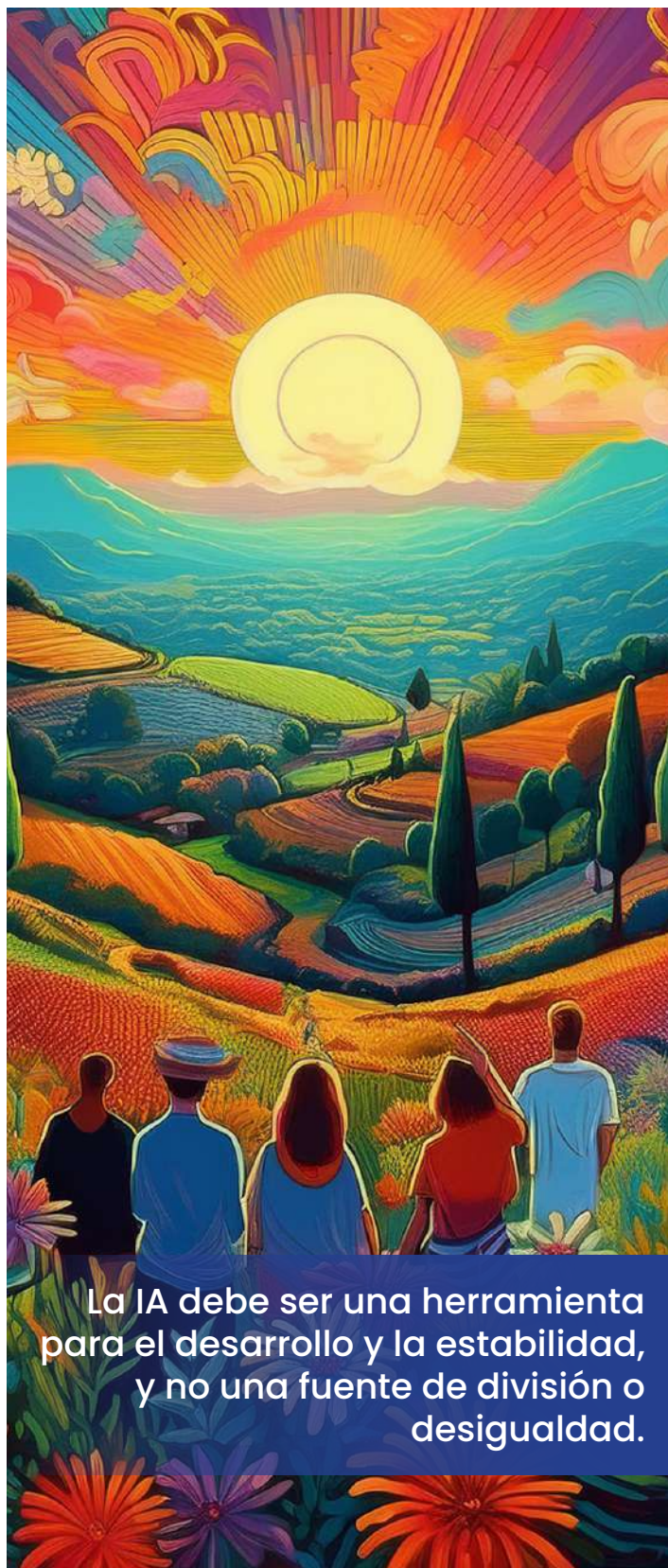
Al integrar la paz como un pilar clave, la estrategia busca asegurar que el desarrollo y la aplicación de la IA se realicen de manera ética y responsable, promoviendo la inclusión y evitando conflictos.

Esto incluye desincentivar el uso, implementación y desarrollo de sistemas que utilicen IA para propósitos militares. Esta estrategia refuerza la identidad pacifista de Costa Rica y establece un modelo a seguir para el uso de la tecnología en beneficio de toda la sociedad. La IA debe ser una herramienta para el desarrollo y la estabilidad y no una fuente de división o desigualdad.

Este principio está alineado con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 16, que promueve sociedades pacíficas e inclusivas.

La dignidad humana es un valor inherente y fundamental, un derecho inalienable que subyace en la esencia de cada ser humano.

Esta dignidad está íntimamente ligada al libre desarrollo de la personalidad, así como al derecho a la integridad física y moral, la libertad de pensamiento y creencia, el



**La IA debe ser una herramienta
para el desarrollo y la estabilidad,
y no una fuente de división o
desigualdad.**

honor, la privacidad personal y familiar, el respeto a la propia imagen, la educación, el trabajo y demás derechos económicos, sociales y culturales que permiten el desarrollo de la personalidad.

El avance tecnológico debe tener como premisa fundamental el respeto a la dignidad humana, la vida y el desarrollo del plan de vida de cada persona, buscando siempre un equilibrio que promueva el bienestar colectivo.

Este bienestar incluye necesariamente el desarrollo de competencias y habilidades que permitan a las personas participar del desarrollo tecnológico mediante la educación, la creación de oportunidades laborales, la inclusión y la equidad.

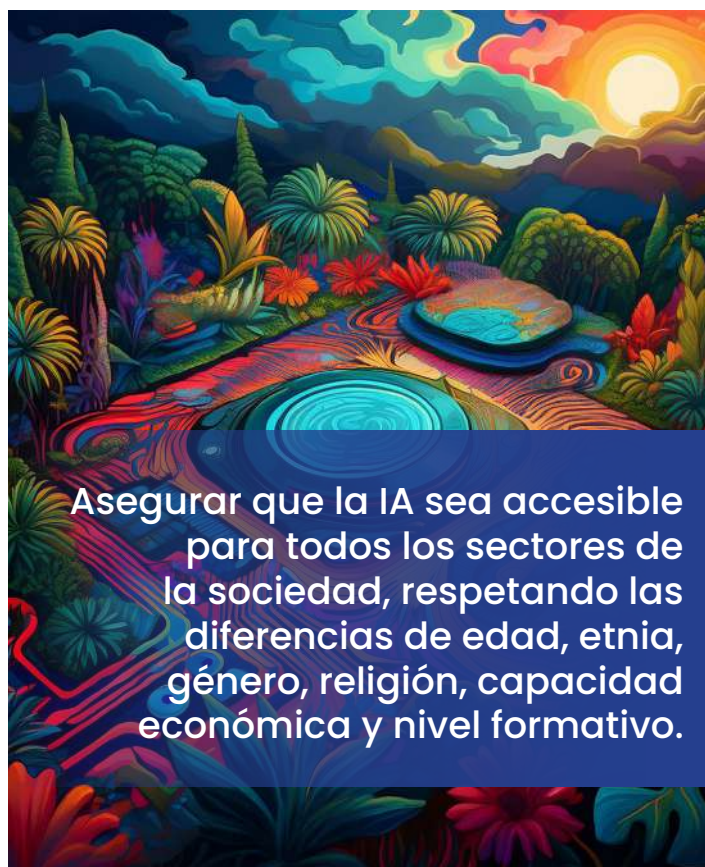
Bajo este principio, se establece que la operación de sistemas que utilicen IA debe estar orientada hacia el bien común, evitando causar daño y asegurando que el avance tecnológico promueva el bienestar colectivo. Se debe garantizar que cualquier uso de datos y tecnologías de IA respete estos valores, restringiendo acciones que puedan comprometer la dignidad humana.

2. Supervisión humana

El principio de supervisión humana se centra en mantener el control humano final sobre los sistemas que utilicen IA, asegurando que la responsabilidad ética y jurídica pueda atribuirse claramente a individuos o entidades legales en cualquier etapa del ciclo de vida de estos sistemas. Aunque los sistemas de IA pueden ser empleados por su eficiencia y capacidad para apoyar la toma de decisiones y la ejecución de tareas, la responsabilidad última y la rendición de cuentas siempre recaen en el ser humano.

Las decisiones críticas, especialmente aquellas que podrían tener implicaciones significativas, como las decisiones de vida o muerte, nunca podrán delegarse completamente a la IA. Es fundamental que haya una supervisión humana continua y efectiva que garantice que los sistemas de IA operen dentro de los límites éticos y legales establecidos.

La supervisión humana debe ser tanto individual como pública e inclusiva, proporcionando mecanismos de control y auditoría que permitan una intervención humana efectiva cuando sea necesario.



Para asegurar la supervisión humana, se pueden implementar varias estrategias prácticas. Por ejemplo, en el ámbito de la salud, cualquier diagnóstico asistido por IA debe ser revisado y aprobado por un profesional médico antes de informar al paciente. En el sector judicial, los algoritmos que asisten en la toma de decisiones deben ser transparentes y estar sujetos a revisión por parte de jueces y otros oficiales de justicia para garantizar que las decisiones finales sean justas y equitativas.

Se subraya la importancia de la supervisión y control humano para asegurar la responsabilidad y la rendición de cuentas en el uso de la IA. Además, se destaca la necesidad de preservar la dignidad humana y los derechos humanos en todas las aplicaciones tecnológicas, asegurando que los humanos mantengan el control sobre las decisiones que afectan significativamente la vida y el bienestar de las personas.

La supervisión humana es esencial para garantizar que la IA se utilice de manera ética y responsable, protegiendo los derechos y la dignidad de todos los individuos. Este principio refuerza la necesidad de mantener la intervención y control humanos en todos los aspectos críticos del desarrollo y uso de la IA.

3. Transparencia y explicabilidad

Los actores que desarrollen e implementen sistemas que utilicen IA deben proporcionar información comprensible y adecuada al contexto que explique tanto las capacidades como las limitaciones de la IA. Esto es esencial para permitir que las personas usuarias comprendan cómo y cuándo interactúan con una IA y cómo estas influyen en su entorno laboral y personal.

Las personas tendrán el derecho de saber siempre cuándo están tratando con IA y tendrán la prerrogativa de decidir que las IA no les afecten.

Es fundamental ofrecer detalles claros sobre las fuentes de datos y los procesos que llevan a las decisiones automatizadas, para que las personas puedan entender y, si es necesario, impugnar estos resultados. Este compromiso con la transparencia también es importante para fortalecer la rendición de cuentas y la confianza, especialmente en el sector público.

La implementación de sistemas que utilicen IA debe ser auditable y debe adherirse a las normativas de legalidad y rendición de cuentas, con una gobernanza efectiva y la posibilidad de supervisión humana.

Para asegurar la transparencia y el acceso a la información, se pueden implementar varias estrategias prácticas. En el ámbito gubernamental, por ejemplo, cualquier decisión automatizada que afecte a los ciudadanos debe acompañarse de una explicación clara y accesible de cómo se llegó a esa decisión, incluyendo los datos y algoritmos utilizados.

En el sector privado, las empresas deben informar a sus clientes cuando utilizan IA en sus servicios y proporcionar opciones para que los usuarios elijan no ser afectados por estos sistemas.

4. Equidad y no discriminación

Los sistemas que utilicen IA deberán diseñarse y operarse de manera que promuevan la inclusión y eviten perpetuar o crear nuevas formas de discriminación.

Esto incluye asegurar que la IA sea accesible para todos los sectores de la sociedad, respetando las diferencias de edad, etnia, género, religión, capacidad económica y nivel formativo, y adaptando los sistemas para que sean cultural y lingüísticamente apropiados.



Las personas tendrán el derecho de saber siempre cuándo están tratando con IA.

La equidad en la IA requiere que todos los actores involucrados, desde diseñadores hasta implementadores, se comprometan a minimizar los sesgos en algoritmos y bases de datos que podrían influir negativamente en las decisiones automatizadas.

Esto implica realizar auditorías y pruebas continuas para identificar y corregir cualquier sesgo potencial en los sistemas de IA. Además, se deben implementar políticas y procedimientos que promuevan la diversidad y la inclusión en todas las etapas del ciclo de vida de los sistemas de IA.

Para asegurar la equidad y la no discriminación, es esencial que se creen oportunidades para la capacitación y el desarrollo de habilidades en tecnologías emergentes para todas las personas.

Esto incluye programas de formación específicos para grupos subrepresentados, asegurando que tengan acceso a las oportunidades y beneficios que ofrece la IA.

Asimismo, es fundamental que las políticas públicas fomenten la igualdad de acceso a la educación y la capacitación en tecnologías de IA, promoviendo así un desarrollo inclusivo y equitativo de la IA.

5. Responsabilidad

El principio de responsabilidad estipula que los actores involucrados en el ciclo de vida de los sistemas que utilicen IA deberán asumir la responsabilidad ética y jurídica de sus operaciones y efectos. Este principio asegura que todas las acciones y decisiones influenciadas por estos sistemas puedan ser atribuidas a personas físicas o jurídicas, garantizando así una rendición de cuentas clara y efectiva.

La responsabilidad en el contexto de la IA implica no solo la supervisión y control de las operaciones automáticas, sino también la capacidad de intervenir y corregir el sistema cuando sea necesario.

Los actores involucrados en el ciclo de vida de los sistemas que utilicen IA deben implementar mecanismos robustos de supervisión, evaluación de impacto y auditoría para asegurar la transparencia y la trazabilidad de las decisiones y procesos.

Esto incluye garantizar que las decisiones críticas, especialmente aquellas que podrían tener consecuencias significativas sobre los derechos humanos y el bienestar

del ambiente, permanezcan bajo supervisión humana competente.

Es esencial promover la colaboración entre diversos actores, incluyendo el sector público, la academia, la sociedad civil y el sector privado, para desarrollar un marco de gobernanza de IA que sea inclusivo y equitativo. Esto implica adaptar la gobernanza a los cambios tecnológicos y sociales y permitir una participación efectiva de las comunidades, especialmente las que se encuentran en condición de vulnerabilidad, en el desarrollo y uso de la IA.

La implementación de estos mecanismos asegura que la IA se utilice de manera ética y responsable, protegiendo los derechos y la dignidad de todos los individuos y fomentando la confianza en estas tecnologías. Por eso es importante que se determine la responsabilidad y la rendición de cuentas en el uso de la IA para asegurar la seguridad, la transparencia y la confianza.

7. Sostenibilidad y bienestar

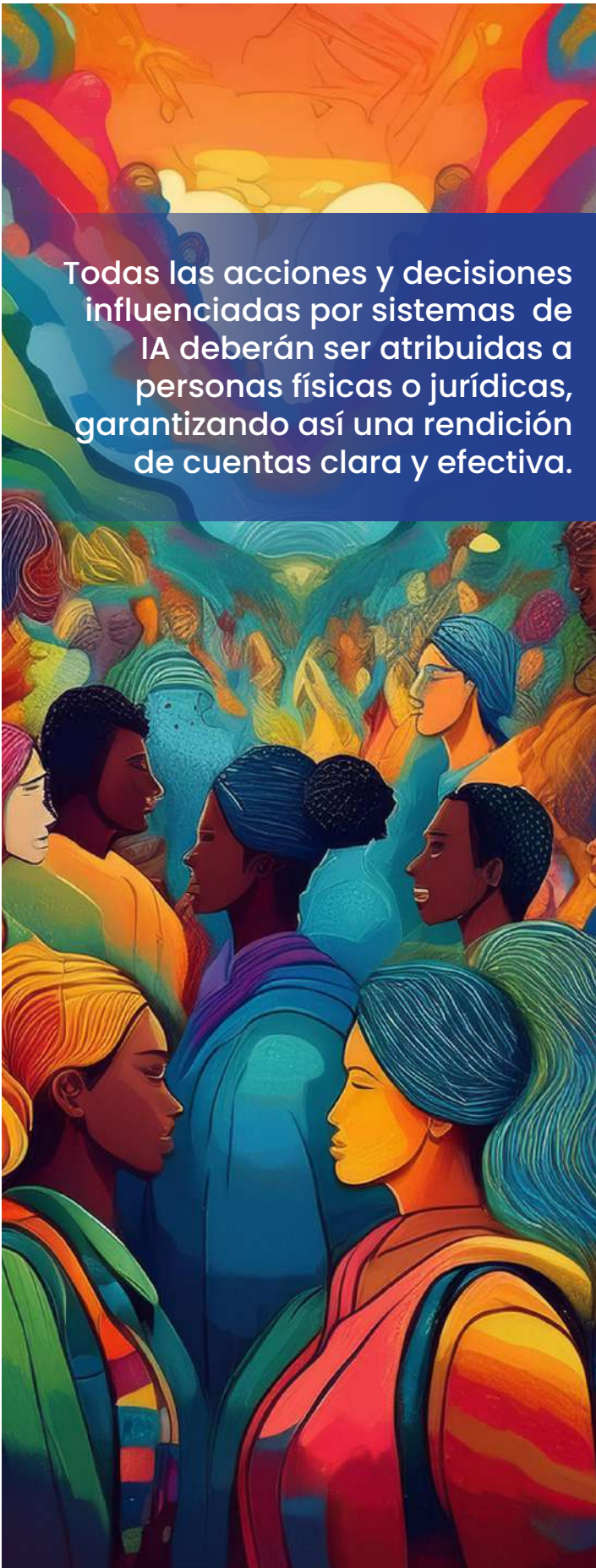
El principio de sostenibilidad y bienestar se fundamenta en la promoción y contribución activa al desarrollo sostenible en sus múltiples dimensiones: social, económica, ambiental y cultural.

En este contexto, se exige que los actores involucrados en el ciclo de vida de los sistemas que utilicen IA evalúen continuamente los impactos de estas tecnologías en la sociedad, la vida animal y el ambiente, con un enfoque holístico que considere tanto las ventajas como los posibles efectos adversos.

La sostenibilidad de la IA implica asegurar que su despliegue y operación contribuyan a la equidad, la inclusión y la protección del entorno natural, promoviendo al mismo tiempo el crecimiento inclusivo y la creatividad humana.

Los responsables de la implementación de estos sistemas deben comprometerse a mantener una gestión responsable que armonice la innovación tecnológica con la ética ambiental y social, garantizando que todos los desarrollos tecnológicos fortalezcan las capacidades humanas.

Es fundamental que la IA sea utilizada de manera que respete y proteja no solo la vida humana, sino también la vida animal y los ecosistemas. Esto incluye evitar aplicaciones que puedan causar daño a la fauna y flora



Todas las acciones y decisiones influenciadas por sistemas de IA deberán ser atribuidas a personas físicas o jurídicas, garantizando así una rendición de cuentas clara y efectiva.

y fomentar tecnologías que apoyen la biodiversidad y la restauración de hábitats naturales.

La integración de principios de sostenibilidad en el desarrollo y uso de la IA también abarca la reducción del consumo energético y la minimización de residuos tecnológicos, promoviendo así prácticas más ecológicas en la creación y mantenimiento de sistemas de IA.

8. Seguridad, ciberseguridad y protección de la información

La IA debe desarrollarse y aplicarse de manera cibersegura, protegiendo a las personas y al país. Es esencial identificar y mitigar los riesgos que la IA puede generar para garantizar la seguridad y confianza en estas tecnologías. Este principio enfatiza la necesidad de que los sistemas que utilicen IA sean robustos, seguros y confiables durante todo su ciclo de vida, asegurando que operen de manera adecuada tanto bajo condiciones normales de uso como en situaciones previsibles de mal uso o condiciones adversas.

Para garantizar la seguridad y la ciberseguridad, es imprescindible implementar mecanismos que permitan la supervisión, intervención y, si es necesario, la desactivación segura de los sistemas que presenten comportamientos no deseados o potencialmente dañinos. Esto incluye la capacidad para reparar o retirar de manera segura dichos sistemas, previniendo daños indebidos a personas, al ambiente o a las instituciones. Además, se debe fortalecer la integridad de la información desarrollando marcos de acceso a los datos que sean seguros, sostenibles y que respeten la privacidad.

La seguridad y la ciberseguridad en la IA implican también la creación de sistemas resilientes que puedan resistir y recuperarse rápidamente de ataques cibernéticos o fallos técnicos. Los desarrolladores e implementadores de IA deben asegurar que los sistemas sean auditables y que se adhieran a las normativas de seguridad y protección de datos.

Esto incluye la adopción de prácticas de seguridad desde el diseño ("security by design") y la implementación de controles de acceso robustos, cifrado de datos y medidas de protección contra el fraude y la manipulación de datos.

Principios transversales

1. Enfoque de género

El enfoque de género debe ser un principio transversal en todas las fases del desarrollo y aplicación de la IA. Esto implica asegurar que las tecnologías no perpetúen ni amplifiquen las desigualdades de género existentes.

Se deben implementar medidas específicas para garantizar que las mujeres y otros grupos de género no sean discriminados y tengan igual acceso a las oportunidades y beneficios de la IA. Además, promover la participación activa de las mujeres en la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) y en todos los niveles de desarrollo y gobernanza de la IA.

2. Inclusión y accesibilidad

La IA debe ser desarrollada y aplicada de manera que sea accesible e inclusiva para todas las personas, independientemente de su edad, género, origen étnico, capacidad económica, nivel educativo o discapacidad.

Esto incluye diseñar sistemas que sean cultural y lingüísticamente apropiados y garantizar que las tecnologías estén disponibles y sean utilizables por personas con discapacidades.

3. Protección de datos, propiedad intelectual y privacidad

La protección de datos, la privacidad y la propiedad intelectual deben ser consideraciones centrales en todas las aplicaciones de IA. Esto implica implementar fuertes medidas de seguridad y robustecer los marcos legales para garantizar que los datos personales sean manejados de manera segura y ética, y que los derechos de privacidad de las personas sean respetados y protegidos.

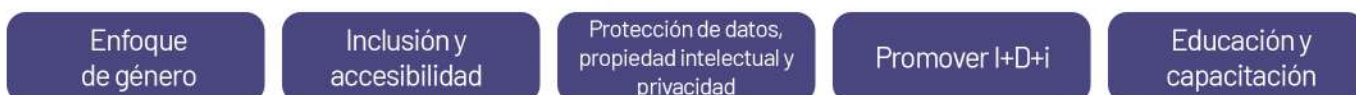
Además, se deben establecer mecanismos robustos para proteger la propiedad intelectual, asegurando que las creaciones y conocimientos utilizados en el desarrollo de IA sean debidamente reconocidos y resguardados, respetando los derechos de los autores y creadores.

Principios rectores y transversales de la estrategia

Principios rectores



Principios transversales





4. Promover la I+D+i

La investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i) en el campo de la IA deben ser fomentados de manera responsable, asegurando que los avances tecnológicos beneficien equitativamente a toda la sociedad, protegiendo siempre la vida humana.

Esto incluye promover la colaboración entre el sector público, la academia, la sociedad civil, el sector privado y organismos internacionales, para desarrollar tecnologías de IA que respondan a las necesidades y desafíos de la sociedad en general.

Es fundamental crear un entorno que estimule la investigación avanzada y la innovación continua, garantizando que las nuevas tecnologías sean accesibles y útiles para diversos sectores de la población, y que contribuyan al progreso social y económico de manera inclusiva y sostenible.

5. Educación y capacitación

La educación y la capacitación son esenciales para garantizar que todas las personas tengan las habilidades necesarias para utilizar y beneficiarse de la IA.

Esto incluye integrar la educación sobre IA en los programas de estudio escolares, técnicos y universitarios, así como ofrecer programas de capacitación continua para personas trabajadoras en todos los sectores productivos.

La integración de principios de sostenibilidad en el desarrollo y uso de la IA también abarca la reducción del consumo energético y la minimización de residuos tecnológicos, promoviendo así prácticas más ecológicas en la creación y mantenimiento de sistemas de IA.



La protección de datos, la
privacidad y la propiedad
intelectual deben ser
consideraciones centrales en
todas las aplicaciones de IA.



Gestión del riesgo

3

Gestión estratégica del riesgo

Normativa de referencia

El enfoque global hacia la gestión y clasificación del riesgo de los sistemas de IA varía significativamente entre las principales regiones y organizaciones internacionales, reflejando diferentes prioridades y marcos regulatorios.

La Unión Europea, a través de la AI Act (que entró en rigor el 1 de agosto de 2024 y será implementada gradualmente en un plazo de hasta 36 meses), adopta un enfoque normativo estricto que clasifica los sistemas de IA en cuatro niveles de riesgo: inaceptable, alto, limitado y mínimo. Este marco regula con rigor los sistemas de alto riesgo que pueden afectar derechos fundamentales, imponiendo requisitos de cumplimiento antes de su implementación.

En contraste, Estados Unidos, mediante el *NIST AI Risk Management Framework*, ofrece un enfoque en el que no clasifica explícitamente los sistemas de IA según su riesgo, sino que proporciona directrices para que las organizaciones evalúen y gestionen los riesgos en función de su contexto específico. Este marco promueve la transparencia, la equidad y la robustez, permitiendo a las organizaciones adaptar sus estrategias de mitigación de riesgos de manera más contextualizada.

A su vez, el Hiroshima AI Process (HAIP) suscrito por Costa Rica, subraya la necesidad de realizar evaluaciones exhaustivas de los riesgos asociados con los sistemas de IA antes de su implementación. Esto incluye no solo riesgos técnicos, sino también riesgos éticos, sociales y de derechos humanos.

La evaluación de riesgos es vista como una herramienta fundamental para anticipar y mitigar posibles impactos negativos de la IA, especialmente en aplicaciones de alto riesgo como la seguridad, la justicia y la vigilancia.

Por su parte, la OCDE, a través de sus Principios sobre la IA, establece un marco basado en la transparencia, la responsabilidad y la robustez, sin definir una clasificación específica de riesgos. En cambio, fomenta la adopción de buenas prácticas para su gestión, dejando a los gobiernos y organizaciones la tarea de evaluar y mitigar los riesgos de manera adaptativa.



La evaluación de riesgos es vista como una herramienta fundamental para anticipar y mitigar posibles impactos negativos de la IA.

En conjunto, estos enfoques reflejan un espectro que va desde la regulación estricta y normativizada de la Unión Europea hasta las directrices más flexibles y adaptativas de Estados Unidos y la OCDE.

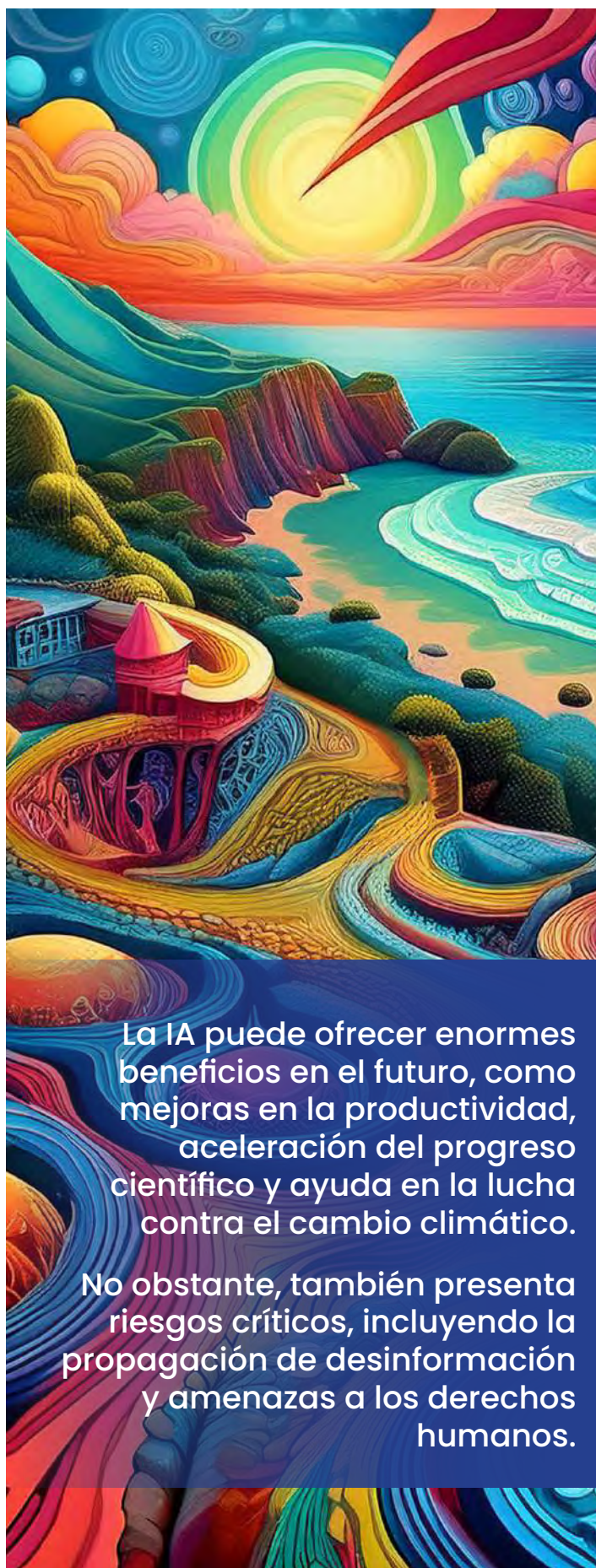
Principales riesgos asociados con la IA en Costa Rica

Las investigaciones y opiniones de personas expertas sugieren que los impactos futuros de la IA podrían variar ampliamente, prometiendo considerables beneficios socioeconómicos, pero también presentando riesgos sustanciales que necesitan ser abordados.

La IA puede ofrecer enormes beneficios en el futuro, como mejoras en la productividad, aceleración del progreso científico y ayuda en la lucha contra el cambio climático. También presenta riesgos críticos, incluyendo la propagación de desinformación y amenazas a los derechos humanos, (OECD, 2024).

A continuación, se detallan los principales riesgos asociados al uso de la IA, respaldados por investigaciones recientes:

1. **Impacto en el empleo:** La automatización impulsada por la IA puede desplazar significativamente la fuerza laboral en diversos sectores, lo que plantea la necesidad de políticas públicas precisas (Autor, 2022).
2. **Impacto en el comportamiento humano:** La IA puede reconfigurar normas sociales y autonomía individual, especialmente cuando se utiliza para manipular comportamientos a través de sistemas de recomendación o publicidad dirigida (Susser et al., 2024).
3. **Sesgo y discriminación:** Los datos de entrenamiento de la IA pueden contener prejuicios históricos o culturales, lo que puede llevar a la IA a automatizar y amplificar estos sesgos, resultando en discriminaciones en áreas críticas como contratación laboral, préstamos bancarios y servicios policiales, Nzama-Sithole, L. (2023).
4. **Ciberataques:** Los sistemas de IA son susceptibles a ataques cibernéticos que pueden alterar su funcionamiento, con consecuencias potencialmente devastadoras en sistemas críticos como infraestructura de red eléctrica,



La IA puede ofrecer enormes beneficios en el futuro, como mejoras en la productividad, aceleración del progreso científico y ayuda en la lucha contra el cambio climático.

No obstante, también presenta riesgos críticos, incluyendo la propagación de desinformación y amenazas a los derechos humanos.

sistemas financieros y redes de salud (Hine, et. al, 2024).

5. **Datos personales y privacidad:** La IA requiere vastas cantidades de datos para su funcionamiento, lo que plantea serias preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de la información personal. El uso indebido o el acceso no autorizado a estos datos puede resultar en violaciones de la privacidad que afectan a individuos y grupos (Pew Research Center, 2022).
6. **Toma de decisiones autónomas:** La capacidad de la IA para tomar decisiones sin intervención humana presenta dilemas éticos, especialmente en contextos donde estas decisiones pueden tener implicaciones significativas en la vida de las personas, como en la atención médica. (Stone y Mittelstadt, 2024).
7. **Uso militar y vigilancia:** El desarrollo de tecnologías de IA para uso militar y vigilancia genera debates éticos sobre la militarización de la IA y el potencial de abuso en la vigilancia masiva, planteando preguntas sobre la moralidad de la automatización del conflicto armado y las implicaciones para los derechos civiles, (van Diggelen et al, 2023).
8. **Generación de contenido falso:** La IA puede generar contenido falso convincente, como videos *deepfake* y noticias falsas, utilizados para desinformar y manipular la opinión pública, erosionando la confianza en los medios y las instituciones democráticas (Nieweglowska et al, 2024).
9. **Incidencia en decisiones de ciudadanía:** La IA puede influir significativamente en las decisiones políticas y sociales, desde la asignación de recursos en la administración pública hasta el diseño de políticas basadas en datos. Estas decisiones pueden estar motivadas por eficiencia algorítmica en lugar de consideraciones humanísticas, afectando negativamente la equidad y justicia social, (Zuboff, 2023).
10. **Dependencia tecnológica:** La creciente dependencia de sistemas automatizados y soluciones de IA puede llevar a una "des-skilling"

Principales riesgos que genera la IA



Desplazamiento de empleos.



Incidencia en comportamiento humano



Sesgo y discriminación



Ciberataques



Vulneración de datos personales y privacidad



Decisiones sin supervisión humana



Uso militar y vigilancia masiva



Contenido falso



Manipulación y control social



Dependencia tecnológica



Ampliación de brecha digital



Impacto en ambiente y cambio climático



Impacto en creatividad



Incidentes por mala interpretación



Obsolescencia tecnológica.



La creciente dependencia de sistemas automatizados y soluciones de IA puede llevar a una “des-skilling” en la fuerza laboral.

en la fuerza laboral, donde las habilidades humanas se deterioran porque las máquinas realizan tareas complejas, aumentando la vulnerabilidad en caso de fallo de la IA (Crawford, 2021).

11. **Desigualdad en el acceso a la tecnología:** La implementación desigual de soluciones de IA puede ampliar la brecha digital, exacerbando las desigualdades existentes en educación, salud y oportunidades económicas entre diferentes poblaciones y países (Capraro et.al, 2024).
12. **Impacto en el cambio climático:** El entrenamiento de modelos de IA es altamente intensivo en energía. Por ejemplo, un solo modelo de IA puede emitir más de 284 toneladas de CO₂, equivalente a cinco veces las emisiones de un automóvil promedio a lo largo de toda su vida útil (Chen et al., 2023). Esto subraya la urgencia de desarrollar IA de manera sostenible, priorizando la eficiencia energética y la adopción de energías renovables.
13. **Impacto en la creatividad y la innovación:** Aunque la IA puede mejorar la eficiencia en varios procesos, existe el temor de que pueda limitar el espacio para la creatividad humana y la innovación al priorizar soluciones basadas en patrones y datos históricos (Magni, et. al, 2024).
14. **Problemas de interpretación y contextos inapropiados:** Los sistemas de IA pueden fallar en interpretar correctamente el contexto social o cultural de sus aplicaciones, lo que puede llevar a errores o decisiones inapropiadas, como en el caso de los sistemas de reconocimiento facial con tasas de error más altas para ciertos grupos demográficos (Buolamwini y Gebru, 2018).
15. **Obsolescencia y mantenimiento de sistemas de IA:** Mantener y actualizar sistemas de IA puede ser costoso y técnicamente desafiante, especialmente cuando los modelos necesitan adaptarse a nuevos datos o circunstancias, planteando riesgos significativos en términos de seguridad y funcionalidad (Hao y Liu, 20224; Kaplan y Haenlein, 2020).

Marco de referencia para Costa Rica

Costa Rica enfrenta el desafío de asegurar que la IA se implemente de manera alineada con los principios rectores de esta estrategia.

Para enfrentar este desafío, es fundamental diseñar un marco de trabajo robusto que permita identificar, evaluar y clasificar los riesgos asociados con los sistemas de IA, garantizando que su diseño, desarrollo y uso no comprometan los principios fundamentales de la sociedad costarricense.

El siguiente *framework* se inspira en el trabajo realizado por Estados Unidos, la Unión Europea (UE), la OECD, el HAIP y propone un enfoque adaptado a la realidad del país, con el objetivo de gestionar eficazmente los riesgos de la IA y asegurar su contribución positiva al bienestar social y económico de Costa Rica.

Clasificación del riesgo

Para efectos de la presente estrategia, se establecen cuatro niveles de riesgo, usando como referencia la AI Act de la Unión Europea, pero adaptados a las realidades y prioridades estratégicas de Costa Rica:

- a. Riesgo Inaceptable:** Sistemas de IA cuyo uso está prohibido por representar una amenaza significativa para los derechos humanos, la seguridad pública, o los valores fundamentales de Costa Rica. Ejemplos incluyen tecnologías para armamento no permitido, tecnologías de reconocimiento facial masivo para vigilancia y sistemas de puntaje social.
- b. Riesgo Alto:** Sistemas de IA que pueden tener un impacto significativo en la vida de las personas, especialmente en sectores sensibles como la salud, la educación, y la justicia. Estos sistemas requieren evaluaciones rigurosas antes de su despliegue, supervisión humana constante, y auditorías regulares para asegurar su alineación con los principios éticos y legales nacionales.
- c. Riesgo Medio:** Sistemas de IA que, aunque no tienen un impacto directo en los derechos fundamentales, pueden afectar la equidad y la justicia social si no se manejan adecuadamente. Ejemplos incluyen sistemas de recomendación en plataformas digitales y herramientas de IA para la administración pública. Estos sistemas

deben cumplir con requisitos de transparencia y rendición de cuentas, y deben ser sujetos a revisiones periódicas.

- d. Riesgo Bajo:** Sistemas de IA utilizados en aplicaciones que no tienen un impacto significativo en la vida de las personas, como filtros de spam o IA en videojuegos. Estos sistemas requieren un monitoreo mínimo y deben cumplir con los estándares básicos de seguridad y funcionalidad.

Evaluación del riesgo

La evaluación de riesgos debe considerar varios factores clave:

- a. Impacto en los Derechos Fundamentales:** Evaluar cómo el sistema de IA puede afectar la privacidad, la autonomía y otros derechos fundamentales de las personas.
- b. Potencial de Sesgo y Discriminación:** Analizar los datos de entrenamiento y los algoritmos para identificar y mitigar posibles sesgos que puedan resultar en discriminación.
- c. Ciberseguridad:** Evaluar la vulnerabilidad del sistema a ciberataques y su capacidad para resistir amenazas a la seguridad.
- d. Transparencia y Explicabilidad:** Asegurar que el funcionamiento del sistema sea comprensible para los usuarios y que las decisiones automatizadas puedan ser explicadas y justificadas.
- e. Impacto Ambiental:** Considerar el consumo de energía y la huella de carbono del sistema de IA, promoviendo la adopción de energías renovables y la eficiencia energética.

Medidas de mitigación

Para cada nivel de riesgo identificado, se deben implementar las siguientes medidas de mitigación:

- a. Riesgo Inaceptable:** Prohibición del desarrollo o uso de estos sistemas en Costa Rica.

- b. Riesgo Alto:** Requerimiento de evaluaciones de impacto detalladas antes de la implementación, supervisión humana obligatoria, auditorías de terceros, y mecanismos de rendición de cuentas claros.
- c. Riesgo Medio:** Implementación de medidas de transparencia, revisión periódica por comités éticos y técnicos, y mecanismos de corrección y mejora continua.
- d. Riesgo Bajo:** Cumplimiento de estándares básicos de seguridad y funcionalidad, con monitoreo continuo para detectar posibles fallos o áreas de mejora.

Auditoría y revisión

El framework propone la realización de auditorías regulares, tanto internas como externas, para verificar el cumplimiento de las normas establecidas. Las auditorías se centrarán en la identificación de nuevos riesgos, la evaluación de la efectividad de las medidas de mitigación implementadas, y la revisión de los procesos de toma de decisiones automatizadas.

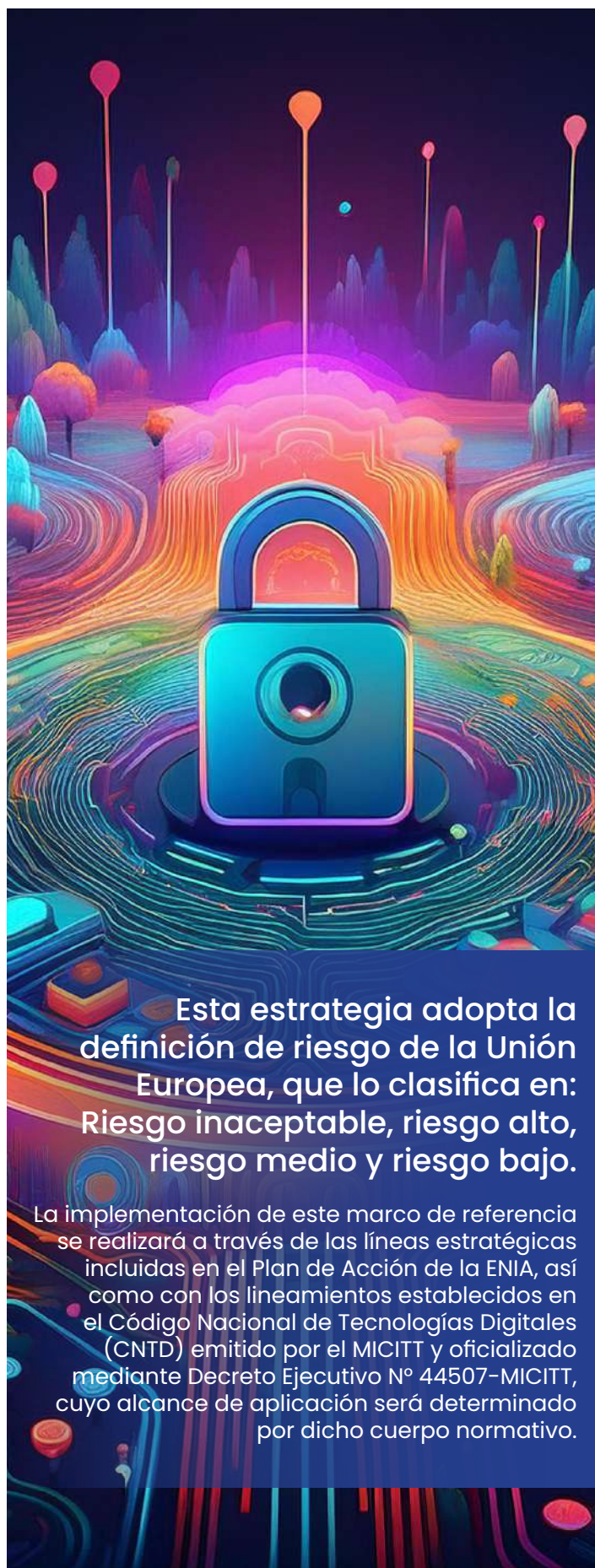
Adaptabilidad y mejora continua

El framework será adaptable y estará en constante revisión para integrar nuevos conocimientos y tecnologías. Se fomentará la mejora continua a través de la retroalimentación de personas usuarias y expertas, y mediante la actualización periódica de las normativas y guías basadas en la evolución del campo de la IA.

Gestión del riesgo y atención de incidentes de IA

En el marco de la transformación digital en Costa Rica, es esencial fortalecer las capacidades de la Agencia Nacional de Gobierno Digital (ANGD) y la Dirección de Ciberseguridad del MICITT para gestionar eficazmente los riesgos y responder a incidentes relacionados con la inteligencia artificial.

La ANGD debe liderar la implementación segura y eficiente de proyectos de IA en el sector público, garantizando la interoperabilidad, mientras que la Dirección de Ciberseguridad debe buscar la mitigación



Esta estrategia adopta la definición de riesgo de la Unión Europea, que lo clasifica en: Riesgo inaceptable, riesgo alto, riesgo medio y riesgo bajo.

La implementación de este marco de referencia se realizará a través de las líneas estratégicas incluidas en el Plan de Acción de la ENIA, así como con los lineamientos establecidos en el Código Nacional de Tecnologías Digitales (CNTD) emitido por el MICITT y oficializado mediante Decreto Ejecutivo N° 44507-MICITT, cuyo alcance de aplicación será determinado por dicho cuerpo normativo.

de riesgos cibernéticos y actuar como centro de respuesta integral, con herramientas avanzadas para enfrentar amenazas y proteger la infraestructura digital del país, asegurando que la adopción de IA se realice de manera segura y en beneficio de la sociedad.

Agencia Nacional de Gobierno Digital

La Agencia Nacional de Gobierno Digital (ANGD) desempeña un papel fundamental en la transformación digital de las instituciones públicas en Costa Rica. En el contexto de esta estrategia, su rol se vuelve aún más esencial, especialmente en la gestión de riesgos y en la provisión de servicios relacionados con la IA.

Para ello es fundamental fortalecer la ANGD para que pueda enfrentar eficazmente los desafíos que trae consigo la implementación de la IA en la administración pública, con participación de actores claves como la academia, sector privado y la sociedad civil. Su capacidad para gestionar los riesgos asociados y proporcionar servicios tecnológicos avanzados a otras instituciones será un pilar para asegurar la eficiencia, seguridad y transparencia en el uso de la IA en el sector público.

En esta gestión, al amparo de su marco legal de la ANGD, se destacan las siguientes líneas estratégicas alineadas con sus funciones:

a. Desarrollo y Administración de Proyectos Transversales:

La ANGD debe liderar el desarrollo y administración de proyectos de IA en el ámbito público, asegurando que los servicios ofrecidos sean seguros, eficientes y estandarizados. Esto incluye la creación de plataformas de interoperabilidad que permitan a las instituciones intercambiar información de manera segura y efectiva, minimizando los riesgos cibernéticos.

b. Acompañamiento y Asesoramiento Técnico:

La ANGD está habilitada para brindar acompañamiento técnico a las instituciones públicas para integrar soluciones de IA que no solo mejoren la eficiencia operativa, sino que también mitiguen posibles riesgos cibernéticos asociados. La ANGD también debe asistir en la elaboración de planes estratégicos que incorporen la gestión de riesgos como un componente central.

c. Control y Administración de Recursos Públicos:

La ANGD será responsable de administrar de manera eficiente los recursos asignados a proyectos de IA, según su marco normativo y legal, garantizando que se utilicen de manera efectiva para maximizar su impacto en la mejora de los servicios al ciudadano. La correcta asignación y uso de estos recursos contribuirá a mitigar riesgos financieros y operacionales en la implementación de la IA.

d. Desarrollo de Espacios de Colaboración:

La ANGD puede facilitar la colaboración entre las instituciones públicas, el sector privado y la academia para la implementación de proyectos de IA que gestionen riesgos y promuevan la innovación en el sector público. Este enfoque colaborativo asegurará que se desarrollen soluciones integradas y seguras, aprovechando las mejores prácticas y conocimientos disponibles.

e. Ejecutor de Interoperabilidad:

La interoperabilidad es clave para la gestión de riesgos en la implementación de la IA. La ANGD puede promover que los sistemas de IA en el sector público puedan comunicarse y compartir datos de manera segura y eficiente, minimizando vulnerabilidades y potenciando la capacidad de respuesta ante incidentes.

f. Mitigación de Riesgos Diversos:

El desarrollo de proyectos transversales, le permitirá a la Agencia abordar y mitigar una variedad de riesgos asociados con la IA, adaptándose a diferentes sectores y escenarios. Por ejemplo, se podrá utilizar la IA para evaluar y corregir sesgos en los algoritmos de toma de decisiones automatizadas en instituciones públicas, así como para prever y prevenir fallos en infraestructuras críticas mediante un monitoreo continuo y análisis predictivo.

g. Evaluación de Riesgos y Planes de Contingencia en IA:

La Dirección podrá coordinar evaluaciones de riesgo de que incluyan el impacto potencial de incidentes de IA, y proponer medidas de mitigación. La elaboración de planes de contingencia y recuperación ante desastres debe considerar escenarios específicos donde la IA juegue un rol central, asegurando la continuidad del negocio y la resiliencia de los sistemas públicos ante posibles fallos o ataques

a la inteligencia artificial.

La ANG, en su papel de facilitador y ejecutor de la transformación digital en Costa Rica, se alinea estratégicamente con los objetivos de la ENIA para gestionar los riesgos y maximizar los beneficios de la IA en la administración pública. Esto incluye no solo el desarrollo, ejecución y administración de proyectos y servicios transversales en materia de gobierno digital, sino también la creación de un entorno colaborativo y seguro que permita a las instituciones públicas adoptar la IA de manera eficiente y responsable..

Dirección de Ciberseguridad del MICITT

Para reforzar el *framework* y gestionar de manera efectiva la atención de incidentes asociados con el uso indebido de la IA, se fortalecerá a la Dirección de Ciberseguridad de MICITT (DC), dotándola de capacidades avanzadas de análisis forense digital. Estas capacidades incluirán herramientas especializadas basadas en IA, diseñadas específicamente para identificar y mitigar incidentes relacionados con esta tecnología.

- a. Desarrollo de Capacidades Forenses:** La DC será equipada con un conjunto de herramientas avanzadas de IA capaces de detectar y gestionar eficientemente una amplia gama de incidentes relacionados con sistemas de IA. Estas herramientas podrán identificar patrones anómalos en grandes volúmenes de datos financieros, sugiriendo posibles actividades fraudulentas o de lavado de dinero. Además, serán esenciales para el análisis en tiempo real del tráfico de datos, permitiendo la identificación rápida de posibles ataques cibernéticos, así como para la detección de manipulaciones o alteraciones en contenido digital que puedan comprometer la integridad y seguridad de las personas.
- b. Atención de Incidentes en Diversos Contextos:** La Dirección actuará como un centro de respuesta integral, capaz de gestionar no solo incidentes relacionados con la manipulación de contenido, sino también una amplia gama de eventos adversos vinculados con el uso de la IA en distintos contextos.
- c. Respuesta Eficiente a Incidentes de IA:** Se fortalecerá al Centro de Respuesta a

La ANG desempeña un papel fundamental en la transformación digital de las instituciones públicas en Costa Rica.



Incidentes (CSIRT) para estar preparado para ejecutar acciones de respuesta ante incidentes relacionados con IA, tales como fallos en la toma de decisiones autónomas o manipulaciones adversas de algoritmos. Esto implicará coordinar con diversas instituciones para asegurar una contención rápida y efectiva de amenazas, así como proporcionar orientación técnica sobre cómo restaurar los sistemas afectados por incidentes de IA, minimizando el impacto en los servicios públicos.

d. Fortalecimiento de la Resiliencia y Seguridad en la Infraestructura Digital con IA:

La Dirección de Ciberseguridad, a través del Departamento de Operaciones de Ciberseguridad (SOC), deberá fortalecer sus capacidades específicas para monitorear y proteger sistemas de IA en las infraestructuras críticas. Esto incluirá la vigilancia de los sistemas de IA utilizados por las instituciones públicas, asegurando que los algoritmos y modelos estén protegidos contra ciberataques y vulnerabilidades emergentes.

e. Normativa y Estándares de Seguridad para IA:

Es vital que la Dirección, en coordinación con la Dirección de Innovación, promueva la implementación de normativas y estándares de seguridad cibernética que incluyan directrices específicas para los sistemas de IA. Estas normativas deben garantizar que el desarrollo y la implementación de IA en el sector público cumplan con los más altos estándares de seguridad, protegiendo tanto la infraestructura digital como los datos personales manejados por estos sistemas.

f. Capacitación y Colaboración Multidisciplinaria:

El personal de la DC recibirá capacitación especializada para garantizar que estén preparados para enfrentar la totalidad de los riesgos que la IA pueda presentar. Además, la Agencia colaborará activamente con organismos internacionales y plataformas tecnológicas para compartir conocimientos y mejorar continuamente sus capacidades de respuesta.

g. Colaboración Internacional y Forense en Incidentes de IA:

Dado el carácter global de las amenazas cibernéticas, la Dirección deberá fortalecer su colaboración con agencias internacionales y otros países para compartir información sobre incidentes relacionados con

IA. Además, el CSIRT deberá especializarse en el análisis forense post-incidente, permitiendo identificar causas raíz en fallos de sistemas de IA y apoyar a las autoridades judiciales en casos donde haya implicaciones legales.

h. Buenas prácticas para el uso y entrenamiento de la IA:

La Dirección de Ciberseguridad del MICITT fomentará la adopción de prácticas de ciberseguridad recomendadas para el uso y entrenamiento de sistemas de inteligencia artificial, con el fin de asegurar un comportamiento ético y seguro de los modelos. Estas directrices estarán alineadas con principios de transparencia, seguridad y responsabilidad.

i. Ciberseguridad desde el diseño:

Fomentar el concepto de “ciberseguridad desde el diseño” (security by design) en el desarrollo de sistemas de IA, incorporando principios de seguridad desde las primeras fases de construcción de los modelos. Esto permitirá reducir la superficie de ataque y garantizar la integridad y protección de los sistemas a lo largo de su ciclo de vida.





Actores relevantes

4 Actores relevantes

Actores relevantes

Diversos actores desempeñan un papel esencial en los procesos de adaptación e integración de las tecnologías de la información en Costa Rica.

En el ámbito de la IA, se destacan varias entidades clave, tanto del sector público como del privado, que tendrán roles estratégicos como promotores, impulsores y ejecutores de proyectos y programas relacionados con la IA. Entre estas, ciertas instituciones serán fundamentales para el avance de la IA en el país.

Para mejorar la comprensión y utilidad de esta sección, se incluye una tabla de actores relevantes, con sus roles y responsabilidades claramente definidos.

Sector público

Las entidades gubernamentales y reguladoras desempeñarán un rol decisivo en la definición de políticas y marcos normativos para la inteligencia artificial. Estas acciones abarcarán una amplia gama de aspectos, incluyendo la ética en IA, la protección de datos, la transparencia algorítmica y la responsabilidad en el uso de tecnologías automatizadas.

Además, la colaboración internacional será clave para establecer estándares globales que guíen el desarrollo y la implementación de la IA. Esto permitirá armonizar las regulaciones y promover prácticas éticas y responsables en todo el mundo.

Actores del sector público

MICITT	Rector e impulsor de la ciencia, la innovación y la transformación digital.	PRODHAB	Velar por el respeto a los derechos de privacidad y autodeterminación en el tratamiento de datos personales.
MIDEPLAN	Evaluar los efectos económicos de la IA y apoyar la implementación de sistemas de IA en el sector público.	INTECO	Apoyar en el diseño de guías y referencias para un uso responsable de la IA, acorde a estándares globales.
MTSS	Prever impactos laborales y promover empleo en sectores tecnológicos.	Otros ministerios	Impactar sectores específicos mediante la estrategia de IA, con roles que varían según el enfoque sectorial.
MINSA	Implementar y supervisar el uso de IA en el sector salud.	Sector descentralizado	Participar en la estrategia de IA y su impacto en las instituciones y sectores del Poder Ejecutivo.
MEP	Crear programas educativos y estrategias para la adopción de conocimientos y habilidades en IA.	Municipalidades	Apoyar la implementación de sistemas de IA en el sector municipal.
Promotora de Innovación	Fomentar la investigación y la innovación en el campo de la IA.	Asamblea Legislativa	Diseñar legislación que apoye el desarrollo y la implementación de IA en el país.



El sector privado es un catalizador preponderante para la promoción y ejecución de la IA dentro del ecosistema de innovación.

Sector privado

El sector privado es un catalizador preponderante para la promoción y ejecución de la IA dentro del ecosistema de innovación.

Su rol va más allá de la implementación de soluciones de IA, abarcando el liderazgo en la innovación y adopción de estas tecnologías a nivel nacional.

Además, es fundamental en la creación de alianzas estratégicas y conglomerados tecnológicos que fomentan la inversión en proyectos de IA tanto local como internacionalmente.

Actores del sector privado

PROCOMER

Promueve la inversión extranjera y el desarrollo de la IA a nivel nacional de manera ética e inteligente.

Cámaras sectoriales

Defienden los intereses del sector, fomentando el desarrollo de la IA y generando oportunidades para las empresas en el país.

Empresas transnacionales

El país alberga empresas con capacidad para desarrollar e implementar IA.

Colegios profesionales

Regulación de la actividad y ética profesional.

Emprendimientos

Desarrollan e implementan soluciones de IA para empresas tanto nacionales como internacionales.

Cybersec Cluster

Organiza el ecosistema digital del país, con énfasis en ciberseguridad y tecnologías emergentes.

Startups

Pueden influir notablemente en la innovación y el desarrollo tecnológico en Costa Rica.

Sector académico y educación

La academia es el pilar central en la investigación, desarrollo y avance de la IA, actuando como el motor principal de esta tecnología. Las universidades y centros de investigación son los principales catalizadores a nivel nacional, ofreciendo un entorno propicio para la experimentación y la innovación tecnológica.

Sociedad civil

La sociedad civil desempeña un rol vital en la configuración del ecosistema de la IA a nivel local. Su responsabilidad primordial es establecer conexiones entre las comunidades, las industrias y las autoridades gubernamentales, garantizando que las necesidades y preocupaciones específicas de los ciudadanos sean escuchadas y abordadas.

Actores del sector académico

Centros de Investigación

Concentra parte de las labores para investigar en IA como órgano que promueve la investigación científica.

Universidades públicas

Concentran la oferta académica destinada a la formación en IA, fomentan la investigación y desarrollo de programas de IA.

Instituto Nacional de Aprendizaje

Es formador, capacitador y contribuye al crecimiento personal, productividad y competitividad.

Actores de sociedad civil

ONGs

Específicamente aquellas enfocadas en tecnología, transparencia y educación.

Grupos de base comunitaria

Especialmente en áreas rurales y urbanas en condición de vulnerabilidad, donde la IA puede tener un impacto significativo.



La academia es el pilar central en la investigación, desarrollo y avance de la IA, actuando como el motor principal de esta tecnología.



Organismos internacionales

Los organismos internacionales actúan como intermediarios y asesores de alto nivel para los gobiernos que buscan fomentar el desarrollo de la IA.

Su responsabilidad incluye generar conexiones entre países y difundir mejores prácticas globales, políticas y estándares técnicos que guían la integración de la IA en las agendas nacionales.

Actores internacionales

Multilaterales y cooperación

Rol esencial para el financiamiento de proyectos, proyectos que puedan ser replicados.

Centros de investigación

Pueden ofrecer conocimientos avanzados y colaboraciones en investigación y desarrollo.

OECD

Promueve el desarrollo de políticas públicas basadas en principios éticos para la implementación de la IA.

UNESCO

Lidera la promoción de la ética en la IA a través de la creación de marcos normativos globales.

HAIP

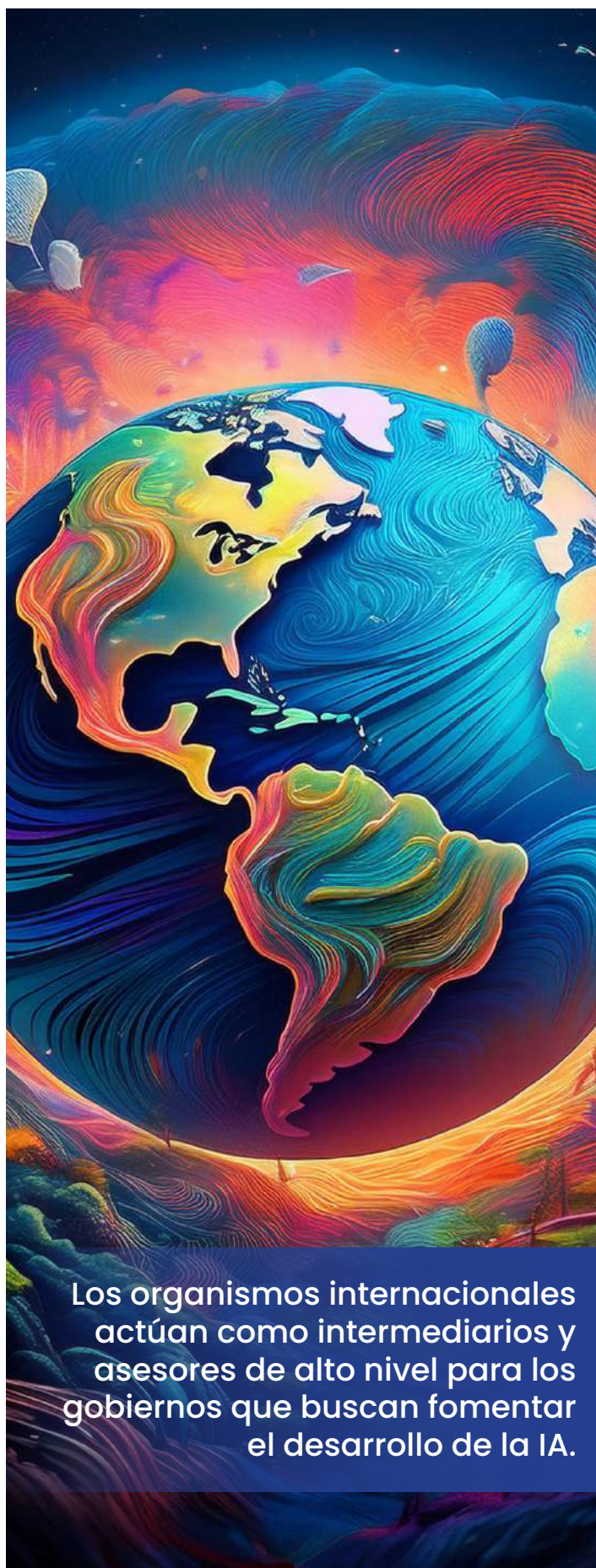
Se enfoca en mitigar riesgos globales: la seguridad cibernética, la protección de datos y los impactos socioeconómicos.

DEPA

Aborda aspectos importantes como el comercio electrónico y el flujo transfronterizo de datos.

ONGs

Pueden proporcionar perspectivas valiosas sobre los aspectos sociales y éticos de la IA.



Los organismos internacionales actúan como intermediarios y asesores de alto nivel para los gobiernos que buscan fomentar el desarrollo de la IA.



The background is a complex, abstract digital landscape. It features glowing, concentric lines in shades of blue, purple, and orange, resembling a topographical map or a data visualization. Scattered throughout are various blocky, geometric structures in similar colors, some with internal patterns. The overall effect is a sense of depth and dynamic energy, with light reflecting off the surfaces of the structures and lines.

Mecanismos habilitantes

5 Mecanismos habilitantes

Habilitantes tecnológicos

Los habilitantes tecnológicos son tecnologías y procesos de gestión que facilitan y potencian directamente el desarrollo de la IA. Existen líneas de acción e intervención pública que, sin el desarrollo conjunto de estos habilitantes, no pueden llevarse a cabo o se ven significativamente limitadas.

Computación en la nube y centros de datos acelerados

El uso constante de nuevas tecnologías ha llevado a reconsiderar los usos de las tecnologías actuales. Servicios como asistentes virtuales o *chatbots* avanzados utilizan datos y servicios de computación en la nube (*cloud computing*), abarcando aplicaciones como servicio, plataforma como servicio e infraestructura como servicio.

A medida que se incrementa el uso de estos servicios, la gestión de mayores cantidades de datos para alimentar la IA se vuelve preponderante, evidenciando la necesidad de mejorar la infraestructura y de utilizar la computación en la nube.

Las tecnologías de IA permiten a los nodos ser autoconscientes y gestionar las cargas de datos de manera inteligente. Otra alternativa a considerar es la computación avanzada en Centros de Datos Institucionales mediante infraestructura híbrida (Gartner, 2023).

Big Data

Big Data e IA tienen una relación sinérgica. La IA requiere una cantidad masiva de datos para aprender y mejorar los procesos de toma de decisiones, mientras que el análisis de Big Data aprovecha la IA para un mejor análisis de datos.

Con esta convergencia, es más fácil aprovechar capacidades de análisis avanzado, como el análisis predictivo o aumentado, y obtener de manera más eficiente información procesable de vastos almacenes de datos.

Al combinar Big Data y tecnología de IA, las empresas pueden mejorar el rendimiento y la eficiencia del negocio al anticipar y capitalizar las tendencias emergentes de la industria y el mercado, analizar el comportamiento del consumidor y automatizar la segmentación de clientes, personalizar y optimizar el rendimiento de las campañas de marketing digital, y utilizar sistemas inteligentes de apoyo a la toma de decisiones impulsados por Big Data, IA y análisis predictivo.

El país debe considerar el acceso ético y seguro a fuentes de información para potenciar el uso responsable de la IA.

Internet de las cosas

El Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) se basa en la incorporación de sensores a diversas máquinas e incluso a personas. Estos sensores generan flujos de datos hacia redes que permiten la comunicación entre “cosas”, es decir, objetos físicos. Toda aplicación o servicio de IoT sigue cinco pasos básicos: crear, comunicar, agregar, analizar y actuar.

La IA converge con IoT en los últimos dos pasos. La IA permite que el análisis de los datos incorpore creatividad y contexto, posibilitando decisiones más inteligentes a partir de la información obtenida por los sensores. Esto mejora significativamente la eficiencia de los procesos productivos, el mantenimiento de equipos y la gestión de riesgos.

Además, la IA facilita la escalabilidad de las redes IoT al resumir o sintetizar los datos masivos que intercambian los diferentes equipos conectados, transfiriendo únicamente la información necesaria para una operación satisfactoria.

Redes 5G y superiores

La IA puede resolver desafíos en el diseño y gestión de redes móviles 4G, 5G y superiores. Utilizando grandes volúmenes de datos, la IA optimiza la planificación y operación de estas redes, mejorando la selección de sitios y la gestión del espectro radioeléctrico. En redes como IMT-2030, la IA permite una inteligencia ubicua, gestionando complejidades técnicas y adaptándose a



El país debe considerar el acceso ético y seguro a fuentes de información para potenciar el uso responsable de la IA.

los diversos requisitos de los usuarios finales.

Las aplicaciones de IA en la Red de Acceso Radio (RAN) incluyen modelado de canales, detección de espectro, estimación de calidad del canal y análisis de tráfico, mientras que en la gestión de red, la IA mejora la planificación, diagnóstico de fallas y seguridad. Las redes autoorganizadas (SON) adaptan su desempeño de manera autónoma, optimizando la operación según el contexto.

Además, la IA detecta patrones de tráfico ilícito y suplantación de estaciones base, asegurando la seguridad de las redes móviles. La creciente cantidad de datos y la complejidad de las redes 5G requieren un abordaje basado en riesgos y mejores prácticas internacionales, como las de la OCDE, para gestionar de manera responsable estas tecnologías avanzadas.

La IA también organiza servidores, asigna espectro y detecta intrusiones, optimizando latencia, ancho de banda y confiabilidad, asegurando que Costa Rica mantenga sus ventajas competitivas en este ámbito.

Ciberseguridad

La IA presenta muchas ventajas y aplicaciones en una variedad de áreas, siendo la ciberseguridad una de ellas. Con los ataques cibernéticos de rápida evolución y multiplicación de dispositivos que ocurren hoy en día, la IA y el aprendizaje automático pueden ayudar a mantenerse al tanto de los ciberdelincuentes, automatizar la detección de amenazas y responder de manera más efectiva que las técnicas manuales o basadas en software convencionales (Zhang et al., 2022)

Para Costa Rica, la evolución de la IA debe ir de la mano con avances significativos en áreas relacionadas. La Estrategia Nacional de IA se encuentra en concordancia con la Estrategia Nacional de Ciberseguridad, especialmente en lo que respecta a la protección de servicios esenciales y el robustecimiento del marco legal en Ciberseguridad y Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Esta alineación se efectúa de manera integrada con los ejes estratégicos delineados en el documento vigente.

Gobernanza de datos

El Barómetro Global de Datos compara 109 países en términos de gobernanza, capacidad, disponibilidad, uso e impacto de los datos. Costa Rica se ubica en el promedio global y por debajo del promedio latinoamericano en

todas las dimensiones. Dada la dependencia crítica de la IA de los datos, es fundamental que Costa Rica atienda esta brecha tecnológica e institucional.

Es necesario complementar los esfuerzos nacionales en gobernanza digital para cerrar la brecha con el promedio de América Latina, enfocándose en una arquitectura de información de datos de entrada para IA y en la fiscalización para eliminar sesgos en los datos utilizados por los algoritmos de IA.

Interoperabilidad

La interoperabilidad entre aplicaciones y datos es requerida para que la IA pueda utilizar datos de manera efectiva, tanto en términos de integridad como de eliminación de sesgos en los datos de entrada. La interoperabilidad es, por tanto, un aspecto fundamental para la correcta adopción de la IA en las organizaciones.

En este sentido, y sin perjuicio de lo dispuesto por otras políticas en el ámbito de Gobernanza Digital, se deben al menos establecer estándares en los datos de entrada y bases de datos a utilizar, y asegurar que los datos se utilicen en concordancia con lo establecido por la Ley 8968, Ley de Protección de la Persona frente al Tratamiento de sus Datos Personales.

Otros habilitantes

Instrumentos normativos

Para asegurar un desarrollo ético y responsable de la IA en Costa Rica, es necesario crear y promulgar normativa, decretos y lineamientos específicos que regulen su implementación y uso. Estos instrumentos deben proporcionar un marco claro que oriente a todos los actores del ecosistema de la IA, abordando aspectos operativos, de seguridad y éticos.

La emisión de decretos ejecutivos establecerá directrices claras para la adopción de la IA en áreas clave como la administración pública, educación, salud y servirá de guía para el sector privado.

Las normativas técnicas y los lineamientos éticos garantizarán que la IA no perpetúe discriminaciones ni vulnere derechos fundamentales, promoviendo transparencia, responsabilidad, equidad e inclusión.

Inversión pública para la innovación en IA

Establecer presupuestos dedicados a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en IA es fundamental para que Costa Rica avance en el ámbito tecnológico y mantenga su competitividad global.

La asignación de fondos específicos para I+D+i en IA permitirá financiar proyectos que impulsen la creación de tecnologías innovadoras, mejoren la eficiencia de los servicios públicos y privados, y promuevan el desarrollo económico y social.

Es vital que el país invierta en la formación de talento especializado y en la infraestructura necesaria para llevar a cabo investigaciones avanzadas y proyectos piloto en diversos sectores.

Formación y capacitación

Implementar programas educativos y de capacitación continua es esencial para desarrollar competencias en IA entre profesionales, funcionarios públicos y ciudadanos en general.

Estos programas deben estar diseñados para cubrir diferentes niveles de conocimiento y áreas de aplicación, asegurando que todos los segmentos de la población puedan beneficiarse de las oportunidades que ofrece la IA.

La educación en IA debe comenzar en las etapas tempranas del sistema educativo, integrándose en los currículos de escuelas y universidades, y extendiéndose a programas de formación profesional y técnica.

La capacitación continua es igualmente importante para mantener a los profesionales y funcionarios públicos actualizados con los avances tecnológicos. Esto incluye talleres, cursos en línea, certificaciones y programas de actualización profesional que aborden tanto los aspectos técnicos como los éticos y legales de la IA.

La formación en IA debe ser accesible y promover la inclusión, garantizando que personas de todas las edades, géneros y contextos socioeconómicos puedan adquirir las habilidades necesarias para participar en la economía digital.

Al invertir en la educación y la capacitación en IA, Costa Rica no solo fortalecerá su capital humano, sino que también fomentará una cultura de innovación y adaptación tecnológica, vital para su desarrollo sostenible y competitivo.



Marco estratégico

6 Marco estratégico

La IA se ha consolidado como un vector de cambio, transformando industrias y sectores con su capacidad para revolucionar métodos operativos y paradigmas de toma de decisiones. En este contexto, es esencial que las organizaciones adopten un enfoque estratégico robusto, alineado con sus objetivos de negocio y fundamentado en principios éticos y de responsabilidad.

El despliegue de un marco estratégico bien definido para la IA es fundamental, proporcionando una hoja de ruta integral para la integración de la IA en las operaciones organizacionales. Este marco debe ser holístico, abarcando desde la conceptualización hasta la implementación y el monitoreo continuo, asegurando que todas las aplicaciones de IA sean efectivas, seguras y éticamente responsables.

Importancia de contar con un marco estratégico

Costa Rica necesita un marco estratégico para capitalizar las oportunidades y mitigar los riesgos asociados con el avance de la IA. Esta tecnología ofrece enormes beneficios para mejorar la productividad empresarial mediante la automatización de tareas y la optimización de procesos, facilitando la toma de decisiones y fortaleciendo la competitividad en la economía global.

La IA puede aumentar significativamente la eficiencia del sector público costarricense, mejorando la formulación de políticas, la gestión de recursos y la transparencia en la toma de decisiones, (Microsoft, 2019; 2024).

La inversión global en IA ha mostrado un crecimiento exponencial en los últimos años. Según un informe de PwC (2020), se proyecta que la contribución de la IA al Producto Interno Bruto (PIB) mundial alcanzará los USD\$15.7 billones para 2030, lo que representa un aumento significativo respecto a las estimaciones previas.

Este crecimiento se atribuye tanto a mejoras en la productividad como a efectos en el consumo personal. La región que más contribuye a este crecimiento es Asia,

liderada por China, que se espera aporte hasta USD\$7000 millones del total estimado (PwC, 2020). Además, según la International Data Corporation (IDC), se proyecta que el ingreso mundial en sistemas centrados en la IA superará los USD\$1800 mil millones en 2030, con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 27.0%, reflejando la creciente integración de la IA en diversos sectores industriales (Grand View Research, 2024).

La implementación de una ENIA también es fundamental para fomentar la educación y el desarrollo de habilidades tecnológicas en Costa Rica. A pesar de la significativa inversión en educación, existe una escasez de investigaciones y equipos especializados en IA y ciberseguridad (International Science Ranking, 2023). Una estrategia nacional puede orientar los esfuerzos educativos hacia la capacitación en IA, asegurando que la fuerza laboral esté preparada para los desafíos futuros.

A nivel social y cultural, la adopción generalizada de la IA continúa redefiniendo las normas laborales y las interacciones humanas. A medida que las capacidades de la IA se expanden, también lo hacen las preocupaciones éticas y los debates sobre la privacidad, la seguridad de los datos y la equidad. Las implicaciones de la IA para la toma de decisiones autónomas y la influencia en la conducta humana requieren una consideración cuidadosa y regulaciones adaptativas para mitigar los riesgos potenciales asociados con su uso indebido y las disparidades en su acceso y beneficios.

Mirando hacia el futuro, se espera que la IA continúe expandiéndose en nuevas áreas, con aplicaciones emergentes en energía renovable, gestión del cambio climático y desarrollo sostenible. La capacidad de la IA para analizar grandes conjuntos de datos ambientales puede tener un rol determinante en la mitigación de los efectos del cambio climático y la promoción de prácticas de desarrollo sostenible, (Singh et al., 2024).

Desde el punto de vista tecnológico, Costa Rica necesita avanzar en el despliegue de infraestructuras clave como las redes 5G y el acceso a datos abiertos. Estas tecnologías habilitantes son esenciales para el desarrollo y la implementación efectiva de sistemas de IA.



El compromiso de Costa Rica con un uso integral y ético de la IA, guiado por los principios de transparencia, equidad y respeto a los derechos humanos, es esencial para su desarrollo sostenible.

La disponibilidad de datos oficiales como base para entrenar algoritmos de IA puede impulsar la creación de nuevas aplicaciones y soluciones innovadoras.

La ENIA también debe abordar los riesgos asociados con la IA, como el desplazamiento de trabajadores, el uso indebido de la tecnología y los problemas de protección de datos personales. La gestión adecuada de estos riesgos es fundamental para garantizar un desarrollo ético y responsable de la IA en el país (CAF, 2021). Es importante establecer políticas claras que protejan los derechos humanos y la privacidad, minimizando los sesgos y errores en los sistemas de IA.

El compromiso de Costa Rica con un uso integral y ético de la IA, guiado por los principios de transparencia, equidad y respeto a los derechos humanos, es esencial para su desarrollo sostenible (UNESCO, 2023). La ENIA permitirá a Costa Rica mantenerse a la vanguardia en la economía digital y tecnológica, promoviendo la innovación y atrayendo inversiones extranjeras, mientras se asegura de que los beneficios de la IA se distribuyan equitativamente en la sociedad.

Alineación con planes y políticas nacionales

Además de la vinculación con instrumentos globales adoptados por el país, la ENIA está alineada directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública 2023-2026 y el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2022-2027, tal y como se detalla en el **Anexo 1**.

Objetivos de la estrategia

Dada la pluralidad de efectos esperados de la IA en la sociedad costarricense, se han definido cuatro sendas claras para las acciones a desarrollar. Estos objetivos establecen el propósito de esta política pública y lo que se quiere lograr para el país y sus ciudadanos, permitiendo en el plan de acción la inclusión de indicadores orientados al cumplimiento de estas metas nacionales. Cada objetivo estratégico planteado surge de una prioridad definida para el desarrollo de la IA en Costa Rica.



Objetivo general

Promover el uso, adopción y desarrollo de la Inteligencia Artificial de forma ética, segura y responsable, procurando beneficios para la ciudadanía y evitando que su uso cause algún daño a las personas, alineado con las prioridades nacionales.

Objetivos específicos

1



Impulsar la adopción y desarrollo de marcos éticos y normativos que regulen el uso y acceso de la IA en el país.

2



Incentivar la I+D+i en temas de IA en los diferentes sectores para el fomento de la innovación como motor para el desarrollo socioeconómico del país y su competitividad.

3



Generar capacidades, habilidades y espacios de conocimiento para el uso responsable y el acceso a la IA en la población costarricense.

4



Promover el uso de la IA como herramienta para la mejora de la calidad de los servicios ofrecidos por el sector público.

Prioridades nacionales

Uso, implementación y desarrollo seguro de la IA

Establecer como prioridad nacional el uso, implementación y desarrollo seguro y responsable de la IA se apoya en la necesidad de maximizar beneficios mientras se minimizan los riesgos inherentes a esta tecnología disruptiva.

La IA tiene el potencial de transformar significativamente sectores económicos, la sociedad y los procesos gubernamentales, lo que justifica su integración estratégica en las políticas nacionales.

El uso responsable de la IA no solo implica el desarrollo tecnológico sino también la implementación de marcos éticos y legales que aseguren que los desarrollos de IA se alineen con los valores humanos y los derechos fundamentales (Harvard Business Review, 2021). Además, la adopción de la IA de manera estratégica y responsable puede proporcionar a los países ventajas competitivas significativas en el escenario global, fomentando la innovación y el crecimiento económico sostenible (WeForum, 2021).

En el contexto de Costa Rica, la adopción de la IA como una prioridad nacional podría facilitar la modernización de infraestructuras, mejorar los servicios públicos y fortalecer los sectores clave de la economía.

Establecer directrices claras y robustas para el desarrollo y uso de la IA garantiza que los avances tecnológicos contribuyan positivamente al bienestar de los ciudadanos y al desarrollo sostenible del país (Springer, 2020).

Objetivo estratégico relacionado: Impulsar la adopción y desarrollo de marcos éticos y normativos que regulen el uso y acceso de la IA en el país.

Transición hacia un nuevo modelo productivo y laboral.

Existe la necesidad de evaluar las implicaciones de las nuevas tecnologías en el mercado laboral, Chohan (2023), Eloundou et al. (2023), Kausik (2023), Noy y Zhang (2023) y Zarifhonarvar (2023). Estudios previos han asociado la introducción de tecnologías de automatización, incluidos los modelos de lenguaje de aprendizaje profundo



La adopción de la IA como una prioridad nacional puede facilitar la modernización de infraestructuras, mejorar los servicios públicos y fortalecer los sectores clave de la economía.

(LLM), con un aumento en la disparidad económica y la interrupción del trabajo, lo que puede resultar en efectos secundarios adversos (Acemoglu y Restrepo, 2024). Análisis de la exposición de los trabajadores en Estados Unidos destacan la urgencia de políticas que preparen para las posibles interrupciones económicas que estas tecnologías podrían causar.

El Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI) 2022-2027 identifica a la IA como una oportunidad para que la economía de Costa Rica realice un salto significativo en términos de innovación y valor agregado.

Sin embargo, el aumento de productividad esperado conlleva la necesidad de implementar políticas laborales robustas que no solo fomenten la creación de nuevas habilidades derivadas de los puestos automatizados, sino que también gestionen adecuadamente la transición de trabajadores que, debido a razones demográficas, de formación o socioeconómicas, puedan enfrentar dificultades para reintegrarse en el nuevo mercado laboral.

Es esencial desarrollar políticas para la reubicación laboral que faciliten la adquisición de destrezas y competencias relacionadas con la innovación y el manejo de tecnologías disruptivas. Por ejemplo, con el avance de la IA Generativa (IAG), el *"prompt engineering"* se presenta como una estrategia efectiva para generar capacidades en la fuerza laboral, adaptando las funcionalidades genéricas de la IAG a las necesidades específicas y particulares de los procesos empresariales.

Estas medidas son fundamentales para asegurar una transición fluida hacia un modelo productivo y laboral más avanzado y tecnológicamente integrado.

Objetivo estratégico relacionado: Incentivar la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en temas de IA en los diferentes sectores para el fomento de la innovación como motor para el desarrollo socioeconómico del país y su competitividad.

Mejorar los servicios públicos y la toma de decisiones

La IA puede mejorar significativamente los servicios públicos a través de diversas aplicaciones que aumentan la eficiencia, efectividad y accesibilidad. Los gobiernos pueden utilizar la IA para mejorar la calidad

de los servicios públicos, fomentar la confianza de los ciudadanos y aumentar la eficiencia y efectividad en la entrega de servicios.

Por ejemplo, la IA puede ser aplicada en la administración pública para optimizar procesos como la recaudación de impuestos, la justicia penal y la salud pública, donde sistemas de datos computarizados sofisticados se están convirtiendo en elementos esenciales para la implementación de políticas públicas y la entrega de servicios públicos.

Además, la IA tiene el potencial de transformar cómo se integra la información, se analizan los datos y se utilizan los conocimientos resultantes para mejorar la toma de decisiones y optimizar los servicios públicos.

El uso estratégico de la IA en los servicios públicos no solo puede mejorar la eficiencia operativa sino también facilitar una respuesta más rápida y precisa a las necesidades de los ciudadanos, haciendo que los servicios sean más accesibles y efectivos. Por lo tanto, implementar la IA en los servicios públicos es prominente para los gobiernos que buscan innovar y mejorar su relación con la ciudadanía.

Objetivo estratégico relacionado: Promover el uso de la IA como herramienta para la mejora de la calidad de los servicios ofrecidos por el sector público.

Formación de habilidades y capacidades

Además de mejorar las habilidades digitales de los costarricenses para aprovechar las oportunidades que ofrece la IA, es necesario priorizar las competencias en ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas (STEAM), desde edades tempranas hasta el ámbito universitario, tal como se establece en el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI).

Es fundamental también enfocar las formaciones específicas que respondan a los cambios tecnológicos en la disciplina y a las nuevas necesidades empresariales. Según el Foro Económico Mundial (2023), los especialistas en IA y aprendizaje automático son la ocupación de mayor crecimiento en su clasificación de ocupaciones con mayor demanda en la economía. Sin embargo, un estudio de la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (Procomer) reveló que, aunque un 35% del parque empresarial en TIC incluye en su cartera de servicios la IA, solo el 1% se especializa en esta área

(Procomer, 2021). Esta situación subraya la necesidad en Costa Rica de desarrollar procesos de recalificación y generación de nuevas competencias, comenzando por el sector TIC nacional.

La IA puede apoyar la formación de capacidades digitales específicas de varias maneras. Por ejemplo, sistemas educativos basados en IA pueden proporcionar personalización a gran escala, adaptando el aprendizaje a las necesidades individuales de los estudiantes y optimizando los trayectos educativos para mejorar la retención y comprensión de conocimientos (Zawacki-Richter et al., 2024).

Además, la IA puede ayudar a identificar brechas de habilidades en tiempo real y sugerir cursos de capacitación necesarios, asegurando que la fuerza laboral esté adecuadamente equipada para enfrentar los desafíos del futuro (Brougham y Haar, 2024).

Por lo tanto, la integración de la IA en los sistemas de formación y educación no solo es una estrategia para mejorar las habilidades digitales, sino también una necesidad crítica para mantener la competitividad económica y fomentar un mercado laboral adaptativo y resiliente en Costa Rica.

Objetivo estratégico relacionado: Generar capacidades, habilidades y espacios de conocimiento para el uso responsable y el acceso a la IA en la población costarricense.

Mejorar la calidad de vida de las personas

La IA presenta varios riesgos para la sociedad costarricense, destacando la importancia de un manejo cuidadoso y regulado de estas tecnologías. Entre los riesgos identificados están el mal uso de datos personales, afectando la privacidad y confidencialidad.

También surgen preocupaciones éticas en decisiones críticas como contrataciones, decisiones judiciales y distribución de servicios públicos, donde los algoritmos pueden enfrentarse a expertos humanos. Además, la falta de transparencia en el uso de la IA puede alimentar tendencias y sesgos, generar noticias falsas y otros problemas de información.

Vulnerabilidades en ciberseguridad y la integridad de datos también representan un riesgo significativo. A nivel socioeconómico, la adopción desigual de la IA podría crear sectores ganadores y perdedores,

impactando el mercado laboral.

Ante estos riesgos, se debe mantener un análisis de riesgos e impactos de la IA, enfocándose en la prevención de daños, el respeto a la autonomía humana, la identificación de prácticas peligrosas y la distribución justa de beneficios y costos. Se debe vigilar para evitar efectos abusivos de estas tecnologías y promover un desarrollo tecnológico responsable y seguro.

Objetivo estratégico relacionado: Impulsar la adopción y desarrollo de marcos éticos y normativos que regulen el uso y acceso de la IA en el país.



Establecer directrices claras y robustas para el desarrollo y uso de la IA garantiza que los avances tecnológicos contribuyan positivamente al bienestar de los ciudadanos y al desarrollo sostenible del país.



Ejes y líneas de acción

7

Ejes estratégicos y líneas de acción

Dado el desafío que representa la apropiación social de tecnologías disruptivas, este marco de política pública organiza las líneas de acción en siete ejes temáticos fundamentales para la intervención pública. Cada eje está alineado con los objetivos estratégicos de la ENIA y puede requerir el uso de múltiples tecnologías habilitantes. A continuación, se detallarán los ejes, las líneas de acción y los resultados esperados.

Eje 1: IA ética, segura y responsable

Este eje enfatiza la importancia de integrar principios éticos en todas las fases de la aplicación de la IA, empezando desde las etapas iniciales como la programación y el diseño de algoritmos. Se alienta a los desarrolladores y líderes tecnológicos que trabajan con IA en Costa Rica a identificar y gestionar dilemas éticos y prejuicios, asegurando que sus proyectos respeten los derechos y libertades universales.

Línea de acción

Resultado esperado

Establecer el marco normativo para el uso, adopción y desarrollo responsable de la IA en Costa Rica.

Implementar un sandbox (caja de arena) regulatorio que permita identificar aspectos críticos que requieren ser legislados, desde una perspectiva de riesgo, y que abarque toda el ciclo de vida de un sistema de IA.

Crear y promover un marco ético integral que no solo proteja los derechos y libertades individuales, sino que también fomente la inclusión, equidad y sostenibilidad.

Establecer un sistema de validación y certificación que asegure el cumplimiento de normas éticas y técnicas por parte de desarrolladores e implementadores de IA.

Generar instrumentos técnicos para el uso y desarrollo responsable de la Inteligencia Artificial.

Desarrollar y emitir normas técnicas avanzadas que no solo incorporen criterios de sostenibilidad, sino también de eficiencia energética, impacto ambiental y resiliencia.

Promover la adopción de buenas prácticas para la gestión de riesgos de la IA entre los desarrolladores e implementadores.

Promover incentivos para la adopción de prácticas innovadoras y responsables en el desarrollo de IA.

Generar lineamientos de gestión y calidad de datos.

Desarrollar un marco nacional integral para la gobernanza de datos que incluya lineamientos para la gestión de datos, asegurando la privacidad, calidad y seguridad de la información.

Formular un marco normativo integral que establezca lineamientos para la protección y gestión de la propiedad intelectual en el ámbito de la IA.

Eje 2: Articulación territorial y desarrollo económico

Este eje estratégico tiene como objetivo fortalecer la articulación territorial y promover el desarrollo económico mediante la implementación de tecnologías de inteligencia artificial (IA) en todas las regiones de Costa Rica, con un enfoque especial en aquellas zonas fuera de la Gran Área Metropolitana (GAM).

A través de este enfoque, se busca integrar las diferentes escalas de gobierno —nacional, regional y local— junto con sectores clave de la sociedad civil y el sector privado, para coordinar esfuerzos y optimizar el uso de recursos.

Esto se logrará mediante la creación de laboratorios y clústeres de innovación en IA, que actuarán como motores de transformación digital en las regiones, impulsando el talento local y la creación de soluciones

tecnológicas adaptadas a las necesidades de cada territorio.

Además, este eje promueve la dinamización del sector empresarial mediante la adopción de tecnologías de IA, facilitando el surgimiento de nuevas oportunidades de negocio y mejorando la competitividad de las empresas en mercados tanto nacionales como internacionales.

Se trabajará en fomentar la adopción de la IA en pequeñas y medianas empresas (PYMES), brindando acceso a herramientas y conocimientos que les permitan modernizar sus operaciones, aumentar su eficiencia y acceder a nuevos nichos de mercado.

Línea de acción

Mejorar la articulación territorial y la coordinación entre distintos niveles de gobierno fuera de la GAM.

Promover la dinamización empresarial mediante el uso, aplicación y desarrollo de Inteligencia Artificial.

Resultado esperado

Desarrollar e implementar proyectos piloto de IA en regiones fuera de la GAM para demostrar el impacto y beneficios de la IA en contextos locales.

Promover la creación de un Clúster de IA como centro de convergencia de todos los actores involucrados en el gobierno de la IA, promoviendo una gobernanza colaborativa.

Fomentar la creación de redes de colaboración regional mediante los LINC, para integrar a actores gubernamentales, académicos y del sector privado para coordinar esfuerzos y recursos en el desarrollo de IA.

Realizar estudios de mercado y análisis de tendencias para identificar oportunidades de negocio basadas en IA.

Implementar programas de asistencia técnica para PYMES y emprendimientos que deseen adoptar tecnologías de IA, incluyendo mentorías, formación y acceso a recursos financieros.

Promover la creación de alianzas público-privadas (APPs) que impulsen proyectos de IA en el sector empresarial, facilitando el acceso a tecnología, financiamiento y conocimientos especializados.

Fomentar el uso de los LINC para apoyar a las empresas locales en la implementación de soluciones de IA, proporcionando infraestructura, recursos y asesoramiento técnico.

Eje 3: Promoción de la I+D+i

El eje estratégico busca posicionar a Costa Rica como un referente en el desarrollo y aplicación de la inteligencia artificial (IA) a nivel regional y global. Este eje busca fortalecer la capacidad de investigación y desarrollo (I+D) en IA mediante el apoyo a universidades, centros de investigación y empresas tecnológicas para que impulsen proyectos innovadores que generen conocimiento de frontera y soluciones aplicadas a diversos sectores clave de la economía y la sociedad.

Para lograr esto, se promoverán mecanismos de financiamiento dedicados a la investigación en IA, así como incentivos para la creación de alianzas público-privadas que permitan acelerar la transferencia de conocimiento y la comercialización de nuevas tecnologías.

El objetivo es crear un ecosistema de innovación robusto, donde la colaboración entre el sector académico, el sector privado y el gobierno sea el motor para generar avances en IA que aborden los desafíos nacionales e internacionales, desde la mejora de la productividad y competitividad hasta la resolución de problemas sociales y ambientales.

En términos de implementación, este eje busca promover la adopción y uso de la IA en diferentes sectores productivos, como la agricultura, la salud, la educación, el turismo, la industria manufacturera y los servicios públicos. Se diseñarán programas piloto y marcos regulatorios que faciliten la experimentación controlada y segura con nuevas tecnologías de IA en estos sectores, permitiendo a las empresas y organizaciones adoptar soluciones basadas en IA que mejoren su eficiencia, reduzcan costos, y generen valor agregado.

Un componente clave de este eje es el desarrollo de capacidades humanas y técnicas para garantizar que Costa Rica cuente con el talento necesario para liderar el desarrollo y la implementación de la IA. Esto incluye la formación de profesionales altamente calificados en áreas como machine learning, procesamiento de datos, ética en IA, y gobernanza de algoritmos. Para ello, se trabajará de la mano con el sistema educativo para diseñar e implementar programas de formación y certificación en IA, desde la educación básica hasta niveles avanzados de posgrado y formación continua.

Línea de acción

Fomento a la
investigación en
IA.

Promover iniciativas que
fomenten el uso e
implementación de IA en
los diferentes sectores.

Resultado esperado

Diseñar una agenda de investigación que identifique áreas prioritarias y oportunidades estratégicas para la I+D+i en IA.

Promover la generación de convocatorias para proyectos de investigación aplicada que aborden problemas relevantes en sostenibilidad, salud, trabajo y otros sectores clave.

Desarrollar e implementar proyectos piloto de IA en sectores estratégicos como sostenibilidad, salud y trabajo.

Contar con una oferta programática dirigida a jóvenes, pequeñas empresas, poblaciones vulnerables y sociedad civil para promover el uso de IA en los LINC del MICITT.

Eje 4: Gobierno inteligente

Este eje estratégico se enfoca en la modernización de la administración pública costarricense mediante la integración de la inteligencia artificial (IA) en sus procesos diarios y trámites, con el fin de avanzar hacia un gobierno más eficiente, accesible y proactivo.

La incorporación de tecnologías emergentes permitirá no solo optimizar la toma de decisiones y automatizar tareas burocráticas, sino también ofrecer servicios personalizados que mejoren significativamente la interacción entre el gobierno y los ciudadanos, ajustándose a sus necesidades específicas de manera más ágil y efectiva.

A medida que Costa Rica avanza hacia una fase más avanzada de gobierno digital y electrónico, este eje busca integrar la IA en diversos procesos gubernamentales para optimizar la toma de decisiones estratégicas, automatizar tareas repetitivas, como la

gestión documental y el análisis de grandes volúmenes de datos, y personalizar la experiencia del ciudadano en su relación con las instituciones del Estado. Esto incluirá desde la automatización de servicios públicos hasta la creación de plataformas inteligentes que permitan una interacción más directa y efectiva.

Además, la implementación de IA en el sector público no solo permitirá una gestión más ágil y eficiente de los recursos, sino que también incrementará la transparencia y la rendición de cuentas al facilitar el acceso a la información pública, promover la participación ciudadana en la toma de decisiones, y garantizar un mayor control sobre las acciones del gobierno. A largo plazo, este enfoque contribuirá a fortalecer la confianza en las instituciones y a consolidar un gobierno más cercano y receptivo a las necesidades de la ciudadanía.

Línea de acción

Promover el uso de la
Inteligencia Artificial
en el sector público.

Fortalecer la capacidad
institucional mediante la creación
de un marco integral y estratégico
para la gestión del riesgo y la
respuesta efectiva a incidentes
relacionados con IA.

Resultado esperado

Desarrollar un catálogo digital que centralice todos los proyectos de IA en el sector público, proporcionando un espacio de transparencia y acceso a datos en tiempo real para seguimiento y evaluación de proyectos.

Promover el desarrollo de iniciativas de capacitación de personas funcionarias públicas en el uso y gestión de IA.

Promover la implementación de sistemas que utilicen IA para mejorar la calidad de los servicios públicos y la toma de decisiones.

Incentivar el modelo de Compra Pública Innovadora para la adquisición de herramientas basadas en IA en las instituciones públicas y gobiernos locales.

Potenciar las capacidades técnicas de la ANG y la DC para la gestión eficiente de incidentes relacionados con IA, asegurando una respuesta rápida y efectiva que minimice riesgos y maximice la resiliencia tecnológica del sector público.

Fortalecer las capacidades operativas y técnicas de la ANG y DC para la detección y respuesta eficiente a amenazas y vulnerabilidades en sistemas de IA, asegurando la protección de la infraestructura crítica y la resiliencia cibernética del país.

Eje 5: Capacitación y formación de talento

Este eje estratégico se orienta hacia el desarrollo de un ecosistema de formación y capacitación que posicione a Costa Rica como un referente en competencias y habilidades relacionadas con la inteligencia artificial (IA).

Se busca no solo dotar a profesionales y funcionarios públicos de las herramientas necesarias para comprender y aplicar la IA en sus respectivas áreas, sino también extender estos conocimientos a la ciudadanía en general, fomentando una cultura digital inclusiva y avanzada.

El eje incluye la implementación de programas educativos a diferentes niveles, desde la educación básica hasta la formación superior, pasando por la capacitación continua y la formación técnica especializada en IA. Estos programas estarán diseñados para actualizar y ampliar las competencias de los trabajadores en el uso

de tecnologías emergentes, asegurando que la fuerza laboral costarricense esté preparada para enfrentar los retos y aprovechar las oportunidades que trae consigo la transformación digital.

Además, se promoverán alianzas estratégicas entre instituciones educativas, el sector público y el sector privado, con el fin de crear un marco educativo integral que responda a las demandas del mercado laboral y las necesidades de desarrollo del país. Estas alianzas buscarán la creación de programas conjuntos, pasantías, y plataformas de formación en línea que permitan un acceso equitativo y continuo a la educación en IA.

El objetivo final es construir una base sólida de talento humano que impulse la innovación, el desarrollo económico y la competitividad de Costa Rica a nivel global en el ámbito de la inteligencia artificial.

Línea de acción

Introducir la IA en la mejora de las capacidades de las personas.

Incluir la IA en procesos educativos formales y no formales

Resultado esperado

Identificar las necesidades y demandas de capacidades en IA de la población, proporcionando datos y recomendaciones actualizadas para el diseño de programas de formación.

Formular y ejecutar una estrategia para la alfabetización en IA a través de los CECIS, que incluya campañas de concientización, recursos educativos accesibles y actividades de capacitación para todos los niveles de la comunidad.

Promover el desarrollo de programas nacionales de reskilling y upskilling con un enfoque de género, diseñados para preparar a la fuerza laboral existente y futura para los roles emergentes en el campo de la IA.

Promover procesos de capacitación y formación en personal docente para generar habilidades y capacidades en temas IA.

Diseñar actividades de capacitación y talleres sobre IA promovidos en los LINC dirigidos a la sociedad civil.

Diseñar una estrategia para la inclusión de contenidos relacionados con IA en los programas educativos diseñados por el MEP.

Eje 6: Infraestructura digital y tecnologías habilitantes

Este eje estratégico se centra en el desarrollo y fortalecimiento de la infraestructura digital necesaria para sustentar y potenciar el crecimiento y la implementación de la inteligencia artificial (IA) en Costa Rica, reconociendo que una base tecnológica sólida es fundamental para habilitar la IA a gran escala en todos los sectores del país, alineado a lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones (PNDT).

Se trata de crear un entorno en el que los sistemas y redes digitales no solo sean modernos y eficientes, sino también capaces de evolucionar rápidamente para adaptarse a las exigencias futuras del desarrollo tecnológico.

Este eje incluye un conjunto de iniciativas dirigidas a modernizar, expandir y asegurar las plataformas tecnológicas del país, con un enfoque en la construcción de una infraestructura robusta, resiliente y segura.

Esto permitirá soportar las crecientes demandas de procesamiento y almacenamiento de grandes volúmenes de datos, fundamentales para el desarrollo de aplicaciones avanzadas de IA.

Promover la creación de centros de datos eficientes, la mejora de la capacidad de computación en la nube, y el fortalecimiento de la ciberseguridad serán piezas clave para asegurar que la infraestructura sea capaz de

sostener tanto la innovación como la protección de los datos de los ciudadanos.

Uno de los pilares centrales de este eje es la expansión de la conectividad de alta velocidad a lo largo de todo el territorio nacional.

La ampliación de la red de fibra óptica y el despliegue de tecnologías 5G en áreas urbanas y rurales garantizará que todos los ciudadanos, sin importar su ubicación, tengan acceso a internet de calidad.

Este esfuerzo es esencial para democratizar el acceso a la tecnología, reducir la brecha digital y permitir que tanto las personas como las empresas en regiones alejadas puedan beneficiarse de las oportunidades que ofrece la IA.

Además, este eje busca fomentar alianzas estratégicas con el sector privado, instituciones académicas, organizaciones internacionales y multilaterales para atraer inversiones y promover el desarrollo continuo de la infraestructura tecnológica del país.

Estas colaboraciones no solo permitirán acceder a recursos financieros y técnicos, sino también compartir conocimientos y mejores prácticas que impulsen el crecimiento tecnológico de Costa Rica de manera sostenible y equitativa.

Línea de acción

Desplegar la
infraestructura digital
como mecanismo
habilitante.

Resultado esperado

Diseñar un plan para el despliegue de redes 5G que soporten aplicaciones avanzadas de IA.

Fortalecer el Centro Nacional de Excelencia para promover la investigación, el desarrollo y la implementación de tecnologías avanzadas de IA.

Eje 7: Liderazgo internacional

El posicionamiento internacional de Costa Rica en el ámbito de la inteligencia artificial (IA) no solo busca la adopción responsable de estas tecnologías, sino también que el país se convierta en un líder activo en su desarrollo y aplicación ética.

Este liderazgo se traduce en una participación estratégica en foros y organismos internacionales donde se discuten y moldean las políticas y principios globales de IA.

A través de este eje, Costa Rica tiene como objetivo fortalecer sus alianzas con países y organizaciones internacionales para reducir la brecha de equidad en el acceso a la IA, y fomentar un marco de gobernanza global que respalde principios como la transparencia, la seguridad de los datos y la sostenibilidad.

Es fundamental que el país colabore activamente en la creación de sistemas de IA multilingües y seguros, que puedan ser adaptados y utilizados de manera inclusiva en diferentes contextos. Además, al identificar oportunidades de financiamiento tanto a nivel nacional como internacional, Costa Rica podrá continuar desarrollando su ecosistema de IA, fortaleciendo la capacidad de innovación y mejorando la competitividad del país en el escenario global.

En este sentido, Costa Rica tiene la ventaja de formar parte de plataformas internacionales clave como el AIGO de la OCDE, la Global Partnership on Artificial Intelligence (GPAI), el Hiroshima AI Process, y participar en la iniciativa del Sistema de Integración Centroamericana (SICA) para diseñar la Estrategia Regional de IA para Centroamérica.

Estas alianzas brindan una oportunidad única para que Costa Rica no solo influya en la gobernanza global de la IA, sino también para que aproveche estos espacios como trampolines para consolidar su liderazgo regional e internacional en la adopción de tecnologías emergentes. Estas plataformas permiten que Costa Rica colabore en la definición de marcos éticos y regulatorios, impulsando la adopción de la IA de manera equitativa y responsable.

El éxito de este eje también depende de la alineación de los marcos técnicos nacionales con las normas internacionales de interoperabilidad y estandarización de IA, asegurando que las soluciones tecnológicas desarrolladas en el país sean compatibles y puedan integrarse fácilmente con otros sistemas a nivel global. Al hacerlo, Costa Rica se posiciona no solo como un usuario, sino como un contribuyente clave a la gobernanza global de la IA, promoviendo un uso ético y responsable de estas tecnologías que beneficie tanto a su población como a la comunidad internacional.

Línea de acción

Posicionar a Costa Rica
como referente en el
marco de la Gobernanza
Global de IA.

Resultado esperado

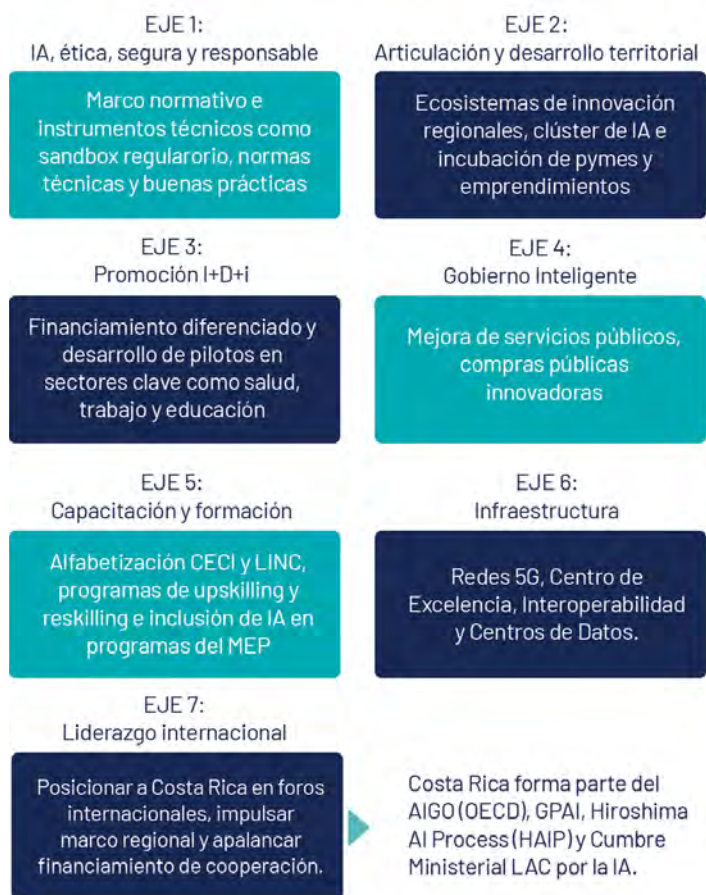
Promover iniciativas conjuntas con países y organismos internacionales para reducir la brecha de equidad en el acceso de las personas a la IA.

Impulsar, en colaboración con otros países y organizaciones internacionales, un marco de gobernanza global que promueva la adopción de principios éticos, la sostenibilidad, el desarrollo de sistemas de IA multilingües, la gestión segura de datos transfronterizos y el fomento de la innovación.

Identificar oportunidades de financiamiento nacionales e internacionales para el desarrollo de IA en Costa Rica.

Alinear los marcos técnicos nacionales con las normas internacionales de interoperabilidad y estandarización de tecnologías de IA, asegurando la compatibilidad y facilitando la colaboración internacional.

Resumen de los ejes estratégicos

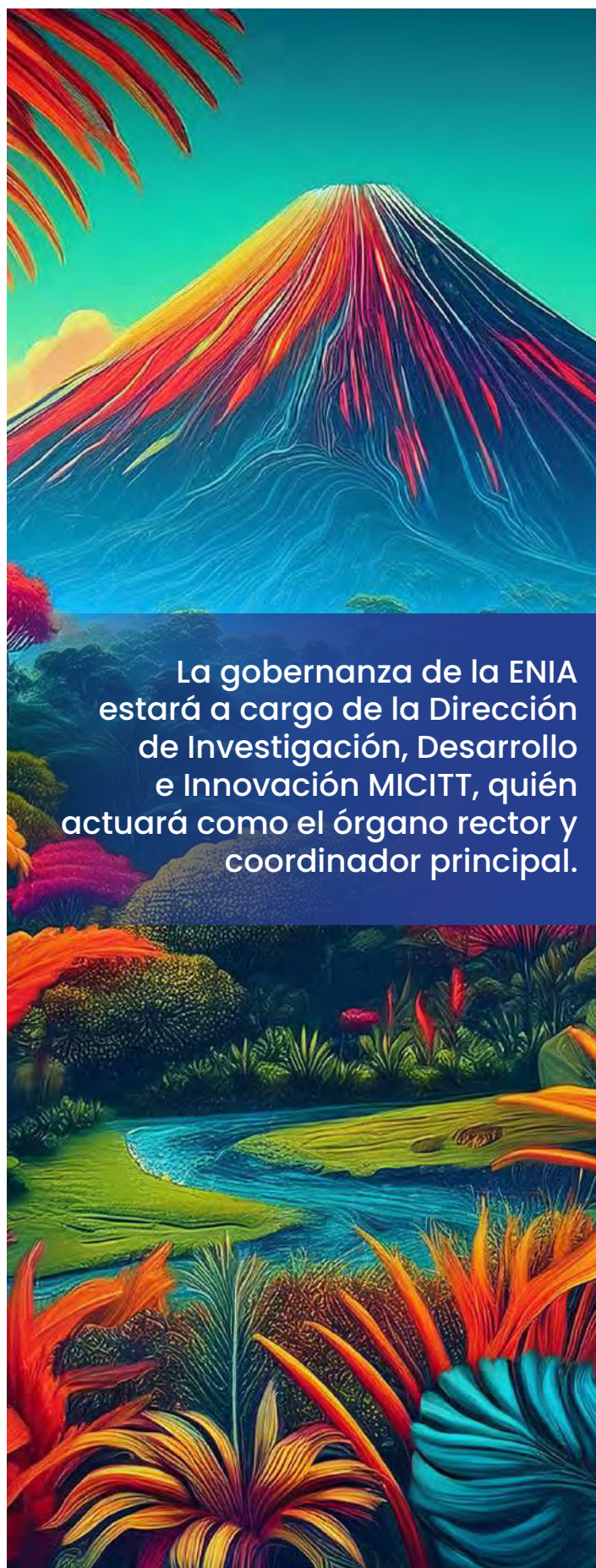


Modelo de gestión

El modelo de gestión para la ENIA se estructura en varios componentes clave: gobernanza, implementación, evaluación y mejora continua, alineados con los objetivos y principios establecidos en el documento.

La gobernanza de la ENIA estará a cargo del Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones (MICITT), que actuará como el órgano rector y coordinador principal. Este ministerio deberá trabajar en estrecha colaboración con otros actores del sector público, privado, académico y la sociedad civil para garantizar una supervisión y dirección efectiva de la estrategia.

La implementación de la ENIA debe ser ejecutada a través de su plan de acción, el cual contendrá los indicadores y metas establecidos en común acuerdo con las entidades responsables de su ejecución. Para garantizar la eficacia de la ENIA, se establecer un sistema de evaluación y



La gobernanza de la ENIA
estará a cargo de la Dirección
de Investigación, Desarrollo
e Innovación MICITT, quién
actuará como el órgano rector y
coordinador principal.

monitoreo continuo. La colaboración entre diversos actores será fundamental para el éxito de la ENIA. Esto incluye fomentar la colaboración entre el sector público y privado para financiar y desarrollar proyectos de IA.

Además, es fundamental involucrar a organizaciones no gubernamentales y comunidades locales en el desarrollo y evaluación de proyectos de IA, asegurando que las soluciones implementadas respondan a las necesidades reales de la población. Finalmente, se debe fortalecer la cooperación con organismos internacionales y centros de investigación globales para intercambiar conocimientos y mejores prácticas en el campo de la IA.

Medición y evaluación

El seguimiento de la ENIA tiene como objetivos principales medir la consecución de las metas establecidas en relación con el punto de partida, detectar deficiencias, obstáculos y necesidades de ajuste, controlar la implementación del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PNCTI) según lo programado, y conocer el avance en la utilización de los recursos asignados y en el logro de los objetivos.

El MICITT se encargará de elaborar un informe anual que detallará la consecución de los objetivos, los obstáculos encontrados y el estado actual de la ejecución de la estrategia. Este informe servirá como herramienta para identificar áreas de mejora y ajustar las acciones conforme a las necesidades detectadas.

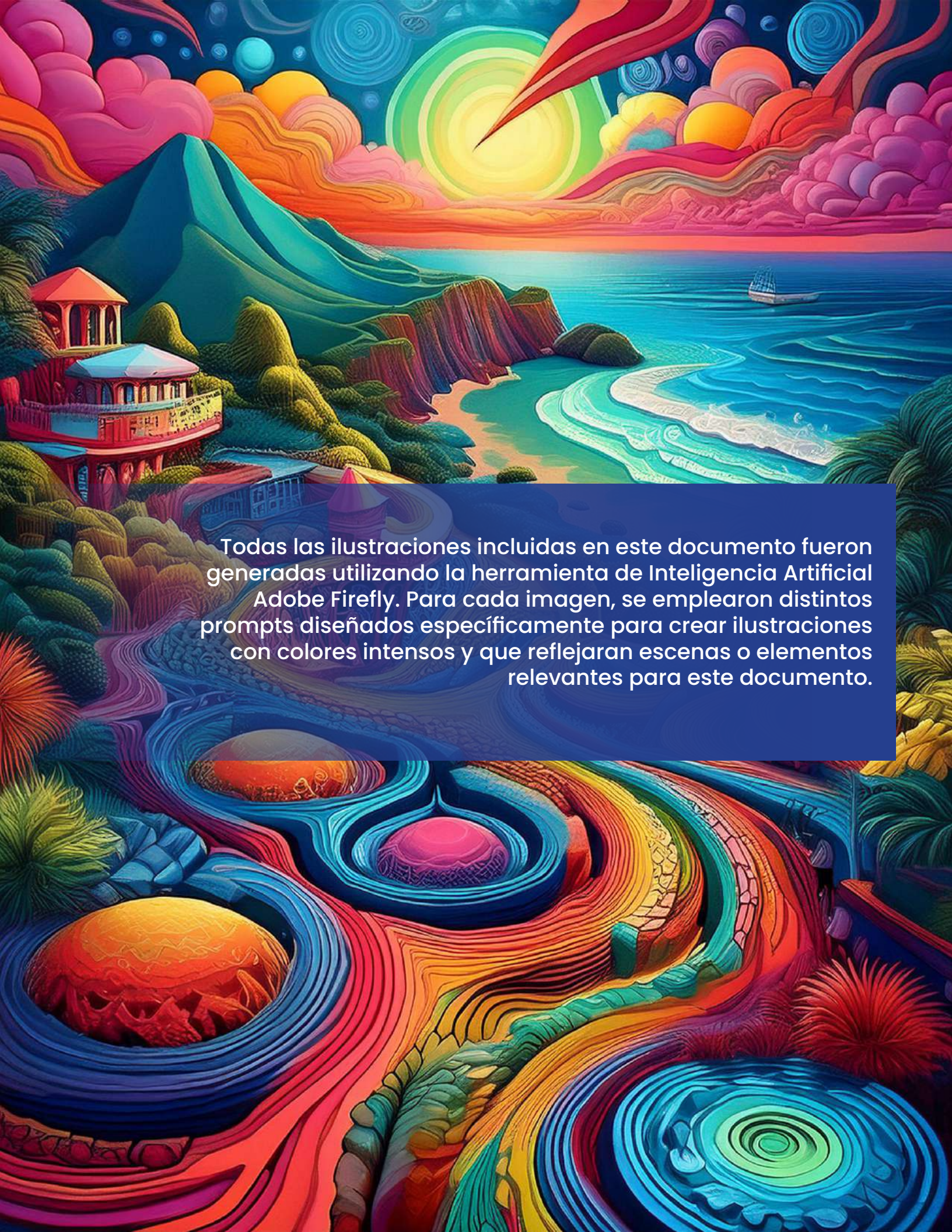
Además, se llevará a cabo una evaluación cada dos años con el fin de medir el cumplimiento de los objetivos establecidos, el impacto de la estrategia en el país y la ejecución presupuestaria del plan. Esta evaluación permitirá una revisión exhaustiva del progreso alcanzado, garantizando la transparencia y la rendición de cuentas en la implementación de la ENIA, y facilitando la toma de decisiones informadas para mejorar continuamente la estrategia y sus resultados.

Plan de acción de intervenciones públicas

El Plan de Acción incluirá todos los compromisos asumidos por las instituciones, así como las metas e indicadores establecidos para el periodo. Se incluye como documento anexo.



Es fundamental involucrar a las comunidades locales en el desarrollo y evaluación de proyectos de IA, asegurando que las soluciones implementadas respondan a las necesidades reales de la población.



Todas las ilustraciones incluidas en este documento fueron generadas utilizando la herramienta de Inteligencia Artificial Adobe Firefly. Para cada imagen, se emplearon distintos prompts diseñados específicamente para crear ilustraciones con colores intensos y que reflejaran escenas o elementos relevantes para este documento.

Glosario y siglas

Siglas y abreviaturas.

- ALC: América Latina y el Caribe
- APPD: Alianzas Público Privadas para el Desarrollo.
- BID: Banco Interamericano de Desarrollo
- CAF: Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe
- CCSS: Caja Costarricense de Seguro Social
- CECI: Centros Comunitarios Inteligentes
- CENAT: Centro Nacional de Alta Tecnología
- CGR: Contraloría General de la República
- COMEX: Ministerio de Comercio Exterior
- CONARE: Consejo Nacional de Rectores.
- EDUS: Expediente Digital Único en Salud
- ENIA: Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial
- FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.
- I+D+i: Investigación, Desarrollo e innovación.
- IA: Inteligencia Artificial
- IAG: Inteligencia Artificial Generativa
- ICT: Instituto Costarricense de Turismo
- IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers
- IFAM: Instituto de Fomento y Asesoría Municipal
- IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
- INA: Instituto Nacional de Aprendizaje
- INAMU: Instituto Nacional de las Mujeres
- INDER: Instituto de Desarrollo Rural
- INTECO: Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica
- IoT: Internet of Things
- ITCR: Instituto Tecnológico de Costa Rica
- KAS: Fundación Konrad Adenauer
- LaNIA: Laboratorio Nacional de Inteligencia Artificial
- LLM: Large Language Models
- MEIC: Ministerio de Economía, Industria y Comercio
- MEP: Ministerio de Educación Pública
- MICITT: Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones
- MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Abierta.
- MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía
- MINSA: Ministerio de Salud
- MTTTS: Ministerio de Trabajo y Seguridad Social

- OCDE: Organización para la cooperación y desarrollo económico
- ONG: Organizaciones No Gubernamentales
- PINN: Programa de Innovación y Capital Humano para la Competitividad
- PNCTI: Plan Nacional de Ciencia, Innovación y Tecnología
- PROCOMER: Promotora de Comercio Exterior
- PRODHAB: Agencia de Protección de Datos de los Habitantes
- Red GEALC: Red de Gobierno Electrónico de América Latina y el Caribe, Red Interamericana de Gobierno Digital
- TIC: Tecnologías de Información y Comunicación
- UCR: Universidad de Costa Rica
- UNA: Universidad Nacional
- UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la educación, la ciencia y la cultura

Glosario.

1. **Inteligencia Artificial (IA):** Sistema basado en máquinas que, con objetivos explícitos o implícitos, infiere a partir de la entrada que recibe cómo generar salidas como predicciones, contenido, recomendaciones o decisiones que pueden influir en entornos físicos o virtuales.
2. **IA Generativa:** Subcampo de la inteligencia artificial que se enfoca en la creación de contenido nuevo, como texto, imágenes, música, entre otros, mediante el uso de algoritmos de aprendizaje profundo.
3. **Big Data:** Conjunto de datos que es tan grande y complejo que las herramientas tradicionales de procesamiento de datos no son capaces de manejarlo. Es fundamental para el desarrollo de sistemas de IA al proporcionar grandes volúmenes de datos para el entrenamiento y mejora de los modelos.
4. **Computación en la Nube:** Provisión de servicios de computación, como servidores, almacenamiento, bases de datos, redes, software y análisis, a través de Internet (la nube) para ofrecer una innovación más rápida, recursos flexibles y economías de escala.



5. **Internet de las Cosas (IoT):** Red de objetos físicos que utilizan sensores, software y otras tecnologías para conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet.
6. **Redes 5G:** Quinta generación de tecnología de red móvil que promete mayores velocidades de descarga y carga, una mayor capacidad y una menor latencia en la comunicación.
7. **Ciberseguridad:** Práctica de proteger sistemas, redes y programas contra ataques digitales que buscan acceder, alterar o destruir información sensible.
8. **Gobernanza de Datos:** Conjunto de políticas, procedimientos y estándares que garantizan la gestión ética, segura y eficiente de los datos a lo largo de su ciclo de vida.
9. **Interoperabilidad:** Capacidad de los sistemas y organizaciones para trabajar juntos, intercambiando y utilizando información de manera efectiva y sin restricciones.
10. **Enfoque de Género:** Consideración de las diferencias de género en todas las fases del desarrollo y aplicación de la IA, asegurando que las tecnologías no perpetúen ni amplifiquen las desigualdades de género existentes.
11. **Inclusión y Accesibilidad:** Desarrollo y aplicación de la IA de manera que sea accesible e inclusiva para todas las personas, independientemente de su edad, género, origen étnico, capacidad económica, nivel educativo o discapacidad.
12. **Protección de Datos:** Conjunto de prácticas y normas diseñadas para proteger la información personal contra el uso indebido y garantizar la privacidad de los individuos.
13. **Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i):** Actividades de investigación y desarrollo orientadas a la creación y mejora de tecnologías, productos o procesos nuevos, con un enfoque en la innovación.
14. **Formación y Capacitación:** Programas educativos y de capacitación continua diseñados para desarrollar competencias en IA entre profesionales, funcionarios públicos y ciudadanos en general.
15. **Laboratorio Nacional de Inteligencia Artificial (LaNIA):** Entidad creada para impulsar y promover el desarrollo de la IA en Costa Rica, mejorando la productividad nacional y la calidad de vida de los costarricenses.
16. **Principios Éticos en IA:** Conjunto de directrices que aseguran que el desarrollo y uso de la IA se realicen de manera ética y responsable, promoviendo la inclusión, evitando la discriminación y respetando los derechos humanos.
17. **Supervisión Humana:** Principio que asegura que las decisiones críticas tomadas por sistemas de IA siempre estén bajo la supervisión y control de un ser humano.
18. **Transparencia y Explicabilidad:** Requisito de que los sistemas de IA sean comprensibles y explicables para las personas, permitiendo que los usuarios comprendan cómo funcionan y tomen decisiones informadas sobre su uso.

Referencias

- Acemoglu, D., Kong, F., & Restrepo, P. (2024). Tasks At Work: Comparative Advantage, Technology and Labor Demand.
- Apuy, E. (2019). Perfil de la oferta costarricense especializada en tecnologías 4.0. Procomer. <http://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/20A998F7-39C0-4B39-99AC-083233A2367A.pdf>.
- Artificial intelligence market to reach \$1,811.75Bn by 2030. (s. f.). <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-artificial-intelligence-ai-market>
- Autor, D. (2024). Applying AI to rebuild middle class jobs (No. w32140). National Bureau of Economic Research.
- Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3-30.
- Biondi, G., Cagnoni, S., Capobianco, R., Franzoni, V., Lisi, F. A., Milani, A., & Vallverdú, J. (2023). Ethical design of artificial intelligence-based systems for decision making. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 6, 1250209.
- Brandusescu, A., Iglesias, C., Robinson, K., Alonso, J. M., Fagan, C., Jellema, A., y Mann, D. (2018). Open Data Barometer: global report.
- Brenes, E. U., Mora, E., Pombo, C., Rebellón, C., Vega, N., Lang, G., ... & Priscila, C. M. (2021). La importancia de establecer un marco orientador de política pública para el uso responsable y ético de la inteligencia artificial y su aplicación en costa rica.. <https://doi.org/10.18235/0003773>
- Brougham, D., & Haar, J. (2024). Employee perceptions of disruption knowledge: the influence on career attitudes and behaviors. *International Journal of Manpower*, 45(3), 597-613.
- Buker, T., Kamin, S. T., van Remmen, J., Wartzack, S., & Miehling, J. (2024). Fostering self-efficacy through usability and emotional product design? An explorative study. *Research in Engineering Design*, 1-14.
- Buolamwini, J; Gebru, T. (2018). Gender Shades: Intersectional Accuracy Disparities in Commercial Gender Classification. Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. *Proceedings of Machine Learning Research*, v. 81, p. 1-15.
- Buolamwini, J., y Gebru, T. (2018). Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. *Proceedings of the 1st Conference on Fairness, Accountability and Transparency*, 81, 77-91.
- CAF. (2021). Experiencia: Datos e Inteligencia Artificial en el sector público. Caracas: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1793>
- Capraro, V., Lentsch, A., Acemoglu, D., Akgun, S., Akhmedova, A., Bilancini, E., ... & Viale, R. (2024). The impact of generative artificial intelligence on socioeconomic inequalities and policy making. *PNAS nexus*, 3(6).
- Centro de Investigación y Estudios Políticos (CIEP). (2024, 11 septiembre). Informe del Estudio de Opinión Pública del CIEP (setiembre 2024) - CIEP UCR. CIEP UCR. <https://ciep.ucr.ac.cr/informe-del-estudio-de-opinion-publica-del-ciep-setiembre-2024/>
- Chamberlain, J. (2023). The risk-based approach of the European Union's proposed artificial intelligence regulation: Some comments from a tort law perspective. *European Journal of Risk Regulation*, 14(1), 1-13.
- Chanda, S., Chib, S., Bose, S. S., Zabiullah, B. I., & Samal, A. (2024, May). Algorithmic Trading: Financial Markets Using Artificial Intelligence. In *2024 International Conference on Communication, Computer Sciences and Engineering (IC3SE)*(pp. 806-809). IEEE.
- Cheatham, B., Javanmardian, K., y Samandari, H. (2019). Enfrentando los riesgos de la inteligencia artificial. McKinsey y Company.
- Chen, L., Chen, Z., Zhang, Y., Liu, Y., Osman, A. I., Farghali, M., ... & Yap, P. S. (2023). Artificial intelligence-based solutions for climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(5), 2525-2557.
- Chohan, Usman W., Generative AI, ChatGPT, and the Future of Jobs (March 29, 2023). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4411068> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4411068>
- Cinalioglu, K., Elbaz, S., Sekhon, K., Su, C. L., Rej, S., & Sekhon, H. (2023). Exploring differential perceptions of artificial intelligence in health care among younger versus older Canadians: results from the 2021 Canadian Digital Health Survey. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e38169.
- DAMA International (2017). DAMA-DMBOK: Data management body of knowledge. Technics Publications.
- Deng, L., Huang, Z., Chen, Z., Wu, D., Tian, Y., y Liu, H. (2020). Data centers and the environment: A study on the impact of cloud computing. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120693.
- DigitalES, Asociación Española para la Digitalización. (2021, 26 octubre). La explicabilidad, clave para el despegue de la Inteligencia Artificial - Asociación DigitalES. Asociación DigitalES. <https://www.digitales.es/blog-post/la-explicabilidad-clave-para-la-inteligencia-artificial/>
- El estado de la IA a principios de 2024: la adopción de la IA generativa aumenta y comienza a generar valor. (2024, 30 mayo). McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/locations/south-america/latam/hispanoamerica-en-potencia/el-estado-de-la-ia-a-principios-de-2024-la-adopcion-de-la-ia-generativa-aumenta-y-comienza-a-generar-valor/es-CL>
- Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P., y Rock, D. (2023). Gpts are gpts: An early look at the labor market impact potential of large language models. *arXiv preprint arXiv:2303.10130*.
- Esteva, A., & Topol, E. (2019). Can skin cancer diagnosis be transformed by AI?. *The Lancet*, 394(10211), 1795.
- Fiske, A., Henningsen, P., & Buyx, A. (2019). Your robot therapist will see you now: ethical implications of embodied artificial intelligence in psychiatry, psychology, and psychotherapy. *Journal of medical Internet research*, 21(5), e13216.
- Frey, C. B., & Osborne, M. (2023). Generative AI and the future of work: a reappraisal. *Brown J. World Aff.*, 30, 161.
- Gartner (2023) "Top 10 IT Strategic Trends". Recuperado de <https://www.gartner.com/en/articles/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2023>
- Gobierno de España. Estrategia Nacional De Inteligencia Artificial. <https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2020/ENIA2B.pdf>
- Gottfried, J. (2024). Americans' social media use. Pew Research Center.
- Grupo asesor de Expertas y Expertos constituido por la Secretaría

- de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Carta de Derechos Digitales. https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2021/140721-Carta_Derechos_Digitales_RedEs.pdf
- Gupta, M., Abdelsalam, M., Khorsandroo, S., y Mittal, S. (2020). Security and privacy in smart farming: Challenges and opportunities. *IEEE Access*, 8, 34564-34584.
- Hao, A., & Liu, H. (2024). Guest editorial: Artificial intelligence application and future research directions in interactive marketing. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 18(1), 1-5.
- Harnessing Artificial Intelligence for Health (2024, 18 enero). <https://www.who.int/teams/digital-health-and-innovation/harnessing-artificial-intelligence-for-health>
- Hawkins, J., & Kockelman, K. (2024). Supporting decarbonization through vehicle rightsizing, automation, and ride-splitting. *Transportation*, 14, 15.
- Hine, E., Novelli, C., Taddeo, M., & Floridi, L. (2024). Supporting trustworthy AI through machine unlearning. *Science and Engineering Ethics*, 30(5), 1-13.
- Howley, J. (2023). Gartner Identifies the Top Trends Impacting Infrastructure and Operations for 2023 [Electronic resource]. Gartner. <https://es.unesco.org/courier/2018-3/lexico-inteligencia-artificial>
<https://es.unesco.org/courier/july-september-2017/glosario-uso-lectores>
- Impulsado por Inteligencia Artificial, Costa Rica podría casi triplicar el aumento en la productividad laboral e incrementar su PIB hasta un 7.8%. Consultado el 13 de agosto de 2023, obtenido de la dirección <https://news.microsoft.com/es-xl/impulsado-por-inteligencia-artificial-costa-rica-podria-casi-triplicar-el-aumento-en-la-productividad-laboral-e-incrementar-su-pib-hasta-un-7-8/>
- Inteligencia Artificial en Costa Rica: justicia, ética e inclusión para no dejar a nadie atrás. (2023, September 21). UNESCO. <https://www.unesco.org/es/articles/inteligencia-artificial-en-costa-rica-justicia-etica-e-inclusion-para-no-dejar-nadie-atras>
- Jinesta, E. (2010). Simplificación, Desregulación y Aceleración de los Procedimientos Administrativos. Ediciones RAP. Recuperado de http://www.ernestojinesta.com/_REVISTAS/SIMPLIFICACION%20DESREGULACION%20Y%20ACELERACION%20DE%20LOS%20PROCEDIMIENTOS%20ADMINISTRATIVOS.PDF
- Kaplan, A. and Haenlein, M. (2020), "Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence", *Business Horizons*, Vol. 63 No. 1, pp. 37-50.
- Kausik, B.N., 2023. "Long Tails y the Impact of GPT on Labor," MPRA Paper 117063, University Library of Munich, Germany.
- Magni, F., Park, J., & Chao, M. M. (2024). Humans as creativity gatekeepers: Are we biased against AI creativity?. *Journal of Business and Psychology*, 39(3), 643-656.
- Mantelero, A. (2023). La privacidad en un mundo global: el papel del Convenio 108. In *Privacidad en un mundo global* (pp. 107-123). Tirant lo Blanch.
- Mazhar, T., Talpur, D. B., Shloul, T. A., Ghadi, Y. Y., Haq, I., Ullah, I., ... & Hamam, H. (2023). Analysis of IoT security challenges and its solutions using artificial intelligence. *Brain Sciences*, 13(4), 683.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Política
- Monge - González, Ricardo (2020). Confrontando el reto del crecimiento: Productividad e Innovación en Costa Rica. Consultado el 13 de agosto de 2023, obtenido de la dirección: <https://publications.iadb.org/es/confrontando-el-reto-del-crecimiento-productividad-e-innovacion-en-costa-rica>
- Monteiro, M. G., Pantani, D., Pinsky, I., & Rocha, T. A. H. (2023). Using the Pan American Health Organization digital conversational agent to educate the public on alcohol use and health: preliminary analysis. *JMIR Formative Research*, 7(1), e43165.
- Myers, D. (2019). 2019 Annual report on the dimensions of data quality. Year five-opportunity abounds for competitive advantage based on information quality. *DQ Matters*. http://dimensionsofdataquality.com/download/prior_whitepapers/2019-Annual-Report-on-the-Dimensions-of-Data-Quality1008.pdf?doc_num=1008&src=1008fromcddqsite.
- Nacional De Inteligencia Artificial. https://minciencia.gob.cl/uploads/filer_public/bc/38/bc389daf-4514-4306-867c-760ae7686e2c/documento_politica_ia_digital_.pdf
- Nagle, T., Redman, T. C., y Sammon, D. (2017). Only 3% of companies' data meets basic quality standards. *Harvard Business Review*, 95(5), 2-5.
- News Center Microsoft Latinoamérica. (2019, 14 noviembre). Impulsado por Inteligencia Artificial, Costa Rica podría casi triplicar el aumento en la productividad laboral e incrementar su PIB hasta un 7.8% - News Center Latinoamérica. News Center Latinoamérica. <https://news.microsoft.com/es-xl/impulsado-por-inteligencia-artificial-costa-rica-podria-casi-triplicar-el-aumento-en-la-productividad-laboral-e-incrementar-su-pib-hasta-un-7-8/>
- News Center Microsoft Latinoamérica. (2024, 18 marzo). Encuesta a PyMEs: más del 70% de PyMEs costarricenses afirman que van a invertir en IA - News Center Latinoamérica. News Center Latinoamérica. <https://news.microsoft.com/es-xl/encuesta-a-pymes-mas-del-70-de-pymes-costarricenses-afirman-que-van-a-invertir-en-ia/>
- Nieweglowska, M., Stellato, C., & Sloman, S. A. (2023). Deepfakes: Vehicles for radicalization, not persuasion. *Current Directions in Psychological Science*, 32(3), 236-241.
- Noy, Shakked and Zhang, Whitney, Experimental Evidence on the Productivity Effects of Generative Artificial Intelligence (March 1, 2023). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4375283> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4375283>
- Nzama-Sithole, L. (2023). Managing artificial intelligence algorithmic discrimination: the internal audit function role. In *Algorithmic Discrimination and Ethical Perspective of Artificial Intelligence* (pp. 203-219). Singapore: Springer Nature Singapore.
- OECD (2022), "Measuring the environmental impacts of artificial intelligence compute and applications: The AI footprint", *OECD Digital Economy Papers*, No. 341, OECD Publishing,

- Paris, <https://doi.org/10.1787/7babf571-en>.
- OECD (2023), *OECD Employment Outlook 2023: Artificial Intelligence and the Labour Market*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/08785bba-en>.
- Ortiz de Zárate Alcarazo, L. (2022). Explicabilidad (de la inteligencia artificial). *Eunomía. Revista en Cultura de la Legalidad*, 22, 3-28.
- Poder Judicial de Costa Rica - Poder Judicial implementa inteligencia artificial para disminuir circulante en materia cobratoria. (s/f). Poder-judicial.go.cr. Recuperado el 12 de mayo de 2023, de <https://pj.poder-judicial.go.cr/index.php/prensa/760-poder-judicial-implementa-inteligencia-artificial-para-disminuir-circulante-en-materia-cobratoria>
- PROSIC (2019) Informe hacia la sociedad de la información y el conocimiento. Universidad de Costa Rica. Capítulo 8.
- PwC (2021). Sizing the prize - PwC's global artificial intelligence study: Exploiting the AI revolution. Accessed (Feb 17, 2022) at: <https://www.pwc.com/gx/en/issues/data-and-analytics/publications/artificialintelligence-study.html>.
- Ramos, D. (2022, 21 febrero). Explicabilidad, ética y responsabilidad, retos de la inteligencia artificial. *Silicon*. <https://www.silicon.es/explicabilidad-etica-responsabilidad-retos-inteligencia-artificial-2452131>
- Ramos, G., Squicciarini, M., & Lamm, E. (2024). Making AI ethical by design: The UNESCO perspective. *Computer*, 57(2), 33-43.
- Redek, T., Marčič, E., Maldonado, A. C. B., da Silva, A. R. P., & Shenstone, P. M. J. (2023). Artificial Intelligence in Brief: The Development and Impact of AI Technologies. *BEYOND BITS AND ALGORITHMS*.
- REDGEALC. (2021) Informe de Tecnologías Emergentes 2021.
- Rivas-Montoya, L. M. (2023). Estramipyme: metodología fácil y ágil para diseñar una estrategia competitiva.
- Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., ... y Bengio, Y. (2019). Tackling climate change with machine learning. *arXiv preprint arXiv:1906.05433*.
- Singh, A., Kanaujia, A., Singh, V. K., & Vinuesa, R. (2024). Artificial intelligence for Sustainable Development Goals: Bibliometric patterns and concept evolution trajectories. *Sustainable Development*, 32(1), 724-754.
- Stone, J., & Mittelstadt, B. (2024). Legitimate Power, Illegitimate Automation: The problem of ignoring legitimacy in automated decision systems. *arXiv preprint arXiv:2404.15680*.
- Strubell, E., Ganesh, A., y McCallum, A. (2019). Energy and policy considerations for deep learning in NLP. *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, 3645-3650.
- Suárez, P. L., Velesaca, H. O., Carpio, D., & Sappa, A. D. (2023). Artificial intelligence in agriculture.
- Susser, D., & Cabrera, L. Y. (2024). Brain data in context: Are new rights the way to mental and brain privacy?. *AJOB neuroscience*, 15(2), 122-133.
- UNESCO (2022). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa
- UNESCO. (2017, Septiembre 17). Glosario para uso de los lectores. UNESCO.
- UNESCO. (2018, Junio 25). Léxico de la inteligencia artificial. UNESCO.
- Valero, S. Inteligencia Artificial y protección a los consumidores. Último informe del Parlamento Europeo [Review of Inteligencia Artificial y protección a los consumidores. Último informe del Parlamento Europeo]. Abogacía Española. Consultado el 09 de Mayo del 2023, obtenido de la dirección <https://www.abogacia.es/publicaciones/blogs/blog-de-derecho-de-los-los-consumidores/inteligencia-artificial-y-proteccion-a-los-consumidores-ultimo-informe-del-parlamento-europeo/#::~:~:text=La%20protecci%C3%B3n%20efectiva%20de%20la,-proporcionar%20informaci%C3%B3n%20simple%20y%20clara.>
- Van Deursen, A. J., Helsper, E., Eynon, R., & Van Dijk, J. A. (2017). The compoundness and sequentiality of digital inequality. *International Journal of Communication*, 11, 452-473.
- van Diggelen, J., Metcalfe, J. S., van den Bosch, K., Neerincx, M., & Kerstholt, J. (2023). Role of emotions in responsible military AI. *Ethics and Information Technology*, 25(1), 17.
- Wang, Q., Zhang, F., & Li, R. (2024). Artificial intelligence and sustainable development during urbanization: Perspectives on AI R&D innovation, AI infrastructure, and AI market advantage. *Sustainable Development*.
- WEF (2023). The future of jobs report 2023. *Foro Económico Mundial*. <https://www.weforum.org/agenda/2023/04/future-jobs-2023-fastest-growing-decline>
- West, S. M., Whittaker, M., y Crawford, K. (2019). Discriminating systems: Gender, race, and power in AI. *AI Now Institute*.
- World Economic Forum (WEF). (2021). *Harnessing Artificial Intelligence for the Earth*
- World Economic Forum. (2020). *Global gender gap report 2020*. World Economic Forum.
- Zarifhonarvar, Ali, *Economics of ChatGPT: A Labor Market View on the Occupational Impact of Artificial Intelligence* (February 7, 2023). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4350925> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4350925>
- Zawacki-Richter, O., Bai, J. Y., Lee, K., Slagter van Tryon, P. J., & Prinsloo, P. (2024). New advances in artificial intelligence applications in higher education?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 32.
- Zawacki-Richter, O., Bai, J. Y., Lee, K., Slagter van Tryon, P. J., & Prinsloo, P. (2024). New advances in artificial intelligence applications in higher education?. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 32.
- Zhang, Z., Al Hamadi, H., Damiani, E., Yeun, C. Y., y Taher, F. (2022). Explainable artificial intelligence applications in cyber security: State-of-the-art in research. *IEEE Access*, 10, 93104-93139.
- Zowghi, D., & da Rimini, F. (2023). Diversity and inclusion in artificial intelligence. *arXiv preprint arXiv:2305.12728*.
- Zuboff, S. (2023). *The age of surveillance capitalism*. In *Social theory re-wired* (pp. 203-213). Routledge.





📍 www.micitt.go.cr

@ micittcr

✉ innovacion@micitt.go.cr



MINISTERIO DE CIENCIA,
INNOVACIÓN, TECNOLOGÍA
Y TELECOMUNICACIONES

GOBIERNO
DE COSTA RICA