

Documento CONPES

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL
REPÚBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN

POLÍTICA NACIONAL DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

HAGA CLIC AQUÍ PARA ESCRIBIR TEXTO.

Departamento Nacional de Planeación
Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
Otras entidades

Borrador¹ 2- 06 de agosto de 2024

Bogotá, D.C., fecha de aprobación

¹ Esta es una versión borrador del documento que será eventualmente presentado a consideración del CONPES. Su contenido no es definitivo hasta tanto no haya sido aprobado por el CONPES, una vez cursado el debido proceso. Por lo tanto, su contenido no compromete al Gobierno nacional con la implementación de las acciones e inversiones aquí presentadas.

**CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL
CONPES**

Haga clic aquí para escribir texto.

Gustavo Francisco Petro Urrego
Presidente de la República

Francia Elena Márquez Mina
Vicepresidenta de la República

Juan Fernando Cristo Bustos
Ministro del Interior

Luis Gilberto Murillo
Ministro de Relaciones Exteriores

Ricardo Bonilla González
Ministro de Hacienda y Crédito Público

Angela María Buitrago
Ministra de Justicia y del Derecho

Iván Velásquez Gómez
Ministro de Defensa Nacional

Martha Viviana Carvajalino Villegas
Ministra de Agricultura y Desarrollo Rural

Guillermo Alfonso Jaramillo Martínez
Ministro de Salud y Protección Social

Gloria Inés Ramírez Ríos
Ministra del Trabajo

Omar Andrés Camacho Morales
Ministro de Minas y Energía

Luis Carlos Reyes Hernández
Ministro de Comercio, Industria y Turismo

Daniel Rojas Medellín
Ministro de Educación Nacional

María Susana Muhamad González
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Helga María Rivas Ardila
Ministra de Vivienda, Ciudad y Territorio

Óscar Mauricio Lizcano Arango
Ministro de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

María Constanza García Alicastro
Ministra de Transporte

Juan David Correa Ulloa
Ministro de Cultura

Luz Cristina López Trejos
Ministra del Deporte

Ángela Yesenia Olaya Requene
Ministra de Ciencia, Tecnología e Innovación

Francia Elena Márquez Mina
Ministra de Igualdad y Equidad

Alexander López Maya
Director General del Departamento Nacional de Planeación

Mario Alejandro Valencia Barrera
Subdirector General de Prospectiva y Desarrollo
Nacional

Jhonattan Julián Duque Murcia
Subdirector General del Sistema General de
Regalías

Alan Guillermo Asprilla Reyes
Subdirector General de Inversiones, Seguimiento y
Evaluación

Elizabeth Cristina Correa Soto
Subdirector General de Descentralización y
Desarrollo Territorial (E)

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	11
2. ANTECEDENTES	14
2.1. Políticas e iniciativas transversales alrededor de la IA	14
2.2. Políticas en materia de ética y gobernanza de la IA	15
2.3. Políticas para el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica relacionadas con la IA	17
2.4. Políticas relacionadas con Investigación, desarrollo e innovación para la IA.....	20
2.5. Políticas relacionadas con capacidades y talento digital para la IA.....	21
2.6. Políticas que abordan riesgos y efectos no deseados relacionados con la IA	22
2.6.1. Políticas relacionadas con la seguridad y la confianza en la IA	22
2.6.2. Políticas que abordan la propiedad intelectual y protección de datos personales relacionadas con la IA	23
2.6.3. Políticas que abordan la inclusión, equidad y sostenibilidad ambiental relacionadas con la IA	24
2.7. Políticas que promueven el uso y adopción de la IA	25
3. JUSTIFICACIÓN	26
4. MARCO CONCEPTUAL	27
DIAGNÓSTICO	32
4.1. Ética y Gobernanza	34
Necesidad de fortalecimiento de la gobernanza alrededor de la IA y la consolidación de una visión estratégica nacional.....	35
Necesidad de capacidades de anticipación, adaptación, participación internacional, y análisis estratégico para la construcción de la política pública.....	35
La implementación de los principios éticos de la IA requiere capacidades de verificación, evaluación y materialización.....	36
4.2. Datos e infraestructura tecnológica	37
Baja capacidad y calidad del servicio de acceso a Internet en el país	37
Baja capacidad de infraestructura tecnológica para el desarrollo y adopción de sistemas de IA....	38
Baja disponibilidad de datos de calidad para el desarrollo de la IA.....	38
Bajo nivel en el uso, adopción y desarrollo de la interoperabilidad en la infraestructura de datos del Estado	39

Bajo nivel de capacidades para el desarrollo de la infraestructura de datos en las entidades públicas, especialmente a nivel territorial.....	39
4.3. Investigación, desarrollo e innovación	40
Baja inversión pública y privada en I+D+i para el desarrollo de sistemas de IA en diferentes contextos y sectores	40
Bajos niveles de generación de conocimiento científico, tecnológico y de transferencia tecnológica asociado con la IA	41
Bajo nivel de cooperación y articulación entre actores del ecosistema de innovación para promover el desarrollo y uso de la IA.....	42
Baja capacidad de las empresas colombianas para innovar en bienes y servicios basados en IA....	43
4.4. Desarrollo de capacidades y talento digital.....	43
Existencia de barreras tecnológicas para acceder a la oferta educativa que habilite capacidades para el diseño, desarrollo y adopción de sistemas de IA.....	44
Bajo desarrollo de competencias en el sistema educativo para promover el desarrollo y uso ético y responsable de la IA.....	45
Necesidades de capital humano para el diseño, desarrollo, despliegue, uso, monitoreo y evaluación de sistemas de IA	47
Bajos niveles de apropiación social del conocimiento en IA.....	48
4.5. Riesgos y efectos no deseados relacionados con la IA	50
Desconocimiento y persistencia de vulnerabilidades con respecto a la IA que afectan la confianza y la seguridad en el entorno digital	50
Potencial desplazamiento de la mano de obra e inestabilidad laboral por la adopción de sistemas IA	51
Potencial vulneración de derechos de privacidad e intimidad de los titulares de datos personales por la utilización indebida de sistemas de IA	51
Baja observancia de la vulneración y protección de derechos asociados a la Propiedad Intelectual con respecto a la IA.....	52
Aumento en la desigualdad, exclusión social y afectación ambiental por el desarrollo y adopción de la IA	53
Afectaciones físicas generadas por los sistemas de IA a las personas.....	56
4.6. Uso y adopción de sistemas de IA	57
Baja adopción de procesos de transformación digital incorporando sistemas de IA en las entidades públicas	57

Baja adopción de sistemas de IA en el tejido empresarial.....	58
Pérdida de oportunidad en el uso de la IA en asuntos económicos, sociales y ambientales	59
5. POLÍTICA	60
5.1. Objetivo general	60
5.2. Objetivos específicos	60
5.3. Plan de acción	61
5.3.1. Ética y Gobernanza	61
Línea de acción: Fortalecer la gobernanza alrededor de la IA	61
Línea de acción: Desarrollar capacidades de anticipación, adaptación, participación internacional y análisis estratégico para la construcción de la política pública	61
Línea de acción: Desarrollar mecanismos y capacidades para la verificación y evaluación de la implementación de principios éticos en el diseño, uso e implementación de la IA en el sector público y privado.	62
5.3.2. Datos e infraestructura tecnológica	63
Línea de acción: Fortalecer las condiciones de conectividad a Internet a nivel nacional y regional para impulsar el ecosistema de IA en el país.....	63
Línea de acción: Fortalecer la infraestructura tecnológica y ecosistema computacional para el desarrollo sostenible de sistemas de IA	64
Línea de acción: Aumentar la disponibilidad de datos de calidad con representatividad para el desarrollo de sistemas de IA.....	65
Línea de acción: Promover el uso, adopción y desarrollo de acuerdos y estándares de interoperabilidad de la infraestructura de datos del Estado para facilitar el intercambio de datos y desarrollo en el aprovechamiento de sistemas de IA	66
Línea de acción: Fortalecer las capacidades en el nivel nacional y territorial para el desarrollo de los componentes de la infraestructura de datos que habilitan el uso y aprovechamiento de los datos para la toma de decisiones.	67
5.3.3. Investigación, desarrollo e innovación	68
Línea de acción: Aumentar y focalizar la inversión pública y privada en I+D+i para el desarrollo de sistemas de IA en diferentes contextos y sectores.....	68
Línea de acción: Mejorar los niveles de generación de conocimiento científico, tecnológico y de transferencia tecnológica asociado con la IA	68
Línea de acción: Aumentar y fortalecer los mecanismos de cooperación y articulación entre actores del ecosistema de innovación para promover el desarrollo y uso de la IA.	69

Línea de acción: Mejorar las condiciones y garantizar el acceso a los instrumentos para que las empresas colombianas innoven y adapten soluciones basadas en IA.	69
5.3.4. Desarrollo de capacidades y talento digital.....	70
Línea de acción: Superar las barreras tecnológicas para acceder a la oferta educativa para el diseño, desarrollo y adopción de sistemas de IA	70
Línea de acción: Desarrollar competencias en el sistema educativo para promover el desarrollo y uso ético y responsable de la IA	70
Línea de Acción: Fortalecer el capital humano para el diseño, desarrollo, despliegue, uso, monitoreo y evaluación de sistemas de IA.....	71
Línea de acción: Incrementar los niveles de apropiación social del conocimiento en IA.....	72
5.3.5. Riesgos y efectos no deseados relacionados con la IA	73
Línea de acción: Promover el conocimiento y disminuir las vulnerabilidades con respecto a la IA para fortalecer la confianza y la seguridad digital	73
Línea de acción: Monitorear y mitigar el impacto de desplazamiento de mano de obra e inestabilidad laboral por la adopción de sistemas IA.....	74
Línea de acción: Monitorear la vulneración de derechos de privacidad e intimidad de los titulares de datos personales por el uso de la IA.....	74
Línea de acción: Monitorear la vulneración de los derechos de propiedad intelectual por el uso de los sistemas de IA.....	75
Línea de acción: Promover equidad, inclusión y sostenibilidad ambiental alrededor del desarrollo y adopción de la IA	75
Línea de acción: Monitorear las afectaciones físicas derivadas de los sistemas de IA.....	76
5.3.6. Uso y adopción de sistemas de IA	76
Línea de acción: Fortalecer la adopción de procesos de transformación digital incorporando sistemas de IA en las entidades públicas.....	76
Línea de acción: Fortalecer la adopción de sistemas de IA en el tejido empresarial	77
Línea de acción: Aprovechar el potencial del uso de la IA en asuntos económicos, sociales y ambientales	77
BIBLIOGRAFÍA	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Global AI Index 2022	33
Tabla 2. Government AI Readiness Index 2023	33
Tabla 3. Índice Latinoamericano de IA (ILIA) 2023	34

BORRADOR

SIGLAS Y ABREVIACIONES

4RI	Cuarta Revolución Industrial
ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
API	Interfaz de programación de aplicaciones
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe
CCE	Comisión Colombiana del Espacio
CENIA	Centro Nacional de Inteligencia Artificial de Chile
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
COLCERT	Grupo de Respuestas a Emergencias Cibernéticas de Colombia.
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CRC	Comisión de Regulación de las Comunicaciones
CSF	Marco de Ciberseguridad del NIST
DAFP	Departamento Administrativo de la Función Pública
DAPRE	Departamento Administrativo de la Presidencia de la República
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DIAN	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
DNP	Departamento Nacional de Planeación
END	Estrategia Nacional Digital
ENTIC	Encuesta Nacional de Tecnologías de Información y Comunicaciones
FURAG	Formulario Único de Reporte de Avance a la Gestión
GEDI	Grupo Interno de Trabajo de Enfoque Diferencial e Interseccional
IDEC	Infraestructura de datos del estado colombiano
I+D	Investigación y Desarrollo
I+D+i	Investigación Desarrollo e innovación
IA	Inteligencia Artificial
ILIA	Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial
IMT	Sistemas de Telecomunicaciones Móviles Internacionales
INNPULSA	Unidad de Gestión de Crecimiento Empresarial de Colombia

IoT	Internet de las cosas
ITU	Unión Internacional de Telecomunicaciones
KVD	Kioscos Vive Digital
LGBTIQ+	Lesbianas, Gays, Bisexuales, Transgénero, Intersexual y Queer y otras
MinTIC	Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
MinCiencias	Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación
MinCIT	Ministerio de Comercio Industria y Turismo
MEN	Ministerio de Educación Nacional
MinTrabajo	Ministerio del Trabajo
MinJusticia	Ministerio de Justicia y del Derecho
MinDefensa	Ministerio de Defensa
MinAmbiente	Ministerio de ambiente y Desarrollo sostenible
MIPG	Modelo Integrado de Planeación y Gestión
Mipyme	Micro, pequeñas y medianas empresas
MSPI	Modelo de seguridad y privacidad de la información
NIST	Instituto Nacional de Estándares y Economía de los Estados Unidos.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMB	Oficina de administración del presupuesto de los Estados Unidos
PI	Propiedad Intelectual
PISA	Programa para la evaluación internacional de Alumnos
PAS	Plan de Acción y Seguimiento
PIB	Producto Interno Bruto
PGD	Política de Gobierno Digital
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNID	Plan Nacional de Infraestructura de Datos
PRST	Proveedor de Redes y Servicios de Telecomunicaciones
SECOP	Sistema Electrónico para la Contratación Pública

SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SIC	Superintendencia de Industria y Comercio
SNCI	Sistema Nacional de Competitividad e Innovación
SNPI	Sistema Nacional de Propiedad Intelectual
STEM+A	Acrónimo de Science, Technology, Engineering, Maths and Arts (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Artes)
TI	Tecnologías de la Información
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

BORRADOR

1. INTRODUCCIÓN

En la era de la cuarta revolución industrial, la Inteligencia Artificial (IA) se ha posicionado como una tecnología de propósito general con un potencial transformador significativo en múltiples sectores de la sociedad y la economía. Aunque los conceptos relacionados con la IA se debatieron por primera vez en la década de 1950, el ritmo de adopción y uso ha aumentado exponencialmente en la última década a nivel mundial. La proliferación de datos y la madurez de otras innovaciones en el procesamiento en la nube y la potencia de cálculo han dado lugar a la rápida aceleración de la adopción y el desarrollo de la IA.

Debido al ritmo y la velocidad a la que evoluciona la tecnología, Colombia y el mundo se encuentran en un momento de urgencia para aprovechar los beneficios y abordar los riesgos de la IA. Por ejemplo, la IA generativa, que utiliza algoritmos para crear nuevos contenidos incluyendo audio, código, imágenes, texto, simulaciones y vídeos, e intenta imitar la inteligencia humana, va en aumento acelerado. Aplicaciones de este tipo de IA como ChatGPT² (lanzado en noviembre de 2022) alcanzó en tan solo cinco días el primer millón de usuarios, en comparación con Facebook que en 2004 le tomó 10 meses³.

La gama de beneficios con la IA es amplia e impacta significativamente en varios aspectos de la sociedad, la economía y la tecnología. Algunos de ellos son: automatización y eficiencia, mejora de la productividad, ayuda en la toma de decisiones y resolución de problemas complejos, entre otros. En ese sentido, **la IA y sus avances representan para Colombia la oportunidad de superar varios desafíos que tiene a nivel económico, social y ambiental,** desde avanzar en la seguridad alimentaria de los colombianos, hasta superar la pobreza y ayudar al país a transitar de una economía dependiente de las actividades extractivas a una economía basada en el conocimiento, productiva, y sostenible.

Sin embargo, también es importante abordar los desafíos éticos y sociales asociados con el desarrollo y la adopción de la IA, para evitar la vulneración de derechos y ampliación de las brechas e inequidades existentes en el país. Por ejemplo, aquellos hogares que actualmente no cuentan con Internet, la imposibilidad de acceder y usar la IA aumenta su probabilidad de quedar aún más rezagadas del mundo digital y las oportunidades que esta tecnología ofrece. Así mismo, a medida que crece el uso de plataformas de IA generativa, surgen más problemas de precisión y parcialidad en torno a la propiedad intelectual, la educación, y el empleo, por nombrar sólo algunos. Pocas plataformas se han adoptado tan amplia o rápidamente como esta tecnología sin una plena comprensión de los riesgos.

² ChatGPT es un modelo de lenguaje desarrollado por OpenAI que utiliza inteligencia artificial para generar texto basado en las entradas proporcionadas por los usuarios. En otras palabras, es un sistema de chat equipado con inteligencia artificial, cuyo objetivo es resolver las consultas de sus usuarios. Puede entender qué se le está consultando y con ello organizar la información y brindársela al usuario de forma coherente. Así mismo, existen otros ejemplos como este de IA generativa desarrollada por otras compañías proveedoras de tecnología alrededor del mundo.

³ Noticia de El Economista disponible en: <https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/ChatGPT-logro-en-solo-cinco-dias-obtener-un-millon-de-usuarios-20230227-0020.html>

En los últimos años el Gobierno nacional ha trabajado en la formulación e implementación de diversos instrumentos de política pública para la generación de valor económico y social en el país a través del acceso y aprovechamiento de los datos y las tecnologías digitales como la IA. Entre ellas, se destaca el CONPES 3975 de 2019 *Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*⁴, que marcó un hito al reconocer la IA como un acelerador de la transformación digital y plantear acciones clave para desarrollar condiciones habilitantes que prepararán a Colombia para los cambios económicos y sociales que conlleva la IA.

A pesar de los avances y los esfuerzos del país, los resultados de las mediciones internacionales relacionados con el desarrollo y adopción de la IA evidencian oportunidades de mejora en los factores habilitantes de esta tecnología y otros aspectos, en comparación con los países líderes a nivel global y regional. De acuerdo con los índices internacionales The Global AI Index (Tortoise, 2023), Government AI Readiness Index (Oxford Insights, 2023), y el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (CENIA, 2023), si bien Colombia registra avances en aspectos relacionados con datos e infraestructura, y formación profesional, aún enfrenta importantes desafíos en términos de investigación, desarrollo, e innovación, así como en gobernanza, uso y adopción de los sistemas de IA, entre otros.

En ese sentido, si bien el país han venido desarrollando importantes esfuerzos para integrar la IA, **y dados los avances y los requerimientos en constante evolución para el desarrollo y adopción de esta tecnología, en contraste con las condiciones de Colombia al respecto,** se requiere desarrollar nuevas acciones de política que sean contundentes en aspectos como ética, gobernanza, infraestructura tecnológica, habilidades y talento, investigación, desarrollo e innovación, entre otros, para que la IA sea una realidad en el país. Lo anterior, en línea con lo definido en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia, Potencia Mundial de la Vida”⁵ y la Estrategia Nacional Digital de Colombia 2023-2026⁶.

Por lo tanto, **esta política tiene como principal objetivo generar las capacidades para la investigación, desarrollo, adopción y aprovechamiento ético y sostenible de sistemas de IA, con el fin de impulsar la transformación social y económica de Colombia.** Esta política aborda integral y estratégicamente la IA, y plantea una visión país que articula y coordina las diferentes acciones del Gobierno nacional y actores involucrados para el logro de esta visión y los objetivos relacionados, que serán liderados por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación. El horizonte de implementación de esta política es de seis años (de 2024 a 2030).

⁴ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>

⁵ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portaldNP/PND-2023/2023-05-04-bases-plan-nacional-de-inversiones-2022-2026.pdf>

⁶ Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Digital/EVENTOS/END_Colombia_2023_2026.pdf

De igual forma, **esta política contribuye al desarrollo y adopción de la IA, y busca que esta tecnología responda a los propósitos y necesidades que se tienen en el país, considerando sus riesgos, y se desarrollará a través de seis objetivos estratégicos**, donde los primeros cuatro objetivos abordan los elementos que son habilitadores de la IA y los dos siguientes consideran los riesgos y oportunidades de su uso y adopción: i) fortalecer los mecanismos de gobernanza y la aplicación de principios éticos relacionados con los sistemas de IA para asegurar un desarrollo y uso responsable de esta tecnología en beneficio del país; ii) fortalecer la infraestructura tecnológica, así como la disponibilidad, intercambio y representatividad de datos, requerida para fomentar el desarrollo y adopción de sistemas de IA en Colombia; iii) impulsar la investigación, desarrollo e innovación en sistemas de IA para desarrollar en el país capacidades avanzadas en Ciencia, Tecnología e Innovación que se traduzcan en conocimiento, productividad, y beneficios para todos los agentes de la sociedad; iv) desarrollar las capacidades, el talento digital, y la apropiación social del conocimiento relacionado con IA para generar oportunidades de desarrollo personal, empleabilidad, equidad y mayor productividad en Colombia; v) definir medidas que promuevan la identificación, prevención y mitigación de los riesgos y efectos no deseados relacionados con sistemas de IA, con el fin de evitar asimetrías, inequidades y potenciales vulneraciones de derechos en el país; vi) impulsar el uso y adopción de los sistemas de IA en las entidades públicas, el tejido empresarial, y los territorios para contribuir a la prosperidad económica, al bienestar social y la sostenibilidad ambiental del país.

El abordaje y los objetivos propuestos para esta política resultan de los aportes de los ministerios, departamentos administrativos, y otras entidades del Gobierno nacional, así como de los ejercicios participativos realizados, tanto a nivel nacional como territorial, con entidades públicas, sector privado, academia, entes multilaterales, organizaciones de la sociedad civil y ciudadanía. Estos ejercicios participativos permitieron identificar las problemáticas y preocupaciones con respecto al desarrollo y adopción de la IA, así como orientar la definición de la visión y las acciones de política para que esta tecnología se traduzca en beneficios para el país.

Este documento se desarrolla en siete secciones, incluyendo esta introducción. La segunda sección abarca los antecedentes, la tercera sección expone la justificación para la presente política, y la cuarta sección presenta el marco conceptual. En la quinta sección se expone el diagnóstico de las problemáticas alrededor de seis ejes estratégicos. En la sexta sección se define la política que, además de los objetivos, contiene las acciones definidas para alcanzarlos. Finalmente, la séptima sección presenta las recomendaciones al Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES).

2. ANTECEDENTES

En los últimos años, el Gobierno nacional ha trabajado en la formulación de diversos instrumentos de política pública para la generación de valor económico y social en el país a través del acceso y aprovechamiento de los datos y las tecnologías digitales como la IA. No obstante, Colombia aún enfrenta importantes retos, barreras y oportunidades de mejora para promover de manera ética, responsable y sostenible la investigación, diseño, desarrollo y aprovechamiento de la IA en distintos ámbitos sociales, económicos y ambientales.

En este contexto, la presente sección tiene como objetivo exponer los antecedentes de política pública desarrollados en el país respecto a los elementos habilitadores para la IA, tales como gobernanza, ética, infraestructura tecnológica, investigación, desarrollo e innovación, y talento digital. Asimismo, se destacan los antecedentes representativos en cuanto al abordaje de riesgos y efectos no deseados, y la promoción del uso y aprovechamiento de la IA en Colombia.

2.1. Políticas e iniciativas transversales alrededor de la IA

Mediante el documento CONPES 3975⁷ de 2019 - *Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial*, Colombia adoptó la primera política pública que reconoció la IA como una tecnología aceleradora de la transformación digital. Dicha política tuvo dentro de sus objetivos el desarrollar condiciones habilitantes para preparar a Colombia con respecto a los cambios económicos y sociales que conlleva la IA. Por lo cual, la política planteó 21 acciones enfocadas en crear el entorno propicio para el desarrollo de la IA e impulsar el desarrollo de tecnologías digitales para la Cuarta Revolución Industrial (4RI) en Colombia.

El CONPES 3975 representó un avance significativo para el país; sin embargo, culminó en el año 2022. En ese sentido, es crucial continuar promoviendo las acciones de política pública que, considerando la necesidad de articulación de esfuerzos interinstitucionales, apuesten por la consolidación de los habilitadores necesarios para que el país fortalezca la investigación, desarrollo y uso ético, responsable y sostenible de la IA, así como la definición de aplicaciones estratégicas de la IA en el sector público y privado que permitan maximizar los beneficios y mitigar los riesgos de esta tecnología en el territorio nacional.

Otro paso importante para el país en materia de IA fue la Misión de Expertos en Inteligencia Artificial (DNP, 2023), constituida por un grupo de 10 expertos mundiales con enfoque en talento, trabajo, y sostenibilidad. La Misión, que se desarrolló entre 2021 y 2022, estuvo orientada a generar una visión de futuro para que los formuladores de política pública tuvieran información y comprensión sobre los principales desarrollos futuros en el campo de IA y cómo el país podía prepararse para ellos. La Misión trabajó en el desarrollo de tres proyectos: i) Plataforma de empoderamiento sobre IA, ii) Laboratorio de políticas públicas enfocado en el futuro del trabajo y género y iii) Inteligencia Artificial para el Desarrollo Ecológico Sostenible –Una hoja de ruta para

⁷ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3975.pdf>

Colombia. Adicionalmente, se publicó un documento de recomendaciones. En este sentido, el país requiere continuar con el desarrollo e impulso de este tipo de proyectos y avanzar en la implementación de las recomendaciones para fomentar el desarrollo y adopción ética, responsable y sostenible de la IA.

Las tecnologías digitales, incluidas las emergentes como la IA, siguen teniendo un rol central respecto a la estrategia del Gobierno nacional para impulsar la transformación digital del país. En este sentido, El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026 “*Colombia Potencia Mundial de la Vida*”⁸ (DNP, 2023), mediante la Ley 2294 de 2023, promueve el uso de tecnologías digitales para favorecer la consolidación de una sociedad del conocimiento, la eficiencia en relación Estado - ciudadano y el fortalecimiento de la industria TI. De igual forma, en la *Estrategia Nacional Digital 2023-2026*⁹ (DNP, 2023), se definió como eje estratégico la generación de oportunidades de aprovechamiento, implementación y democratización de la IA, reconociendo la importancia de diseñar y fortalecer las iniciativas de política pública alrededor de la IA. Así mismo, en febrero de 2024 se realizó el lanzamiento de la *Hoja de ruta para el desarrollo y aplicación de la Inteligencia Artificial en Colombia*¹⁰, que plantea diferentes rutas de innovación para garantizar la adopción ética y sostenible de la IA en el país (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2024).

El desarrollo y la adopción ética y sostenible de la IA en Colombia es crucial para impulsar la transformación digital del país, promover el desarrollo económico y abordar desafíos sociales y ambientales. La formulación de instrumentos de política pública, como el CONPES 3975, la Misión de Expertos en IA y la Hoja de Ruta para el Desarrollo y Aplicación de la Inteligencia Artificial evidencian los avances en ese sentido. Sin embargo, es fundamental continuar generando un entorno propicio para el desarrollo y aprovechamiento de esta tecnología, que maximice sus beneficios y mitigue sus riesgos teniendo en cuenta las realidades del país.

2.2. Políticas en materia de ética y gobernanza de la IA

Colombia es uno de los países que ha adoptado importantes recomendaciones internacionales relacionadas con el desarrollo y uso ético de la IA. En mayo de 2019, el país adoptó las Recomendaciones del Consejo de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) sobre Inteligencia Artificial, que establecen principios éticos como el crecimiento inclusivo y sostenible, la centralidad de los derechos humanos y valores democráticos, la transparencia y explicabilidad, la robustez y seguridad en el desarrollo de la IA, y la responsabilidad en el cumplimiento de estos principios. Además, recomendó fomentar la inversión en I+D+i, desarrollar

⁸ Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026>

⁹ Disponible en: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Digital/EVENTOS/END_Colombia_2023_2026.pdf

¹⁰ Disponible en:

https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/hoja_de_ruta_adopcion_etica_y_sostenible_de_inteligencia_artificial_colombia_0.pdf

ecosistemas tecnológicos accesibles, garantizar un entorno político favorable, dotar a las personas con habilidades necesarias y promover la cooperación internacional.

Posteriormente, en noviembre de 2021, Colombia se destacó en la región al adherirse a las Recomendaciones de la UNESCO sobre la ética en la IA, las cuales integran valores y acciones en políticas públicas para fortalecer evaluaciones de impacto, mecanismos de gobernanza, políticas éticas de datos, y promover un entorno propicio para la ética de la IA en ámbitos como género, cultura, educación, economía, trabajo, salud y bienestar.

En marzo de 2021, el Gobierno nacional, basado en los principios y recomendaciones internacionales sobre la IA, publicó el *Marco Ético para la Inteligencia Artificial*, el cual aborda diversas temáticas vinculadas con la adopción de principios éticos, proporcionando recomendaciones específicas destinadas al sector público y mecanismos para la implementación de estos principios en las organizaciones, algunos de los cuales fueron reiterados dentro del Decreto 1263 de 2022. Sin embargo, este marco ético es anterior al incremento exponencial de la investigación, desarrollo y uso de sistemas de IA, sobre todo respecto de los avances en modelos y sistemas de IA generativa, sumado a que actualmente no se cuenta con herramientas que permitan incentivar, verificar y medir la aplicación de los mecanismos de implementación de los principios éticos en el ciclo de vida de la IA.

La IA es una tecnología de propósito general que se está materializando a través de diferentes desarrollos y usos, y tiene el potencial de afectar las estructuras económicas y sociales existentes. En ese sentido, existen asuntos que están generando tensiones entre los puntos de vista de diferentes actores y hacen necesarios mecanismos y esquemas de gobernanza para la IA. En Colombia, pese a la reciente creación de instancias para la coordinación del Gobierno nacional alrededor de la IA como la Mesa Interinstitucional de IA, aún no se cuenta con un marco que formalice y fortalezca la gobernanza para el desarrollo, adopción y aprovechamiento de la IA.

En ese sentido, la *Hoja de ruta para el desarrollo y aplicación de la Inteligencia Artificial en Colombia* destaca la necesidad de definir estructuras de gobernanza efectivas que aseguren la aplicación ética de la IA en la resolución de desafíos sociales, económicos y ambientales a nivel nacional (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2024), donde se considere, entre otros elementos, la definición de la posición país en las instancias internacionales, el fomento a la investigación en ética y regulación de la IA, el desarrollo de nuevos estándares éticos que fortalezcan los existentes, el fomento a la participación de diferentes actores en las decisiones de política sobre IA, la implementación de mecanismos de auditoría ética y el desarrollo de programas de educación alrededor de la ética en la IA.

2.3. Políticas para el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica relacionadas con la IA

Con la Ley 1341 de 2009¹¹, también conocida como la “Ley TIC”, y sus modificaciones por la Ley 1978 de 2019¹² y la Ley 2108 de 2021¹³, Colombia cuenta con una normatividad que ha buscado garantizar el acceso universal al Internet y a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). Por su parte, el Gobierno nacional ha impulsado diversas políticas, estrategias, e iniciativas con el objetivo de sumar esfuerzos para el cierre de la brecha de conectividad digital.

Es así como, en el PND 2018-2022 se establecieron condiciones para ampliar el acceso universal a los servicios de telecomunicaciones en todo el territorio nacional e incentivos para que las entidades territoriales remuevan barreras al despliegue de infraestructura. Posteriormente, para avanzar en el cierre de la brecha digital, el PND 2022-2026 definió las líneas de acción para una plan de conectividad digital, mediante la cual se busca, entre otros objetivos, mejorar el alcance y calidad de la conectividad digital en el país, a través de la generación de incentivos para la entrada de nuevos actores en el mercado, la eliminación de barreras al despliegue de infraestructura de telecomunicaciones, la definición de mecanismos innovadores y eficientes de gestión del espectro radioeléctrico. Líneas de acción que también quedaron plasmadas y fueron complementadas en la END 2023-2026, que plantea como uno de sus ejes estratégicos el conectar digitalmente a los habitantes de Colombia, especialmente aquellos que viven en las zonas que no cuentan con el servicio de Internet o que requieren mejorar la cobertura y calidad de este, para contribuir a la generación de oportunidades, riqueza, igualdad y productividad en el país.

En materia de política pública de mediano y largo plazo, también se destacan los CONPES 3968¹⁴ de 2019, 4001¹⁵ de 2020, y 4079¹⁶ de 2022, a través de los cuales se han declarado de importancia estratégica proyectos de conectividad digital, que buscaban garantizar el acceso a Internet a nivel nacional, principalmente en zonas rurales y apartadas el país. A su vez, los CONPES

¹¹ Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36913>

¹² Por la cual se moderniza el Sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC, se distribuyen competencias, se crea un Regulador Único y se dictan otras disposiciones. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=98210>

¹³ "Ley de Internet como servicio público esencial y universal" o "por medio de la cual se modifica la ley 1341 de 2009 y se dictan otras disposiciones". Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=167946>

¹⁴ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3968.pdf>

¹⁵ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4001.pdf>

¹⁶ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4079.pdf>

3988¹⁷ y 4005¹⁸ de 2020, 4023¹⁹ de 2021, y 4129²⁰ de 2023 identificaron dentro de sus diagnósticos y líneas de acción la necesidad común de tomar acciones para fortalecer la conectividad digital y el despliegue de infraestructura en sedes educativas y zonas apartadas. No obstante, a pesar de los diversos esfuerzos normativos y de política pública para garantizar la conectividad digital, Colombia aún cuenta con una brecha de conectividad significativa y acentuada en las regiones más vulnerables que dificulta el disfrute de los beneficios de tecnologías como la IA por una parte importante de la población.

Por otra parte, como producto del esfuerzo del Gobierno nacional para consolidar un marco de política que promueva el aprovechamiento de datos para la generación de valor social y económico en el país, en 2022 se expidió la Resolución MinTIC 460²¹ que definió el *Plan Nacional de Infraestructura de Datos* (PNID) (MinTIC, 2022). Esta normativa promueve la reutilización de los datos, un sector público basado en datos, espacios de intercambio de datos para la innovación y el desarrollo de tecnologías emergentes. Adicionalmente, el PNID promovió la creación de un modelo de gobernanza de la infraestructura de datos, que se implementó mediante la expedición del Decreto 1389 de 2022²². Sin embargo, la necesidad de fortalecer la capacidad de cómputo del Estado como elemento de infraestructura para el aprovechamiento del valor social de los datos no fue un elemento incluido dentro del PNID. En este sentido, pese a que la Directiva presidencial 03 de 2021²³ y el Decreto 1263 de 2022²⁴ definieron los lineamientos dirigidos a las entidades públicas para el uso responsable y adecuado de servicios en la nube, estos no se enfocan en fortalecer la infraestructura tecnológica y la capacidad de cómputo del Estado de forma estratégica y sostenible, lo que resulta necesario para aprovechar los grandes volúmenes de procesamiento de datos que demandan los sistemas de IA.

Con respecto al servicio de interoperabilidad, el Decreto 620 de 2020²⁵ reguló el Servicio Ciudadano Digital de Interoperabilidad, aclarando los roles de prestador, articulador, usuarios y demás lineamientos para su vinculación. Posteriormente, el PND 2022-2026, con el objetivo de fortalecer el uso y aprovechamiento de los datos como impulso de las transformaciones sociales, promovió el avance para la consolidación de la interoperabilidad por defecto en las entidades públicas y otras iniciativas para fortalecer la infraestructura de datos²⁶ del Estado, como la

¹⁷ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3988.pdf>

¹⁸ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4005.pdf>

¹⁹ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4023.pdf>

²⁰ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4129.pdf>

²¹ Disponible en: https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-198952_resolucion_00460_2022.pdf

²² Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=191409>

²³ Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=160326>

²⁴ Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=190206>

²⁵ Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=118337>

²⁶ “La infraestructura de datos es el conjunto de recursos compartidos, dinámicos y estandarizados, dispuestos por diferentes actores, que habilita la provisión permanente de datos clave para su aprovechamiento y generación de valor social, económico y/o público.” – Resolución 460 de MinTIC de 2022 - (MinTIC, 2022)

portabilidad²⁷, la creación de una estrategia sectorial y el programa de datos básicos²⁸. A pesar de lo anterior, actualmente se evidencia una debilidad en la interoperabilidad de la infraestructura de datos entre actores públicos y privados, así como la persistencia de brechas de capacidades entre los gobiernos nacionales y territoriales que obstaculizan el adecuado aprovechamiento de los datos, aspecto esencial para la maximización de los beneficios que puede generar la IA.

Frente a la disponibilidad y apertura de los datos de calidad, Colombia cuenta con diversas iniciativas que han promovido la consolidación de una cultura de datos abiertos en el país. Es así como, en un principio, la Ley 1712 de 2014²⁹ se ocupó de reglamentar el derecho al acceso a la información pública mediante el reconocimiento de principios como el de máxima publicidad, consagración de la definición de datos abiertos, lineamientos para la publicación de información pública, entre otros. De forma posterior, la Resolución MinTIC 2893 de 2020, CONPES 4070 de 2021³⁰ y el Decreto 767 de 2022 (Política de Gobierno Digital (PGD))³¹ han aportado para fomentar la disponibilidad y apertura de los datos con la finalidad de crear confianza en la actividad estatal e incentivar la innovación para consolidar un Estado abierto e impulsar la toma de decisiones basadas en datos.

De acuerdo con el CONPES 4070 de 2021, a pesar de los esfuerzos en regulación, reglamentación y política para garantizar la disponibilidad de datos abiertos, se evidencia una baja disponibilidad con calidad y representatividad de estos datos, creando una barrera para la innovación, el desarrollo y el aprovechamiento de los sistemas de IA y generando el riesgo de ampliar sesgos mediante su uso. Como producto de lo anterior, la END 2023-2026 reconoce, con base en la interrelación de todos sus ejes temáticos, que aumentar la disponibilidad de datos básicos abiertos y de calidad, junto con impulsar la adopción de la interoperabilidad como bien público digital, así como promover y aumentar la reutilización y transmisión segura de información, debido a su carácter de habilitador de la tecnología digital, impacta la generación de oportunidades de aprovechamiento, implementación y democratización de los sistemas de IA.

²⁷ La portabilidad de datos se refiere a la capacidad de los usuarios de solicitar que un titular de datos transfiera a ellos, o a un tercero, datos sobre ellos en un formato estructurado, de uso común y legible por máquina. La interoperabilidad se refiere a la capacidad de diferentes servicios digitales de trabajar juntos y comunicarse entre sí. La interoperabilidad es una característica fundamental de muchos ecosistemas digitales modernos. (OCDE, 2021)

²⁸ Los datos básicos son datos transversales y estratégicos, gestionados como única fuente de verdad para la ejecución de los procesos en organizaciones públicas y privadas y que son utilizados para el diseño de programas sociales, la investigación y el desarrollo social, económico y cultural; están constituidos principalmente por datos maestros y de referencia gestionados y proporcionados por las entidades públicas. Estos se establecen en dominios de personas, geoespaciales, de empresas, entre otros, producidos por entidades integrantes de los sectores administrativos. – Mesa de estandarización de conceptos - (DANE, 2023)

²⁹ Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=56882>

³⁰ CONPES 4070 de 2021 Lineamientos de política para la implementación de un modelo de estado abierto, disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4070.pdf>

³¹ Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=186766>

2.4. Políticas relacionadas con Investigación, desarrollo e innovación para la IA

Colombia ha impulsado iniciativas de política pública para promover la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), así como el emprendimiento de base tecnológica, en torno a las tecnologías digitales como la IA. Por ejemplo, el CONPES 4011 de 2020³² - *Política Nacional de Emprendimiento* definió como uno de sus objetivos el facilitar el desarrollo tecnológico y la innovación en los emprendimientos, para lo cual se plantearon acciones como la capacitación y la promoción para la utilización de herramientas tecnológicas. También esta política ha promovido el desarrollo e implementación de garantías tecnológicas, estrategias de financiamiento para emprendimientos innovadores y basados en la ciencia y tecnología, la creación de *tecnoparques*³³, y el diseño de estrategias para la protección intelectual de emprendimientos innovadores y tecnológicos.

En línea con el CONPES 4011 de 2020, para impulsar el desarrollo de modelos de negocio que apalanquen la economía de alto valor agregado y sostenible a partir de la promoción de actividades tecnológicas, de innovación y sostenibles, se expidió la Ley 2069 de 2020³⁴, reglamentada por el Decreto 1732 de 2021, que, entre otros elementos, promueven la implementación de mecanismos exploratorios de regulación como los Sandbox regulatorios para evaluar el funcionamiento y los efectos de nuevas tecnologías o innovaciones en la regulación vigente. No obstante, a pesar de estos avances normativos y de política pública, es necesario continuar promoviendo iniciativas que apoyen el fortalecimiento y construcción de condiciones habilitantes para el emprendimiento de base tecnológica, que incluyan estrategias concretas relacionadas con la IA.

Por otra parte, con el fin de dirigir a Colombia hacia una sociedad del conocimiento y contribuir desde la Ciencia, la Tecnología, y la Innovación (CTI) a la transformación del modelo de desarrollo de país, se expidió el CONPES 4069³⁵ de 2021 - *Política nacional de CTI 2022 - 2031*. Esta política busca incrementar la contribución de la CTI al desarrollo social, económico, ambiental, y sostenible del país con un enfoque diferencial, territorial, y participativo, para aportar a los cambios culturales que promuevan la consolidación de una sociedad del conocimiento. En este sentido, el CONPES 4069 definió siete ejes estratégicos transversales a las misiones emblemáticas y los focos de la Misión internacional de sabios, entre los que destacan el aumento de la adopción y transferencia de tecnología y el incremento de la apropiación social del conocimiento y el uso de potencialidades regionales, sociales e internacionales. Sin embargo, aunque esta política establece

³² CONPES 4011 de 2020 Política Nacional de Emprendimiento, disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4011.pdf>

³³ Es un programa de innovación tecnológica del Servicio Nacional de Aprendizaje dirigida a todos los colombianos, que actúa como acelerador para el desarrollo de proyectos de I+D+i materializados en prototipos funcionales en cuatro líneas tecnológicas: Electrónica y Telecomunicaciones, Tecnologías Virtuales, Ingeniería y diseño y Biotecnología nanotecnología, que promueva el emprendimiento de base tecnológica.

³⁴ Por la cual se impulsa el emprendimiento en Colombia. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=160966>

³⁵ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4069.pdf>

lineamientos en materia de CTI, no define acciones específicas para el desarrollo y adopción de la IA.

Estas necesidades de continuar impulsando la I+D+i en torno a la IA quedaron plasmadas en la *Hoja de ruta para el desarrollo y aplicación de la Inteligencia Artificial en Colombia*, lanzada por el Gobierno nacional en febrero de 2024, que planteó cinco rutas de innovación dentro de las cuales se destacan una relacionada con educación, investigación e innovación, y otra con industrias innovadoras y emergentes.

2.5. Políticas relacionadas con capacidades y talento digital para la IA

Con el objetivo de fortalecer la generación de habilidades, competencias y capacidades de las personas para afrontar los requerimientos sociales, laborales y productivos que las tecnologías digitales y la sociedad digital demandan, el Gobierno nacional planteó de forma estratégica mediante los documentos CONPES 3975 y 3988 de 2019³⁶, así como en el *Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026*, acciones y metas para la generación de capacidades y competencias digitales durante la trayectoria educativa, algunas con énfasis en IA, así como herramientas para el acceso, uso, apropiación, monitoreo y evaluación de impacto de las tecnologías digitales en las sedes educativas oficiales y sus comunidades educativas. Sin embargo, pese a los esfuerzos por garantizar que el sistema educativo pueda generar las competencias y habilidades necesarias para el desarrollo, uso y adopción de tecnologías digitales como la IA, aún persisten diversas barreras de acceso y brechas educativas que dificultan la generación de competencias necesarias, principalmente, en las poblaciones más vulnerables.

Posteriormente, desde una perspectiva que considera la generación de habilidades y competencias en tecnologías digitales como un elemento esencial para la inserción en la economía digital, así como para el aumento de la empleabilidad y la productividad del país, el Gobierno nacional, mediante el PND 2018-2022 y los CONPES 4023 de 2021 y 4129 de 2023, promovió un abordaje estratégico para la adopción de tecnologías digitales de la 4RI y su implementación, así como la formación del capital humano en el uso de estas tecnologías para la innovación del sector productivo. De esta forma, aunque Colombia ha avanzado en el diagnóstico de competencias digitales, para diseñar e implementar una estrategia en torno a la IA, el país necesita un mayor impulso y un análisis integrado que articule y fortalezca todos los esfuerzos públicos y privados, además de su evaluación y seguimiento.

El PND 2022-2026 también consideró necesario para la consolidación de la sociedad de la información, apostar al fortalecimiento de la alfabetización y apropiación digital con enfoque diferencial, promoviendo programas de formación digitales y la modernización del sistema educativo para el involucramiento en el mundo digital. Por lo anterior, en cumplimiento de los mandatos que se derivan del PND, es necesario que una política nacional en IA propenda por resolver situaciones como el desfase existente entre la velocidad de la transformación digital y de

³⁶ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3988.pdf>

las adaptaciones que se requieren en el sistema educativo para desarrollar competencias que habiliten capital humano para el ecosistema de IA y fortalezca las estrategias para promover la divulgación y apropiación social del conocimiento sobre los sistemas de IA en toda la sociedad.

De otra parte, en la END 2023-2026 también se reconoció que, para poder fortalecer las capacidades y competencias digitales, es necesario trabajar en acelerar los procesos de alfabetización y apropiación digital, incrementar el talento digital orientado a la productividad e impulsar el acceso y uso de las tecnologías digitales en el sistema educativo. Esto ratifica la necesidad de que se promuevan iniciativas de política pública dirigidas a estos objetivos en pro de acelerar la transformación digital y el aprovechamiento de sus beneficios.

2.6. Políticas que abordan riesgos y efectos no deseados relacionados con la IA

En Colombia no se han generado políticas públicas específicas con respecto a los riesgos y efectos no deseados relacionados con la IA, sin embargo, algunos de ellos si se han estado abordado a partir de políticas transversales como las políticas de Confianza y Seguridad Digital, Propiedad Intelectual y Equidad de Género que se describirán más adelante.

Aunque los riesgos y efectos no deseados relacionados con la IA es un tema que se ha abordado recientemente a nivel internacional, son notorias las preocupaciones mundiales al respecto, tal como lo refleja el Informe de Riesgos Globales, que explora los posibles riesgos de gravedad a los que la sociedad se puede enfrentar en la próxima década. De acuerdo con los resultados de este informe para el año 2024 (Foro Económico Mundial (FEM), 2024), después de evaluar y clasificar 34 riesgos según su severidad a corto plazo (dos años), riesgos como la desinformación y la distorsión de la veracidad de los datos e información y la ciber-inseguridad aparecen en los primeros lugares. En la perspectiva a largo plazo (10 años), la desinformación y la distorsión de la veracidad de los datos e información y los resultados negativos de las tecnologías de IA aparecen en el quinto y sexto lugar respectivamente. Por tanto, se hace necesario para el país plantear medidas de manera preventiva para abordar estos riesgos y los efectos no deseados de la IA.

2.6.1. Políticas relacionadas con la seguridad y la confianza en la IA

En 2020, mediante el documento CONPES 3995 de 2020 - *Política Nacional de Confianza y Seguridad Digital*³⁷, se generaron lineamientos para diseñar e implementar una ruta de acción que permita avanzar en el desarrollo de la normatividad en materia de seguridad digital, teniendo en cuenta el impacto del Internet de las cosas (IoT), el Big Data, la Computación en la Nube, la IA, el Machine Learning e Interfaces de Programación de Aplicaciones (API) y otras tecnologías emergentes. Sin embargo, dados los avances de estas tecnologías se hace necesario plantear nuevos mecanismos y lineamientos respecto a seguridad digital y el impacto de la IA.

³⁷ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3995.pdf>

Por otra parte, aunque Colombia, a través de la END 2023-2026, ha planteado acciones para enfrentar los desafíos y riesgos asociados a la desinformación y el contenido falso en línea, es necesario promover iniciativas y esfuerzos de articulación interinstitucional para abordar estos problemas de manera integral. Esto es especialmente importante debido al desarrollo de tecnologías digitales y el uso creciente de estas por parte de la población. Asimismo, en la END 2023-2026 se reconoció que, para poder fortalecer la protección digital del país para afrontar los desafíos de la IA, es necesario generar lineamientos sobre IA especialmente en el sector privado que puedan mejorar las medidas de protección.

Si bien el PND 2022-2026 planteó acciones para garantizar una seguridad digital confiable que proteja las libertades, la dignidad y el desarrollo integral de las personas en aspectos clave como la protección de las personas, las infraestructuras digitales, el fortalecimiento de las entidades del Estado y la garantía en la prestación de sus servicios en el entorno digital, así como la legislación nacional para un ecosistema digital seguro y confiable, es necesario establecer mecanismos para generar conocimiento a partir del aprovechamiento de los sistemas de IA con un enfoque de uso seguro y responsable.

2.6.2. Políticas que abordan la propiedad intelectual y protección de datos personales relacionadas con la IA

El CONPES 4062³⁸ de 2021 - *Política Nacional de Propiedad Intelectual (PI)*, con el fin de mejorar la planeación estratégica y seguimiento en el sistema nacional de la PI y fortalecer su capacidad institucional, definió como deber para las entidades que componen el Sistema Nacional de Propiedad Intelectual (SNPI) evaluar e implementar un plan de acción para fortalecer el recurso humano, la gestión de procesos internos y la implementación de los recursos tecnológicos necesarios para mejorar e incrementar su capacidad incorporando en sus procesos tecnologías como la IA. No obstante, es necesario seguir fortaleciendo estas capacidades teniendo en cuenta los riesgos que representa la IA para la protección de los derechos de PI y las necesidades de incrementar las actividades de observancia con respecto a la vulneración y protección de estos derechos.

Por otra parte, Colombia en 2012 se unió al grupo de países que cuenta con una regulación general e integral sobre la protección de datos personales y el tratamiento de los mismos con el desarrollo de los derechos constitucionales a la intimidad y sus diversas manifestaciones, así como el derecho a la información que tienen todas las personas a conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en bases de datos o archivos y demás derechos, libertades y garantías. Mediante la Ley 1581 de 2012³⁹, reglamentada parcialmente por el Decreto 1377 de 2013 se establecieron garantías robustas, y procedimientos especiales para su efectividad, para que el titular defina la recolección, el uso, la circulación, divulgación, actualización, rectificación

³⁸ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4062.pdf>

³⁹ Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>

y supresión de sus datos. Igualmente, se dispuso una autoridad de protección de datos personales con facultades sancionatorias amplias (la Delegatura de Protección de Datos Personales de la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC)). Pese a lo anterior, la normatividad fue expedida en un contexto previo al auge de las tecnologías para el análisis de grandes volúmenes de datos, por lo cual, la protección de la intimidad de los titulares de datos debe reforzarse y ajustarse a los nuevos contextos tecnológicos.

Con respecto a experimentación regulatoria, en 2021 la SIC realizó el lanzamiento del *Sandbox sobre privacidad desde el diseño y por defecto en proyectos de Inteligencia Artificial*, que fue un espacio preventivo y de experimentación para que las empresas interesadas en desarrollar proyectos de IA diseñaran soluciones de cumplimiento colaborativo mediante el acompañamiento de la autoridad de datos en la implementación de herramientas como estudios de impacto de privacidad, privacidad desde el diseño y por defecto, y responsabilidad demostrada. Este instrumento acompañó los proyectos para que no solo fueran exitosos en su quehacer científico, sino respetuosos con los derechos de las personas respecto del almacenamiento, recolección y uso de información. Si bien este Sandbox atendió las recomendaciones del CONPES 3975 de 2019, este mecanismo estuvo vigente hasta el año 2022.

2.6.3. Políticas que abordan la inclusión, equidad y sostenibilidad ambiental relacionadas con la IA

Colombia cuenta con el Documento CONPES 4080⁴⁰ de 2022, el cual tiene como objetivo fortalecer la institucionalidad para la transversalización del enfoque de género en asuntos estratégicos del Estado y transformación cultural, frente a cierre de brechas digitales y mitigación de los sesgos en su uso. Adicionalmente, el país cuenta con leyes que abordan específicamente la igualdad de género y la protección de los derechos de las mujeres. Entre estas leyes se encuentran la Ley 823 de 2003, por la cual se dictan normas sobre igualdad de oportunidades para las mujeres, así como la Ley 2117 de 2021, por la cual establecen medidas para fortalecer y promover la igualdad de la mujer en el acceso laboral y en educación en los sectores económicos donde han tenido una baja participación y se dictan otras disposiciones. No obstante, a pesar de estos avances normativos y de política pública, se hace necesario promover el involucramiento de poblaciones diversas en el desarrollo y adopción de la IA.

En materia ambiental, la *Hoja de Ruta para el desarrollo y la aplicación de la Inteligencia Artificial en Colombia* resalta la importancia de la incorporación de la IA para la generación de soluciones integrales que alienten la sostenibilidad ambiental. Por otra parte, el uso y desarrollo de la IA requiere recurrir a la explotación de recursos naturales lo que deriva en efectos negativos para el medio ambiente y, en este sentido, el país no cuenta con alguna iniciativa particular enfocada en mitigar los impactos negativos de la IA sobre el medio ambiente.

⁴⁰ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4080.pdf>

Al respecto, y desde una perspectiva mundial, diferentes organizaciones multilaterales reconocen la importancia y necesidad de controlar el impacto ambiental de las TIC, y en particular de la IA. En el 2010, la OCDE estableció recomendaciones que incluyen diez (10) principios que proporcionan un marco general para mejorar la contribución de las TIC en el desempeño ambiental (OECD, Recommendation of the Council on Information and Communication Technologies and the Environment, 2010). Además, la UNESCO reconoce en sus Recomendaciones sobre la Ética de la Inteligencia Artificial (UNESCO, 2021) la importancia de la evaluación continua de los efectos que tiene la IA en el ámbito y ambiental e insta a los Estados miembros y a las empresas a evaluar el impacto directo e indirecto de los sistemas de IA y reducir el impacto ambiental de los sistemas de IA y las infraestructuras de datos.

2.7. Políticas que promueven el uso y adopción de la IA

La política pública en Colombia ha impulsado el uso y la adopción de tecnologías digitales para el quehacer de las entidades públicas y el desarrollo de actividades productivas, incorporando acciones para el fomento y fortalecimiento de la transformación digital, dentro de las que se destacan el CONPES 3975 de 2019, el CONPES 4012⁴¹ de 2020 y el CONPES 4129 de 2023. No obstante, a pesar de que se ha avanzado en la apropiación e incorporación de tecnologías emergentes, es necesario continuar generando incentivos dirigidos al sector público y privado para implementar procesos de transformación digital incorporando sistemas de IA.

El Gobierno nacional, mediante la expedición del PND 2018-2022 “*Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad*” (DNP, 2018) junto con la Ley 1955 de 2019⁴², y desde un enfoque de Gobierno como usuario de la tecnología, impulsó el diseño e implementación de planes de transformación digital en las entidades públicas del orden nacional, con el fin de incorporar el uso de tecnologías emergentes y disruptivas como la IA. Asimismo, en las bases del PND 2018 - 2022 se promovió el uso de tecnologías digitales como la IA no sólo para favorecer la eficiencia operativa de las entidades, sino para solucionar de manera más directa y eficiente problemas que afectan a la población en general.

En 2021, el Gobierno Nacional expidió la Directiva Presidencial 03 de 2021, mediante la cual se buscó ampliar los lineamientos para las entidades públicas del orden nacional respecto del uso de servicios en la nube, IA y gestión de datos, los cuales fueron reiterados en el Decreto 1263 de 2022⁴³, que tuvo como finalidad articular los proyectos de transformación digital con la actualización de la Política de Gobierno Digital. De esta forma, se estableció la necesidad de evaluar la pertinencia del uso de la IA para la eficiencia operativa y mejora en la prestación de servicios, considerar las

⁴¹ Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4012.pdf>

⁴² por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia, pacto por la equidad. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=93970#:~:text=tres%20pactos%20estructurales%3A-1.,fortalecimiento%20de%20la%20Rama%20Judicial.>

⁴³ Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=190206>

necesidades institucionales y las recomendaciones éticas, realizar análisis de riesgos, documentar los procesos y decisiones adoptadas durante el ciclo de vida, adelantar programas de capacitación en el uso de IA, entre otros. Estos lineamientos fortalecen el rol de Estado como usuario de la tecnología. Sin embargo, es necesario seguir avanzando en la generación de incentivos para que las entidades públicas desarrollen y/o implementen la IA de forma responsable, ética y sostenible en sus proyectos de transformación digital para la maximización de sus beneficios y prevención de sus riesgos.

El PND 2022-2026, así como la END 2023-2026, también dejan en evidencia la necesidad de impulsar el uso de tecnologías digitales y el aprovechamiento de datos para fortalecer el vínculo Estado – Ciudadanía, haciéndolo más eficiente, humano y oportuno, para dar respuesta a las necesidades de la población y la resolución de problemas sociales. De igual forma, estos instrumentos de política consideran la necesidad de impulsar el uso y la adopción de las tecnologías digitales para avanzar en una transformación productiva del país que cierre brechas tecnológicas, fortalezca los encadenamientos productivos, y diversifique la oferta interna y exportable, destacando la importancia de fortalecer la industria digital para que esta responda a las demandas de adopción de tecnologías digitales por parte de los sectores productivos, de manera que se consolide a Colombia como un país que desarrolla y exporta bienes y servicios tecnológicos y de información, y

3. JUSTIFICACIÓN

Colombia enfrenta múltiples desafíos a nivel social, económico y ambiental para avanzar hacia el cambio. Tiene retos estructurales para superar el hambre, la pobreza y la desigualdad, y hacer la transición de una economía basada en actividades extractivas a una basada en el conocimiento, que sea productiva y sostenible. Superar estos desafíos ha orientado las apuestas del Gobierno del cambio que se promueven en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026 "Colombia, Potencia Mundial de la Vida".

El país requiere de acciones y herramientas que le ayuden a enfrentar estos retos. Por lo cual, el acceso, uso y apropiación de los datos y las tecnologías digitales, como la IA, se ha reconocido como un asunto estratégico a nivel mundial y se plantea como un asunto central a lo largo de todo PND 2022-2026. **La IA es una tecnología de propósito general que tiene el potencial de mejorar el bienestar de las personas, contribuir a una actividad económica global positiva y sostenible, aumentar la innovación y la productividad y ayudar a responder a desafíos globales clave.** Se utiliza en muchos sectores, desde la producción, las finanzas y el transporte hasta la atención sanitaria y la seguridad (OCDE, 2024).

La IA tiene importantes promesas de valor que impactan significativamente en varios aspectos de la sociedad, la economía y la tecnología, y representan una oportunidad para alcanzar los objetivos país. Por ejemplo, la automatización y eficiencia, incremento en la innovación, mejora de la productividad, y ayuda en la toma de decisiones y resolución de problemas complejos, entre

otros. Sin embargo, la IA también representa importantes desafíos, que de no abordarse adecuadamente pueden acentuar realidades existentes y generar resultados contrarios a los esperados en el país como, por ejemplo, reproducción de sesgos, una mayor desigualdad social, y vulneración de derechos, entre otros.

Como se mostró anteriormente, a pesar de los avances del país en los últimos años, actualmente no cuenta con una política que aborde integral y estratégicamente la IA, y plantee una visión país que articule y coordine las diferentes acciones del Gobierno nacional y actores involucrados para el logro de esta visión y los objetivos relacionados.

En el país se han venido desarrollando importantes esfuerzos para habilitar la IA, pero dados los avances y los requerimientos en constante evolución para el desarrollo y adopción de esta tecnología, en contraste con las condiciones de Colombia al respecto, se requiere desarrollar nuevas acciones que sean contundentes en aspectos como ética, gobernanza, infraestructura tecnológica, habilidades y talento, investigación, desarrollo e innovación, entre otros, para que la IA sea una realidad en el país.

Igualmente, se requieren de acciones de política que impulsen específicamente el aprovechamiento y uso de esta tecnología en las entidades públicas y el tejido empresarial, y promuevan su aplicación en diferentes asuntos sociales, económicos y ambientales del país. Estas acciones deben ir acompañadas con iniciativas que busquen abordar los riesgos que puede traer para el país el desarrollo y adopción de esta tecnología. Esto es desarrollar acciones para identificar, prevenir y mitigar los efectos negativos con respecto a la seguridad digital, la integridad de la información, la propiedad intelectual, el empleo, el medio ambiente, entre otros.

En este contexto, se requiere de una nueva política pública que contribuya al desarrollo y adopción de la IA, y esta tecnología responda a los propósitos y necesidades que se tienen en el país, considerando sus riesgos. Esto se traduce en la necesidad de formular nuevas acciones que habiliten e impulsen una IA con propósito, abordando los posibles efectos negativos que esta tecnología representa para el país.

4. MARCO CONCEPTUAL

La IA es reconocida como un campo de desarrollo tecnológico con implicaciones generalizadas, de alcance amplio y global, que está transformando las sociedades, los sectores económicos y el mundo del trabajo; sumado a eso es muy probable que esta transformación se acelere y se profundice en el futuro (OCDE, 2019). Actualmente está aumentando la disponibilidad de un amplio rango de soluciones basadas en IA que incluyen funcionalidades como procesamiento de lenguaje hablado y escrito, reconocimiento de imágenes o robots humanoides que desarrollan tareas como entrega de productos al consumidor o entretenimiento y empiezan a ser conocidas y utilizadas por las personas en su vida cotidiana. Al mismo tiempo hay avances en el desarrollo de servicios más complejos como los vehículos autónomos (McKinsey_Company, 2023).

Para analizar las oportunidades y retos que surgen con el uso incremental de soluciones basadas en IA es necesario tener una comprensión general de qué son, cómo funcionan, cómo se pueden usar y cuál es el impacto potencial de estas máquinas en la vida de las personas y en la sociedad. En esta sección se presenta una síntesis de conceptos básicos que permiten compartir, con todos los actores de interés, un entendimiento común de la inteligencia artificial. El objetivo de esta síntesis es servir como insumo técnico para analizar las oportunidades y retos que surgen para el país en este campo de desarrollo tecnológico y por lo tanto como punto de partida para proponer, discutir, formular y ejecutar la estrategia nacional de IA. En primer lugar, se plantea una definición de IA y su relación con los sistemas de cómputo, los algoritmos y los datos que la hacen funcionar. Finalmente, se presentan elementos conceptuales para facilitar una comprensión general sobre los riesgos asociados al desarrollo y uso de sistemas de IA y los principios adoptados por Colombia para gestionar dichos riesgos.

La definición de IA puede variar dependiendo de los distintos enfoques disciplinarios con que se aborde. Sin embargo, es posible identificar dos perspectivas de conceptualización, la primera está enmarcada en un enfoque teórico y científico que considera la inteligencia como un objeto de estudio amplio, dentro del cual la IA se entiende como inteligencia artificialmente creada, una idea que puede ser incorporada a seres, máquinas y herramientas. La segunda perspectiva de conceptualización está enmarcada en un enfoque práctico o tecnológico y abarca la existencia de múltiples técnicas y tecnologías que permiten la creación de máquinas, programas de cómputo y sistemas capaces de desarrollar tareas que son útiles para la ejecución automática de labores en diversas actividades económicas y sociales (UNESCO, 2022).

Usando la perspectiva práctica y tecnológica, un sistema de IA es un sistema basado en una máquina o un sistema de máquinas y programas de cómputo, que infiere, a partir de la información que recibe, cómo generar resultados tales como predicciones, contenido, recomendaciones o decisiones que pueden influir en entornos físicos o virtuales para cumplir objetivos implícitos o explícitos (OECD, 2024). Estos sistemas se soportan en infraestructuras tecnológicas⁴⁴ y llevan a cabo actividades o tareas que comúnmente requerirían el poder del cerebro humano (u otro sistema biológico) para lograrlas como, por ejemplo, dar sentido al lenguaje hablado, aprender conductas y resolver problemas. Existe una variedad de sistemas de IA, pero en términos generales estos consisten en computadoras que ejecutan algoritmos, que la mayoría de las veces se alimentan de datos [digitales] (The Alan Turing Institute, 2024).

Los datos son la materia prima de los algoritmos y son la representación primaria de variables cualitativas y cuantitativas que son almacenables, transferibles, visualizables, controlables y entendibles (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Los datos representan diferentes conceptos que tienen una descripción cualitativa con palabras –por ejemplo, los colores de un

⁴⁴ Para efectos de este documento CONPES, se entenderá por infraestructura tecnológica como el conjunto de elementos físicos y lógicos que permiten el enlace; el enrutamiento; el transporte; el control de conexiones; la codificación, el cifrado y compresión de datos, los servicios y aplicaciones al usuario final; y en general cualquier elemento involucrado en el almacenamiento, procesamiento, transferencia de datos e información, incluyendo el soporte a sistemas de IA.

automóvil— o cuantitativa con números —por ejemplo, la estatura de una persona—. Los datos pueden ser almacenados, transferidos, visualizados, gestionados y comprendidos; para que las máquinas procesen los datos, estos deben ser representados en un código binario que consta de ceros (0) y unos (1) lo que los hace digitales. Los datos digitales representan hechos, eventos, textos, imágenes, audios, transacciones y cualquier concepto que puede generarse por la interacción de personas con sistemas, herramientas y servicios digitales o automáticamente por programas de software y dispositivos de hardware que los capturan (Departamento Nacional de Planeación, 2018).

Para procesar los datos digitales los sistemas de cómputo usan algoritmos; según las ciencias de la computación un algoritmo es un grupo de instrucciones que se utilizan para resolver un problema o hacer tareas o acciones, basado en la evaluación de las alternativas disponibles. Los algoritmos son especificaciones para llevar a cabo cálculos, procesamiento de datos, razonamiento automático o toma de decisiones, para dar algunos ejemplos (IIG, 2024). En la IA clásica los algoritmos son basados en reglas y usos de afirmaciones condicionales “si...entonces...” para generar resultados. Estos pueden ser usados en un rango amplio de soluciones (por ejemplo, en una solución de servicio al cliente, ‘si los datos de entrada contienen las palabras “qué”, “precio”, y “?”’, entonces muestre la cantidad del precio del producto) (UNESCO, 2022).

La abundancia creciente de datos digitales, generada por el uso intensivo de computadores y dispositivos electrónicos en las actividades humanas, se convirtió en un potenciador para el desarrollo de la IA porque facilitó el avance de otro tipo de algoritmos que se categorizan como algoritmos de aprendizaje de máquinas o aprendizaje automático. Su nombre se refiere a que estos algoritmos pueden ‘aprender’ sin que exista una programación específica que contenga las reglas, sino que son ‘entrenados’ usando como entrada grandes cantidades de datos digitales.

El entrenamiento consiste en usar modelos matemáticos para encontrar patrones matemáticos que permiten que, una vez terminado el entrenamiento el algoritmo pueda ejecutar una tarea utilizando los mismos patrones que identificó durante el entrenamiento. Por ejemplo, un algoritmo de aprendizaje automático creado para aprender a reconocer un objeto específico en una imagen usa grandes cantidades de imágenes digitales y usa modelos matemáticos para encontrar patrones en los datos digitales que representan a esas imágenes, posteriormente usará los patrones encontrados en las imágenes de las que aprendió para evaluar si cualquier nueva imagen contiene el objeto específico. Los algoritmos de aprendizaje de máquinas son el mecanismo que sustenta la gran mayoría de soluciones de IA que actualmente se encuentran en desarrollo y uso; es por eso por lo que los datos digitales son un recurso crucial para el avance de este campo tecnológico.

En la mayoría de los casos, para asegurar la óptima creación de estos algoritmos de aprendizaje automático, es fundamental que los datos utilizados cumplan con criterios de calidad que incluyen la existencia de suficientes datos para sacar conclusiones válidas, datos adecuados para diferentes análisis y aplicaciones, cobertura completa de todas las posibles variaciones, datos claros, consistentes y veraces con respecto a la realidad que están describiendo.

Una solución basada en IA puede ser la combinación de varios modelos de IA entrenados, cada uno, con diferentes conjuntos de datos para realizar tareas distintas. Por ejemplo, las tecnologías que impulsan los automóviles autónomos pueden hacer uso de múltiples modelos de aprendizaje automático para poder guiar el vehículo sin la necesidad de la operación por parte de un humano. Estos sistemas de IA cuentan con software complejo programado para realizar funciones combinadas como definir rutas, interactuar con su entorno, establecer modelos predictivos que le ayuden a trazar el camino, evitar obstáculos o distinguir entre distintos objetos y señales viales.

Esta compleja combinación de uso de técnicas de IA puede llevar al alejamiento del ser humano de los procesos de toma de decisiones por la dificultad que representa la comprensión y verificación de todo el proceso de cómputo matemático que produce los resultados de los sistemas de IA. Es decir, los seres humanos no pueden explicar y visibilizar el proceso de toma de decisiones, pues los algoritmos de aprendizaje de máquinas procesan datos de maneras inescrutables o indescifrables para los seres humanos. Este desconocimiento y la potencial falta de intervención de los seres humanos en la toma de decisiones que afectan a otros seres humanos, junto con otras consideraciones acerca de la calidad de los datos, la sostenibilidad ambiental del uso de IA, la seguridad, el potencial aumento de la exclusión social, entre otros, conlleva a que se tomen en cuenta dimensiones éticas para proteger a los seres humanos de posibles efectos no deseados del desarrollo uso y adopción de IA (UNESCO, 2022).

Complementariamente, para el uso y adopción adecuada de cualquier tecnología, se debe tener en cuenta sus habilitadores. Para este contexto, los habilitadores para la IA se refieren a los componentes fundamentales y las condiciones necesarias que facilitan el desarrollo, implementación y adopción efectiva de tecnologías de IA. Según la Comisión Europea (European Commission, 2024), estos habilitadores son esenciales para superar barreras y maximizar los beneficios de la IA, generando las condiciones para crear un ecosistema robusto y sostenible que impulse la competitividad y el desarrollo económico y social de un país.

Existe una variedad de posibles efectos no deseados del desarrollo, adopción y uso de IA. Por ejemplo, cuando los datos usados para entrenar un algoritmo de aprendizaje de máquinas no son suficientes y variados para sacar conclusiones válidas, puede introducirse un sesgo en los sistemas de IA lo que podría arrojar como resultado decisiones discriminatorias contra determinados grupos poblacionales y esto tendrá como impacto inequidad en las decisiones. Otro ejemplo es la existencia de características como las múltiples capas de procesamiento de datos ocultas en algunas técnicas de IA (por ejemplo, aprendizaje profundo-deep learning), los humanos no pueden observar, verificar ni redirigir los procesos y factores de toma de decisiones que son apoyados por sistemas de IA; esto afecta la explicabilidad y la transparencia que es crucial cuando las decisiones van a afectar la vida de seres humanos (UNESCO, 2022).

Otro asunto que requiere atención en el uso de sistemas de IA se refiere a la seguridad operacional. La seguridad operacional está relacionada al posible daño que los sistemas de IA

pueden causar a los usuarios en caso de fallas durante su uso y operación. Los sistemas de IA no deberían, bajo condiciones definidas, conducir a una situación en que la vida y la salud humana, la propiedad, o el medio ambiente sea puesto en peligro (NIST, 2023). Por ejemplo, un automóvil autónomo no debería herir a ningún peatón, o causar daños a otros vehículos, un sistema de IA en el sector salud no debería suministrar un diagnóstico equivocado que ponga en riesgo la vida de un paciente. La seguridad operacional de los sistemas de IA se mejora mediante prácticas responsables de diseño, desarrollo e implementación, información clara para los implementadores acerca del uso responsable del sistema, toma de decisiones responsables de parte de los implementadores y los usuarios finales, y explicaciones y documentación de riesgos basados en evidencia empírica (NIST, 2023).

En cuanto a sostenibilidad de los sistemas de IA, el impacto social, económico y ambiental de estas tecnologías deben ser continuamente evaluados en el contexto cambiante. En el impacto de IA para el ambiente, se sabe que el desarrollo, mantenimiento y desechos de la tecnología vienen con una enorme huella de carbono. Según investigaciones, desde el 2012, la cantidad de poder computacional requerido para entrenar los más avanzados modelos de IA se ha duplicado cada 3,4 meses. Para el 2040 se espera que, las emisiones de la industria de las TIC alcance el 14% de las emisiones globales (Earth.org, 2024).

Un asunto que genera gran alerta con respecto al impacto social de sistemas de IA es su uso potencial en la creación y disseminación de contenido sintético o artificial malintencionado que puede conducir a desinformación o información engañosa. La desinformación es información falsa o imprecisa que intenta engañar y que es compartida a través de medios digitales con la intención de hacer daño y puede ser presentada en diferentes formas incluyendo textos, imágenes o videos (United Nations University, 2023).

Otros temas de atención incluyen el equilibrio entre el uso de datos personales y los derechos individuales a la privacidad, la seguridad de los datos, el posible incremento de exposición a crímenes cibernéticos, y el refuerzo de creencias previas a través de contenidos que son gestionados por algoritmos de IA basados en los intereses del usuario, lo cual puede limitar la exposición de las personas a diversas ideas e información y, eventualmente, infringir el derecho a la libertad de expresión de los individuos.

Todos los posibles efectos no deseados del desarrollo, adopción y uso de IA se entienden como riesgos; cuando se considera el impacto negativo de un evento potencial, el riesgo es una función de 1) el impacto negativo, o la magnitud del daño, que resultaría si el evento o circunstancia ocurre, y 2) la probabilidad de la ocurrencia (NIST, 2023). El impacto negativo o daño puede ser experimentado por individuos, grupos, comunidades, organizaciones, la sociedad, el ambiente y el planeta. Además, los riesgos de la IA pueden surgir en una variedad de maneras y pueden ser caracterizados como de largo- o mediano-plazo, alta o baja probabilidad, sistémico o localizado, y de alto- o bajo-impacto (McKinsey_Company, 2019).

El desarrollo de instrumentos técnicos y capacidades de los gobiernos y la sociedad para evaluar y mitigar los riesgos es fundamental para generar confianza en los sistemas de IA. Esta confianza es crucial para su desarrollo, implementación y uso. Varios organismos internacionales han explorado este tema y concuerdan en que la centralidad en las necesidades de los humanos, la responsabilidad social y la sostenibilidad son claves para una IA responsable (McKinsey & Company, 2019).

Uno de los marcos de ética más relevante es el de Principios de IA de la OECD, que fue adoptado por Colombia en 2019 y plantea cinco principios para una gestión responsable de IA confiable: 1. Crecimiento inclusivo, desarrollo sostenible y bienestar 2. Valores centrados en el ser humano y equidad 3. Transparencia y explicabilidad 4. Robustez, seguridad y protección 5. Responsabilidad y políticas nacionales y cooperación internacional para una IA confiable (OCDE, 2019).

Otro marco ético ampliamente reconocido y divulgado es la Recomendación sobre la Ética de la IA desarrollada por UNESCO, que fue adoptado por Colombia en 2022 y hace énfasis en el uso de IA para el bien común, lo cual implica promover el acceso equitativo a los avances y los conocimientos en el ámbito de la IA y el aprovechamiento compartido de los beneficios que estas tecnologías le pueden aportar a la sociedad (UNESCO, 2021).

En alineación con la Recomendación sobre la Ética de la IA desarrollada por UNESCO y adoptada por Colombia en 2022, para efectos del presente documento, el concepto de ética se entenderá como una reflexión normativa sistemática, basada en un marco integral, global, multicultural y evolutivo de valores, principios y acciones interdependientes, que puede guiar a las sociedades a la hora de afrontar de manera responsable los efectos conocidos y desconocidos de las tecnologías de la IA en los seres humanos, las sociedades y el medio ambiente y los ecosistemas, y les ofrece una base para aceptar o rechazar las tecnologías de la IA. Esto implica considerar la ética como una base dinámica para la evaluación y la orientación normativas de las tecnologías de la IA, tomando como referencia la dignidad humana, el bienestar y la prevención de daños y apoyándose en la ética de la ciencia y la tecnología.

DIAGNÓSTICO

Colombia presenta bajas capacidades para la investigación, desarrollo, adopción y aprovechamiento ético y sostenible de sistemas de IA en asuntos estratégicos a nivel social, económico y ambiental. Las mediciones internacionales de IA en las que se incluye al país y las estadísticas nacionales relacionadas evidencian un rezago del país en los factores habilitantes, así como en el desarrollo y adopción de los sistemas de IA.

A pesar de los avances y los esfuerzos del país, los resultados de las mediciones internacionales evidencian oportunidades de mejora de Colombia en varios aspectos en comparación con los países líderes a nivel global y regional. De acuerdo con los índices internacionales The Global AI Index (Tortoise, 2023); Government AI Readiness Index (Oxford

Insights, 2023), y el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (CENIA, 2023), si bien Colombia registra avances en aspectos relacionados con datos e infraestructura, y formación profesional, aún enfrenta importantes desafíos en términos de investigación, desarrollo, e innovación, así como en gobernanza, uso y adopción de los sistemas de IA, entre otros (ver

Tabla 1, Tabla 2, y

Tabla 3).

Tabla 1. Global AI Index 2022⁴⁵

País	Total	Implementación	Innovación, investigación, desarrollo	Inversión
EE. UU.	100,00	94,27	100,00	95,00
China	61,00	74,00	67,50	78,00
Singapur	49,00	78,00	38,00	60,00
Reino Unido	41,00	61,00	30,00	61,00
Canadá	40,00	68,00	26,00	58,00
Colombia	17,8	46,26	1,3	44,55

Fuente: elaboración propia con datos de (Tortoise, 2023)

Tabla 2. Government AI Readiness Index 2023⁴⁶

País	Total	Gobernanza	Sector Tecnológico	Datos e infraestructura
EE.UU.	84,80	86,04	81,02	87,32
Singapur	81,97	90,40	66,19	89,32
Reino Unido	78,57	82,50	68,80	84,42
Finlandia	77,37	88,34	60,36	83,39
Canadá	77,07	85,30	64,73	81,17
Colombia	57,85	74,98	35,28	63,30

⁴⁵ Busca dimensionar la capacidad de inteligencia artificial, midiendo los niveles de inversión, innovación e implementación. También refleja el panorama internacional actual en las áreas de talento, infraestructura, entorno operativo, investigación, desarrollo, empresas comerciales y estrategia gubernamental. El índice evalúa pilares como implementación, innovación e inversión. Puesto Colombia: 48/62

⁴⁶ Este índice destaca los principales hallazgos de cada uno de los pilares y proporciona información sobre las tendencias globales en el panorama de la gobernanza de la IA. Incluyen 39 indicadores en 10 dimensiones, que conforman 3 pilares. Adicionalmente, busca proporcionar información valiosa en la intersección del gobierno y la IA. El índice evalúa medidas como Gobierno, sector de tecnología, datos e infraestructura. Puesto Colombia: 53/193.

Fuente: elaboración propia con datos de (Oxford Insights, 2023)

Tabla 3. Índice Latinoamericano de IA (ILIA) 2023⁴⁷

País	Total	Factores habilitantes	I+D y adopción	Gobernanza
Chile	73,21	63,71	74,46	79,83
Brasil	65,31	60,32	47,37	88,23
Uruguay	54,99	53,82	75,95	35,19
Argentina	54,76	47,50	41,18	75,60
Colombia	53,18	51,28	35,04	73,21
México	48,55	50,15	44,58	50,93

Fuente: elaboración propia con datos de (CENIA, 2023)

En este contexto, Colombia necesita fortalecer diversos elementos habilitadores de la IA como son la gobernanza y la ética, la infraestructura tecnológica, la investigación, desarrollo e innovación, las capacidades y talento digital, así como abordar los riesgos y efectos no deseados de la IA, y promover el uso y adopción de esta tecnología en las entidades públicas y el tejido empresarial para responder a los desafíos que se tienen en el país en términos sociales, económicos y ambientales.

4.1. Ética y Gobernanza

Si bien Colombia, al igual que otros países de la región, ha acogido un conjunto de principios éticos mayoritariamente aceptados alrededor del globo y, además, ha evidenciado un buen desempeño en materia de gobernanza (Hankins, 2023) explicado principalmente por la existencia de marcos regulatorios previos sobre los principales habilitadores de la IA (protección de datos, ciberseguridad, experimentación regulatoria, entre otros), es necesario que el país robustezca y desarrolle capacidades de identificación, asignación y coordinación de roles y responsabilidades claras alrededor de la implementación ética, sostenible y soberana de la IA. Por tratarse de una tecnología de propósito general y de impacto en las condiciones de vida de las personas, la verificación del cumplimiento de los principios éticos en las aplicaciones y usos de IA debe ser una prioridad, y la construcción de las mencionadas capacidades de articulación requiere un enfoque participativo y de múltiples partes interesadas.

⁴⁷ Ofrece un panorama que facilita la comprensión de los contextos en los cuales se desarrolla la disciplina, así como la identificación de desafíos comunes, brechas particulares de cada país, y nichos donde deberían destinarse los esfuerzos de cooperación y desarrollo internacional. Adicionalmente, ILIA será publicado en forma periódica, mostrando la evolución de sus indicadores a lo largo del tiempo, para así apreciar la evolución de brechas, aprendizajes y avances. El índice evalúa pilares como factores habilitantes, desarrollo y adopción y Gobernanza Puesto Colombia 5/12.

Necesidad de fortalecimiento de la gobernanza alrededor de la IA y la consolidación de una visión estratégica nacional.

Colombia carece de un marco formal e institucional de gobernanza para el desarrollo, adopción y aprovechamiento de sistemas de IA. Una de las temáticas que debe considerarse en todo el diseño de una política pública y de una estrategia nacional de IA es la referente al modelo de gobernanza, y específicamente a la necesidad de establecer una institucionalidad pública para la misma, así como mecanismos de gobernanza multiactor, y la adopción de medidas para garantizar la sostenibilidad de la política pública en el tiempo (CAF, 2024). Lo anterior, con el objetivo de poder construir una estrategia nacional y una visión integral alrededor de la IA que plantee acciones de mediano y largo plazo para el desarrollo, adopción y aprovechamiento de esta tecnología emergente en el país.

Colombia ha avanzado en la creación de instancias de gobernanza, como la Mesa Interinstitucional de IA liderada por el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República y el DNP, o los espacios de articulación alrededor de la Hoja de Ruta de IA de MinCiencias; sin embargo, estas instancias no cuentan con un instrumento formal que determine su alcance, su posición institucional, ni su integración estratégica con otros modelos de gobernanza subnacionales y supranacionales para asuntos digitales, éticos o productivos (por ejemplo, el Modelo de Gobernanza de Infraestructura de Datos⁵, el Sistema Nacional de Innovación y Competitividad, el Consejo Nacional de Bioética o el Comité Nacional de Seguridad Digital).

Adicionalmente, no se ha determinado claramente el enfoque participativo de estas instancias de manera que se garantice la inclusión directa y activa de otros actores de interés como el sector privado, la sociedad civil, la academia, los diferentes poderes públicos, los ecosistemas de desarrollo e investigación, entre otros. En el año 2019, Colombia definió una Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial (CONPES 3975 de 2019), la cual finalizó su ejecución en el año 2022. Aunque esta política planteó acciones para avanzar en la Transformación Digital del país como catalizador previo del desarrollo de la IA, no abordó específicamente modelos de gobernanza en IA.

Necesidad de capacidades de anticipación, adaptación, participación internacional, y análisis estratégico para la construcción de la política pública

Deben fortalecerse las capacidades nacionales para generar instrumentos prospectivos y de gobernanza anticipatoria que permitan que la política pública de IA se adapte a los avances tecnológicos y a los nuevos desafíos asociados a esta tecnología. Los gobiernos, además del papel de reguladores, son usuarios y, en algunos casos, desarrolladores de sistemas y aplicaciones de IA, por lo que se espera que integren estas aplicaciones dentro de sus conjuntos de herramientas. Lo anterior implica mejorar la capacidad de los gobiernos para anticipar tendencias sociales y necesidades de los usuarios (OCDE, 2024).

Por otra parte, se percibe un análisis insuficiente sobre escenarios, referentes, y buenas prácticas internacionales que fortalezcan la visión estratégica nacional en función de las necesidades locales. El diseño de políticas públicas y estrategias nacionales de IA debe incorporar actividades preparatorias consistentes en análisis comparado o benchmarking estratégico como elemento metodológico sustancial para entender las fortalezas, desafíos y lecciones aprendidas que han tenido otras jurisdicciones en el diseño e implementación de sus políticas públicas de IA (CAF, 2024). No obstante, cuando el impacto de una tecnología emergente es alto, cotidiano y disruptivo, como el caso de la IA, las partes interesadas tienden a la reactividad, promoviendo iniciativas que pueden carecer de análisis comparados robustos o de revisión de mejores prácticas internacionales que permitan aprovechar otras experiencias de forma pragmática frente a los contextos, necesidades, recursos, y capacidades locales. Por ejemplo, en Colombia se han presentado diferentes iniciativas legislativas con el propósito de preparar al país de la mejor forma para el aprovechamiento de una tecnología como la IA; no obstante, el alto número de propuestas⁴⁸, y su variedad de enfoques, evidencia una falta de consenso sobre las prioridades locales y la visión del país en la materia.

Adicionalmente, **se hace necesario fortalecer la participación estratégica del país y la cooperación en los escenarios y organismos internacionales que están abordando y liderando las discusiones alrededor de la IA.** Según el Índice Global sobre IA Responsable (Adams, 2024)⁴⁹, que mide 19 áreas temáticas que analizan e involucran gran parte de los principios éticos acogidos por Colombia, en cuestión de cooperación internacional, área temática medida a través de la dimensión sobre capacidades de IA responsable, Colombia obtuvo un puntaje de 18,66, muy por debajo de la media internacional.

La implementación de los principios éticos de la IA requiere capacidades de verificación, evaluación y materialización

Actualmente los mecanismos nacionales para verificar y hacer cumplir los marcos éticos de IA y su catálogo de principios es insuficiente. Los marcos éticos y recomendaciones para el uso de IA acogidos por Colombia⁵⁰ han sido instrumentos orientadores importantes para la construcción de la política pública; sin embargo, estos no contemplan la generación de capacidades institucionales y técnicas para construir mecanismos concretos que permitan verificar, medir o hacer seguimiento al cumplimiento de los principios éticos en la implementación de soluciones o

⁴⁸ Durante la legislatura 2023-2024 del Congreso de la República de Colombia se han radicado al menos siete (7) proyectos de Ley sobre IA. Estas iniciativas legislativas tienen diversos orígenes políticos, y en su contenido se evidencian disposiciones con variados enfoques regulatorios: algunos basados en el riesgo, otros en la autorregulación, otros en usos tecnológicos específicos, o de corte mixto entre todos estos enfoques.

⁴⁹ El Índice Global de IA Responsable (GIRAI) establece puntos de referencia globalmente relevantes para la IA responsable y evalúa en países de todo el mundo. La IA responsable se entiende como el diseño, desarrollo, implementación y gobernanza de la IA de una manera que respete y proteja todos los derechos humanos, y defienda los principios éticos de la IA en cada etapa de su ciclo de vida y cadena de valor.

⁵⁰ Colombia ha acogido los principios de las Recomendaciones éticas para la IA de la UNESCO (2021) y los Principios OCDE sobre IA (2019).

desarrollos de IA. De acuerdo con el ya mencionado Índice Global sobre IA Responsable, el país ocupa el lugar 48 en un ranking de 138 países evaluados alrededor del mundo (Adams, 2024), siendo las dimensiones sobre capacidades y gobernanza para una IA responsable las que más oportunidades de mejora tienen en comparación con los promedios globales.

En igual sentido, aunque algunos estudios de la OCDE destacan a los órganos formalmente constituidos para la coordinación en la implementación de políticas de IA del país (OCDE, 2023), como el “Comité Técnico para la Transformación y la Economía Digital”, se debe tener en cuenta que recientes cambios normativos (Decreto 2212 de 2023) han modificado la estructura y alcance de éstas instancias, razón por la cual se deberían establecer órganos con competencias claras encargados de promover, coordinar y apoyar la implementación ética de la IA, pero también con la capacidad de generar mecanismos de verificación y medición del cumplimiento de los principios éticos en tal implementación.

4.2. Datos e infraestructura tecnológica

Los datos y la infraestructura tecnológica para su aprovechamiento constituyen unos de los insumos más relevantes para el desarrollo de sistemas de IA a nivel global y nacional. Por lo anterior, el impulso de la IA requiere de una infraestructura de datos consolidada a nivel nacional, que aborde aspectos para el uso e intercambio de datos de calidad en un entorno de confianza y privacidad (OECD, 2024 “IA, Data Governance and Privacy”). En este sentido, el desarrollo de la IA en Colombia requiere abordar algunos desafíos de la Infraestructura de datos del Estado colombiano (IDEC) y su modelo de gobernanza, (representatividad, calidad de datos y capacidades) y asuntos asociados a la conectividad e infraestructura tecnológica para el aprovechamiento de datos.

Baja capacidad y calidad del servicio de acceso a Internet en el país

En primer lugar, las brechas persistentes y baja calidad del servicio de acceso a Internet, principalmente en regiones apartadas del país, no permiten su incorporación en el ecosistema de IA. Según cifras del DANE (2023), cerca del 36,1 % de los hogares colombianos carecen de acceso a Internet fijo o móvil, y solo el 41,4 % de los hogares localizados en centros poblados y zonas rurales dispersas cuentan con servicio de Internet. De otra parte, en 2021 la proporción de hogares que tenían velocidades de Internet contratadas menores a 10 Mbps fue del 41 % del total de hogares con conexiones fijas en el país. Esta proporción es mucho mayor en las áreas rurales con el 73,2 % de las conexiones, según la Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Hogares (DANE, ENTIC Empresas, 2020).

Por otro lado, el uso y tráfico de Internet han crecido de manera acelerada. Las nuevas tecnologías como IA requieren mejor calidad del servicio y mayores anchos de banda, lo que también requiere más espectro para garantizar un óptimo servicio de Internet al usuario. De acuerdo con 5G Américas (2024), para el 2028 el tráfico sobre redes celulares está estimado a crecer cuatro veces comparado con 2022.

Baja capacidad de infraestructura tecnológica para el desarrollo y adopción de sistemas de IA

Adicionalmente, existen deficiencias en la infraestructura tecnológica, especialmente con respecto a capacidad de cómputo, del sector público y privado para el procesamiento de datos y desarrollo de sistemas de IA. De acuerdo con el Government AI Readiness Index (2023), para la dimensión “Datos e Infraestructura” Colombia ocupa el puesto 65 de 193 países, con un puntaje de 63,3 sobre 100, lo que muestra que el país no cuenta con una infraestructura sólida para desarrollar y operar los sistemas de IA, entre las que se encuentran infraestructura de telecomunicaciones, datacenters, supercomputadores y adopción de tecnologías emergentes (Oxford Insights, 2023). Así mismo, de acuerdo con el Índice Latinoamericano de IA, el país obtuvo 30 de 120 puntos posibles en relación con el desarrollo de nube y centros de datos, y únicamente se registra un supercomputador en el territorio nacional, en comparación con cuatro supercomputadores en Brasil.

Igualmente, en la dimensión de infraestructura de este índice, la cual mide el número de supercomputadores por cada 100 habitantes y el porcentaje de uso sobre los servicios de la nube en los sectores productivos del país, Colombia ocupa el séptimo lugar entre 12 países revisados, con un puntaje de 30,55 sobre 100 (CENIA, 2023), reflejando las deficiencias de la infraestructura tecnológica necesaria para promover el procesamiento de datos y desarrollo de sistemas de IA.

Baja disponibilidad de datos de calidad para el desarrollo de la IA

En materia de datos, se evidencia en el país una baja disponibilidad de datos de calidad y con representatividad para el desarrollo de sistemas de IA. Si bien Colombia se encuentra ubicada dentro de las primeras 15 posiciones del OurData Index 2023 de la OECD, el país aún presenta oportunidades de mejora en el pilar de disponibilidad de datos en el que obtuvo un puntaje de 0,59 sobre 1. La reutilización de datos de calidad es fundamental para desarrollar sistemas de IA, pilar en el que el Gobierno obtuvo un puntaje de 0,49 sobre 1 (OCDE, 2023). Tener conjuntos de datos de alta calidad habilita el desarrollo de los sistemas de IA, para lo cual es necesario fortalecer el compromiso de las partes interesadas que permitan promover la apertura y publicación de datos.

Adicionalmente, la no representatividad poblacional es otro de los factores relacionados con la baja calidad de conjuntos de datos. De acuerdo con el índice global de IA responsable, Colombia tiene cero puntos en el componente de diversidad cultural y lingüística. Esto es especialmente relevante frente al desarrollo de modelos de IA inclusivos, ya que la ausencia de representatividad de grupos minoritarios o vulnerables como mujeres, jóvenes, LGBTQ+, poblaciones con capacidades diversas y grupos étnicos, contribuye a perpetuar sesgos existentes.

A pesar de los avances de Colombia en la adopción en 2019 de los principios de la Carta de Datos Inclusivos (IDC por sus siglas en inglés), en los esfuerzos de Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de consolidar el Grupo Interno de Trabajo de Enfoque Diferencial e Interseccional (GEDI) y de crear guías y lineamientos para la inclusión del enfoque diferencial e

interseccional en el Sistema Estadístico Nacional, **aún quedan esfuerzos por hacer para aumentar la visibilidad de los grupos minoritarios en los conjuntos de datos del país.**

En materia de datos disponibilidad de datos geoespaciales, el Estado colombiano tiene bajo aprovechamiento de información geoespacial actualizada y de calidad. Según un estudio elaborado por la Comisión Colombiana del Espacio (CCE 2020), las entidades públicas hacen bajo uso de imágenes satelitales, ya que solo acuden en su mayoría a imágenes gratuitas y de mala calidad, y no cuentan con las capacidades técnicas necesarias para comprender, manipular y aprovechar los datos de observación de la tierra. Colombia ocupa el puesto 41/50 en el pilar 5. Aplicación, analítica y modelado, del Geospatial Knowledge Infrastructure Readiness Index, pilar que mide la entrega de datos geoespaciales mediante la inclusión de análisis de datos, herramientas de visualización y modelos de algoritmos geoespaciales (Geospatialworld, 2022).

Bajo nivel en el uso, adopción y desarrollo de la interoperabilidad en la infraestructura de datos del Estado

En relación con la interoperabilidad de la infraestructura de datos del Estado colombiano (pública y privada), Colombia presenta falencias en la interoperabilidad que dificultan el uso de datos para el desarrollo y aprovechamiento de sistemas de IA. Aunque Colombia cuenta con una plataforma de interoperabilidad (X-Road), de acuerdo con la medición del FURAG 2022⁷, el 36 % de las entidades del orden nacional no se han visto beneficiadas por el servicio de interoperabilidad dispuesto (MinTIC, 2022). Asimismo, la proporción de entidades que adoptan los lineamientos, estándares e infraestructura de interoperabilidad es bajo. Actualmente, de acuerdo con MinTIC, solo hay 111 entidades de orden nacional y territorial haciendo uso de la plataforma X-Road (MinTIC, 2023), y en relación con los servicios de interoperabilidad dispuestos con el sector privado no se tienen ningún registro. Esto es especialmente relevante considerando que, en otros países como Japón y Estonia, los servicios de interoperabilidad dispuestos en la plataforma X-Road se han ampliado al intercambio de datos con el sector privado.

Bajo nivel de capacidades para el desarrollo de la infraestructura de datos en las entidades públicas, especialmente a nivel territorial

Colombia presenta una brecha de capacidades entre los gobiernos nacionales y territoriales en el desarrollo de la infraestructura de datos para habilitar sistemas de IA. El aprovechamiento de datos es uno de los componentes clave de la infraestructura de datos del Estado, pero las entidades públicas, especialmente las del orden subnacional, enfrentan bajas capacidades para usar y aprovechar datos para la toma de decisiones. Según el Índice de Gobierno Digital (2022), las entidades del orden nacional obtuvieron 67,5⁸ de 100 puntos en el componente de “Toma de decisiones basadas en datos”, mientras que las entidades del orden territorial obtuvieron 30,7⁹ de 100 puntos (MinTIC, 2022).

Adicionalmente, según el Índice de Capacidad Estadística Territorial (ICET)⁵¹ que mide las capacidades institucionales, de accesibilidad, metodología e infraestructura para la producción estadística de las entidades públicas, en las categorías de: ciudades y departamentos se obtuvo el puntaje con el mayor promedio (62 y 57 puntos respectivamente), mientras que las categorías: Resto del País y Municipios PDET obtuvieron puntajes más bajos (39 y 35 puntos respectivamente) (DANE, 2022). En relación con las dimensiones del Índice, se observa que infraestructura y entorno institucional son las de mayor puntaje, mientras que las de metodología estadística y uso y disponibilidad de información estadística son las dimensiones con puntaje promedio más bajo.

4.3. Investigación, desarrollo e innovación

La adopción de la IA en Colombia enfrenta desafíos significativos como los bajos niveles de inversión en Investigación para la IA, escasos desarrollos de esta tecnología a nivel nacional, y bajos incentivos para fomentar la innovación que permita mejorar desarrollos productivos. Así mismo, la falta de generación de conocimiento científico y tecnológico y la escasa cooperación entre actores del ecosistema no permiten el desarrollo de soluciones basadas en esta tecnología. Por lo anterior, abordar estos desafíos requerirá una estrategia integral que involucre a todos los actores relevantes y promueva una cultura de innovación y colaboración en torno a la IA.

Baja inversión pública y privada en I+D+i para el desarrollo de sistemas de IA en diferentes contextos y sectores

Colombia exhibe baja capacidad para la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) en IA. De acuerdo con The Global AI Index (GAI)⁵², la inversión gubernamental para la IA en Colombia en 2023 fue de USD 36,3 millones de dólares, mientras que la inversión promedio de países como Brasil y Argentina es superior a los USD 100 millones de dólares (Tortoise Media, 2023). En este mismo sentido, según el Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA)⁵³, este bajo desempeño se refleja en los resultados del índice, donde obtuvo un puntaje de 7,3 en el pilar de Desarrollo y 20,67 en el pilar de innovación, ubicándose por debajo del promedio de los países de América Latina (24,7 en Desarrollo, y 24,68 en Innovación) (Centro Nacional de Inteligencia Artificial, 2024).

Sumado a lo anterior, el sector público colombiano no cuenta con las condiciones requeridas para impulsar la IA en la provisión de bienes y servicios. De acuerdo con el Government AI Readiness Index 2023, el cual mide qué tan preparado está un gobierno determinado para implementar la IA en la prestación de servicios públicos, se evidencia que Colombia ocupa el puesto

⁵¹ El ICET es un indicador multidimensional y sistémico que mide la capacidad estadística territorial, entendida como el conjunto de conocimientos, habilidades y recursos de los que disponen los actores del ecosistema de datos en un entorno institucional para producir y usar información estadística estratégica para su desarrollo integral. (Sistema de consulta de conceptos estandarizados, DANE)

⁵² Este índice clasifica los países según su capacidad de inteligencia artificial, midiendo los niveles de inversión, innovación e implementación.

⁵³ Este índice mide el estado actual de la IA en temáticas como infraestructura, capital humano, disponibilidad de datos, regulaciones, áreas estratégicas, entre otros

53 de 193 países con un puntaje general de 57,8 sobre 100, siendo Estados Unidos el primer puesto, con un puntaje de 84,8. Dentro de los resultados, se identifica que Colombia presenta un notable rezago en el pilar de tecnología, donde la puntuación obtenida en los subpilares de madurez⁵⁴ (21,2) y capacidad de innovación⁵⁵ (38,2) se encuentran por debajo del promedio latinoamericano, los cuales son de 23,4 para madurez y 42,2 para capacidad de innovación (Oxford Insights, 2023).

A nivel empresarial, se encuentran bajos niveles de inversión y financiación en tecnología e innovación para la IA. La inversión privada⁵⁶ en Inteligencia artificial en Colombia para 2022 fue de USD 35 millones, ocupando el sexto puesto luego de países como Brasil (USD 769 millones), México (USD 259 millones) y Chile (USD 80 millones) (Emerging Technology Observatory, 2024). En línea con lo anterior, para 2023, el promedio de financiación⁵⁷ de las empresas de IA es el más bajo de la región, con un flujo de efectivo que en promedio es de USD 1,7 millones de para Colombia y de USD 7,6 millones para Chile y Brasil (Tortoise Media, 2023).

Bajos niveles de generación de conocimiento científico, tecnológico y de transferencia tecnológica asociado con la IA

En Colombia, hay una baja producción científica y tecnológica sobre IA. Para el caso de Colombia, se encuentra que, en los últimos cinco años, el promedio de publicaciones científicas en IA por millón de habitantes fue de 19,9, ubicándose en la posición sexta en la región por debajo de Ecuador (41,3), Chile (37,9), Perú (37,3), Uruguay (25,4), Brasil (23,4) y por debajo del promedio Latinoamericano que es 25,4 (SCOPUS, 2024). Así mismo, para los periodos 2019 y 2023 Colombia solo tuvo una solicitud de patentes en IA y se situó por debajo del promedio regional, mientras que Brasil registró (305), México (86) y Argentina (8) (WIPO, 2023), acumulando Brasil y México más del 95% de estas patentes en la región (CENIA, 2023). Por otro lado, en 2022 Colombia no logró situarse entre los tres primeros países de Latinoamérica en el ranking del índice H⁵⁸ en materia de IA, siendo superada por Brasil, México y Chile (Scimago, 2023).

Así mismo, América Latina y en particular Colombia presentan falencias para el desarrollo y adopción de tecnologías avanzadas⁵⁹, incluyendo la IA. Aunque la región de América Latina y el Caribe ha estado impulsando esfuerzos para fomentar los emprendimientos de tecnología profunda (Deep Tech), en un análisis de 14 países, incluida Colombia, se ha encontrado que el principal sector de estos negocios es la biotecnología, representando el 61%. En comparación, la IA solo ha logrado consolidar un 11% (BID, 2023). Adicionalmente, y para el caso específico de Colombia el Índice de

⁵⁴ Este subpilar mide si el país cuenta con un sector tecnológico capaz de suministrar gobiernos con tecnologías IA.

⁵⁵ Este subpilar mide si el sector de tecnología cuenta con las condiciones para apoyar la innovación.

⁵⁶ Sólo incluye los flujos de inversión del mercado privado, como el capital riesgo; excluye toda la inversión en empresas que cotizan en bolsa, como las "Big Tech".

⁵⁷ Cantidad de dinero que las empresas en IA tomaron como préstamo.

⁵⁸ El índice H expresa el número de artículos de la revista Scimago que han recibido al menos h citas. Cuantifica tanto la productividad científica de la revista como su impacto científico. También es aplicable a científicos; países, y otros.

⁵⁹ Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas, big data, Blockchain, entre otros.

Tecnologías de Vanguardia⁶⁰, el cual evalúa 166 economías, muestra que Colombia ocupó el puesto 72 con un puntaje de 0,54, quedando por debajo de países como Argentina (0,57); Uruguay (0,57); México (0,58); Costa Rica (0,61); Chile (0,65) y Brasil (0,71). La posición en el índice se debe principalmente por las debilidades en investigación y desarrollo (I+D), sumado a baja conectividad y falta de infraestructura adecuada, lo que limita su capacidad para innovar y adoptar nuevas tecnologías de manera efectiva (UNCTAD, 2023).

Relacionado con lo anterior, Colombia presenta limitaciones para el desarrollo de IA y consolidación de empresas con este enfoque. En materia de desarrollo, se encontró que, a junio del 2023, de todos los GitHub Commits⁶¹ a repositorios públicos de proyectos relacionados con la capacidad en IA, Colombia ocupa la posición 48 de un total de 62 países a nivel internacional, con un puntaje de 17,8 sobre 100, ubicándose por debajo de países de la región como Brasil (22,1) y Chile (20,2). Adicionalmente, y si bien Colombia ha realizado esfuerzos y avances en mejorar el desarrollo y creación de emprendimientos, a 2023, sólo contaba con 31 startups de IA en el mercado, ubicándose por debajo de países como Chile con (56) y Brasil con (198) (KPMG, 2024).

Bajo nivel de cooperación y articulación entre actores del ecosistema de innovación para promover el desarrollo y uso de la IA

Existe un bajo nivel de interacción entre los actores del ecosistema de innovación⁶² para propiciar el desarrollo y uso de la IA. En el indicador de estrategia⁶³ en IA, se ve reflejado que Colombia se sitúa con un puntaje de 46,43 sobre 100, por debajo de Perú (85,71), Chile (80,95), Brasil (69,05), Argentina (67,86), y Uruguay (67,67). Respecto al indicador de involucramiento de la sociedad⁶⁴ para la IA, Colombia se sitúa con una ponderación cercana a 0 sobre 100, estando por

⁶⁰ Índice de preparación para las tecnologías de vanguardia en América Latina y el Caribe.

⁶¹ Plataforma de desarrollo colaborativo basada en nube que permiten tener el registro de las diferentes versiones de un código. Éste permite a los desarrolladores tener un historial de los proyectos, a la vez que mantienen un seguimiento detallado de sus cambios y progreso.

⁶² Se entiende un ecosistema de innovación como un entorno constituido por diversos organismos y funciones interrelacionados que tienen como finalidad promover la innovación a través de diferentes estrategias que involucran a la sociedad en general

⁶³ El puntaje para indicador de Estrategia de IA integra tres subindicadores los cuales miden: i) vigencia de la estrategia, otorgando el máximo puntaje a aquellos países donde existe una estrategia en implementación, y el mínimo a aquellos donde no existe estrategia; ii) nivel de apoyo de la estrategia, que muestra si la máxima autoridad del ejecutivo apoya la estrategia o su impulso depende de un organismo sectorial y; iii) orientación al bien común, que refleja si se incorporan criterios definidos en conjunto con UNESCO.

⁶⁴ El indicador de Involucramiento de la Sociedad mide el nivel de participación de la sociedad civil y la ciudadanía en la formulación de la estrategia de IA a través de dos subindicadores. El primero es la Participación Ciudadana, que entrega el máximo puntaje si existió más de un mecanismo de participación ciudadana vinculante, y el mínimo si no existió ningún mecanismo formal de participación. El segundo subindicador identifica a 4 grupos de interés potenciales aparte del gobierno: academia, industria, sociedad civil organizada y público en general, otorgando el máximo puntaje si todos los grupos señalados participaron, y el mínimo si fue sólo el gobierno.

debajo de Chile (100), Argentina (75,0), Brasil (37,50), Perú (37,50) y Uruguay (12,50) (CENIA, 2023). La integración e interacción entre actores del sector público, privado y sociedad no es clara para la IA, dando como resultado rezago en estrategias para impulsar esta tecnología en diferentes sectores para aumentar e incrementar la competitividad del país (Microsoft, 2024).

En línea con lo anterior, existe una fuerte desconexión entre la oferta y la demanda de tecnología, que limita la adopción tecnológica y la innovación. Esta desconexión se evidencia en una baja cooperación para innovar entre empresas y generadores de conocimiento. Según la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de 2021 en los sectores de servicios y comercio, menos del 5% de esas empresas se relacionan con universidades para procesos de innovación, y la participación es inferior al 6% cuando se trata de la relación con otras instituciones generadoras de conocimiento (DANE, 2023).

Baja capacidad de las empresas colombianas para innovar en bienes y servicios basados en IA

En Colombia, las capacidades para la innovación mediante la incorporación de sistemas de Inteligencia Artificial (IA) son limitadas, afectando especialmente a las micro y pequeñas empresas. Durante 2020, solo el 12% de las empresas colombianas implementaron innovaciones en sistemas de IA, siendo esta mayor en grandes empresas. En este mismo sentido, en promedio el 60% de las empresas que implementaron procesos de innovación en IA optaron por tercerizar el diseño, operación y mantenimiento de soluciones. Finalmente, para las empresas que no desarrollaron o utilizaron alguna herramienta o aplicación de IA, se determinó que el 48% no hicieron uso de dichas tecnologías debido a la falta de personal calificado para manejarlas, y que su actividad económica no requiere de este uso (DANE, 2020).

Colombia no cuenta con la madurez y la capacidad de innovación de bienes y servicios basados en IA. Según el Government AI Readiness Index, para el 2023, la valoración del nivel de madurez⁶⁵ en tecnología en IA para Colombia fue de 21,3, quedando por debajo del promedio de los países de América Latina el cual fue de 23,4. Por otro lado, su capacidad de innovación en tecnologías IA⁶⁶ se determinó en 38,2 mientras que el promedio latinoamericano fue puntuado en 42,2 (Oxford Insights, 2023).

4.4. Desarrollo de capacidades y talento digital

Las capacidades y talento digital son estratégicos para la adopción y desarrollo soberano de la IA en Colombia. Incorporar habilidades y competencias digitales a lo largo del ciclo de vida y desde la educación básica hasta la educación superior también es fundamental para facilitar la comprensión y la participación de todas las personas en el uso y aprovechamiento de sistemas de IA.

⁶⁵ Este indicador mide si el país cuenta con un sector tecnológico capaz de abastecer a los gobiernos con tecnologías IA.

⁶⁶ Este indicador mide si el sector tecnológico cuenta con las condiciones para apoyar procesos de innovación.

En ese contexto, contar con conectividad digital e infraestructura tecnológica en instituciones educativas, mejorar el desempeño en áreas STEM, incentivar vocaciones en campos como la ciencia de datos y computación avanzada, y fomentar la capacitación continua de capital humano alrededor de la IA son acciones importantes para asegurar un aprovechamiento equitativo de esta tecnología. Así mismo, teniendo en cuenta que la IA está transformando la cultura y la sociedad en distintos niveles, es importante construir una comprensión colectiva sobre esta tecnología; para ello el país debe hacer esfuerzos en fortalecer y facilitar el desarrollo y la adopción de la IA a partir de los intereses, saberes y necesidades de la población colombiana.

Existencia de barreras tecnológicas para acceder a la oferta educativa que habilite capacidades para el diseño, desarrollo y adopción de sistemas de IA

Persisten barreras estructurales en el acceso a la oferta educativa que habilita capacidades para diseñar, desarrollar y adoptar sistemas de IA, especialmente en las regiones rurales y apartadas. Uno de los obstáculos más importantes es la desigualdad en el acceso a recursos tecnológicos y la conectividad. Muchas regiones, especialmente las zonas rurales y apartadas, carecen de infraestructura adecuada, como acceso a Internet de alta velocidad y dispositivos tecnológicos. La falta de estos recursos especialmente en las escuelas rurales afecta significativamente el desarrollo de competencias tecnológicas en los estudiantes. De acuerdo con las cifras de la encuesta de Educación del (DANE, 2022) para el año 2022 solo el 28 % de 43.754 sedes educativas oficiales reportó contar con acceso a computadores de escritorio.

Así mismo, el informe de caracterización de necesidades de conectividad en sedes educativas desarrollado por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2022)⁶⁷ revela que solo el 16 % de las sedes encuestadas afirman tener Red LAN⁶⁸, con los porcentajes más bajos en Amazonía (6 %) y Orinoquía (12 %). En este informe también se reporta que el 50,3 % de las sedes educativas consideradas en el informe⁶⁹ no tienen computadores de escritorio y el 96,7 % no tienen laboratorios tecnológicos, lo que agrava la desigualdad en el acceso a recursos tecnológicos.

Lo anterior se relaciona con **el bajo uso de las TIC en la educación escolar que perjudica el desarrollo de habilidades digitales en los estudiantes.** Evidencia de esto es que para 2022 solamente el 15,6 % de las sedes educativas a nivel nacional hacían uso de TIC todos los días de la semana y el 3,5 % expresó no usar las TIC ninguna vez a la semana (DANE, 2022).

⁶⁷ La muestra para este estudio corresponde a 10.367 sedes educativas oficiales a nivel nacional

⁶⁸ Red de área local o Local Area Network (LAN) esta red conecta dispositivos que están físicamente cerca unos de otros mediante conectores como enrutadores y conmutadores. Permite que los dispositivos intercambien datos y se comuniquen de forma segura a pequeña escala.

⁶⁹ La muestra para este estudio corresponde a 10.367 sedes educativas oficiales a nivel nacional.

Bajo desarrollo de competencias en el sistema educativo para promover el desarrollo y uso ético y responsable de la IA

El bajo desempeño del país en las pruebas PISA y pruebas SABER 11 evidencia rezagos de la población escolar en el desarrollo de competencias como el pensamiento crítico y la capacidad analítica para la resolución de problemas, las cuales habilitan competencias para el uso y aprovechamiento de la IA (por ejemplo, el pensamiento computacional). En las pruebas PISA⁷⁰ 2022, Colombia ocupó la posición 62 entre 134 países, con puntajes promedio de 383 en matemáticas (promedio OCDE 480), 409 en lectura (promedio OCDE 482) y 411 en ciencias (promedio OCDE 491). Estos resultados, que han caído con respecto a los años 2015 y 2018, también ubican al país por debajo del promedio de otros países miembros de la OCDE (LEE, 2023).

Respecto a la prueba SABER 11, para 2023 el puntaje promedio obtenido por los estudiantes en matemáticas fue de 51,2 y para lectura crítica 52,9 de un puntaje máximo de 100 puntos⁷¹. Al analizar las diferencias en desempeño entre estudiantes del sector oficial y no oficial, se evidencia que existe una brecha significativa que deja en desventaja a estudiantes de sector oficial en todas las áreas evaluadas. Para el año de referencia, la brecha global fue de 27,5 puntos; en particular en matemáticas y lectura crítica la brecha fue de 5,2 puntos entre estudiantes de establecimientos oficiales y no oficiales. Estas diferencias pueden agudizar desigualdades a lo largo del ciclo educativo e incluso perjudicar la inserción laboral de los egresados de instituciones oficiales.

Es necesario fortalecer los lineamientos nacionales para que los docentes tengan un rol más activo de cara a la transformación pedagógica que supone el uso masivo de la IA. En relación con el desarrollo de competencias TIC en la educación escolar, un análisis de las Orientaciones Curriculares para el Área de Tecnología e Informática (MEN, 2022) muestra que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) busca fomentar competencias teóricas y prácticas en torno a la IA. Entre estas se incluyen el uso de herramientas informáticas para la búsqueda, organización, procesamiento, sistematización, comunicación y difusión de ideas, la comprensión y uso de técnicas de machine learning y big data, aplicaciones de IA e incluso su desarrollo. No obstante, al comparar las orientaciones curriculares del MEN con el Marco de competencias de IA para profesores y estudiantes de básica y secundaria sugerido por la UNESCO (UNESCO, 2024), se evidencia la necesidad de una mayor integración de estos lineamientos para asegurar un enfoque más efectivo en la transformación pedagógica.

Colombia debe contar con evidencia sobre el nivel de desarrollo de las habilidades digitales en docentes, de tal forma que esto permita implementar acciones focalizadas para el desarrollo de competencias digitales y prácticas pedagógicas que posibiliten la transferencia de conocimientos y la incorporación de las tecnologías emergentes en los procesos de enseñanza-

⁷⁰ Las pruebas PISA (Programme for International Student Assessment), lideradas por la OCDE, evalúan y comparan a nivel internacional los conocimientos y habilidades de estudiantes de 15 años de edad en áreas como lectura, matemáticas y ciencias básicas; se implementan cada tres años y son de aplicación voluntaria en los países miembros de ese organismo internacional.

⁷¹ 100 es el puntaje máximo para cada área de conocimiento evaluada.

aprendizaje. En línea con el marco establecido por la UNESCO, las Orientaciones Curriculares deberían incluir el uso de herramientas de IA en el aula por parte de los docentes y métodos pedagógicos que incorporen estas tecnologías para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Así mismo, podrían enfatizar en el uso de IA para el desarrollo profesional de los docentes, promoviendo su adaptación e incorporación al ecosistema de IA y facilitando la transferencia de conocimientos a las y los estudiantes.

En relación con la oferta de formación en educación técnica y superior el número de personas inscritas y programas disponibles en áreas STEM y específicos de IA sigue siendo bajo y, en muchos casos, la oferta no es lo suficientemente flexible como para adaptarse a las demandas cambiantes del sector productivo. De acuerdo con los reportes del MEN, para 2021 la cobertura en educación superior fue del 54,9 %. Más de dos millones de jóvenes entre los 17 y 21 años no habían podido ingresar a la educación superior (MEN, 2021) y persisten brechas regionales de cobertura que se evidencian en los bajos porcentajes de acceso a educación superior en departamentos como Vaupés (2,9 %), Vichada (6,3 %), Putumayo (6,8 %), Amazonas (8,2 %), Guainía (10,2 %), y la Guajira (20,4 %) (MEN, 2022). Así mismo, solo el 25 % de las universidades ofrecen programas específicos en IA (MinTIC) y solo el 23,9% de los graduados son de programas en ingeniería, ciencia y tecnología. Estas cifras muestran que el país debe aunar esfuerzos para lograr un mayor acceso de la población a educación superior, e incentivar las vocaciones científicas para promover la matrícula en áreas STEM como habilitadoras para desarrollar y aprovechar los sistemas de IA.

El bajo número de programas de alta calidad en ciencias de la computación en pregrado y las habilidades tecnológicas en la fuerza de trabajo son unas de las mayores debilidades de Colombia en relación con la de formación profesional en IA. De acuerdo con el Índice Latinoamericano de IA (CENIA, 2023), en Colombia se registra un bajo número de programas de ciencias de la computación para pregrado que se imparten en universidades consideradas entre las 500 mejores del ranking LAC QS 2023 y un puntaje muy bajo en las habilidades tecnológicas en la fuerza de trabajo que alcanza solo 25 de los 100 puntos posibles en este indicador.

Asimismo, el bajo nivel de **bilingüismo en el país representa una barrera significativa para el desarrollo y la adopción de tecnologías de IA, dado el dominio del inglés que se requiere para el uso y aprovechamiento de estos sistemas y modelos.** De acuerdo con datos del MEN, para las pruebas SABER PRO del año 2022 la mayoría de los profesionales (66,2%) se clasifican en los niveles A1 y A2⁷², que corresponden a un desempeño básico en el uso del inglés. Solo el 9,2% de los profesionales se clasifica en el nivel B2, que corresponde a un dominio intermedio de la lengua extranjera. Así mismo, de acuerdo con el EF English Proficiency Index (EPI), que realiza Education First (EF), para el año 2023 Colombia ocupó la posición 75 entre 113 países clasificados, lo cual corresponde a un dominio bajo del idioma inglés en la población entre 18 y 60 años (Education First, 2023). En América Latina, Colombia está en la posición 17 entre 20 países.

⁷² De acuerdo con el Marco Común Europeo de Referencia (MCER).

Necesidades de capital humano para el diseño, desarrollo, despliegue, uso, monitoreo y evaluación de sistemas de IA

El desajuste entre la disponibilidad de habilidades digitales, que incluyen aquellas relacionadas con la IA, y la demanda del mercado laboral en Colombia limita el potencial de crecimiento económico y la competitividad del país. La transformación digital tiene el potencial de generar cambios estructurales en el cuerpo productivo de un país, según la OECD (2024) en su marco Going Digital, la transformación digital conduce a la destrucción creativa, generando pérdida y transformación de empleos mientras genera otros. De acuerdo con la información del Digital Skills Gap Index de 2021 (WILEY, 2021), a nivel global, el 47,2 % de los encuestados corporativos dice que existe un desajuste (“Muy desigual” o “Significativamente desigual”) con el nivel y la disponibilidad de habilidades digitales y la demanda de estas. Esa afirmación coincide con la situación de Colombia, pues el país ocupa el puesto 79 entre 134 países en el pilar que mide el desajuste entre empleadores y solicitantes de empleos que requieren habilidades digitales.

Lo anterior también coincide con los hallazgos de MinTrabajo en su estudio sectorial de brechas de capital humano, las cuales se evalúan a través la encuesta “Conociendo las necesidades del Talento Humano” (2022). De acuerdo con este estudio, las organizaciones encuestadas manifestaron no estar satisfechas con los niveles de habilidades TIC para las vacantes disponibles, lo que incide en la idoneidad que perciben los empleadores sobre la fuerza laboral del país para atender la demanda.

La insuficiente respuesta del país para adaptarse a los cambios inducidos por las tecnologías emergentes refleja una brecha significativa en capital humano. Esta brecha se define por disparidades entre los contenidos de los programas educativos y las competencias actuales y futuras de los roles que demanda el sector productivo, según el estudio de (MinTrabajo, 2021), todas las regiones del país presentan esta brecha. Se encuentra que del Top 10 de competencias con brecha de pertinencia a nivel nacional, seis son competencias transversales, y de las cuatro competencias técnicas restantes, tres hacen referencia a lenguajes de programación y bases de datos. Adicionalmente, se identifica que no hay un involucramiento significativo del sector productivo en el diseño del plan de estudios y oferta educativa. Del total de 149 empresas entrevistadas, solo el 37 % manifiesta haber participado en la planeación de la oferta educativa de su región.

En ese contexto, **la fuga de talentos presenta un desafío crítico para las posibilidades de desarrollo de la IA en el país debido a la privación en el entorno local de personas con alto capital humano.** El ILIA (2023), destacó que parte de los obstáculos de la región para contar con factores propicios para el desarrollo de IA es la fuga de talento hacia el Norte Global. Aunque algunos países latinoamericanos han implementado políticas para formar capital humano en el extranjero, la falta de mecanismos adecuados de retribución dificulta el retorno de estos talentos y su contribución plena a nivel nacional. En este sentido, la escasez de capital humano avanzado, la fuga de talento y currículums deficientes en la educación primaria y secundaria podrían aumentar la dependencia y precarización laboral en el contexto de la automatización.

Finalmente, **el fortalecimiento del capital humano para el ecosistema de IA no debe limitarse al desarrollo de capacidades técnicas y especializadas, sino también incluir el desarrollo de habilidades blandas.** En ese sentido, un estudio de la OCDE (2024) sobre las formas en que la adopción de sistemas de IA está cambiando la demanda de habilidades en el mercado laboral, evidencia que en los países con alta adopción de IA hay también un aumento en la demanda de habilidades socioemocionales en las vacantes relacionadas con el desarrollo y adopción de estas tecnologías.

Bajos niveles de apropiación social del conocimiento en IA

Colombia requiere fortalecer la apropiación social del conocimiento sobre la IA⁷³ para garantizar que el desarrollo y adopción de estas tecnologías tengan en cuenta los intereses, saberes y necesidades de la población. Los procesos de apropiación social implican prácticas comunicativas (de intercambio, diálogo, análisis, reflexión y negociación) que pretenden democratizar la tecnociencia y por esta vía contribuir con el desarrollo y la cohesión social. Estos procesos suponen que el público general, y no solamente la población escolarizada o los expertos, comprenden cómo la IA se incorpora en la vida cotidiana, de tal forma que las personas puedan interactuar y usar estas tecnologías de manera más efectiva, tanto para resolver problemas y tomar decisiones informadas, como para involucrarse en debates de interés público alrededor de la IA. Promover la apropiación del conocimiento debe ser una apuesta de país por generar redes colaborativas entre quienes producen las tecnologías y quiénes las usan a diario.

Actualmente el país no cuenta con suficiente información para caracterizar la apropiación del conocimiento sobre IA en la población. Esto dificulta la democratización del conocimiento en IA y no permite la adecuada focalización de iniciativas o programas de política pública que beneficien a toda la población según sus características y necesidades. Algunos datos permiten hacer una aproximación a habilidades digitales específicas, lo cual funciona como evidencia de la alfabetización digital. Si embargo, estas habilidades si bien contribuyen con la apropiación del conocimiento no son homologables con estos procesos, los cuales van más allá del aprendizaje técnico.

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) para 2022 (DANE, 2022), el 72,8 % de las personas encuestadas a nivel nacional utilizó Internet. Navegar en redes sociales es la actividad que reporta el mayor uso de esta herramienta (85,5 %). Para quienes no usaron Internet, el desconocimiento fue la principal razón de no uso (39,0 %) lo que evidencia la necesidad fortalecer

⁷³ De acuerdo con la Política Nacional de Apropiación Social del Conocimiento (MinCiencias, 2021), este concepto se refiere a “procesos intencionados, que convocan a todos los actores sociales a participar de prácticas de intercambio, diálogo, análisis, reflexión y negociación” en torno a la CTel, de tal forma que esas dinámicas promuevan la transformación de realidades y la generación de bienestar social a través de la gestión, producción y aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación. En el contexto de la Política Nacional de Inteligencia Artificial, la apropiación social de conocimientos relacionados con IA se refiere al uso y comprensión de estos sistemas y sus implicaciones en distintos ámbitos, lo cual debe facilitar el intercambio y colaboración de conocimientos y experiencias entre actores de cara a transformaciones que promuevan el bienestar social.

la alfabetización digital para garantizar que más personas puedan incorporarse en el entorno digital. En términos de las habilidades, usar procesadores de texto (Word, Google Docs, entre otros) es la que más se reporta entre las personas encuestadas (54,7%). En contraste, usar un lenguaje de programación especializado es la habilidad menos reportada entre la población encuestada (9,7 %) (DANE, 2022).

Así mismo, **existe una alta brecha de competencias digitales en la población, siendo más alta para el caso de las habilidades digitales medias y avanzadas**⁷⁴. Según datos de la UNESCO (2021), la proporción de jóvenes y adultos con habilidades TIC básicas es de 34,7 %; en habilidades intermedias es del 26,4 % y en habilidades avanzadas apenas alcanza el 4,6 %. Si bien para apropiarse de la IA no se requiere el conocimiento especializado en lenguajes de programación, estos sí diversifican las formas de uso de estas tecnologías más allá de la interacción y para el caso colombiano el porcentaje de la población con estas habilidades es bajo.

Como consecuencia de las brechas en conectividad y alfabetización digital, solo la población más escolarizada y conectada del país ha participado en iniciativas que indagan por la percepción sobre la IA. Una encuesta global realizada por Ipsos (2024)⁷⁵ muestra que el 71 % de la población consultada en Colombia afirma entender bien qué es la IA; sin embargo, solo el 60 % sabe qué productos y servicios utilizan estas tecnologías. El 55 % de personas consultadas afirman que la IA ha cambiado profundamente su vida diaria en los últimos tres a cinco años y el 77 % cree que esto ocurrirá en los próximos tres a cinco años; así mismo el 44% creen que la IA mejorará su salud en ese mismo lapso.

A nivel local, los hallazgos de los Diálogos Regionales en Inteligencia Artificial (2024)—de los cuales participaron en su mayoría académicos (1.632 personas de 3.173) — muestran que el 46 % de la población participante considera que tiene un “nivel medio” de conocimiento en IA, el 41,3 % cree tener un “nivel bajo” de conocimiento y solo un 12,6 % expresa tener un “nivel alto”. En términos cualitativos, se reconoce a la IA como una herramienta innovadora asociada con la automatización de procesos y la mejora de la eficiencia en estos. Sin embargo, al indagar por soluciones específicas basadas en IA que se hayan usado para la resolución de problemas a nivel territorial, la respuesta más frecuente es “no conozco”, lo cual indica bajos niveles de apropiación de estas tecnologías en contextos situados.

⁷⁴ Estas habilidades hacen referencia a actividades como: Copiar o mover un archivo o carpeta; Utilizar las herramientas de copiar y pegar para duplicar o mover información dentro de un documento; Envío de correos electrónicos con archivos adjuntos (por ejemplo, documentos, imágenes, videos); Transferir archivos entre un ordenador y otros dispositivos (Habilidades digitales básicas); Utilizar fórmulas aritméticas básicas en una hoja de cálculo; Conectar e instalar nuevos dispositivos (por ejemplo, un módem, una cámara o una impresora); Buscar, descargar, instalar y configurar programas informáticos; Crear presentaciones electrónicas con software de presentación (incluyendo imágenes, sonido, video o gráficos) (Habilidades digitales intermedias); Programación informática, desarrollo de software, ciencia de datos y gestión de redes (Habilidades digitales avanzadas). Construido teniendo en cuenta información de (ITU, 2020)

⁷⁵ El levantamiento de información se desarrolló entre el 19 de abril y el 23 de mayo de 2024 a través de la plataforma Global Advisor de Ipsos. En el apartado metodológico se aclara que la muestra de Colombia recoge las percepciones de la población “más urbana, más educada y/o más rica que la población general”

4.5. Riesgos y efectos no deseados relacionados con la IA

El entorno digital global actual se ha vuelto cada vez más ubicuo, accesible y cercano a la vida cotidiana de las personas, lo que además de traer ventajas significativas también plantea serios riesgos y efectos no deseados que impactan de manera creciente diversos aspectos sociales, económicos y ambientales. Con la aparición de la IA como tecnología disruptiva, estos riesgos y efectos han adquirido nuevas dimensiones y se han hecho evidentes varios problemas estructurales para los diferentes agentes de la sociedad y el entorno digital colombiano.

Desconocimiento y persistencia de vulnerabilidades con respecto a la IA que afectan la confianza y la seguridad en el entorno digital

En el país existe **desconocimiento sobre asuntos relacionados con la seguridad digital en los sistemas de IA que limitan su uso seguro y responsable**. De acuerdo con los resultados del Índice Global de IA Responsable (Global Center on AI Governance, 2024), muestra que Colombia obtuvo 18,66 de 100 puntos en la dimensión de capacidades para una IA responsable.

A los problemas de desconocimiento, se suma **la persistencia de vulnerabilidades en la infraestructura tecnológica de las instituciones y organizaciones del país**. Según el Índice de Exposición a la Ciberseguridad (PasswordManagers.co, 2020), Colombia ocupa el puesto 54 de 108 países en su ranking global y es el quinto país más expuesto en Suramérica, que es la región con el segundo promedio más alto de exposición a las amenazas cibernéticas (Banco Mundial, 2023). Así mismo, en el Índice Global de Ciberseguridad (IGC) 2020 de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), Colombia ocupó el puesto 81 de 182 países, lo que representa un compromiso moderado del país respecto a medidas técnicas de ciberseguridad (Banco Mundial, 2023).

Esto evidencia debilidad en la implementación de medidas de protección digital tanto en las entidades públicas como en el sector privado. Por ejemplo, al analizar datos de la Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Empresas del DANE - ENTIC Empresas - (2022), del total de empresas del sector industria y comercio (que representan aproximadamente al 70 % del total de empresas de la encuesta), el 59% usaron protocolos, métodos o procedimientos de seguridad de las TIC, por su parte, del total de empresas de otros sectores (que representan aproximadamente al 30 % del total de empresas de la encuesta), el 74 % usaron estas medidas de protección.

Un factor adicional para considerar es la oportunidad de mejora en cuanto a la generación y aplicación de lineamientos en materia de seguridad, así como el fortalecimiento de la vigilancia de su cumplimiento. De acuerdo con el Banco Mundial (2023), en Colombia la capacidad para supervisar el cumplimiento de las medidas de protección de datos en las entidades públicas es insuficiente. Adicionalmente, la falta de integración con los territorios debilita las capacidades de protección digital del país. El Banco Mundial (2023) encuentra que “[l]os gobiernos locales no están plenamente integrados en las políticas y planes nacionales de ciberseguridad, lo que limita la

capacidad del país para fortalecer su resiliencia a la ciberseguridad”. Con respecto al sector privado, el porcentaje de empresas según el DANE (2022) que contaron con una política formal de administración de los riesgos de seguridad de las TIC fue del 29,8 % para el sector industria y del 28,2 % para el sector comercio.

Potencial desplazamiento de la mano de obra e inestabilidad laboral por la adopción de sistemas IA

La implementación de la IA en el ámbito laboral si bien representa beneficios como, por ejemplo, incremento en los niveles de productividad, también conlleva riesgos y posibles efectos negativos, entre los cuales se encuentra el desplazamiento de la mano de obra, la pérdida de empleos, desajustes del mercado laboral, aumento de las desigualdades de género, entre otras. Además, plantea otras preocupaciones sobre la privacidad y la vigilancia en el trabajo, o la dificultad de adopción de esta tecnología por parte de las pequeñas y medianas empresas.

La IA tiene el potencial de transformar el empleo, alterando y automatizando puestos de trabajo tras su implementación. De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2023) dentro de los usos de esta tecnología en el campo laboral están la automatización de tareas que desempeñan los trabajadores o la gestión algorítmica sobre funciones administrativas (como la programación de horas, supervisión y seguimiento de procesos), las cuales inciden sobre la cantidad y calidad de los empleos. Para los países emergentes y de bajos ingresos como Colombia, se encontró que aproximadamente el 40 % de los puestos de trabajo están expuestos a la automatización.

En el país existe una percepción de riesgo con respecto al número de puestos de trabajo por la implementación de IA. Según una encuesta de percepción realizada por Ipsos (2024), el 69 % de los entrevistados en Colombia creen que la masificación de la IA resultará en la pérdida de empleos.

Potencial vulneración de derechos de privacidad e intimidad de los titulares de datos personales por la utilización indebida de sistemas de IA

Para el desarrollo e implementación de sistemas de IA es necesario el procesamiento de un amplio volumen de datos que permitan desarrollar los modelos y algoritmos que subyacen a las funciones de predicción, recomendación, identificación, decisión, entre otras. **Estas grandes colecciones de información pueden contener datos que hagan individualizables o determinables a individuos, o a algunas de sus características.** Debido a lo anterior, es importante que quienes desarrollen estos sistemas tengan como objetivo cuidar el manejo de los datos y cumplir las disposiciones normativas, jurídicas y éticas relacionadas (Red Iberoamericana de Protección de Datos, 2019). Esto significa que el resultado que arroje el tratamiento de los datos que realicen los sistemas de IA debe estar reglado, ser transparente y ser conocido por el titular de dicho dato.

Colombia se ha destacado por contar con un régimen legal para la protección de datos personales (Ley 1581 de 2012⁷⁶) robusto en su contexto temporal; no obstante, este régimen aborda el derecho de los titulares desde la perspectiva de que son ellos los que intervienen en las distintas fases del tratamiento, lo que los hace titulares y actores activos de los principios de finalidad, previa autorización y confidencialidad, entre otros, de que trata dicha ley. **Actualmente el tratamiento de datos personales, así como el de cualquier dato, puede ser realizado por sistemas de IA sin la intervención humana, por lo que pueden ocurrir situaciones en las que la protección de este tipo de datos sea vulnerada de manera no intencional por un sistema de IA operando de manera autónoma.** En este tipo de situaciones el citado régimen legal podría no ser suficiente, pues aquí la intervención humana en el tratamiento puede ser eliminada y cuestiones como la titularidad, autorización expresa y la responsabilidad podrían quedar en zonas ambiguas de aplicación.

Desde otra perspectiva, está **la utilización de técnicas de aprendizaje profundo (*Deep learning*) que hacen posible la utilización de tecnologías auto generativas de contenidos (conocidas como *Deep Synthesis*), que mal empleadas pueden permitir la generación de contenido falso (*DeepFake*).** Este tipo de usos puede acarrear la utilización indebida de datos personales tanto para suplantación personal, como para la generación de este tipo de contenidos. Para el primer trimestre de 2024, en Colombia se ha evidenciado un crecimiento del 433% respecto del número de incidentes relacionados con fraude mediante utilización de Deepfakes (Sumsb, 2024).

Baja observancia de la vulneración y protección de derechos asociados a la Propiedad Intelectual con respecto a la IA

Los sistemas de IA representan riesgos para la protección de los derechos de Propiedad Intelectual (PI); no obstante, actualmente no se cuenta con herramientas que permitan evaluar el riesgo e impacto de la proliferación de esta tecnología sobre los derechos de PI. Uno de los principales retos en la protección de este tipo de derechos consiste en fortalecer las actividades de observancia respecto de la vulneración y protección de derechos asociados a la PI. Esto se evidencia en el Índice Global de Propiedad Intelectual 2023, que muestra un rezago del país respecto de los países desarrollados en el subpilar de observancia, frente al cual Colombia obtuvo un puntaje de 55 sobre 100, mientras que países líderes como Estados Unidos y el Reino Unido lograron puntajes de 96 y 95 sobre 100, respectivamente (US Chamber of Commerce, 2023).

En los últimos años, la IA generativa ha tenido un impacto representativo en la generación de contenido, es así como desde 2022 han sido creadas más de 15.000 millones de imágenes con herramientas de conversión de texto a imagen en Internet, casi el mismo número de imágenes que los fotógrafos han tomado en más de un siglo (Everypixel, 2023). Teniendo en cuenta que la creación de contenido mediante sistemas de IA puede representar riesgos a la protección de los derechos de PI, en particular al crear imitaciones de obras de artistas sin obtener los permisos correspondientes

⁷⁶ Por lo cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>

(Grant, 2024), **resulta necesario que el país cuente con las herramientas de observación adecuadas que permitan generar conocimiento del impacto real de esta tecnología en la protección de derechos de PI a nivel nacional.**

Aumento en la desigualdad, exclusión social y afectación ambiental por el desarrollo y adopción de la IA

En un contexto de expansión de la IA, es importante considerar las barreras estructurales que enfrentan algunos grupos poblacionales en Colombia para acceder y apropiarse de estas tecnologías, y con esto evitar que el desarrollo y adopción de sistemas de IA agudicen vulneraciones de derechos y desigualdades sociales. **El país presenta brechas digitales de género, lo cual supone una barrera de entrada para la incorporación de mujeres en el desarrollo y uso de la IA.** Según datos de la Encuesta de Calidad de Vida (DANE, 2022), aunque el porcentaje de mujeres con habilidades digitales básicas (15,4%) es cercano al de los hombres (16,1%), son menos las mujeres que tienen habilidades digitales avanzadas, como usar un lenguaje de programación especializado (8,4%), en comparación con los hombres (11,1%) de hecho este porcentaje las ubica debajo del promedio nacional de la población que tiene esa habilidad (9,7%).

Así mismo, en Colombia persisten las brechas de género en áreas STEM en todos los niveles de formación; esa baja representación afecta significativamente el diseño y la implementación de los sistemas IA, lo cual puede reproducir sesgos e inequidades que afectan a las mujeres y la sociedad en general. Los resultados de las pruebas PISA y pruebas SABER muestran que las mujeres en edad escolar presentan desempeños más bajos que los hombres en las áreas de ciencias y matemáticas. En las pruebas PISA el puntaje promedio de las estudiantes para 2022 fue de 378, mientras que el promedio de los estudiantes fue de 387⁷⁷, lo que corresponde a una brecha de 9 puntos en contra de las mujeres (LEE, 2023). En el caso de las pruebas SABER 11 en 2023 se presentó la brecha de género más alta en los últimos cuatro años. En el puntaje global esa brecha es de 8,0 puntos, para el área de matemáticas de 3,5 puntos y para lectura crítica de 0,5 puntos (LEE, 2024).

Según datos del SNIES, para 2022 el número de personas graduadas en programas de pregrado en áreas STEM fue de 110.475, de estas solo 35,3 % fueron mujeres. En el caso de los estudios de maestría, para 2022 el 35,3 % de graduadas eran mujeres, en comparación con el 64,8 % de graduados hombres. A nivel de doctorado, el 37,7 % de quienes obtuvieron esta titulación fueron mujeres, mientras el 62,3 % son hombres (LEE, 2024). Esos hallazgos a nivel local son consistentes con los análisis de la UNESCO, OCDE y BID nivel global (Collet, Neff, & Gouvea, 2022), en los cuales se destaca que solo el 22 % de las profesionales en el campo de la IA son mujeres.

Respecto a la población indígena, **de acuerdo con análisis de la UNESCO (2023), la brecha digital étnica es una barrera para el goce de los derechos de estas poblaciones y una consecuencia**

⁷⁷ Entre 2018 y 2022 la brecha de género en el desempeño en matemáticas se redujo al pasar de 20 a 9 puntos, sin embargo, esta reducción se explica porque los hombres obtuvieron resultados más bajos. Así mismo, vale la pena señalar que para la prueba PISA es usual que las mujeres obtengan mejores desempeños en el área de lectura en comparación con los puntajes de los estudiantes hombres (en 2022 M=414, H=403) (LEE, 2023).

de la concentración en zonas urbanas del desarrollo de la infraestructura en conectividad. Uno de los asuntos clave sobre este tipo de brecha es la ausencia de evidencia empírica al respecto, por ejemplo, el Índice de Inteligencia Artificial elaborado por el Instituto para la IA Centrada en los Seres Humanos (Universidad de Stanford) no incluye datos sobre personas que se auto reconocen como indígenas; así mismo, el Observatorio de políticas de IA de la OCDE tampoco cuenta con datos demográficos relacionados con el origen étnico de la población.

Específicamente para el caso colombiano, los datos de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (DANE, 2022) muestran que solamente el 36,5% de los hogares con población indígena tienen acceso a Internet, lo que supone una barrera de acceso a TIC muy significativa entre estos grupos. Así mismo, solo el 2,08 % de la población indígena tiene habilidades digitales básicas y al indagar por la habilidad digital relacionada con el uso de un lenguaje de programación —como proxy capacidad para incorporarse activamente en el ecosistema de IA— la misma encuesta muestra que solo el 3,71 % de la población indígena tiene esta habilidad, lo que les ubica debajo del total nacional que corresponde al 6,7 %.

La población adulta mayor, así como las personas con discapacidad requieren también acciones dirigidas a promover su inclusión en el ecosistema digital. En el caso de las personas mayores de 65 años, solamente el 3,34 % cuenta con habilidades digitales básicas; por su parte solo el 6,8 % de las personas con alguna discapacidad tienen habilidades digitales básicas. En ambos casos, estas poblaciones tienen menos posibilidades de acceder al ecosistema digital dadas las limitaciones de accesibilidad de las TIC. Así mismo, una misma persona puede tener múltiples características que agudizan su rezago, por lo tanto, el abordaje de la inclusión poblacional en el ecosistema digital debe hacerse desde enfoques interseccionales.

Por otra parte, también hay **insuficiencia de conocimientos sobre los sesgos y los riesgos que estos generan en el ciclo de vida de los sistemas de IA.** Resultados del Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (CENIA, 2023) muestran que solo el 3,8 % de mensajes en redes sociales corresponden a tópicos de IA y sesgos sociales, mientras que tópicos como análisis de datos con IA, IA y criptomonedas, IA y procesamiento de lenguaje natural se ubican entre el 11 % y 15 % de los mensajes, siendo el tema con mayor relevancia es IA y robótica con el 31,6 % de los mensajes. Esto da una muestra de la falta de discusión del tema de sesgos en general, que puede estar causado por la insuficiencia de conocimientos al respecto, incluyendo los necesarios para la identificación de dichos sesgos. Por otro lado, se evidencia que sólo 29 % de las empresas colombianas encuestadas por (PricewaterhouseCoopers (PwC), 2024 a) analizan la forma en que sus algoritmos toman decisiones, siendo una proporción baja respecto a la velocidad de desarrollo y adopción de la IA.

La distorsión de la veracidad de los datos e información, derivada del uso de sistemas de IA, es uno de los problemas más visibles actualmente. Un par de años atrás la rápida difusión de contenidos falsos era la preocupación principal, a hoy se suma la velocidad con que se están generando este tipo de contenidos por el uso de la IA. Adicionalmente, hay que considerar la creciente disponibilidad y accesibilidad a herramientas de IA generativa, las cuales proporcionan

una serie de preocupaciones respecto a su posible abuso para generar contenidos que distorsionan la realidad, incitan a la violencia o posiblemente sean usados para el reclutamiento de jóvenes en torno a ideologías radicales (Wells, 2024).

La falta de integridad en los datos e información impacta fuertemente la confianza en los contenidos a los que acceden las personas. De acuerdo con la OCDE (2024), solo alrededor del 58 % de la población colombiana puede diferenciar la información real de la información errónea y aproximadamente el 46 % puede diferenciar la información real de la información falsa, lo que conlleva que alrededor del 35 % no sienta seguridad sobre su habilidad de reconocer contenido falso o erróneo en línea. Esto se acompaña con una caída en la confianza de las noticias que se consumen, del 40 % al 35 % entre 2021 y 2023, a raíz de la polarización política y el aumento de la desinformación (Reuters Institute, 2023).

Por otra parte, **si bien la IA ofrece beneficios sociales y económicos, también su desarrollo y uso genera efectos ambientales, como el uso intensivo de recursos naturales y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).** Según la OCDE, el impacto ambiental de la IA puede analizarse mediante un enfoque de ciclo de vida que abarca desde la producción de hardware, que genera contaminación y consume recursos, hasta las actividades de transporte que generan emisiones de GEI y la operación, que requieren grandes cantidades de energía eléctrica (OCDE, 2022). En 2020, los centros de datos consumieron entre 200 y 250 TWh (teravatio-horas), representando aproximadamente el 1% de la demanda global de energía (OCDE, 2022) (IEA, 2021). Por otra parte, el manejo inadecuado de residuos electrónicos es una fuente de contaminación ambiental. En 2022 el mundo generó 62 mil millones de kilogramos de residuos electrónicos, pero solo el 22,3 % de los desechos electrónicos se recolectaron y reciclaron adecuadamente (Baldé, y otros, 2024).

A nivel ambiental, Colombia tiene características particulares que requieren considerar tanto sus capacidades de generación de energía eléctrica, insumo para el uso de IA, como los riesgos a nivel ambiental inherentes a condiciones geográficas, que hacen al país más vulnerable a efectos asociados al cambio climático. El suministro energético en Colombia depende en su mayoría (70%) de la energía hidroeléctrica (MinEnergía, 2023), lo que lo hace susceptible a fenómenos climáticos como la Niña y el Niño, caracterizados por cambios en la temperatura de la superficie del mar que provocan lluvias torrenciales o sequías. Estos fenómenos afectan significativamente la disponibilidad de agua y el suministro energético (Banrep, 2014).

En Colombia, al igual que a nivel mundial, no se cuenta con suficientes herramientas, mediciones y análisis relacionados con los impactos netos de la IA en el medio ambiente. En el mundo se han realizado mediciones iniciales de este impacto, pero aún se requieren establecer estándares de medición que permitan comparabilidad y suficiente nivel de desagregación. Por ejemplo, la OCDE destaca las dificultades en distinguir la computación utilizada para la IA de la de otros métodos científicos, matemáticos y necesidades TIC de uso general, así como la proporción de conjuntos de datos de infraestructura TIC utilizada por la IA (OCDE, 2022). **En el caso de Colombia no se cuenta con información sobre el uso de recursos naturales por actividades relacionadas con**

la IA. Aunque actualmente la Cuenta Satélite Ambiental del DANE permite identificar el consumo de recursos naturales (agua, energía y materiales) en las distintas actividades económicas, no tiene el nivel de desagregación suficiente para identificar cómo este uso de recursos está relacionado por el uso de las TIC y, específicamente, con la IA.

Afectaciones físicas generadas por los sistemas de IA a las personas

La evolución de las soluciones e implementaciones de IA es vertiginosa, y es inminente la masificación de su uso, no solo en sistemas basados en software, sino también en aquellos que controlan hardware o se basan en él, por ello es necesario tener una medida de la realidad y considerar que en efecto **pueden darse afectaciones físicas no intencionales a las personas derivadas de los sistemas de IA.** La penetración de los sistemas de IA en todos los procesos humanos es innegable y cada vez más se encuentran programas autónomos⁷⁸ que controlan aspectos del día a día de las personas, bajo la percepción humana que “los sistemas de IA son más objetivos que los humanos y que ofrecen mayores capacidades que el software general” (National Institute of Standards and Technology (NIST), 2023).

Al respecto, se encuentran varios casos registrados en la Base de Datos de Incidentes de Inteligencia Artificial (AI Incident Database⁷⁹), tales como un robot de ajedrez que rompió el dedo de un niño de siete años en medio de una partida cuando éste hizo un movimiento sin esperar el tiempo de reacción de la máquina, la cámara de control de tráfico de IA que en China confundió la foto de una mujer en el anuncio de un autobús con un humano, o el robot de seguridad que detectó una piscina de un edificio como si fuera tierra firme y cayó en ella. Más que curiosidades, estos casos denotan que se pueden dar fallos en los sistemas de IA y sobre todo fallos no experimentados, tales como el mal diagnóstico de un algoritmo médico, o la pérdida de control en un vehículo autónomo que pueden traer consecuencias negativas no deseadas como la pérdida de vidas humanas (McKinsey & Company, 2019).

Aunque este tipo de riesgos sean emergentes y su afectación sea hasta el momento mínima, es necesario abordarlos ahora para preparar al país para el futuro y la convivencia diaria con la IA. Esta perspectiva lleva a que (McKinsey & Company, 2019) haya catalogado a la seguridad física de los individuos como uno de los riesgos derivados de los sistemas de la IA, o que el Instituto Nacional de Estándares y Tecnologías, en su Marco de Gestión de Riesgos de IA indique que los riesgos derivados de esta tecnología pueden extenderse potencialmente hacia las personas y generar un daño físico o psicológico, ya que “aunque medir los riesgos de la IA en un laboratorio o en un lugar controlado entorno puede proporcionar información importante antes de la

⁷⁸ son aquellos sistemas de IA ofrecen funciones como la configuración automática de temperatura (por ejemplo, en los sistemas de diagnóstico de vehículos o los termostatos del hogar) <https://www.gartner.es/es/temas/inteligencia-artificial>

⁷⁹ Disponible en: <https://incidentdatabase.ai/es/>

implementación, estas mediciones pueden diferir de los riesgos que surgen en entornos operativos del mundo real” (National Institute of Standards and Technology (NIST), 2023).

4.6. Uso y adopción de sistemas de IA

En la actualidad, las tecnologías digitales y, en particular, el uso y adopción de IA, representan una oportunidad para contribuir a la prosperidad económica, al bienestar social y la sostenibilidad ambiental. Por este motivo, es crucial la adopción de sistemas de IA en las entidades y en el tejido empresarial, así como reconocer el potencial de uso de la IA para enfrentar desafíos existentes en el país como superar el hambre, la pobreza y la desigualdad, y lograr el desarrollo sostenible.

Baja adopción de procesos de transformación digital incorporando sistemas de IA en las entidades públicas

Existe una baja adopción de sistemas de IA en las entidades públicas. Según las respuestas dadas por las entidades públicas en 2022 al Formulario Único de Reporte de Avances de la Gestión (FURAG), de las 5.034 entidades públicas solo el 23,82 % (1.119 entidades) afirmó haber utilizado IA como tecnología emergente en procesos de innovación digital, de las cuales 3,04 % de las entidades pertenecen al orden nacional y 20,78 % al orden territorial. En igual sentido, algunas iniciativas han recopilado y caracterizado información respecto del uso y adopción de Sistemas Automatizados de Decisión (SDA) en el sector público colombiano. En particular, (Gutiérrez y Muñoz Cadena, 2023) recopilaron 113 casos de uso de este tipo de sistemas dentro de los cuales se encuentran los sistemas de IA. Las entidades públicas mapeadas en esta investigación son, en su gran mayoría, del poder ejecutivo (93%) y, en menor medida, del poder judicial (4%) o pertenecen a las entidades de control (3%).

Existe una limitación en las fuentes de información que no permite conocer y evaluar de forma completa el uso de la IA en el sector público para la generación de incentivos. Las fuentes de información que miden y evalúan el uso de sistemas de IA en el sector público son muy limitadas. La única fuente formal con la que cuenta el sector público para la generación de información y evidencia es el FURAG. Para el 2022, este formulario incorporó solo tres campos de respuesta relacionados con el uso de IA, dentro de su componente de Gobierno Digital, esto de un total de 436 campos de respuesta disponibles. Adicionalmente, este tipo de medición sólo permite conocer las autoevaluaciones de las entidades públicas en las que se afirma haber implementado sistemas de IA, junto con ejemplos de las herramientas implementadas (algunas respuestas se agregan con el uso de otro tipo de tecnologías digitales). Sin embargo, no resulta idóneo para la generación de información completa y relacionada con los casos de uso, funcionamiento, retos principales, barreras y riesgos relacionados, de forma que permitan aprovechar la información para la generación de incentivos en la promoción del uso de la IA en el sector público.

Por otra parte, **el esquema de contratación pública de tecnología asociado a sistemas de IA aún no ha sido explorado y tiene oportunidades de mejora para promover la concurrencia de ofertas.** A pesar de los avances logrados en los últimos años, como la creación de la Tienda Virtual

del Estado Colombiano como herramienta en línea del Sistema de Compra Pública para adquisición de bienes y servicios a través de mecanismos de acuerdos marco o agregación de la demanda, para 2022 tan solo en el 38% de la contratación se ha materializado mediante estos acuerdos con la compra de servicios de conectividad, servicios de nube pública y privada, compra y alquiler de computadores y periféricos, Software Empresarial y Software (CCE, 2023). No obstante, se tienen oportunidades para aumentar el valor público generado y potenciar su impacto en la transformación digital del Gobierno.

A pesar de los avances reglamentarios y de política pública, la compra pública sigue siendo un instrumento de uso bajo (Consejo Privado de Competitividad, 2023). El Informe Nacional de Competitividad 2023-2024 indica que todavía persiste bajo conocimiento de adopción de las diferentes herramientas para la contratación pública.

Existen retos para mejorar la eficiencia, efectividad y confianza en el sistema de compras públicas. A pesar de los avances logrados en los últimos años, persisten grandes retos para mejorar la eficiencia, efectividad y la confianza en el sistema de compras y contrataciones públicas. Estos retos incluyen el fortalecimiento de la interoperabilidad entre el Registro Único de Proponentes (RUP) y el Sistema Electrónico para la Contratación Pública (SECOP), el impulso de la Compra Pública para la adopción de sistemas de IA, el avance en la profesionalización de la función de compra, la aceleración en el despliegue de las plataformas transaccionales, la implementación efectiva de las Compras Públicas Sostenibles en el país, y el uso de los Documentos Tipo como instrumentos de impulso empresarial en las regiones (OECD, 2015).

Adicionalmente existe una baja apropiación y conocimiento por parte del sector privado sobre mecanismos de compra pública para la adquisición de sistemas de IA. De acuerdo con la encuesta realizada por ACOPI en 2018, se evidenció que el 73,7 % de las MiPymes no están registrados en el Registro Único de Proponentes (RUP), mientras que el 26,3 % no lo tienen o no conocen el trámite (ACOPI, 2019). Así mismo, existe un desconocimiento frente al uso de la plataforma SECOP II de Colombia Compra Eficiente, ya que el 82,28% de los empresarios MIPYME del país no están inscritos y/o no usan esta herramienta.

Baja adopción de sistemas de IA en el tejido empresarial

Colombia presenta una baja adopción de IA en el sector empresarial. Según el ILIA, Colombia ocupa la sexta posición entre 12 países con un índice de 11,2 de uso de IA en empresas, muy por debajo del promedio latinoamericano, que es de 25,79 (CENIA, 2023). Asimismo, de acuerdo con el documento de la Misión de Sabios, la apropiación de tecnologías IA en grandes empresas es del 9,7 %, para Pymes es del 2,4 % y Micros un 0,7 % (Elías D. Niño-Ruiz, 2020). Adicionalmente, y según el DANE, solo el 25,5 % de las empresas que ejecutaron alguna actividad de I+D en 2021, lo hicieron con ayuda de la Inteligencia artificial (DANE, 2022).

Son varias las barreras que explican la baja adopción empresarial de la IA, destacándose la falta de conocimiento. Según el " Global AI Adoption Index 2022" (IBM, 2022), hay barreras para su

adopción en Colombia, particularmente para las empresas más pequeñas, quienes son significativamente menos propensas a aprovechar la IA. El informe muestra que las principales barreras para adoptar la IA en las empresas locales son: conocimientos limitados de IA, experiencia o conocimiento (26%); falta de herramientas y plataformas para desarrollar modelos de IA (24%) y precios altos (21%).

Pérdida de oportunidad en el uso de la IA en asuntos económicos, sociales y ambientales

En Colombia tenemos retos estructurales a nivel económico y social para los cuales el uso de la IA representa una oportunidad única que no está siendo totalmente considerada para enfrentarlos. El país debe potenciar el uso de esta tecnología en diferentes campos para superar el hambre, la pobreza y la desigualdad, reactivar la economía y lograr un desarrollo sostenible. Por ejemplo, en el sector agrícola, la IA permite desarrollar agricultura de precisión mediante la detección temprana de enfermedades o plagas, y su uso en sistemas de riego inteligente trae consigo eficiencias en recursos, una mayor producción, y una reducción de las emisiones que pueden ser hasta de 160 millones de CO₂e en 2030 (Microsoft y PwC, 2018), producidas por la utilización de productos químicos agrícolas y el uso de la tierra. El uso de la IA en biotecnología tiene el potencial de aumentar la productividad de la tierra y también acelerar la investigación en otros sectores, tales como el sector salud, a través de procesos como la secuenciación genómica, la edición genética y la biología sintética, permitiendo la detección temprana de enfermedades y el desarrollo de nuevos medicamentos.

Así mismo, **la IA representa una oportunidad para generar eficiencias en la prestación de servicios por parte del Estado que debería aprovecharse en mayor medida**, de forma que un mayor acceso a estos servicios aporte a la reducción de las brechas de desigualdad existentes en el país. El uso de la IA también permite optimizar los sistemas públicos de transporte y la gestión de tráfico vehicular. De manera general, el uso de la IA contribuye a actividades relacionadas con la gestión del territorio y la planificación urbana sostenible.

De otra parte, el uso de herramientas de IA ofrece diversas oportunidades para el cuidado del medio ambiente en Colombia que requieren ser tenidas en cuenta. Por ejemplo, en la distribución de energía eléctrica, la IA puede ser entrenada con datos históricos para predecir la demanda y hacer más eficiente el suministro; se estima que para el año 2025 la IA puede mejorar la eficiencia energética en un 15% (OCDE, 2022). Además, el uso de la IA en la industria puede apoyar la identificación de ineficiencias, optimizar el uso de energía y reducir desechos, contribuyendo así a una producción más limpia, así como reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Esta tecnología también puede contribuir a la gestión de residuos mejorando la eficiencia en la recolección y optimización de rutas.

Además, **la IA es crucial para el monitoreo de cambios ambientales, como la predicción de patrones de cambio climático, la detección y mitigación de la contaminación ambiental, el monitoreo del uso del suelo y el recurso hídrico, y la implementación de sistemas de alerta temprana para responder a desastres naturales.** Se prevé que la adopción de la IA en aplicaciones

relacionadas con el medio ambiente puede ayudar a reducir las emisiones globales de los gases de efecto invernadero hasta un 4% para el 2030, lo que es equivalente a 2,4 gigatoneladas de CO₂. (Microsoft y PwC, 2018). Finalmente, el uso de la IA aporta a la investigación científica en áreas como la conservación ambiental y biodiversidad.

La IA es una herramienta tecnológica importante para que las entidades territoriales puedan hacer frente a sus retos ambientales, sociales y económicos, pero puede no estarse aprovechando. En este sentido, es relevante promover el desarrollo de ciudades y territorios inteligentes en Colombia, para el desarrollo de programas y proyectos que impulsen el desarrollo urbano, así como medir su avance. Según el ranking de ciudades inteligentes de IMD World Competitiveness Center⁸⁰ de 2024 (IMD, 2024), Bogotá y Medellín son las únicas ciudades que aparecen en esta medición y se ubican en los puestos 127 y 119 de 142 ciudades a nivel global, respectivamente. De igual manera, en el índice de IESE Cities in Motion de la Universidad de Navarra, en el año 2024 solo se incluyen en esta medición las ciudades de Bogotá, Medellín y Cali ubicadas en los puestos 131, 137 y 151 de 183, respectivamente (IESE, 2024). Con base en estos resultados se evidencia que los municipios de Colombia presentan un nivel bajo en materia de ciudades inteligentes, por lo que es importante incluir una estrategia que promueva tecnologías como la IA con enfoque territorial.

5. POLÍTICA

5.1. Objetivo general

Generar las capacidades para la investigación, desarrollo, adopción y aprovechamiento ético y sostenible de sistemas de IA con el fin de impulsar la transformación social y económica de Colombia.

5.2. Objetivos específicos

OE1. Fortalecer los mecanismos de gobernanza y la aplicación de principios éticos relacionados con los sistemas de IA para asegurar un desarrollo y uso responsable de esta tecnología en beneficio del país.

OE2. Fortalecer la infraestructura tecnológica, así como la disponibilidad, intercambio y representatividad de datos, requerida para fomentar el desarrollo y adopción de sistemas de IA en Colombia.

OE3. Impulsar la investigación, desarrollo e innovación en sistemas de IA para desarrollar en el país capacidades avanzadas en Ciencia, Tecnología e Innovación que se traduzcan en conocimiento, productividad, y beneficios para todos los agentes de la sociedad.

OE4. Desarrollar las capacidades, el talento digital, y la apropiación social del conocimiento relacionado con IA para generar oportunidades de desarrollo personal, empleabilidad, equidad y mayor productividad en Colombia.

OE5. Definir medidas que promuevan la identificación, prevención y mitigación de los riesgos y efectos no deseados relacionados con sistemas de IA, con el fin de evitar asimetrías, inequidades y potenciales vulneraciones de derechos en el país.

OE6. Impulsar el uso y adopción de los sistemas de IA en las entidades públicas, el tejido empresarial, y los territorios para contribuir a la prosperidad económica, al bienestar social y la sostenibilidad ambiental del país.

5.3. Plan de acción

A continuación, se presenta la propuesta preliminar de acciones que serán lideradas e implementadas por diferentes entidades del Gobierno nacional para alcanzar los objetivos trazados en esta política.

5.3.1. Ética y Gobernanza

Línea de acción: Fortalecer la gobernanza alrededor de la IA

Definir el modelo de gobernanza alrededor de la IA y formalizar a través de un instrumento normativo. El modelo deberá ser desarrollado permitiendo la participación de las entidades públicas del orden nacional y territorial, el sector privado, la sociedad civil, la academia, actores de otras ramas del poder público, y demás actores que se consideren relevantes, así como contar con al menos tres niveles organizacionales: un nivel estratégico, un nivel táctico, y un nivel operativo sectorial y territorial. En el marco de esta definición se debe analizar, entre otros elementos, la posibilidad y conveniencia de: i) crear una nueva instancia especializada para la IA de alto nivel interinstitucional, que ejerza la articulación entre todos los actores; ii) modificar, actualizar, articular formalmente o eliminar las instancias de gobernanza actuales, con la finalidad de aprovechar la institucionalidad existente. Así mismo, se deben definir los mecanismos de articulación, seguimiento y evaluación de los posibles impactos, de manera que se verifique el cumplimiento de los lineamientos resultantes del modelo de gobernanza.

Línea de acción: Desarrollar capacidades de anticipación, adaptación, participación internacional y análisis estratégico para la construcción de la política pública

Definir un comité de expertos que fungirá como órgano consultivo técnico de carácter independiente, el cual será el encargado de asesorar al Gobierno nacional a partir de análisis periódicos sobre la vigencia o necesidad de actualización de las políticas, regulaciones o marcos éticos acogidos por Colombia para el uso responsable, sostenible y ético de la IA, de conformidad con las recomendaciones, tratados, acuerdos u otros instrumentos internacionales relevantes sobre IA.

Definir un grupo de trabajo que actuará como centro de pensamiento del Gobierno alrededor de la IA. Este deberá incluir dentro de sus actividades aquellas orientadas a definir una visión prospectiva y de vigilancia del avance tecnológico para el fortalecimiento de la visión estratégica nacional. De igual forma deberá proponer acciones de actualización de la política y su marco a los órganos coordinadores del modelo de gobernanza, así como actualizaciones sobre la estructura del modelo mismo. También deberá realizar las acciones necesarias para promover la articulación y cooperación internacional con el fin de fortalecer el escenario regional alrededor de la IA y proponer mecanismos de seguimiento, monitoreo y evaluación de impacto de la política a los órganos coordinadores del modelo de gobernanza.

Línea de acción: Desarrollar mecanismos y capacidades para la verificación y evaluación de la implementación de principios éticos en el diseño, uso e implementación de la IA en el sector público y privado.

Realizar una revisión y actualización del marco ético para la IA en las entidades públicas, de acuerdo con los avances tecnológicos y las nuevas tendencias en estándares éticos y técnicos.

Establecer instrumentos regulatorios de verificación del cumplimiento de los principios éticos sobre uso responsable de IA acogidos por Colombia sobre cualquier implementación, desarrollo o uso de sistemas de IA por parte de las entidades públicas del orden nacional, de forma que existan controles y equilibrios apropiados para mitigar riesgos, realizar seguimiento y, según sea necesario y apropiado en función del nivel de riesgo de los sistemas, establecer mecanismos sancionatorios por la inobservancia de los mencionados principios.

Expedir una “Guía para la implementación ética y responsable de la IA”, dirigida a todas las organizaciones del sector privado, academia y ecosistemas de investigación que desarrollen, implementen o usen sistemas o soluciones con esta tecnología. Esta guía deberá orientar a las organizaciones como mínimo sobre mecanismos de evaluación y auditoría interna en función de los niveles de riesgo potencial de los sistemas de IA que se desarrollen, desplieguen o usen; y, por otra parte, mecanismos para generar flujos de información que faciliten la evaluación de sus sistemas en cuanto al cumplimiento de estándares técnicos y éticos, de ciberseguridad y de privacidad, y de evaluación.

Expedir instrumentos normativos que incentiven la adopción de la “Guía para la implementación ética y responsable de la IA”, reconociendo a las organizaciones que voluntariamente demuestren su adopción integral en los procesos de contratación con el Estado, y considerando como una práctica de debida diligencia dicha adopción de cara a cualquier proceso administrativo o judicial en los que resulte necesario.

5.3.2. Datos e infraestructura tecnológica

Línea de acción: Fortalecer las condiciones de conectividad a Internet a nivel nacional y regional para impulsar el ecosistema de IA en el país

Identificar bandas de frecuencia a través de un instrumento administrativo para su uso en la prestación de servicio de banda ancha inalámbrica. Para esto se considerará entre otros tipos de uso, el acceso fijo inalámbrico y redes punto multipunto, las cuales habilitan las condiciones de acceso a Internet para el uso y desarrollo de sistemas de IA en los municipios, áreas no municipalizadas y zonas rurales o apartadas. Así mismo, diseñarán los ajustes normativos en cuanto a la definición de uso de estas bandas, las contraprestaciones económicas asociadas al uso del espectro y las condiciones del procedimiento de selección objetiva para otorgar permisos de uso del espectro en estas modalidades, considerando entre otros, los análisis económicos y de cadena de valor de la prestación del servicio de Internet, con el fin que la contraprestación por el uso del espectro sea la adecuada para hacer la prestación del servicio asequible a los usuarios de estas zonas rurales o apartadas del país.

Elaborar un estudio sobre la identificación de bandas de frecuencia tanto de uso libre como las que requieren un pago de contraprestación por el uso del espectro, que permita habilitar nuevos casos de uso de sistemas de IA, considerando tanto las redes de acceso, como las redes de transporte de datos. Así mismo, y teniendo en cuenta que es fundamental optimizar la gestión del espectro dada la demanda del recurso por las nuevas tecnologías, se propondrán los procedimientos de asignación de espectro oportunos y ágiles, y sus contraprestaciones por su uso.

Diseñar un modelo prospectivo de uso de espectro por zonas del país para las bandas de frecuencia para el servicio radioeléctrico fijo, de acuerdo con la proyección de demanda de capacidad de datos para redes de transporte que facilite un óptimo despliegue de 5G y habilite el camino para el despliegue de 6G. Para esto, se tendrá en cuenta que la implementación de la tecnología 5G y la preparación para las condiciones previstas de 6G expuestas en el documento técnico de la Unión Internacional de Telecomunicaciones IMT 2030, implican el fortalecimiento en el corto plazo de las capacidades de las redes troncales y de transporte alámbricas e inalámbricas de datos hacia los municipios y centros poblados del país, así como de sus redes internas.

Diseñar una guía para los Proveedores de Redes y Servicios de Telecomunicaciones (PRST) que tienen a su cargo las contraprestaciones por el uso del espectro diferente a IMT (Telecomunicaciones Móviles Internacionales por sus siglas en inglés), con el fin de facilitar la presentación de proyectos de obligaciones de hacer para la prestación del servicio de acceso a internet (fijo o móvil) de acuerdo con la Resolución MinTIC 3617 de 2023.

Diseñar y socializar una guía con los lineamientos y condiciones técnicas y ambientales necesarias para facilitar las licencias e instalación de infraestructura de telecomunicaciones (Redes de Backhaul inalámbrica y por Fibra óptica y redes de acceso) en zonas de áreas protegidas y parques naturales, entre otros.

Incluir dentro del sistema de información integral y dentro del portal de estadísticas del sector TIC: i) la publicación de informes trimestrales de permisos de uso de espectro tanto IMT como no IMT (Servicios radioeléctricos fijo, móvil, satelital, radiodifusión sonora y televisión, entre otros); ii) reportes trimestrales de datos y estadísticas de los usos de anchos de banda en MHz, bandas de frecuencia, áreas de servicio, cantidades de asignaciones y cantidades de permisos cancelados, entre otros, desagregados a nivel municipal, rural, urbano, centros poblados, carreteras, entidades públicas, etc. Esto con el fin de orientar la toma de decisiones y acciones para habilitar el uso del espectro como un habilitador de nuevas tecnologías digitales, entre ellas la IA.

Diseñar una estrategia para promover la compartición de infraestructura entre el sector TIC y otros sectores que incluya, entre otros: i) socialización de la Resolución CRC 7120 de 2023 y ii) el diseño de una medida para la inclusión de los lineamientos definidos en dicha resolución en los planes, documentos de política y procesos de contratación de nuevas obras de infraestructura.

Diseñar una estrategia para incorporar dentro de las mencionadas sedes electrónicas, la oferta institucional territorial que incluya guías y lineamientos del sector TIC y enlaces de acceso a los proyectos tipo, entre otros, que contribuyan en especial al uso y apropiación de Inteligencia Artificial en los territorios, en cumplimiento de la Política de Gobierno Digital, la Resolución MinTIC 1519 de 2020 y sus anexos, y en el marco de la administración de las sedes electrónicas y herramientas colaborativas de las entidades territoriales del Gobierno colombiano.

Línea de acción: Fortalecer la infraestructura tecnológica y ecosistema computacional para el desarrollo sostenible de sistemas de IA

Diseñar y desarrollar una estrategia para el fortalecimiento de infraestructura tecnológica de IA en el sector público, en acompañamiento de las entidades cabeza de sector, que contenga: i) Diagnóstico de las necesidades actuales y futuras de la infraestructura tecnológica esencial y especializada para el desarrollo y adopción de sistemas de IA, ii) elaboración e implementación de un plan de fortalecimiento sectorial de recursos de infraestructura tecnológica para desarrollo de IA, iii) desarrollar un plan de cofinanciamiento y alianzas público privadas y academia para proyectos de IA.

Desarrollar un plan nacional de Datacenter y ecosistema computacional de IA y Big Data, que desarrolle las capacidades escalables para el desarrollo de modelos y soluciones de IA de gran tamaño, complejidad y estructura de datos. Lo anterior se deberá realizar en el marco de la Infraestructura de Datos del Estado Colombiano (IDEC) y en articulación con los actores del ecosistema digital de Colombia.

Elaborar y/o actualizar los Acuerdos Marco de Precios para disponer de servicios e infraestructura para el desarrollo de la infraestructura de datos y soluciones de IA en las entidades públicas, de acuerdo con las necesidades de escalabilidad, seguridad, interoperabilidad, sostenibilidad, eficiencia y capacidad tecnológica que se definan para el sector público.

Desarrollar una estrategia para la creación y sostenibilidad de los centros territoriales de datos y de computación (hub-territoriales) alineados al Plan Nacional de Datacenter y ecosistema computacional de IA y Big Data, que permitan desarrollar proyectos de datos e IA con enfoque territorial. Estos centros deben de cumplir con unos criterios de: asignación de espacio físico, recursos de infraestructura tecnológica, talento humano y recursos financieros que garanticen su sostenibilidad a largo plazo, y, asimismo, permita, el fomento de las alianzas de proyectos de sistema de IA público-privados.

Línea de acción: Aumentar la disponibilidad de datos de calidad con representatividad para el desarrollo de sistemas de IA

Actualizar el Plan Nacional de Infraestructura de Datos (PNID) como estrategia nacional de datos, que permita el fortalecimiento de la infraestructura de datos del Estado (IDEC) como habilitador de la IA.

Elaborar en el marco del Comité Nacional de Datos y el Comité de Administración de Datos, una estrategia para aumentar la participación de población vulnerable en los procesos de gobernanza de la infraestructura de datos del Estado. Esta estrategia incluirá: 1) Cursos de formación a comunidades vulnerables sobre recolección, tratamiento, y análisis de datos, 2) convocatorias públicas para la creación de soluciones locales basadas en datos, 3) promoción de asociaciones de datos conformados por la sociedad civil y el sector privados, en acompañamiento del sector público, en el marco de las políticas y regulaciones en materia de seguridad y privacidad de datos.

Publicar en la plataforma de datos abiertos de Colombia un informe sobre el avance de las obligaciones y directrices de la Resolución MinTIC 1519 de 2020 y sus anexos (acceso a la información pública, accesibilidad web, seguridad digital, y datos abiertos), y elaborará una guía de autodiagnóstico y seguimiento a las entidades territoriales, con especial énfasis en la publicación y divulgación de datos abiertos de las entidades territoriales para su uso en el desarrollo de aplicaciones de Inteligencia Artificial en los territorios.

Impulsar, en el marco del sistema estadístico nacional, una estrategia para aumentar la representatividad de las comunidades vulnerables en el ciclo de vida de los datos a través de: i) cursos de formación de capacidades en las entidades públicas frente al manejo e inclusión del enfoque diferencial en el ciclo de vida de los datos, ii) definición de fuentes y/o mecanismos de recolección de información que permitan reconocer las condiciones y contextos de poblaciones vulnerables.

Diseñar un modelo de gobernanza de datos para poblaciones indígenas y nativas en Colombia, con el fin de promover la soberanía de datos y el reconocimiento de prácticas, saberes y principios. Este modelo de gobernanza estará articulado con la Gobernanza de la Infraestructura de datos del Estado, y se estructurará en conjunto con las comunidades indígenas.

Diseñar un espacio colaborativo de datos (Data Sandbox/Data Trust) para impulsar la portabilidad y movilidad de datos personales, que preste servicios de infraestructura tecnológica, un modelo de gobierno de datos, y aplicaciones al usuario para fomentar el desarrollo de soluciones de IA en diferentes sectores.

Publicar la estrategia de datos abiertos para fortalecer la apertura y aprovechamiento de datos abiertos, y desarrollo de sistemas de IA. Esta estrategia incluirá: i) la actualización del índice de calidad de datos abiertos en las entidades públicas, ii) el fortalecimiento de metadatos y catálogos de datos, iii) el desarrollo de una sección dentro del portal orientada a soluciones y casos de usos de IA basados en datos abiertos, iv) capacitaciones de datos abiertos para desarrolladores de IA.

Diseñar e implementar un plan de adquisición y aprovechamiento de imágenes e información geoespacial, para aumentar la disponibilidad, acceso y uso de los datos geoespaciales para la toma de decisiones, que atienda los requerimientos de tiempo y calidad establecidas por los sectores. Esta estrategia deberá estar alineada con la gobernanza de la ICDE para el aprovechamiento de esta información en sistemas de IA en sectores como Gestión Ambiental, Gestión del riesgo, Información básica, Planeación Urbano Regional, Recursos Mineros y Energéticos, Seguridad y Defensa, Ordenamiento Territorial, Sistemas Productivos.

Elaborar una metodología, mecanismo y/o solución tecnológica para la estimación de costos y beneficios de servicios basados en datos e IA desarrollados por las entidades públicas para fortalecer la relación Estado-ciudadano, teniendo en cuenta variables de calidad, almacenamiento, disponibilidad e intercambio de datos.

Diseñar una guía de recomendaciones para la generación, gestión, uso y aprovechamiento de datos sintéticos en Colombia en las entidades del sector público, para apoyar el desarrollo de sistemas de IA en el país.

Línea de acción: Promover el uso, adopción y desarrollo de acuerdos y estándares de interoperabilidad de la infraestructura de datos del Estado para facilitar el intercambio de datos y desarrollo en el aprovechamiento de sistemas de IA

Crear y/o actualizar los estándares y protocolos de interoperabilidad con el fin de facilitar el desarrollo de servicios de IA para diferentes actores del ecosistema digital. Estos estándares deberán estar alineados al Plan Nacional de Datacenter y ecosistema computacional de IA y Big Data.

Establecer un nuevo esquema de despliegue del servicio ciudadano digital de interoperabilidad, que garantice a los usuarios la disponibilidad y continuidad de este servicio. Este esquema deberá incluir nuevas soluciones de interoperabilidad, y lineamientos, guías y estándares que favorezcan las condiciones para el desarrollo de soluciones de IA y el fortalecimiento de acuerdos de intercambio de datos entre el sector público y el sector privado.

Estructurar y desarrollar espacios de intercambio de datos entre estos (data commons, data collaboratives, datamarket place), enfocados en la integración y aprovechamiento de datos de diversas fuentes y el desarrollo de soluciones, proyectos y programas de IA. Estos espacios buscan superar barreras en el intercambio de datos, y fomentar la colaboración entre diversos actores en el ecosistema.

Línea de acción: Fortalecer las capacidades en el nivel nacional y territorial para el desarrollo de los componentes de la infraestructura de datos que habilitan el uso y aprovechamiento de los datos para la toma de decisiones.

Incorporar en el eje de Transformación Digital de la estrategia nacional de formación y capacitación para el sector público, las temáticas de capacitación relacionadas a la comprensión e implementación de los componentes de la infraestructura de datos, con el fin de potenciar en las entidades públicas, los procesos de formación y capacitación para desarrollar competencias en el desarrollo de la Infraestructura de Datos del Estado colombiano (IDEC) que habilitan el desarrollo de sistemas de IA.

Definir un protocolo de recomendaciones para la estructuración de modelos de gobernanza de la infraestructura de datos regional y territorial, alineado con los componentes de la infraestructura de datos del Estado y el Modelo de Gobernanza de la Infraestructura de Datos definido en el Decreto 1389 de 2022. Estas recomendaciones se orientarán hacia la definición de roles, responsabilidades, instancias, y acciones para implementar la Infraestructura de Datos del Estado colombiano (IDEC) en los territorios.

Realizar y/o modificar funciones de los administradores de datos y de los grupos técnicos de trabajo contenidas en el Decreto 1389 de 2022, orientadas al aprovechamiento de los datos para el desarrollo de sistemas de IA.

Definir un programa para acelerar los ecosistemas de innovación y transformación digital en el país, encaminado a la generación de capacidades técnicas y humanas, para el aprovechamiento de los datos en los territorios.

Incorporar en el portal de servicios digitales, una estrategia de formación de capacidades con enfoque nacional y territorial, orientada a la formación de habilidades para implementar los componentes de la infraestructura de datos que promuevan el desarrollo de sistemas de IA.

Estructurar un proyecto tipo para el desarrollo de la infraestructura de datos en las entidades públicas territoriales, con el fin de fortalecer las capacidades técnicas, tecnológicas y humanas para aumentar el aprovechamiento de datos en territorio.

Publicar los lineamientos para estructurar proyectos de inversión sectoriales que permitan desarrollar la infraestructura de datos en los sectores administrativos del país. Lo anterior con el fin de incentivar la estructuración de proyectos de inversión pública para consolidar la infraestructura de datos.

Estructurar una red de analítica de datos en el sector público, en alianza con redes de analítica de datos del ecosistema digital en Colombia. Esta red tendrá por objetivo aumentar la cultura de datos en Colombia, fomentar espacios de diálogo e intercambio de recursos para fortalecer la infraestructura de datos y la analítica de datos e IA en el país.

Elaborar e implementar una estrategia diferenciada para el cierre de brechas de capacidades de infraestructura de datos y analítica de datos en el sector público, teniendo en cuenta el nivel de madurez de datos e inteligencia artificial en las entidades territoriales.

5.3.3. Investigación, desarrollo e innovación

Línea de acción: Aumentar y focalizar la inversión pública y privada en I+D+i para el desarrollo de sistemas de IA en diferentes contextos y sectores

Realizar un mapeo de capacidades y de vigilancia tecnológica de los actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, para generar recomendaciones sobre los instrumentos aplicables a Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) para la inversión en IA.

Desarrollar e implementar convocatorias para financiar proyectos de I+D+i en IA, que garanticen la participación de los actores de la cuádruple hélice.

Desarrollar un mecanismo para brindar financiación a través de subvenciones, préstamos blandos y mecanismos innovadores como Joint Call para proyectos de I+D+i en IA, liderados por universidades y empresas. El financiamiento apoyará iniciativas que impulsen el avance tecnológico y científico en el campo de la IA, fomentando la colaboración entre el sector académico y el sector empresarial.

Diseñar y presentar una propuesta enfocada en apalancar los recursos públicos hacia la aceleración de la I+D+i en IA, incluyendo la revisión o adaptación de posibles mecanismos de financiación y/o la creación un fondo con recursos específicos para este fin.

Línea de acción: Mejorar los niveles de generación de conocimiento científico, tecnológico y de transferencia tecnológica asociado con la IA

Desarrollar una estrategia para modernizar mediante soluciones de IA los sistemas de información de Institutos, grupos e investigadores colombianos para incrementar la productividad académica, así como su pertinencia, accesibilidad y visibilidad.

Diseñar e implementar una estrategia que fomente en el sector productivo la creación de empresas de base científico-tecnológica que usen, adopten y/o desarrollen soluciones basadas en IA.

Establecer un marco de estímulos fiscales y subvenciones para empresas que inviertan en investigación y desarrollo e innovación para la IA, y a los inversionistas ángel que inviertan en startups en esta tecnología.

Crear y fortalecer Hubs regionales para la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación especializados en Inteligencia Artificial para potenciar la colaboración entre empresas, instituciones académicas, sociedad civil, sector público en regiones, fortaleciendo la capacidad local en IA.

Diseñar e implementar una estrategia que incluirá, entre otros elementos, financiación, acompañamiento, capacitación, y valoración tecnológica que promueva la transferencia y desarrollo de tecnologías y sistemas en IA susceptibles a protección a través de la propiedad intelectual, desde las instituciones de educación superior, institutos públicos, centros de investigación y desarrollo tecnológico hacia el sector productivo.

Diseñar un instrumento para el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades de empresas sobre mecanismos de transferencia tecnológica en soluciones de IA con diferentes aplicaciones, entre ellas, el e-commerce.

Línea de acción: Aumentar y fortalecer los mecanismos de cooperación y articulación entre actores del ecosistema de innovación para promover el desarrollo y uso de la IA.

Diseñar e implementar una estrategia que incentive y muestre los beneficios del desarrollo, uso y adopción de tecnologías asociadas con IA en MiPymes y emprendimientos nacionales. La estrategia deberá incluir entre otras, identificación de oferta educativa, desarrollo de habilidades, mecanismos de financiamiento, transferencia de tecnología, y acceso a información.

Continuar apoyando el fortalecimiento de capacidades de las Oficinas de Transferencia de Resultados de Investigación, para desarrollos basados en Inteligencia artificial.

Formular una estrategia con las Instituciones de Educación Superior que aborden el desarrollo de investigaciones relacionados con IA y su aplicación en procesos productivos en pequeñas, medianas y grandes empresas.

Línea de acción: Mejorar las condiciones y garantizar el acceso a los instrumentos para que las empresas colombianas innoven y adapten soluciones basadas en IA.

Diseñar la creación de un criterio de priorización para proyectos en beneficios tributarios, que vinculen talento humano de alto nivel para la producción científica y de innovaciones en empresas colombianas basadas en IA y procesos de implementación.

Establecer mecanismos que vinculen a las empresas líderes en la adopción de sistemas de IA para realizar ejercicios conjuntos de transferencia tecnológica de conocimiento a MiPymes para la incorporación de estos sistemas.

5.3.4. Desarrollo de capacidades y talento digital

Línea de acción: Superar las barreras tecnológicas para acceder a la oferta educativa para el diseño, desarrollo y adopción de sistemas de IA

Desarrollar una estrategia articulada para aunar esfuerzos en pro de garantizar la conectividad de las sedes educativas oficiales del país, así como la entrega de dispositivos con contenidos educativos y herramientas pedagógicas y didácticas digitales que estén en línea con las apuestas estratégicas de esta política.

Desarrollar e implementar una propuesta para profundizar el alcance de Computadores para Educar como agencia de innovación en educación digital.

Fomentar la creación y fortalecimiento de comunidades de código abierto en IA mediante la organización de eventos y hackáthones, apoyo gubernamental y financiamiento para proyectos comunitarios, y el desarrollo de plataformas de colaboración en línea que permitan a desarrolladores y expertos compartir conocimientos y trabajar juntos en proyectos de IA de código abierto.

Línea de acción: Desarrollar competencias en el sistema educativo para promover el desarrollo y uso ético y responsable de la IA

Establecer un marco de competencias digitales con énfasis en IA para Colombia que permita orientar las iniciativas de política pública dirigidas a la alfabetización, formación y desarrollo de capacidades para la IA a lo largo del ciclo educativo. Este marco debe incluir una estrategia de monitoreo para su actualización de acuerdo con los avances de esta tecnología.

Actualizar las “Orientaciones Curriculares para el Área de Tecnología e Informática en Educación Básica y Media”, teniendo en cuenta la política pública nacional de IA, así como lo sugerido por marcos internacionales, de tal forma que se incluyan competencias específicas relacionadas con IA. Así mismo, las orientaciones curriculares deberán sugerir estrategias pedagógicas apoyadas en el uso de sistemas de IA, para fortalecer las habilidades docentes.

Diseñar e implementar una estrategia nacional de bilingüismo para todos los niveles de formación, que incluya tanto a instituciones educativas oficiales como privadas con el fin de potenciar la adopción y desarrollo de la IA en Colombia.

Implementar una estrategia basada en la evaluación y actualización de recursos digitales, pedagógicos y didácticos, en clave de dinamizar procesos de enseñanza-aprendizaje de lenguas en el portal Colombia Aprende.

Establecer un plan de incentivos para docentes y directivos que permita la identificación y fortalecimiento de competencias digitales en IA, esto conlleva: levantar un mapeo de incentivos existentes (cooperación institucional, financiación de programas de posgrados y diplomados en áreas TI, certificaciones en programas de habilidades digitales, etc.) y promover el desarrollo de

intercambios, pasantías, el reconocimiento de experiencias significativas, misiones nacionales e internacionales, becas, financiación, focalización de programas.

Diseñar e implementar una ruta metodológica para el desarrollo de Planes de Orientación Socio-Ocupacional con énfasis en IA en los establecimientos educativos, para lo cual se contará con la participación de las Secretarías de Educación Departamental.

Desarrollar proyectos de fomento a la investigación educativa centrados en el uso, diseño e implementación de soluciones de IA por parte de los actores del sistema educativo. Estos proyectos tienen como objetivo mejorar la calidad educativa mediante el desarrollo de conocimientos, metodologías y prácticas innovadoras, contribuyendo a un sistema educativo más robusto y adaptado a las necesidades cambiantes del entorno global.

Llevar a cabo ejercicios de creación de entornos de prueba regulatorios para evaluar, ajustar y flexibilizar las normas y procesos en la educación superior, con el objetivo de adaptar el sector educativo a las dinámicas tecnológicas, especialmente aquellas relacionadas con la IA.

Poner en marcha una misión para la transformación digital de la Educación que genere acciones y recomendaciones encaminadas a la incorporación de las tecnologías digitales, especialmente la IA en el sistema educativo.

Establecer un programa de estímulos a las entidades educativas para que impulsen programas de formación en habilidades clave relacionadas con IA, Machine Learning, Redes Neuronales, Deep Learning e IA generativa. Estos programas deben desarrollarse y articularse con apoyo de universidades (nacionales e internacionales), instituciones de formación para el trabajo, instituciones de educación básica y media y cámaras de comercio a nivel territorial.

Implementar iniciativas que promuevan el uso ético, responsable y sostenible de la IA en entornos y comunidades educativas (instituciones educativas y Centros de Interés en CTel), lo anterior en el marco de los procesos de formación integral de niñas, niños, adolescentes y jóvenes.

Diseñar e implementar un proceso de asistencia técnica a las entidades territoriales certificadas en educación para la comprensión, socialización y apropiación de las orientaciones curriculares para el área de Tecnología e Informática de la básica y media, con el fin de generar un saber y conocimiento informático alrededor de la IA que faculte a los ciudadanos para construir criterios y establecer límites éticos, así como mitigar y vigilar sus impactos en la sociedad.

Línea de Acción: Fortalecer el capital humano para el diseño, desarrollo, despliegue, uso, monitoreo y evaluación de sistemas de IA

Diseñar, definir e implementar un esquema de incentivos para que el sector productivo pueda promover procesos de Upskilling y Reskilling enfocados en IA en sus trabajadores (colaboradores, empleados, etc.).

Desarrollar programas de formación y sensibilización en IA para todos los servidores públicos del Gobierno nacional promoviendo su incorporación en los Planes Institucionales de Capacitación

-PIC- y en los planes de transformación digital de las entidades. Estos procesos pueden ser de forma directa o mediante alianza con otros actores (universidades, cajas de compensación, BigTech, plataformas MOOC, etc.) de modo que se garantice una amplia cobertura en las entidades públicas del país.

Diseñar e implementar programas de formación, capacitación y alfabetización en IA para población adulta. Estos programas pueden ser formales o no formales con el objetivo de que puedan interactuar con sistemas de IA y también beneficiarse en pro de su desarrollo personal y productivo.

Realizar la identificación a través de la plataforma del Sistema Nacional de Cualificaciones de las competencias digitales y de inteligencia artificial para captar las demandas del sector productivo y su pertinencia con los procesos de formación.

Actualizar y desarrollar una oferta de formación alineada con las necesidades identificadas por el sector productivo. Para este fin, se utilizarán como punto de partida la información disponible en la actualización del Sistema Nacional de Cualificaciones y otra información recolectada por actores relevantes del ecosistema de IA.

Estructurar e implementar la ruta para el reconocimiento de aprendizajes previos en competencias y habilidades digitales para la inteligencia artificial en el marco del Sistema Nacional de Cualificaciones.

Implementar un sistema integrado de información que permita visualizar y hacer seguimiento a la ruta de formación de los ciudadanos (personas). Allí se registrarán los cursos, certificaciones y demás formación a la que la persona haya accedido o culminado, esto con el fin de que se pueda certificar sus conocimientos ante cualquier tipo de organización.

Diseñar e implementar programas de formación, capacitación y alfabetización formal y no formal en IA para población adulta, los cuales estarán orientados a potenciar el desarrollo personal y productivo de las personas.

Formular una estrategia de alfabetización en datos y gestión ética que promueva la comprensión de la importancia de la recopilación y uso de datos para la población, así como la sensibilización sobre la gestión ética del ciclo de vida de los datos para el desarrollo de sistemas de IA en el país.

Elaborar una estrategia de promoción para la implementación de un componente de formación ético transversal para los programas técnicos, profesionales y especializados que estén relacionados con el desarrollo de sistemas de IA con el fin de incentivar el reconocimiento, monitoreo, control y mitigación de los posibles efectos adversos de sistemas de IA.

Línea de acción: Incrementar los niveles de apropiación social del conocimiento en IA

Definir e implementar instrumentos de caracterización y medición que permitan identificar los niveles de apropiación social del conocimiento de la IA en empresas y población en general. Para la recolección de información se tendrá en cuenta la operación estadística disponible e incluirá

enfoques diferenciales, de tal forma que los resultados faciliten el diseño de estrategias de apropiación y divulgación focalizadas.

Formular e implementar una estrategia nacional de apropiación social del conocimiento en IA. Esta incluirá acciones comunicativas diferenciales teniendo en cuenta las características de diversos grupos poblacionales y evidencia sobre sus niveles de apropiación social del conocimiento.

Diseñar una ruta de aprendizaje que permita tanto a la entidad como a la ciudadanía conocer el punto de partida para encaminar su formación de acuerdo con sus habilidades, conocimientos, aptitudes y prioridades para el uso, desarrollo, comprensión y análisis de la IA.

Establecer mecanismos para asesorar técnicamente a los actores de la cuádruple hélice del ecosistema de CTel: sociedad civil, academia, empresa y Estado, en la incorporación, uso y riesgos de la IA en sus actividades de CTel, para lo cual buscarán la articulación con expertos de orden nacional e internacional para la transferencia de conocimiento en los territorios sobre IA.

5.3.5. Riesgos y efectos no deseados relacionados con la IA

Línea de acción: Promover el conocimiento y disminuir las vulnerabilidades con respecto a la IA para fortalecer la confianza y la seguridad digital

Identificar y definir los temas críticos y estratégicos para el Estado colombiano, relacionados con el aprovechamiento seguro y responsable de sistemas de IA. Para esto se establecerán mesas de trabajo con sociedad civil, sector privado, academia, entidades y organismos territoriales. En complemento, a partir de esta identificación, se expedirán los lineamientos necesarios a las entidades públicas para el uso seguro y responsable de sistemas de IA y se adelantarán capacitaciones al respecto a los directivos, jefes de oficina TI, oficiales de seguridad y equipos de TI relacionados con seguridad digital de las entidades públicas del orden nacional y territorial. Lo anterior para generar y establecer el conocimiento necesario para fortalecer la seguridad digital desde el aprovechamiento los sistemas de IA con enfoque a su uso seguro y responsable.

Elaborar, con la intención de mitigar y eliminar vulnerabilidades en la infraestructura tecnológica de las instituciones y organizaciones del país, un modelo técnico de capacidades mínimas en seguridad digital que permita la efectiva identificación, gestión, tratamiento y mitigación de riesgos y amenazas digitales; dirigido a las entidades públicas del orden nacional y del orden territorial. Este modelo indicará las capacidades técnicas (hardware y software), operativas, humanas, administrativas y demás que se consideren necesarias, e incluirá un costeo indicativo de las mismas, al igual que una hoja de ruta guía para su implementación.

Establecer mecanismos de compra pública que faciliten a las entidades públicas del orden nacional la implementación del modelo técnico de capacidades mínimas en seguridad digital que trata la acción anterior. Igualmente se revisarán y establecerán mecanismos que puedan ser aprovechados por entidades del orden territorial para la implementación del modelo mencionado.

Elaborar un documento de recomendaciones sobre las capacidades mínimas que permitan la efectiva identificación, gestión, tratamiento y mitigación de riesgos y amenazas digitales, dirigido al sector privado.

Elaborar un estudio de viabilidad sobre posibles mecanismos vinculantes aplicables al sector privado, respecto a los lineamientos en materia de seguridad digital que sean impartidos. Este estudio deberá definir el esquema de vigilancia y control para el cumplimiento de estos lineamientos y la factibilidad de inclusión de estos y de su esquema de vigilancia y control, como parte de algún marco legal aplicable al sector privado.

Desarrollar un programa único de oferta institucional para dar a conocer los principales lineamientos para hacer un uso seguro y responsable de los sistemas de IA, que permita a las personas, entidades públicas, organizaciones y entidades privadas, una adopción segura, consciente y eficaz de esta tecnología. Estos programas deberán incluir como mínimo: i) cómo se puede hacer un uso responsable de los sistemas de IA; ii) cómo se pueden identificar y cuáles pueden ser los impactos negativos derivados del uso de sistemas de IA; iii) cómo se pueden gestionar y mitigar estos impactos, a partir de un tratamiento responsable y seguro de la información; y iv) las medidas de protección digital que se pueden tomar al respecto. El programa deberá formar y crear conciencia en los temas antes descritos, e incluirá temas estratégicos sobre seguridad digital, con énfasis en los sistemas de IA, dependiendo de las necesidades de conocimiento que cada una de las entidades haya identificado al respecto.

Línea de acción: Monitorear y mitigar el impacto de desplazamiento de mano de obra e inestabilidad laboral por la adopción de sistemas IA

Desarrollar estudios de monitoreo sobre las tendencias en demandas de puestos de trabajo y las alteraciones en el mercado laboral por posible automatización con el fin de orientar las políticas públicas que atiendan las transiciones de mano de obra de manera anticipada.

Diseñar e implementar una estrategia para apoyar la transición de los trabajadores impactados por la automatización a nuevas opciones laborales que minimicen las afectaciones derivadas de la adopción de sistemas de IA.

Diseñar e implementar una estrategia para la protección laboral de trabajadores y trabajadoras ante la automatización de actividades, que incluya planes para la reconversión laboral y reubicación laboral, entre otros.

Línea de acción: Monitorear la vulneración de derechos de privacidad e intimidad de los titulares de datos personales por el uso de la IA

Realizar un informe periódico anual donde se evalúe los efectos negativos del diseño, uso e implementación de sistemas de IA en la privacidad de los titulares de la información personal, incluyendo efectos en el número de denuncias, quejas, investigaciones, incumplimientos y sancione relacionadas derivadas del uso, diseño e implementación de sistemas de IA respecto del régimen

general de protección de datos personales y el régimen de protección de datos personales crediticios y financieros.

Elaborar un estudio comparativo sobre las medidas tomadas internacionalmente para mitigar el impacto de los sistemas de IA en la protección de datos y su posible adopción dentro del marco normativo y regulatorio colombiano. Este estudio deberá contener recomendaciones sobre los asuntos de interés en la materia.

Línea de acción: Monitorear la vulneración de los derechos de propiedad intelectual por el uso de los sistemas de IA

Realizar la medición y evaluación periódica de los efectos de la implementación de sistemas de IA en los distintos procedimientos administrativos y judiciales para la protección de los derechos de PI, el cual deberá incluir un análisis de la relación e impacto de la IA en los derechos de autor y de propiedad industrial.

Formular una estrategia para el fortalecimiento de las capacidades institucionales e instrumentos de política para la protección de los derechos de PI en el uso de sistemas de IA, que tendrá como insumo los informes periódicos que se presenten a la Comisión Intersectorial de Propiedad Intelectual en esta materia.

Línea de acción: Promover equidad, inclusión y sostenibilidad ambiental alrededor del desarrollo y adopción de la IA

Identificar los principales riesgos de sesgos dañinos en los sistemas de IA para el contexto colombiano y su posible afectación a la población colombiana, con especial enfoque en poblaciones vulnerables y grupos étnicos, para mitigar los sesgos y los riesgos que pueden generar a lo largo el ciclo de vida de los sistemas de IA.

Elaborar una serie de guías metodológicas y de información, dirigidas a las entidades públicas del orden nacional y del orden territorial, para identificar, prevenir y minimizar el riesgo de discriminación algorítmica derivado de la adopción de sistemas de IA, con especial enfoque en aquellos sesgos que afectan a poblaciones vulnerables y grupos étnicos. La construcción de estas guías se hará a partir de un enfoque participativo, involucrando actores de la sociedad civil, sector privado, academia, entidades y organismos territoriales, así como incorporarán un enfoque de derechos e interseccional. Dichas guías pueden incluir recomendaciones al sector privado en la materia.

Desarrollar una iniciativa para el cierre de brechas de género en áreas STEM, la cual incorporará criterios para promover el desarrollo y adopción de sistemas de IA, con el objetivo de democratizar el conocimiento.

Implementar enfoques diferenciales e interseccionales en la oferta de formación centrada en IA, incluyendo acciones que permitan que poblaciones diversas puedan fortalecer sus habilidades e

incorporarse en el sistema de IA. Estos enfoques deben incorporarse en toda la fase de implementación de los programas, desde la focalización, hasta la evaluación de los mismos.

Diseñar e implementar incentivos dirigidos especialmente a poblaciones subrepresentadas en el ecosistema de IA, de tal forma que esto facilite el uso, desarrollo y aprovechamiento de los sistemas de IA en poblaciones diversas.

Diseñar una estrategia frente a la distorsión de la veracidad de los datos e información, derivada del uso de sistemas de IA en Colombia, dirigida las entidades públicas, para la identificación y tratamiento de datos e información falsa derivada del uso de sistemas de IA. Esta estrategia deberá considerar medidas para la mitigación de impactos negativos derivados de la información falsa a partir de herramientas (incluyendo aquellas que emplean IA) que garanticen la transparencia en las entidades públicas.

Diseñar una estrategia de concientización respecto a los datos e información falsa derivada del uso de sistemas de IA. Esta estrategia deberá generar criterios para que las personas entiendan este fenómeno, sus impactos y dar a conocer los mecanismos que les permitan comprender el grado de confiabilidad y veracidad de la información que consumen.

Desarrollar un estudio dirigido a identificar los riesgos que existen a nivel ambiental en Colombia inherentes al uso de recursos hídricos, capacidad de energía eléctrica, y aumento en la emisión de gases de efecto invernadero como resultado del uso y desarrollo de la IA en Colombia, que proponga un conjunto de indicadores que permita realizar una medición del impacto de estos riesgos, y el diseño de una metodología de coordinación interadministrativa para la recolección de esta información.

Línea de acción: Monitorear las afectaciones físicas derivadas de los sistemas de IA

Hacer seguimiento para de los incidentes registrados en la Base de Datos de Incidentes de IA (AI Incident Database), o el instrumento que haga sus veces, que puedan ser de interés para el desarrollo digital del país, con el fin generar un boletín informativo periódico que: i) promueva la generación de conciencia sobre los fallos asociados a la adopción de sistemas de IA y ii) que permita a modo proactivo y preventivo la toma de decisiones en torno a sistemas de IA con base a estos incidentes. Lo anterior para mitigar los riesgos y efectos que puedan vulnerar físicamente a las personas a lo largo el ciclo de vida de los sistemas de IA.

5.3.6. Uso y adopción de sistemas de IA

Línea de acción: Fortalecer la adopción de procesos de transformación digital incorporando sistemas de IA en las entidades públicas

Diseñar una estrategia para proveer acompañamiento técnico a las entidades públicas en la exploración de oportunidades de uso de IA, pruebas de concepto, prototipado y desarrollo de bienes públicos digitales relacionados con el aprovechamiento de IA. Esta estrategia se implementará a

través de Hubs de IA y otros mecanismos como convocatorias de innovación abierta, ejercicios de co-creación y trabajo interinstitucional.

Elaborar una estrategia en la que se evalúen los diferentes mecanismos existentes para la compra pública de sistemas de IA, incluyendo, pero no limitándose a mecanismos abreviados de adquisición de bienes y servicios, con el fin de identificar barreras y revisar la necesidad de crear nuevos mecanismos que fomenten la compra de esta tecnología y fortalecer el ecosistema de innovación y emprendimiento en el ámbito tecnológico y gubernamental del país.

Desarrollar una caja de herramientas que contenga lineamientos, formación y acompañamiento para adquisiciones o contratación de productos o servicios basados en IA, de tal forma que se optimicen los procesos contractuales, se promueva la competencia y se garantice la seguridad, equidad y confiabilidad de estos sistemas.

Línea de acción: Fortalecer la adopción de sistemas de IA en el tejido empresarial

Desarrollar un esquema de iniciativas de apoyo a la transformación digital orientado a promover la adopción de sistemas de IA que respondan a necesidades específicas de las empresas tales como apoyo técnico, información, capacitación o construcción de capacidades.

Impulsar el desarrollo de soluciones innovadoras basadas en IA que aborden problemas locales y generen oportunidades económicas para fortalecer el ecosistema IA en el país, apoyando especialmente a emprendedores y startups en comunidades desfavorecidas.

Línea de acción: Aprovechar el potencial del uso de la IA en asuntos económicos, sociales y ambientales

Implementar una estrategia que impulse el uso de la IA y permita aprovechar su potencial en diferentes campos de aplicación, entre los cuales se incluirán: AgroTEC (sector agrícola y agropecuario), AlimenTEC (producción, distribución y comercialización de alimentos), EnergíaTEC (producción, distribución y consumo de energía), AmbienTEC (medio ambiente) BioTEC (biotecnología), FinTEC (finanzas y tecnología), GovTEC (servicios gubernamentales) y LegalTEC (servicios legales).

Promocionar la accesibilidad y la inclusión mediante el uso de la IA para mejorar la participación y la inclusión en el ámbito cultural a través del desarrollo de herramientas y plataformas que faciliten la participación de personas con diversas procedencias, experiencias, contextos o características individuales en la creación y disfrute de expresiones culturales.

Implementar un plan de estímulos para la creación artística mediante herramientas de IA con el fin de fomentar la creatividad digital. Este plan incluirá, entre otros elementos, el diseño de experiencias culturales inmersivas y la personalización de contenidos culturales según las preferencias de audiencias específicas.

Enfocar la protección del patrimonio e infraestructuras culturales mediante sistemas de IA. Estos sistemas podrían ser utilizados para la conservación y protección del patrimonio cultural, como la detección temprana de amenazas, el análisis de datos para la restauración de obras, o la catalogación y clasificación automatizada de archivos históricos.

Realizar una evaluación sobre la pertinencia del uso de una solución basada en IA para profundizar la adopción digital en el catastro multipropósito y así agilizar el proceso de titulación de tierras.

Realizar una evaluación sobre la pertinencia del uso de una solución basada en IA para implementar sistemas de vigilancia y monitoreo en tiempo real en centros penitenciarios con el fin de detectar comportamientos sospechosos o inusuales y mejorando la seguridad.

Realizar una evaluación sobre la pertinencia del uso de una solución basada en IA para realizar el monitoreo y control de botaderos ilegales de basura a cielo abierto a partir del uso de imágenes satelitales u otras fuentes de datos.

Diseñar e implementar una estrategia para fomentar el uso de la IA en las entidades territoriales, con el fin de promover el desarrollo de programas y proyectos que impulsen el desarrollo urbano y ciudades y territorios inteligentes a partir de la IA para la solución de retos ambientales, sociales y económicos.

BORRADOR

BIBLIOGRAFÍA

- 5G Américas. (2024). *The evolution of 5G Spectrum*. Retrieved from <https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2024/01/WP-Evolution-of-5G-Spectrum-1.pdf>
- ACOPI. (2019). *MYPIMES Y COMPRAS PÚBLICAS EN COLOMBIA*. BOGOTÁ: PUBLICACIÓN ACOPI.
- Adams et al. (2024). *Global Index on Responsible AI 2024*. Retrieved from <https://global-index.ai/methodology>
- Adams, R. A. (2024). *Global Index on Responsible AI 2024 (1era Edición)*. South Africa: Global Center on AI Governance.
- ANDI. (2020). *Encuesta de Transformación Digital*. Retrieved from <https://www.bogotaescala.com/wp-content/uploads/2021/11/descargable-transformacion-digital-industrias-4-2020.pdf>
- ANDI. (2020). *Encuesta de Transformación Digital de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia*. Retrieved from <https://www.bogotaescala.com/wp-content/uploads/2021/11/descargable-transformacion-digital-industrias-4-2020.pdf>
- Artificial, C. -C. (2023). *Índice latinoamericano de inteligencia artificial*. CENIA.
- Baldé, C., Kuerhr, R., Yamamoto, T., McDonald, R., D'Angelo, E., Althaf, S., . . . Khetriwal, D. (2024). *Global E-waste Monitor 2024*. International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR).
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2023). *Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial*. Retrieved from https://indicelatam.cl/wp-content/uploads/2023/09/ILIA-ESP_compressed.pdf
- Banco Mundial. (2023, Junio). *Economía Digital para América Latina y el Caribe Diagnóstico de país: Colombia*. Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/88948415-77f6-41fb-a8c0-5d8d415134b5>
- Banrep. (2014). *El fenómeno de El niño en Colombia: caracterización y posible impacto*. Retrieved from <https://publicaciones.banrepcultural.org/index.php/emisor/article/view/7891/8271>
- BID. (2023). *Deep Tech: La nueva ola*. Retrieved from BID Web Site: <https://publications.iadb.org/es/publications/spanish/viewer/Deep-tech-la-nueva-ola.pdf>
- BID. (2024). *Efectos del fenómeno "El Niño" en la Región Andina*. Retrieved from <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/Efectos-del-FEN-en-la-Region-Andina--una-aproximacion-empirica.pdf>
- CAF. (2023). *Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial (ILIA)*. Retrieved from <https://indicelatam.cl/>
- CAF. (2024, Mayo 10). *Diseño de políticas públicas de inteligencia artificial. Desarrollo de habilitadores para su implementación en América Latina y el Caribe*. Retrieved from <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/2241>
- CCE. (2023). *Histórico Tienda Virtual del Estado Colombiano*. Retrieved from <https://www.colombiacompra.gov.co/tienda-virtual-del-estado-colombiano/historico-tvec>
- CENIA. (2023). *Centro Nacional de Inteligencia Artificial*. Retrieved from ILIA- Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial: <https://indicelatam.cl/wp-content/uploads/2023/08/ILIA-2023.pdf>
- CENIA. (2023). *Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial*.
- Centro Nacional de Inteligencia Artificial. (2024). *Índice Latinoamericano de Inteligencia Artificial*. Chile: CEPAL.
- Collet, C., Neff, G., & Gouvea, L. (2022). *Los efectos de la IA en la vida laboral de las mujeres*. París: UNESCO, OCDE, BID.
- Colombia Compra Eficiente. (2022). *CCE*. Retrieved from <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiaWJhZWVIMzItYmVlMC00ZDVmLTljMWItMWJjZmJmMzVkNzYzIiwidCI6IjdiMDkwNDFlTj0tNDIiLC00Y2I2LTc5ZDVIM2Q4YzFzSIsImMiOiJr9>
- Colombia Compra Eficiente. (2022). *Informe de Contratación*. Retrieved from <https://www.larepublica.co/analisis/juan-pablo-herrera-saavedra-401993/contratacion-publica-en>

- colombia-en-cifras-y-diseno-de-mecanismos-3590584#:~:text=Con%20corte%20diciembre%20de%202022,13%2C3%25%20del%20PIB.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social . (2020). *Departamento Nacional de Planeación*. Retrieved from DNP: <https://www.dnp.gov.co/conpes/Paginas/buscador-conpes-aprobados.aspx>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2021, Diciembre 20). *CONPES 4069: POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN 2022-2031*. Retrieved from CONPES Sitio web : <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4069.pdf>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2021). *CONPES 4070 de 2021*. Retrieved from CONPES 4070 DE 2021 LINEAMIENTOS DE POLÍTICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4070.pdf>
- Consejo Privado de Competitividad, C. (2023). *Informe Nacional de Competitividad 2023-2024*. Retrieved from <https://compite.com.co/informe/informe-nacional-de-competitividad-2023-2024/>
- DANE. (2023, Julio 28). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica Servicios y comercio (EDITS VIII) 2020-2021*. Retrieved from DANE. Página Web : <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/EDITS/bol-EDITS-2021.pdf>
- DANE . (2024, Abril). *Exportaciones* . Retrieved from DANE Sitio web: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/exportaciones>
- DANE. (2020). *ENCUESTA DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES EN EMPRESAS (ENTIC EMPRESAS) 2020* . Bogotá: DANE.
- DANE. (2020). *ENTIC Empresas*. Retrieved from https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/entic/bol_entic_empresas_2020.pdf
- DANE. (2022). *Boletín técnico, Índice de Capacidad Estadística Territorial (ICET)*.
- DANE. (2022). *Cuenta Satélite Ambiental*. Retrieved from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-satelite/cuenta-satelite-ambiental-csa>
- DANE. (2022). *EDUC*.
- DANE. (2022, Diciembre 29). *Encuesta de Inversión en Investigación y Desarrollo*. Retrieved from DANE Sitio Web: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-inversion-en-investigacion-y-desarrollo-i-d#:~:text=En%202021%2C%20la%20inversi%C3%B3n%20total,8%25%20del%20total%2C%20respectivamente>
- DANE. (2022). *Encuesta Nacional de Calidad de Vida*.
- DANE. (2022). *Encuesta Pulso Empresarial del DANE*. Retrieved from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-interno/encuesta-pulso-empresarial>
- DANE. (2022). *ENTIC*.
- DANE. (2023). *Mesa de estandarización de conceptos*.
- Departamento Nacional de Estadística (DANE). (2022). *Encuesta de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Empresas (ENTIC Empresas)*. Retrieved from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/tecnologias-de-la-informacion-y-las-comunicaciones-tic/encuesta-de-tecnologias-de-la-informacion-y-las-comunicaciones-en-empresas-entic-empresas>
- Departamento Nacional de Planeación . (2024). *Mapa de Inversiones* . Retrieved from Departamento Nacional de Planeación, Sitio web: https://mapainversiones.dnp.gov.co/Home/Resultados?CENTRO_NEGOCIO=2
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). *Política Nacional de Explotación de Datos (Big Data)*.
- DNP. (2018). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. Retrieved from https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/PND_2018-2022/pdf/bases-pnd-2018-2022.pdf

- DNP. (2023). *Estrategia Nacional Digital 2023-2026*. Retrieved from https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Digital/EVENTOS/END_Colombia_2023_2026.pdf
- DNP. (2023). *Misiones*. Retrieved from https://www.dnp.gov.co/LaEntidad_/misiones
- DNP. (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia Potencia Mundial de la Vida"*. Retrieved from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/plan-nacional-de-desarrollo-2022-2026-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.pdf>
- DNP. (n.d.). *Estrategia Nacional Digital de Colombia*. Retrieved from https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Digital/EVENTOS/END_Colombia_2023_2026.pdf
- Earth.org. (2024, 06 28). *The Green Dilemma: Can AI Fulfil Its Potential Without Harming the Environment?* Retrieved from <https://earth.org/the-green-dilemma-can-ai-fulfil-its-potential-without-harming-the-environment/>
- Education First. (2023). *Índice EF de nivel de inglés. Una clasificación de 113 países y regiones en función de su nivel de inglés*. . Education First.
- Elías D. Niño-Ruiz, J. P. (2020). *Colombia y la nueva revolución industrial*. Medellín: Universidad EAFIT, Universidad del Norte.
- Emerging Technology Observatory. (2024). *Emerging Technology Observatory*. Retrieved from <https://cat.eto.tech/?dataset=Investment&expanded=Summary-metrics%2CCross-border-investment%2CChanges-over-time%2CTop-companies&countries=Brazil%2CColombia%2CArgentina%2CChile%2CUruguay%2CMexico&country-Groups=Quad>.
- European Commission. (2024). AI Watch.
- Everypixel. (2023). La IA ha creado tantas imágenes como los fotografías en 150 años. Estadísticas para 2023. *Everypixel Journal*.
- Foro Económico Mundial (FEM). (2023). *Global Risks Report 2023*. Retrieved from <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2023/>
- Foro Económico Mundial (FEM). (2023). *Global Risks Report 2023*. Retrieved from <https://es.weforum.org/publications/global-risks-report-2023/>
- Foro Económico Mundial (FEM). (2024). *Global Risks Report 2024*. Retrieved from <https://www.weforum.org/publications/global-risks-report-2024/>
- Global Center on AI Governance. (2024). *Global Index on Responsible AI 2024*. Retrieved from <https://global-index.ai/Region-South-and-Central-America>
- Grant, G. (2024). *El uso que hacen de la Inteligencia Artificial los piratas y los titulares de los derechos en la industria musical*. WIPO.
- Grupo Banco Mundial. (2023). *Gestión del riesgo de desastre*. Retrieved from <https://www.bancomundial.org/es/topic/disasterriskmanagement/overview>
- Gupta et al. (2020). *Chasing Carbon: The Elusive Environmental Footprint of Computing*. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/2011.02839>
- Gutiérrez y Muñoz Cadena. (2023). Adopción de sistemas de decisión automatizada en el sector público. *GIGAPP Estudios Working Papers*.
- Hankins, E. F. (2023). *Government AI Readiness Index 2023*. Oxford Insights.
- IBM. (2022). *Global AI Adoption Index*. Retrieved from <https://www.acis.org.co/portal/content/el-despliegue-constante-de-inteligencia-artificial-contin%C3%BAa-en-colombia-1-de-cada-4-empresas>
- IBM. (2023, diciembre 22). *¿Qué es el sesgo de la IA?* Retrieved from <https://www.ibm.com/es-es/topics/ai-bias>
- IEA. (2021). *Data Centres and Data Transmission Networks*. Retrieved from <https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks>
- IESE. (2024). *IESE Cities in Motion Índice 2024*. Retrieved from <https://citiesinmotion.iese.edu/indicecim/>

- IIG. (2024, 06 28). *Understanding algorithms in Computer Science*. Retrieved from <https://www.iig.ch/en-en/blog/computer-science/algorithm-computer-science-definition-and-understanding>
- IMD. (2024). *Smart City Observatory Rankings*. Retrieved from <https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/rankings/>
- International Labour Organization. (2023). *Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality*.
- International Labour Organization. (2023). *Generative AI and jobs: A global analysis of potential effects on job quantity and quality*.
- Ipsos. (2024). *THE IPSOS AI MONITOR 2024*.
- IPSOS. (2024). *The Ipsos AI Monitor 2024*. Ipsos Napoleón Franco.
- ITU . (2020). *Guía para la evaluación de competencias digitales* . Retrieved from https://academy.itu.int/sites/default/files/media2/file/eBAT_20-00227_20-00325_1f_Digital_Skills_assessment_Guidebook-S.pdf
- ITU y Banco Mundial. (2024). *Measuring the Emissions and Energy Footprint of the ICT Sector - Implications for Climate Action*. Retrieved from <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099121223165540890/pdf/P17859712a98880541a4b71d57876048abb.pdf>
- KPMG. (2024). *Colombia Tech Report 2023-2024 1*.
- LEE. (2023). *Colombia y el mundo: bajos resultados en las pruebas PISA 2022. Informe análisis estadístico No. 84*. Pontificia Universidad Javeriana . Laboratorio de Economía de la Educación.
- LEE. (2024). *El rol crucial de la Niña y la Mujer en la Ciencia*. Pontificia Universidad Javeriana. Laboratorio de Economía de la Educación.
- LEE. (2024). *Pruebas Saber 11: una década de análisis. Informe análisis estadístico No. 92*. Pontificia Universidad Javeriana. Laboratorio Economía de la Educación.
- McKinsey & Company. (2019). *Confronting the risks of artificial intelligence*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/confronting-the-risks-of-artificial-intelligence#/>
- McKinsey_Company. (2019). *Confronting the risks of artificial intelligence*.
- McKinsey_Company. (2023). *Autonomous driving's future: Convenient and connected*.
- MEN. (2021). *IV Educación Superior en Colombia*. Retrieved from https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-416059_recurso_13.pdf
- MEN. (2022). *Caracterización de necesidades de conectividad en las sedes educativas incluido el contexto regional*. Ministerio de Educación Nacional.
- MEN. (2022, Julio). *Orientaciones Curriculares para el Área de Tecnología e Informática en Educación Básica y Media* . Ministerio de Educación Nacional.
- Microsoft. (2023). *Qué impacto tendrá la Inteligencia Artificial en el futuro de la seguridad*. Retrieved from <https://news.microsoft.com/es-es/2023/03/09/que-impacto-tendra-la-inteligencia-artificial-en-el-futuro-de-la-seguridad/>
- Microsoft. (2024, Marzo 05). *Con su Laboratorio de IA, Microsoft y EAFIT habilitan un ecosistema para potenciar y democratizar la inteligencia artificial*. Retrieved from Microsoft: <https://news.microsoft.com/es-xl/con-su-laboratorio-de-ia-microsoft-y-eafit-habilitan-un-ecosistema-para-potenciar-y-democratizar-la-inteligencia-artificial/>
- Microsoft y PwC. (2018). *How AI can enable a Sustainable Future*. Retrieved from <https://www.pwc.co.uk/sustainability-climate-change/assets/pdf/how-ai-can-enable-a-sustainable-future.pdf>
- MinCiencias. (2024). *Informe de los Diálogos Regionales en Inteligencia Artificial*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- MinEnergía. (2023). *Colombia apuesta a la aplicación de un estándar mundial de sostenibilidad con el apoyo de la Cooperación Económica y Desarrollo (SECO) de Suiza y la Asociación Internacional de Energía hidroeléctrica (IHA)*. Retrieved from <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias->

- index/colombia-como-uno-de-los-l%C3%ADderes-latinoamericanos-en-energ%C3%ADa-hidroel%C3%A9ctrica-le-apuesta-a-la-aplicaci%C3%B3n-de-un-est%C3%A1ndar-mundial-de-sostenibilidad-con-el-apoyo-de-la-coop
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2024, Febrero). *Hoja de Ruta para el Desarrollo y Aplicación de la Inteligencia Artificial en Colombia*. Retrieved from <https://inteligenciaartificial.minciencias.gov.co/wp-content/uploads/2024/02/Hoja-de-Ruta-Adopcion-Etica-y-Sostenible-de-Inteligencia-Artificial-Colombia-1.pdf>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2024). *Hoja de Ruta para el Desarrollo y Aplicación de la Inteligencia Artificial en Colombia*. Retrieved from https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/hoja_de_ruta_adopcion_etica_y_sostenible_de_inteligencia_artificial_colombia_0.pdf
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2024). *Informe de los diálogos regionales en inteligencia artificial*. Bogotá: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.
- MinTIC. (2022). *Plan Nacional de Infraestructura de Datos*. Retrieved from https://mintic.gov.co/portal/715/articles-198952_resolucion_00460_2022.pdf
- MinTIC. (2022). *Resolución MinTIC 460 de 2022*. Retrieved from https://www.mintic.gov.co/portal/715/articles-198952_resolucion_00460_2022.pdf
- MinTrabajo. (2021). *Resultado del estudio de identificación de Brechas de Capital Humano para el sector TIC*.
- MinTrabajo. (2022). *Principales resultados de la aplicación de la encuesta "Conociendo las necesidades del talento humano"*. Ministerio del Trabajo.
- Naciones Unidas, O. (2022). *Reporte de Gobierno Electronico 2022*. Retrieved from <https://biblioguias.cepal.org/gobierno-digital/un-egovernment-survey>
- National Cyber Security Centre (NCSC). (2023, junio 13). *AI and cyber security: what you need to know*. Retrieved from https://www.ncsc.gov.uk/guidance/ai-and-cyber-security-what-you-need-to-know#section_4
- National Institute of Standards and Technology (NIST). (2023). *Artificial Intelligence Risk Management Framework*. Retrieved from <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.100-1.pdf>
- NIST. (2023). *Artificial Intelligence Risk Management Framework*.
- OCDE. (2019). *Recommendation on the Council on Artificial Intelligence*. Retrieved from [https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449#:~:text=a\)AI%20systems%20should%20be,safety%20and%20for%20security%20risks](https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449#:~:text=a)AI%20systems%20should%20be,safety%20and%20for%20security%20risks).
- OCDE. (2021). *Executive Summary of the Roundtable on Data Portability, Interoperability and Competition*. Retrieved from [https://one.oecd.org/document/DAF/COMP/M\(2021\)1/ANN2/FINAL/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DAF/COMP/M(2021)1/ANN2/FINAL/en/pdf)
- OCDE. (2022). *Measuring the Environmental Impacts of Artificial Intelligence Compute and Applications: The AI Footprint*. Retrieved from <https://www.oecd.org/publications/measuring-the-environmental-impacts-of-artificial-intelligence-compute-and-applications-7babf571-en.htm>
- OCDE. (2023). *2023 OECD Open, Useful and Re-usable data (OURdata) Index*. Retrieved from https://www.oecd.org/en/publications/2023/12/2023-oecd-open-useful-and-re-usable-data-ourdata-index_cc9e8a9e.html
- OCDE. (2023). *The state of implementation of the OECD AI Principles four years on*. Retrieved from OECD Artificial Intelligence Papers: <https://doi.org/10.1787/835641c9-en>
- OCDE. (2024). *Artificial Intelligence and the Changing Demands for Skills in the Labour Market*.
- OCDE. (2024). *Governing with Artificial Intelligence: Are governments ready?* Retrieved from OECD Artificial Intelligence Papers: <https://doi.org/10.1787/26324bc2-en>
- OECD. (2010). *Recommendation of the Council on Information and Communication Technologies and the Environment*. Retrieved from <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0380>
- OECD. (2024, Junio). *Investments in AI and data*. Retrieved from OECD. AI Policy Observatory: <https://oecd.ai/en/data?selectedArea=investments-in-ai-and-data&selectedVisualization=vc-investments-in-ai-by-country-and-industry>
- OECD. (2024). *OECD Going Digital Toolkit*. Retrieved from <https://goingdigital.oecd.org/dimension/jobs>

- OECD. (2024). *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence (Updated)*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2023). *Consumer Vulnerability In The Digital Age*. Retrieved from <https://www.oecd.org/publications/consumer-vulnerability-in-the-digital-age-4d013cc5-en.htm>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). (2024). *The OECD Truth Quest Survey*. Retrieved from https://www.oecd.org/en/publications/the-oecd-truth-quest-survey_92a94c0f-en.html#:~:text=This%20survey%20assesses%20whether%20some,any%20role%20in%20its%20detection.
- Oxford Insights. (2023). *Government AI Readiness Index*.
- Oxford Insights. (2023, Diciembre 6). *Government AI Readiness Index 2023*. Retrieved from Oxford Insights Web site: <https://oxfordinsights.com/wp-content/uploads/2023/12/2023-Government-AI-Readiness-Index-1.pdf>
- PasswordManagers.co. (2020, junio 2). *Cybersecurity Exposure Index (CEI) 2020*. Retrieved from <https://passwordmanagers.co/cybersecurity-exposure-index/>
- PricewaterhouseCoopers (PwC). (2024 a). *La IA generativa empuja los límites de la IA responsable*. Retrieved from <https://www.pwc.com/co/es/pwc-insights/ia-generativa-limites-responsable.html>
- PricewaterhouseCoopers (PwC). (2024). *Global Digital Trust Insights de 2024 de PwC Colombia*. Retrieved from Tendencias de la ciberseguridad en Colombia: Poniendo la seguridad en el centro de la innovación: <https://www.pwc.com/co/es/publicaciones/digital-trust-insights/2024/digital-trust-insights-2024-pwc-colombia.pdf>
- Property Rights Alliance. (2023). *International Property Rights Index*. Retrieved from Property Rights Alliance Web Site: <https://www.internationalpropertyrightsindex.org/compare/country?id=96,95,81,79,101>
- Red Iberoamericana de Protección de Datos. (2019). *Recomendaciones Generales para el Tratamiento de Datos en la inteligencia Artificial*. Retrieved from <https://www.redipd.org/sites/default/files/2020-02/guia-recomendaciones-generales-tratamiento-datos-ia.pdf>
- Reuters Institute. (2023). *Digital News Report 2023*. Retrieved from https://reutersinstitute.politics.ox.ac.uk/sites/default/files/2023-06/Digital_News_Report_2023.pdf
- Scimago. (2023). *Scimago Journal and Country Rank*. Retrieved from <https://www.scimagojr.com/countryrank.php?category=1702®ion=Latin%20America>
- SCOPUS. (2024). *Scopus Database*. Retrieved from <https://www.scopus.com/>
- SIC. (2024, Enero 26). *Más de 2.300 quejas al mes recibe la Superintendencia de Industria y Comercio por temas relacionados con infracciones al régimen de protección de datos personales*. Retrieved from Superintendencia de Industria y Comercio Página web: <https://www.sic.gov.co/NotiSIC/episodio/1/m%C3%A1s-de-2300-quejas-al-mes-recibe-la-superintendencia-de-industria-y-comercio-por-temas-relacionados-con-infracciones-al-r%C3%A9gimen-de-protecci%C3%B3n-de-datos-personales>
- Sumsub. (2024). *Crecimiento de Deepfakes y tendencias de fraude de identidad en LATAM*.
- The Alan Turing Institute. (2024, 06 28). *The Alan Turing Institute*. Retrieved from Frequently asked questions: <https://www.turing.ac.uk/about-us/frequently-asked-questions>
- Tortoise. (2023). *The Global AI Index*. Tortoise.
- Tortoise Media. (2023, Junio). *The Global AI Index*. Retrieved from Tortoise Web site: <https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai/#data>
- UNCTAD. (2023). *Technology and Innovation Report 2023*. Retrieved from UNCTAD Web site: <https://unctad.org/tir2023>
- UNESCO. (2021). *Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial*. Obtenido de https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380455_spa
- UNESCO. (2021). *UIS.Stat*. Retrieved from UIS.Stat: <http://data.uis.unesco.org/>
- UNESCO. (2022). *K-12 AI curriculaA mapping of government-endorsed AI curricula*.

- UNESCO. (2023). *Inteligencia Artificial centrada en los Pueblos Indígenas: perspectivas desde América Latina y el Caribe*. Montevideo: UNESCO.
- UNESCO. (2024). Draft AI competency frameworks for teachers and for school students. UNESCO.
- UNICEF. (2022, mayo 11). *¿Cómo detectar 'fake news' en Colombia?* Retrieved from <https://www.unicef.org/colombia/casicaigo>
- United Nations University. (2023). *Artificial Intelligence-Powered Disinformation and Conflict*.
- UPME. (2020). *Plan Estratégico Nacional 2020-2050*. Retrieved from https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/PEN_2020_2050/Plan_Energetico_Nacional_2020_2050.pdf
- US Chamber of Commerce. (2023). *Global IP Index*.
- Wells, D. (2024, Marzo). *The Next Paradigm-Shattering Threat? Right-Sizing the Potential Impacts of Generative AI on Terrorism*. Retrieved from <https://www.mei.edu/publications/next-paradigm-shattering-threat-right-sizing-potential-impacts-generative-ai-terrorism>
- WILEY. (2021). *Digital Skills Gap Index*.
- WIPO. (2023). Base de datos PATENTSCOPE.
- Wu et al. (2022). *Sustainable AI: Environmental Implications, Challenges and Opportunities*. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/2111.00364>

BORRADOR