

Documento CONPES

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

3975

POLÍTICA NACIONAL PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Departamento Nacional de Planeación
Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
Departamento Administrativo de la Presidencia de la República

Versión aprobada

Bogotá, D.C., 8 de noviembre de 2019

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL CONPES

Iván Duque Márquez
Presidente de la República

Marta Lucía Ramírez Blanco
Vicepresidenta de la República

Nancy Patricia Gutiérrez Castañeda
Ministra del Interior

Carlos Holmes Trujillo García
Ministro de Relaciones Exteriores

Alberto Carrasquilla Barrera
Ministro de Hacienda y Crédito Público

Margarita Cabello Blanco
Ministra de Justicia y del Derecho

Luis Fernando Navarro Jiménez
Ministro de Defensa Nacional (E)

Andrés Valencia Pinzón
Ministro de Agricultura y Desarrollo Rural

Juan Pablo Uribe Restrepo
Ministro de Salud y Protección Social

Alicia Victoria Arango Olmos
Ministra de Trabajo

María Fernanda Suárez Londoño
Ministra de Minas y Energía

José Manuel Restrepo Abondano
Ministro de Comercio, Industria y Turismo

María Victoria Angulo González
Ministra de Educación Nacional

Ricardo José Lozano Picón
Ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Jonathan Malagón González
Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio

Sylvia Cristina Constaín Rengifo
Ministra de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

Ángela María Orozco Gómez
Ministra de Transporte

Carmen Inés Vásquez Camacho
Ministra de Cultura

Ernesto Lucena Barrero
Ministro de Deporte

Luis Alberto Rodríguez Ospino
Director General del Departamento Nacional de Planeación

Juan Sebastián Robledo Botero
Subdirector General Sectorial (E)

Amparo García Montaña
Subdirectora General Territorial

Resumen ejecutivo

El presente documento CONPES formula una política nacional para la transformación digital e inteligencia artificial. Esta política tiene como objetivo potenciar la generación de valor social y económico en el país a través del uso estratégico de tecnologías digitales en el sector público y el sector privado, para impulsar la productividad y favorecer el bienestar de los ciudadanos, así como generar los habilitadores transversales para la transformación digital sectorial, de manera que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la Cuarta Revolución Industrial (4RI).

El centro de esta política es la transformación digital, ya que este fenómeno está cambiando radicalmente la sociedad y es uno de los principales motores de la 4RI. Esto conlleva grandes retos para Colombia por la pérdida de oportunidad del país para generar valor económico y social, a través del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).

Para alcanzar el objetivo trazado, es necesario, primero, disminuir las barreras que impiden la incorporación de tecnologías digitales, tanto en el ámbito empresarial como en las entidades del Estado; segundo, crear las condiciones habilitantes para la innovación digital, privada y pública como medio para aumentar la generación de valor económico y social mediante nuevos procesos y productos; tercero, fortalecer las competencias del capital humano que faciliten la inserción de la sociedad colombiana en la 4RI; y finalmente, desarrollar condiciones habilitantes para preparar a Colombia para los cambios económicos y sociales que conlleva la inteligencia artificial (IA), reconociendo esta tecnología como un acelerador clave de la transformación digital.

Sin embargo, esta política no desconoce la importancia de otras tecnologías digitales de la 4RI como el Internet de las cosas, la robótica, la computación cuántica, entre otras, pues se proyecta que en un futuro estas podrían generar un impacto económico positivo, así como retos para la formulación de políticas públicas.

Teniendo en cuenta que el tema abordado es de carácter transversal a todos los sectores del país, se requerirá de la participación de diferentes entidades e instancias tales como el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, el Ministerio del Trabajo, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales y la Consejería Presidencial para Asuntos Económicos y Transformación Digital,

entre otras. El logro de las condiciones descritas se dará en un período de cinco años, con una inversión total aproximada de de 121.619 millones de pesos.

Clasificación: O14, O33.

Palabras clave: transformación digital, inteligencia artificial, competitividad, innovación, emprendimiento, habilidades y capacidades Tecnologías de Información y Comunicaciones, Cuarta Revolución Industrial, Industria 4.0.



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	8
2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN	10
2.1. Tecnologías digitales para la eficiencia del sector público.....	11
2.2. Generación de habilidades digitales en la ciudadanía	14
2.3. Tecnologías digitales para mayor productividad en el sector privado	16
2.4. Justificación.....	18
3. MARCO CONCEPTUAL	19
3.1. Conceptos claves.....	19
4. DIAGNÓSTICO.....	23
4.1. Barreras para la adopción de tecnologías digitales	25
4.2. Baja promoción y gestión de la innovación basada en el uso de tecnologías digitales	30
4.3. Baja disponibilidad de capital humano idóneo para los retos de la 4RI	34
4.4. Falta de preparación para los cambios económicos y sociales en Colombia que conlleva la IA	36
5. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA	38
5.1. Objetivo general	38
5.2. Objetivos específicos	39
5.3. Plan de acción	39
5.3.1. Disminuir las barreras que impiden la incorporación de tecnologías digitales en el sector privado y en el sector público, para facilitar la transformación digital del país	39
5.3.2. Crear condiciones habilitantes para la innovación digital en los sectores público y privado, con el propósito que sea un mecanismo para el desarrollo de la transformación digital.....	43
5.3.3. Fortalecer las competencias del capital humano para afrontar la 4RI, con el fin de asegurar el recurso humano requerido	47
5.3.4. Desarrollar condiciones habilitantes para preparar a Colombia para los cambios económicos y sociales que conlleva la IA e impulsar otras tecnologías de la 4RI.	50
4.4. Seguimiento.....	55
4.5. Financiamiento.....	55
6. RECOMENDACIONES.....	58

GLOSARIO	60
ANEXOS	61
BIBLIOGRAFÍA	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Desempeño en políticas clave para la transformación digital en entidades del orden nacional.....	24
Gráfico 2. Barreras y desafíos que enfrentan las empresas para lograr una transformación digital exitosa	26
Gráfico 3. Respuestas de las empresas a la pregunta: ¿por qué motivos no cuenta con un área, dependencia o persona encargada de los temas TIC?	27
Gráfico 4. Porcentaje de empresas que usan herramientas TIC.....	27
Gráfico 5. Perfilamiento para las mipymes en Colombia.....	28
Gráfico 6. Desempeño según el Índice detallado por política en áreas clave para la transformación digital en entidades del orden nacional	29
Gráfico 7. Inversión de las empresas en tecnologías emergentes	31
Gráfico 8. Impacto de las TIC en nuevos productos y servicios, según el <i>Readiness for the Future of Production Report</i> (2018)	32
Gráfico 9. <i>Global Innovation Index</i> 2018, subpilar efectividad del Gobierno y subpilar servicios en línea del Gobierno	33
Gráfico 10. Nuevas habilidades requeridas / impacto en áreas TI, por tecnología disruptiva a nivel mundial.....	35
Gráfico 11. Índice de preparación para la automatización elaborado por <i>The Economist</i> y ABB	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de seguimiento.....	55
Tabla 2. Financiamiento estimado indicativo de la política	56

SIGLAS Y ABREVIACIONES

4RI	Cuarta Revolución Industrial
5G	Quinta generación de tecnologías de telefonía móvil
ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DIAN	Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
DNP	Departamento Nacional de Planeación
FURAG	Formulario Único Reporte de Avances de la Gestión
I+D	Investigación y Desarrollo
IA	Inteligencia Artificial
INNPULSA	Unidad de Gestión de Crecimiento Empresarial de Colombia
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet de las cosas)
KVD	Kioscos Vive Digital
MIPG	Modelo Integrado de Planeación y Gestión
Mipyme	Micro, pequeñas y medianas empresas
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PAS	Plan de Acción y Seguimiento
PIB	Producto Interno Bruto
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PVD	Puntos Vive Digital
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SNCI	Sistema Nacional de Competitividad e Innovación
STEM+A	Acrónimo de <i>Science, Technology, Engineering, Maths and Arts</i> (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Artes)
TI	Tecnologías de la Información
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

1. INTRODUCCIÓN

El mundo se encuentra en camino a la Cuarta Revolución Industrial (4RI), caracterizada por la aparición de nuevas tecnologías que están fusionando el mundo físico, digital y biológico (Schwab, 2016). Esta revolución está cambiando de manera estructural la forma en la que vivimos, trabajamos e interactuamos, y por lo tanto impacta todas las disciplinas existentes e incluso los modelos económicos predominantes. Estos cambios pueden verse en todos los sectores, por ejemplo, en la agricultura donde cada vez aumentan las oportunidades de usar datos recogidos por sensores e imágenes satelitales, para tomar decisiones que aumenten la productividad de cultivos o en el sector salud, donde los robots y la inteligencia artificial están apoyando procedimientos médicos como las cirugías y el análisis de imágenes diagnósticas, entre otros.

Esta revolución ha dado nacimiento, entre otras, a la economía digital, la industria 4.0 y el uso extendido de la inteligencia artificial (IA), como tecnología sobre la cual se sustentan múltiples soluciones que están teniendo gran impacto en la eficiencia y la productividad. Bajo este contexto, la transformación digital hace referencia específicamente a los efectos económicos y sociales derivados de la digitalización, el uso de las tecnologías digitales y los datos para el desarrollo de nuevos productos y servicios (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE, 2019).

Para profundizar en el significado de la transformación digital es necesario entender la relación que existe entre la digitalización, el uso de las tecnologías digitales y los datos. La digitalización representa la conversión de datos y procesos análogos hacia formatos que pueden ser entendidos y manipulados por máquinas (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE, 2019). Por lo tanto, gracias a las tecnologías digitales es posible convertir cada vez más datos y procesos a estos formatos, que también generan nuevos datos que pueden ser manipulados de nuevas formas. Todo esto da origen a una serie de capacidades para la innovación o la creación de nuevos modos de hacer las cosas en distintos sectores económicos. Además, dado que la transformación digital ha sido catalogada como un proceso de transformación social, en la formulación de políticas públicas debe contemplarse su posible impacto en la profundización de diferencias sociales e inequidad.

Este contexto tecnológico abre un nuevo panorama en el mundo, donde las industrias basadas en tecnologías de punta superan los niveles de productividad y rendimientos de las industrias tradicionales. En el caso específico de Colombia también se observan cambios importantes, por ejemplo, según la *Encuesta mensual de servicios* 2019 del Departamento

Administrativo Nacional de Estadística (DANE)¹, en el primer trimestre de 2019 se incrementaron en un 14 % los ingresos nominales correspondientes al desarrollo de sistemas informáticos y procesamiento de datos, y en un 11 % el personal ocupado en esas actividades, en comparación con el mismo período del año 2018. Otros efectos se perciben en el entorno educativo, donde un 4 % de los estudiantes que presentaron la Prueba PISA 2015 manifestaron interés por trabajar en ocupaciones relacionadas con las TIC, mientras que en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) el promedio de estudiantes es del 2,6 %. Para ramas de ingeniería y ciencia hay un comportamiento similar, ya que el 12,2 % de los estudiantes colombianos presentan interés en dichas disciplinas frente a un 8,8 % de los estudiantes en países OCDE.

Si bien la contribución del sector servicios (el cual se beneficia de la transformación digital) a la generación de valor económico y social² en Colombia aumentó entre en 2011 (56,7 %) y 2016 (62,4 %) (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE, 2019) es posible acelerar este avance a través de la transformación digital, ya que hoy la 4RI es una realidad. No hacerlo podría implicar una pérdida de oportunidad para generar valor económico y social a través del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) e insertarse de forma decidida en la 4RI.

Con la desaceleración de los precios internacionales de los productos básicos, la economía colombiana necesita una nueva estrategia de crecimiento, y la transformación digital podría ofrecer las herramientas adecuadas para transformar a Colombia de una economía basada en productos básicos y recursos naturales, a una economía basada en conocimiento cuya fuente de alto valor son los servicios agregados.

Colombia ha avanzado hacia esta transformación desde hace varios años con la implementación de diversas políticas en la materia, sin embargo, existe evidencia que demuestra que estos esfuerzos han sido insuficientes. El ritmo de transformación ha sido lento comparado con el resto del mundo, como se evidencia en la pérdida de posiciones en indicadores internacionales como el Índice de Desarrollo de Gobierno Electrónico (del puesto 31 en 2010 al 61 en 2018) y el Índice de Competitividad Digital (del puesto 49 en 2014 al 58 en 2019).

¹ La Encuesta mensual de servicios es una operación estadística por medio de la cual el DANE obtiene la información de las variables principales del sector servicios para el análisis de su evolución en el corto plazo (DANE, 2019).

² Valor económico y social: Esta generación de valor es entendida como la provisión de bienes públicos para brindar respuestas efectivas y útiles frente a las necesidades sociales. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3920.pdf>

El objetivo del Gobierno nacional es superar esta problemática, por lo tanto, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2018-2022 *Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad* señala que las tecnologías digitales deben ser entendidas como habilitantes para la agregación de valor en la economía, generadoras de nuevos negocios y puerta de entrada a la Industria 4.0. Por su parte, a través del Pacto VII, *Pacto por la transformación digital de Colombia: Gobierno, empresas y hogares conectados con la era del conocimiento*, se propone un nuevo marco analítico y de estrategias para que el país se encamine hacia una sociedad digital y de la Industria 4.0. Este nuevo marco conlleva varios desafíos, los cuales se abordarán mediante la formulación de la presente política pública.

Este documento CONPES *Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial* plantea las condiciones para potenciar la generación de valor social y económico en Colombia a través del uso estratégico de tecnologías digitales de manera amplia, involucrando al sector público y el sector privado con énfasis en el uso de las TIC como herramientas para impulsar la productividad y favorecer el bienestar de los ciudadanos, quienes son los beneficiarios y consumidores de los bienes y servicios que se producen. Así mismo, busca que se den las condiciones necesarias para el impulso de la IA como uno de los aceleradores más importantes de este proceso en la actualidad, sin desconocer el potencial de otras tecnologías digitales. Todo lo anterior con el objetivo de aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la 4RI.

Este documento se desarrolla en seis secciones, incluyendo esta introducción. La segunda sección abarca los antecedentes y justificación para la presente política, y la tercera sección presenta su marco conceptual. En la cuarta sección se expone el diagnóstico frente a cada uno de los problemas identificados en torno a la transformación digital. Posteriormente, en la quinta sección se define la política mediante la cual se busca acelerar la transformación digital y facilitar la inserción del país en la 4RI. Finalmente, la sexta sección presenta las recomendaciones al Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES).

2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

Dado el contexto tecnológico que se ha desarrollado en el mundo en la última década, Colombia ha implementado diversas estrategias que mediante el uso de las TIC buscaban alcanzar una mayor productividad, eficiencia y bienestar social. Sin embargo, como se mostrará en esta sección, las intervenciones en esta materia en el sector público y el sector privado no han logrado crear una visión unificada que permita abarcar intersectorialmente la transformación digital, generando disparidades tanto en los niveles de madurez de

adopción tecnológica como en los niveles de eficiencia y competitividad de los diferentes sectores económicos del país.

Es necesario destacar que la conectividad es una condición habilitante necesaria para alcanzar la transformación digital y por tanto una herramienta indispensable para reducir la brecha digital entre zonas rurales-urbanas y entre estratos socioeconómicos.

Por lo anterior y reconociendo su importancia, los retos específicos de conectividad están siendo abordados simultáneamente por el Gobierno nacional a través de otros instrumentos de política pública como el Plan TIC 2018 -2022 *El futuro digital es de todos* y el Documento CONPES 3968 *Declaración de Importancia Estratégica del Proyecto de desarrollo, masificación y acceso a Internet nacional, a través de la fase II de la iniciativa de incentivos a la demanda de acceso a Internet* ³, entre otros, los cuales buscan el acceso universal y la inclusión social digital.

2.1. Tecnologías digitales para la eficiencia del sector público

Con el objetivo de contribuir en la construcción de un Estado más eficiente, transparente, participativo, y que preste mejores servicios a los ciudadanos, el Gobierno nacional ha realizado esfuerzos orientados a la transformación digital en el sector público.

A partir del Documento CONPES 3072 *Agenda de conectividad*⁴ aprobado en el año 2000, se desarrolló el Decreto 1151 de 2008⁵, el cual estableció la *Estrategia de gobierno en línea*. Esta estrategia estaba orientada a alcanzar una visión unificada del Estado, un acceso equitativo y multicanal a los servicios gubernamentales, la protección de la información del individuo y la credibilidad y confianza en el gobierno en línea. De esta manera, se implementaron los primeros trámites en línea, servicios en línea, ventanilla única virtual e Intranet gubernamental. Así mismo, se determinó la elaboración de un manual de políticas y estándares para la gestión de información, trámites y servicios del Estado colombiano a través de medios electrónicos. Esta política sentó las bases de gobierno electrónico para Colombia e inició la construcción de un Gobierno más eficiente.

³ Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3968.pdf>

⁴ Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3072.pdf>

⁵ Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en Línea de la República de Colombia, se reglamenta parcialmente la Ley 962 de 2005, y se dictan otras disposiciones.

En el año 2010 se formuló el Documento CONPES 3650 *Importancia Estratégica de la Estrategia de gobierno en línea*⁶, donde el gobierno electrónico se conceptualiza como el uso de las TIC para mejorar los servicios ofrecidos a los ciudadanos, aumentar la eficiencia y eficacia de la gestión pública, la transparencia del Estado y la participación ciudadana. Este documento desarrolló acciones para ampliar los servicios de gobierno en línea e Intranet gubernamental. En el año 2012 se actualizan los lineamientos para la *Estrategia de gobierno en línea* con el Decreto 2693⁷ con el fin de garantizar el máximo aprovechamiento de las TIC⁸. Como resultado de estas políticas se da pie a la automatización de trámites y servicios y procesos de atención para el Gobierno.

En el año 2015 se realiza una nueva actualización de la Estrategia de gobierno en línea mediante el Decreto 1078⁹. Esta norma plantea una visión más unificada de la digitalización, a través de los ejes sectoriales de intervención que facilitan la masificación de la oferta y la demanda del gobierno en línea. Esta política logró focalizar las acciones para la implementación de la estrategia de gobierno en línea, a través de sus cuatro componentes: TIC para servicios; TIC para gobierno abierto; TIC para la gestión; y seguridad y privacidad de la información en las entidades de Gobierno.

En el año 2018 se subroga la Estrategia de gobierno en línea con el Decreto 1008¹⁰, estableciendo la Política de gobierno digital bajo los principios de innovación, competitividad, proactividad y seguridad de la información. Esta política muestra una visión más unificada de la transformación digital, pues abarca dentro de sus lineamientos las TIC de manera transversal a diferentes sectores. Esta política amplió el alcance de la política al abordar el gobierno digital, estableciendo principios orientadores y al dirigir sus componentes y habilitadores en el funcionamiento de las entidades públicas y la relación sociedad-Estado.

⁶ Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3650.pdf>

⁷ Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en Línea de la República de Colombia, se reglamentan parcialmente las Leyes 1341 de 2009, 1450 de 2011, y se dictan otras disposiciones.

⁸ Entre algunas se destacan acciones para trámites y servicios automatizados, trámites y servicios en línea enfocados en la población vulnerable, cumplimiento de estándares, mecanismos tendientes a garantizar el acceso e intercambio de información en el marco de interoperabilidad, acceso a toda la información pública sin perjuicio de las restricciones de ley y en procesos de participación por medios electrónicos.

⁹ Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

¹⁰ Por el cual se establecen los lineamientos generales de la política de Gobierno Digital y se subroga el capítulo 1 del título 9 de la parte 2 del libro 2 del Decreto 1078 de 2015, Decreto Único Reglamentario del sector TIC.

Además de los decretos y documentos CONPES mencionados, los cuales dan cuenta de la evolución de la Estrategia de gobierno en línea a la Estrategia de gobierno digital, en 2018 se aprobó el Documento CONPES 3920 *Política Nacional de Explotación de Datos (Big Data)*¹¹. El propósito central de esta política es aumentar el aprovechamiento de datos en Colombia, mediante el desarrollo de condiciones para que estos sean gestionados como activos generadores de valor social y económico en el país. Esta política ha habilitado el uso intensivo de datos y su aprovechamiento en Colombia.

Puede verse que cada uno de los decretos y documentos CONPES antes mencionados han realizado un aporte incremental para el desarrollo de lo que es hoy la transformación digital en Colombia, y aunque su balance es positivo, se puede observar que las políticas establecidas se dirigieron específicamente al Gobierno. Sólo hasta en las más recientes políticas se hace inclusión de otros sectores y de la ciudadanía y sus objetivos se desplazan de la eficiencia gubernamental hacia la generación de valor social y económico en Colombia. Por otro lado, ninguna de estas trató con profundidad la transformación digital de manera que Colombia aprovechara las oportunidades y enfrentara los retos relacionados con la 4RI.

Ahora bien, el PND 2018-2022 *Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad* es el primero en otorgarle un rol protagónico a la transformación digital de la sociedad dentro del desarrollo económico y social del país. En el Pacto *VII Pacto por la transformación digital de Colombia* se plantean dos vías complementarias para la transformación digital: en primer lugar, se hace referencia a la masificación de Internet de banda ancha e inclusión digital para toda la población colombiana. Esto tiene como objetivo crear condiciones habilitantes para la masificación de las TIC a través del fortalecimiento del marco normativo del sector; en segundo lugar, la transformación digital se enfoca en la implementación de las tecnologías digitales avanzadas (tales como *blockchain*, IoT, IA, entre otras) y en la búsqueda de una relación más eficiente, efectiva y transparente entre mercados, ciudadanos y Estado. Su objetivo principal es impulsar la transformación digital de la administración pública y la promoción del desarrollo y gestión del talento para la transformación digital. Adicionalmente, el PND 2018-2022 a través del Pacto V *Pacto por la ciencia, la tecnología y la innovación* aboga por el desarrollo de procesos de innovación pública en el diseño, formulación e implementación de iniciativas digitales que busquen dar respuesta a retos públicos de alta complejidad e incertidumbre.

En 2019, el Gobierno nacional expide la Directiva presidencial 02 *simplificación de interacción digital entre los ciudadanos y el Estado*, con el propósito de mejorar la provisión

¹¹ Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3920.pdf>

de servicios digitales de confianza, calidad y que generen valor. A partir de esto nace el Portal Único del Estado Colombiano, el cual busca ser el único punto de acceso digital del ciudadano con los trámites, servicios, información pública, ejercicios de participación y colaboración que ofrecen las entidades públicas de la rama ejecutiva del orden nacional.

En este mismo año la Ley 1955¹² del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 estableció mediante el artículo 205 que se diseñará y formulará una política pública que permita, entre otros, caracterizar las condiciones de prestación de servicio y las modalidades de protección y seguridad social que se puedan generar del uso de aplicaciones y plataformas.

Estas nuevas políticas comienzan a tratar en profundidad la transformación digital enfocada en que Colombia inicie el aprovechamiento de las oportunidades relacionadas con la 4RI, aunque por su reciente expedición requieren que se promuevan condiciones que faciliten su desarrollo y que a la fecha no están dadas en Colombia.

En síntesis, los esfuerzos de política pública en materia de transformación digital y apropiación de las TIC en el sector público se orientan hacia la mejora en las relaciones externas de las entidades de Gobierno, a través de la prestación de servicios más eficientes. Esto demuestra un avance importante en el compromiso para la transformación digital del país, sin embargo y dados los rápidos avances del mundo hacia la 4RI, es necesario acelerar estas medidas y generar nuevas que se adicionen a lo ya construido y que además de mejorar la gestión de las entidades del Estado en un mundo digitalizado, permitan a Colombia enfrentar los retos relacionados con la 4RI.

2.2. Generación de habilidades digitales en la ciudadanía

Las tecnologías digitales han sido ampliamente reconocidas a nivel mundial por la contribución positiva en los diferentes componentes sociales, desde el desarrollo humano hasta la sostenibilidad ambiental (Banco Mundial, 2016). En Colombia, se han implementado acciones para la masificación y apropiación de las TIC en la población a través del sector educativo y la ampliación de cobertura en el país.

Una de las primeras iniciativas para mejorar el contexto digital en el país se realizó en 1999 mediante el Documento CONPES 3063 *Programa de donación masiva de*

¹² Por medio de la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022.

*computadores a colegios públicos "Computadores para Educar"*¹³. Este programa todavía se encuentra en funcionamiento y tiene como objetivo fortalecer la apropiación TIC mediante la formación a docentes y estudiantes. El programa ha obtenido amplia notoriedad por la entrega de terminales¹⁴ en instituciones educativas públicas, sin embargo, una reciente evaluación del programa arrojó como resultado que los impactos positivos están concentrados en los docentes y las zonas urbanas, lo que plantea el reto de aumentar la apropiación en los estudiantes y las zonas rurales (Universidad Nacional de Colombia, 2017).

En el año 2009, se expide la Ley 1341¹⁵ de 2009 que tiene, entre otros objetivos, facilitar el libre acceso y sin discriminación de los habitantes del territorio nacional a la sociedad de la información¹⁶, y en ese sentido esta ley propicia que todo colombiano tiene el derecho al acceso a las TIC. En consecuencia, uno de sus propósitos principales es que el Estado facilite el acceso y uso de las TIC, permita el despliegue y uso eficiente de la infraestructura, la formación de talento humano y el carácter transversal de las TIC como pilares para la consolidación de la sociedad de la información y del conocimiento en Colombia. En 2019, mediante la aprobación de la Ley 1978¹⁷ de 2019 se moderniza la Ley 1341, introduciendo cambios importantes como una serie de principios orientadores para la ejecución de las políticas TIC, focalizados en la maximización del bienestar social, con especial énfasis en la población pobre y vulnerable, y en zonas rurales.

Además, se han desarrollado programas de alto impacto en la masificación de las TIC en la ciudadanía. En el período comprendido entre 2010 y 2018 se hicieron esfuerzos para cumplir con este propósito a través de la implementación del Programa Plan Vive Digital. Este programa estaba encaminado a la construcción de una sociedad digital y constaba de dos etapas: el Plan Vive Digital 2010-2014 y el Plan Vive Digital para la Gente 2014-2018.

¹³ Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3063.pdf>

¹⁴ Terminal (de telecomunicación): equipo conectado a una red de telecomunicación para proporcionar acceso a uno o más servicios específicos. (Recomendación UIT-R V.662-2 Términos y Definiciones – UIT,2000).

¹⁵ Por la cual se definen Principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las TIC-, se crea la Agencia Nacional del Espectro y se dictan otras disposiciones.

¹⁶ La sociedad de la información es aquella en la cual las tecnologías que facilitan la creación, distribución y manipulación de la información juegan un papel importante en las actividades sociales, culturales y económicas debe estar centrada en la persona, integradora y orientada al desarrollo, en que todos puedan crear, consultar, utilizar y compartir la información y el conocimiento, para que las personas, las comunidades y los pueblos puedan emplear plenamente sus posibilidades en la promoción de su desarrollo sostenible y en la mejora de su calidad de vida (<https://mintic.gov.co/portal/inicio/5305:Sociedad-de-la-Informacion>).

¹⁷ Por la cual se moderniza el sector de las TIC, se distribuyen competencias, se crea un Regulador Único y se dictan otras disposiciones.

El Plan Vive Digital 2010 -2014 impulsó la masificación de Internet, por medio del desarrollo del ecosistema digital en el país a través del fortalecimiento de sectores de infraestructura, servicios, aplicaciones y usuarios. De ahí, se desplegaron los programas Puntos Vive Digital y Kioscos Vive Digital en busca de promover la regionalización en el uso y apropiación de las TIC, y el desarrollo de sus competencias y habilidades. En la evaluación de impacto de este programa, se evidenció en los usuarios mayores hábitos de uso y apropiación de Internet, mejora en los procesos educativos y en la construcción de un tejido social en las comunidades.

A partir de los logros alcanzados en la primera fase, se desarrolló la segunda etapa Plan Vive Digital para la Gente 2014-2018, centrada en incentivar el desarrollo de aplicaciones con utilidad social, mejorar la eficiencia y transparencia del Gobierno y promover y fortalecer la formación del talento digital con apoyo de las TIC. Así se continúan ejecutando programas y acciones para la generación de contenidos y aplicaciones, apropiación TIC y masificación de Internet como la implementación de la cuarta generación de tecnologías de telefonía móvil, el proyecto nacional de fibra óptica, emprendimiento digital (Apps.co), teletrabajo, fortalecimiento de la industria software, entre otras iniciativas.

Aunque se lograron grandes avances en masificación de las TIC¹⁸ en todos los sectores, es necesario resaltar que en Colombia aún existen grandes desafíos para cumplir con el compromiso de la transformación digital, debido a que este nuevo contexto tecnológico que representa la 4RI, exige cada vez mayores habilidades y capacidades cognitivas a las personas para desenvolverse adecuadamente. También hay que adicionar que existen enormes barreras de adopción y brecha digital entre los sectores rurales, urbanos y entre clases sociales. Una significativa parte de la población colombiana es excluida de los beneficios socioeconómicos de la transformación digital, prolongando la persistencia de las brechas de desigualdad en el país. En este sentido, es necesario replantear las estrategias de las políticas ya desarrolladas en esta materia y redirigirlas para suplir las nuevas necesidades de la 4RI como uno de los primeros avances hacia la evolución tecnológica. Por lo tanto, es necesario garantizar la generación de estas habilidades TIC en toda la población.

2.3. Tecnologías digitales para mayor productividad en el sector privado

La implementación de las tecnologías digitales en el sector privado ayuda a incrementar la eficiencia, la productividad, los ingresos, facilita la entrada a nuevos mercados, mejora el

¹⁸ A través de los programas de Kioscos Vive Digital (KVD) y Puntos Vive Digital (PVD) se instalaron 5.650 kioscos y 893 puntos respectivamente, y con Proyecto Nacional de Fibra Óptica se logró beneficiar 1.808 instituciones públicas y 1.073 municipios en operación. Los programas KVD y PVD han presentado problemas de sostenibilidad financiera en la ejecución de su contrato. En la actualidad el Ministerio de las TIC se encuentra en búsqueda de alternativas financieras para la continuación de estas soluciones comunitarias.

nivel de empleo, el nivel salarial y el nivel de innovación empresarial, entre otros beneficios. Así mismo, mejora en la experiencia del consumidor y la generación de nuevos modelos de negocio que aumentan la competitividad empresarial. Así, aunque en Colombia se ha avanzado en políticas más integradas hacia la apropiación de las TIC y la transformación digital desde los diferentes sectores, todavía no se considera como un eje decisivo de las políticas de competitividad y productividad del país.

En 2008 se formuló el Documento CONPES 3527 *Política Nacional de Productividad y Competitividad*¹⁹, el cual estaba orientado principalmente a incrementar la competitividad del sector privado y su formación de capital humano. En esta política se señalaba la implementación de las TIC como una de sus principales acciones, sin embargo, lo que se plasmó en este documento no se materializó totalmente en la práctica, pues se observa que el acceso y uso de tecnologías digitales, incluso hasta el día de hoy, no es uno de los componentes estratégicos y transversales del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI) del país²⁰.

Para el año 2009, mediante el Documento CONPES 3582 *Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*²¹, se generaron lineamientos para contribuir a la transformación productiva del país, centrando su visión estratégica en la integración del conocimiento científico, tecnológico, talento humano e innovación como elementos fundamentales para el incremento de la productividad. Por consiguiente, esta política desarrolló un programa de transformación productiva donde el sector de las TIC fue identificado como uno de los sectores o áreas estratégicas de focalización de recursos y acciones, dada su participación en la producción de bienes y servicios de alto contenido científico y tecnológico.

Más adelante, en el 2010 se aprobó el Documento CONPES 3620 *Lineamientos de política para el impulso del comercio electrónico en Colombia*²², el cual planteaba que una mayor apropiación de los medios electrónicos para el comercio generaría una reducción en costos y eficiencias a lo largo de la economía, lo cual contribuiría favorablemente a la

¹⁹ Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3527.pdf>

²⁰ El Sistema Nacional de Competitividad fue creado por el Gobierno nacional mediante el Decreto 2828 de 2006. Hoy se denomina Sistema Nacional de Competitividad e Innovación y tiene como objetivo integrar los esfuerzos de las instituciones y demás actores relacionados con la formulación, ejecución y seguimiento de las políticas que afectan la competitividad del país.

²¹ Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3582.pdf>

²² Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3620.pdf>

competitividad del país. Sin embargo, estudios recientes evidencian que hoy en día el comercio electrónico enfrenta posibles barreras que inhiben su crecimiento y también requiere un impulso desde el Gobierno nacional (Comisión de Regulación de Comunicaciones, 2017).

En 2016, con el Documento CONPES 3866 *Política Nacional de Desarrollo Productivo*²³ se buscó desarrollar instrumentos que permitieran resolver fallas de mercado, de gobierno o de articulación a nivel del sector productivo y del entorno competitivo, para aumentar la productividad y la diversificación del aparato productivo colombiano. Si bien este documento CONPES establece una nueva forma de abordar el desarrollo productivo en el país, la incorporación de las tecnologías digitales en el proceso productivo no es un eje central y articulador de esta política.

Finalmente, en 2019, se expide el Decreto 1651²⁴, que entre sus disposiciones organiza el SNCI, reglamenta sus componentes, actores, funcionamiento y articulación con los demás sistemas e instancias territoriales, en aras de fortalecer la competitividad. Dicho decreto establece un marco articulado para el fomento y desarrollo de la innovación y la competitividad en Colombia, que es necesario desarrollar a través de diferentes acciones y políticas complementarias.

De todo lo anterior se puede concluir que en el sector productivo las tecnologías digitales han desempeñado un papel secundario en todas las etapas de la cadena de valor del proceso productivo. En general, estas políticas se han enfocado en la formación de capital humano y capacidades productivos, pero no se observa una articulación de las políticas públicas para el uso de tecnologías digitales en los procesos productivos y de innovación que ocurren en Colombia.

2.4. Justificación

Teniendo en cuenta que los retos globales planteados por la transformación digital y la 4RI demandan la preparación de los gobiernos para favorecer la generación de valor económico y social (CEPAL, 2016), en los antecedentes se evidenció que en Colombia la política pública existente hasta ahora tiene tres limitaciones que deben ser superadas: (i) las políticas de transformación digital han estado más orientadas al Gobierno con el fin de hacer más eficiente la relación ciudadano-Estado, no obstante, si bien hay avances en la materia, se hace necesario acelerar el paso para estar a la vanguardia de los desarrollos más recientes en el campo de gobierno digital; (ii) dada la velocidad del cambio tecnológico que se

²³ Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3866.pdf>

²⁴ Por el cual se adiciona el título 8 a la Parte 1 del Libro 2 del Decreto 1081 de 2015, Decreto Reglamentario Único del Sector Presidencia de la República, para establecer la organización y funcionamiento del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación.

experimenta, el país todavía debe fomentar en la ciudadanía los conocimientos y las habilidades digitales necesarias para afrontar los cambios en las estructuras económicas y sociales que trae la 4RI; (iii) las políticas de competitividad y productividad han incorporado las tecnologías digitales, aunque no con la relevancia y profundidad que exige la 4RI.

3. MARCO CONCEPTUAL

La 4RI se caracteriza por una fusión de tecnologías que está borrando las líneas entre las esferas física, digital y biológica, con una velocidad exponencial, alcance e impacto sin precedentes para casi todas las industrias en todos los países. La amplitud y profundidad de estos cambios anuncian la transformación de sistemas completos en producción, en gestión, en gobierno y en la vida cotidiana (Schwab, 2016).

La transformación digital es una característica de la 4RI, ya que es un proceso de explotación de tecnologías digitales que tiene la capacidad de crear nuevas formas de hacer las cosas en todos los sectores económicos, generando nuevos modelos de desarrollo, procesos y la creación de productos y servicios, que a su vez producen valor, principalmente a través de la digitalización que representa la conversión de datos y procesos análogos hacia formatos que pueden ser entendidos y manipulados por máquinas (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE, 2019). La transformación digital y la digitalización son transversales a todos los sectores económicos, lo que ha permitido que surjan nuevos conceptos como el de *economía digital* e *industria 4.0*.

Es importante resaltar que la transformación digital se está caracterizando por el uso generalizado de la IA, debido a que aumenta el potencial de las máquinas para entender y manipular datos derivados de la digitalización. Incluso muchas otras tecnologías propias de esta revolución dependen del desarrollo de la IA. Esto explica que las estimaciones de Gartner señalen que a 2020, la IA será prioridad para más del 30 % de CIOs de empresas encuestados a nivel mundial y que las habilidades más demandadas serán aquellas relacionadas con IA (Andrews, 2017).

Teniendo en cuenta el potencial descrito para la IA, se han establecido principios para el desarrollo de la IA en Colombia, que por su relevancia hacen parte de este marco conceptual.

3.1. Conceptos claves

Economía digital: la economía digital hace referencia a una amplia gama de actividades económicas que utilizan información y conocimiento digitalizados como factores clave de producción. En este contexto, las tecnologías digitales se utilizan para recopilar,

almacenar, analizar y compartir información digitalmente y transformar las interacciones sociales. La economía digital también impregna todos los aspectos de la sociedad, influyendo en la forma en que las personas interactúan y provocando amplios cambios sociológicos (Asian Development Bank, 2018).

Industria 4.0: la industria 4.0 hace referencia a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor a través de sistemas de fabricación apoyados por tecnología. Es una aproximación basada en la integración de los procesos comerciales y de fabricación, así como de todos los actores de la cadena de valor de una empresa (proveedores y clientes), donde el sistema de ejecución se basa en la aplicación de sistemas ciber físicos y tecnologías como Internet de las cosas, robótica, *Big Data* y realidad aumentada, para el desarrollo de procesos de fabricación más inteligentes, que incluyen dispositivos, máquinas, módulos de producción y productos que pueden intercambiar información de forma independiente y controlarse entre sí, permitiendo un entorno de fabricación inteligente (Rojko, 2017) (Pereira, 2017).

Los sistemas tecnológicos integrados con control descentralizado y conectividad avanzada que caracterizan a la industria 4.0 recopilan e intercambian información en tiempo real con el objetivo de identificar, rastrear, monitorear y optimizar los procesos de producción. Además, presentan un amplio soporte de software basado en versiones descentralizadas y adaptadas de sistemas de ejecución de fabricación y planificación de recursos empresariales para una integración perfecta de los procesos de fabricación y comerciales. Otro aspecto importante es el manejo de una gran cantidad de datos recopilados de los procesos, máquinas y productos. Por lo general, los datos se almacenan en un almacenamiento en la nube (Rojko, 2017).

Inteligencia artificial: es un campo de la informática dedicado a resolver problemas cognitivos comúnmente asociados con la inteligencia humana o seres inteligentes, entendidos como aquellos que pueden adaptarse a situaciones cambiantes. Su base es el desarrollo de sistemas informáticos, la disponibilidad de datos y los algoritmos.

PRINCIPIOS PARA EL DESARROLLO DE LA IA EN COLOMBIA

La IA es una tecnología que puede tener un sinnúmero de beneficios, pero también hay una serie de riesgos que la sociedad colombiana deberá enfrentar y mitigar, como su posible impacto en la profundización de diferencias sociales e inequidad. En ese sentido, Colombia debe enmarcar sus acciones y estrategias bajo unos principios adaptativos que ayuden a reducir la falta de preparación del país para aprovechar las oportunidades relacionadas con la adopción y desarrollo de esta tecnología.

Así se procurará balancear la necesidad de proteger a los colombianos y el cuidado de generar regulaciones excesivas. Además, fomentará la innovación y confianza en la IA asegurando a su vez el respeto por los derechos humanos y los valores democráticos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE, 2019). En ese sentido, se definen 14 principios para el desarrollo de la IA en el país:

- | | |
|---|--|
| <p>1 Creación del mercado de inteligencia artificial: Colombia se convertirá en un laboratorio para la creación de un mercado propio de IA en el que interactúen diseñadores, proveedores, intermediarios y consumidores de esta tecnología. Este mercado se convertirá a su vez en el centro dinamizador del naciente ecosistema de 4RI en el país.</p> <p>3 Políticas basadas en evidencia y métricas de impacto para la regulación: toda regulación que impacte el desarrollo de IA en Colombia debe ir acompañada de evidencia que soporte la necesidad de intervención del Estado, con el fin de evitar convertirse en una limitante injustificada para el desarrollo de un mercado competitivo de IA. Así mismo, con este enfoque se estimulará el análisis costo-beneficio en la creación de la nueva regulación y en la imposición de medidas administrativas aplicables a la IA.</p> | <p>2 Priorización de las innovaciones creadoras de mercado: para la creación de un mercado de IA en Colombia, el Gobierno nacional generará condiciones propicias para el desarrollo de innovaciones creadoras de mercado con el potencial de jalonar el desarrollo de talento y los cambios regulatorios requeridos.</p> <p>4 Experimentación regulatoria: Colombia debe adoptar modelos de regulación novedosos que permitan a las entidades regulatorias y de supervisión conocer las últimas tecnologías y a los emprendedores experimentar nuevos modelos. Así mismo, es esencial considerar un enfoque de gobernanza de la IA basado en riesgos que debe ser promovido dentro de las entidades del Gobierno y el sector privado.</p> |
|---|--|

5 Infraestructura de datos de fácil acceso:

Colombia debe seguir desarrollando una infraestructura de datos completa y que permita el diseño e implementación de sistemas de IA en el país, priorizando la creación e identificación de bases de datos masivos que sean interoperables y contengan información estructurada, así como disminuyendo barreras innecesarias e injustificadas al acceso a datos, para los desarrolladores de esta tecnología. También se deben generar modelos para que entidades de diversos sectores localizadas en Colombia o en el exterior puedan compartir e intercambiar información de forma rápida y sencilla. Esto significa que la regulación de protección de datos debe garantizar los derechos de los ciudadanos bajo un marco de gestión del riesgo.

7 Marco ético para la IA y seguridad:

el Gobierno nacional reconoce que el uso de IA conlleva una serie de desafíos éticos que deben ser considerados y atendidos por el Estado, tales como, justicia, libertad, no discriminación, transparencia, diseño responsable, seguridad, privacidad y el rol de los derechos humanos, entre muchos otros. Estos principios deben ser discutidos y construidos con el apoyo del sector privado y la comunidad científica y académica del país experta en la materia.

9 Ambiente de experimentación para desarrollar políticas de talento:

el Gobierno nacional debe fomentar las habilidades y las metodologías más efectivas para que los colombianos puedan adoptar la IA, reconociendo los efectos que esta tecnología también puede tener entre la población adulta, facilitando el aprendizaje a cualquier edad y la

6 Mercado de IA como generador de equidad e inclusión:

Colombia debe desarrollar condiciones específicas que permitan que la IA pueda ser dirigida a consumidores no tradicionales y a mejorar la calidad de vida de los colombianos, en especial a aquella población pobre y vulnerable, así como para cerrar brechas entre zonas urbanas y rurales, entre otros ejemplos.

8 Compromisos creíbles y producto de consensos:

Colombia debe implementar una política creíble y que sea reconocida a nivel internacional que genere seguridad jurídica para la inversión. Esto también requiere la creación de consensos entre diversos sectores que permita un efecto duradero de esta política en el país y con efecto transversal. Así mismo, deben definirse mecanismos y respuestas institucionales que faciliten la coordinación entre distintas entidades del Estado.

10 El rol estratégico de las universidades y la investigación académica en la creación del mercado de inteligencia artificial:

Colombia debe fomentar proyectos académicos de inteligencia artificial que se desarrollen en los centros de educación superior del país, para que puedan servir a la construcción del mercado de IA. Para esto, es vital que investigadores y estudiantes tengan los elementos y el acompañamiento suficiente para emprender,

posibilidad de implementar programas de entrenamiento intensivo y rápido.

11 Atracción de talento internacional: el Gobierno nacional debe estimular la creación de un mercado en IA, por medio de la creación de programas que permitan que expertos en la materia de todo el mundo vean en Colombia un mercado atractivo en el cual trabajar. Con esto se busca que Colombia pueda convertirse en un referente mundial en temas de inteligencia artificial, generando alianzas internacionales que permitan este reconocimiento.

13 El Estado como facilitador y usuario de la IA: el Estado debe brindar todas las condiciones para que distintos sectores desarrollen y participen de forma competitiva en el mercado de IA. El Estado debe convertirse en uno de los grandes usuarios de esta tecnología para dar solución a los distintos retos que enfrenta el sector público. De esta forma, el mercado de IA debe servir como una fuente de soluciones para el sector público impulsado por emprendedores.

generando puntos de interacción con la empresa privada.

12 Políticas sobre futuro del trabajo basadas en evidencia: el Gobierno nacional debe realizar un seguimiento al mercado laboral para obtener evidencia oportuna sobre los efectos propios de esta tecnología en el mercado laboral. Esta evidencia permitirá diseñar medidas para enfrentar los posibles efectos negativos de esta tecnología en el empleo e implementar medidas que den una protección real al trabajador.

14 Acceso continuo a conocimiento de la comunidad internacional: Colombia reconoce el liderazgo internacional de ciertos países e instituciones a en el desarrollo de la IA. Por lo tanto, es necesario tener un intercambio con entidades internacionales líderes en el tema y generar estrategias para tener un intercambio constante, mitigando las asimetrías de información a través de una interacción permanente con la comunidad internacional, especialmente de la región.

Cabe señalar que, estos principios sobre IA, así como el marco que generan, pueden estar abiertos a cambios conforme a la evolución de esta tecnología o de las condiciones socioeconómicas requeridas para su implementación.

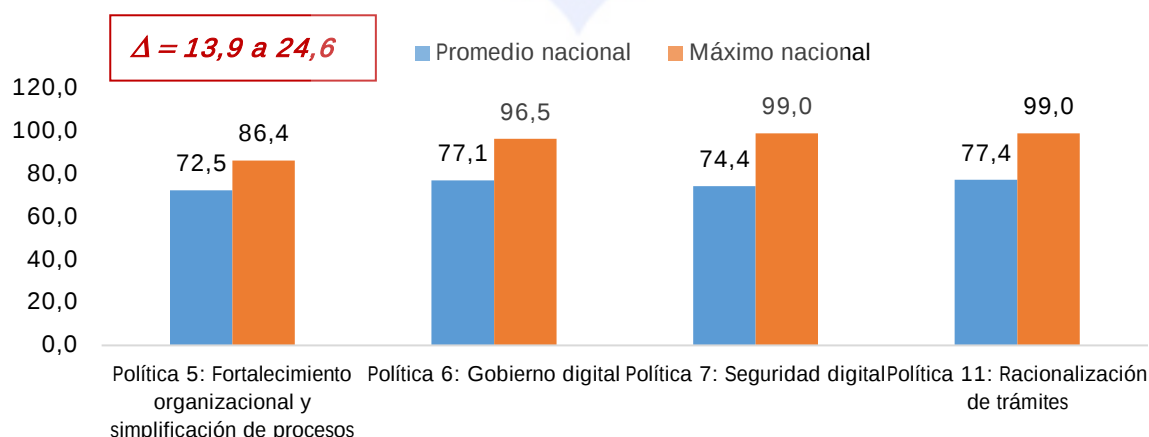
4. DIAGNÓSTICO

El Ranking Mundial de Competitividad Digital mide la capacidad de una economía para adoptar y explotar tecnologías digitales que transformen prácticas gubernamentales, modelos de negocio, y que incrementen las oportunidades de creación de valor en un futuro (IMD World Competitiveness Center, 2018). El resultado para el año 2019 de este ranking deja a Colombia en el puesto 58 dentro de un grupo de 63 países. Para el año 2014 el país ocupaba el puesto 49, es decir, se ha dado una pérdida de 9 posiciones entre los años 2014 y 2019.

Otro índice relevante es el *e-Government Development*, el cual presenta el estado del desarrollo del gobierno electrónico en los miembros de la Organización de las Naciones Unidas. En este índice, Colombia muestra una disminución pronunciada en la posición ocupada en el mundo, pasando del puesto 31 en 2010 al 61 en 2018. Dentro de los países de América, Colombia pasó del puesto 3 en 2010 al 9 en 2018.

Por otro lado, el país presenta un rezago en el desarrollo de políticas que actúan como pilares clave o habilitadores para la transformación digital. Al evaluar estas políticas que hacen parte del Modelo Integrado de Planeación y Gestión (MIPG), a través de los reportes del Formulario Único Reporte de Avances de la Gestión (FURAG)²⁵, se observa el desempeño alcanzado por las entidades del orden nacional en cada una de estas políticas (Gráfico 1). Esta medición evidencia que la diferencia entre el promedio nacional y el puntaje máximo nacional oscila entre los 13,9 y los 24,6 puntos. Estas diferencias dejan ver que el desempeño de las entidades del orden nacional no es adecuado con respecto a las políticas que dan sustento a la transformación digital.

Gráfico 1. Desempeño en políticas clave para la transformación digital en entidades del orden nacional



Fuente: elaboración DNP con resultados FURAG-Función Pública, 2018.

²⁵ El Formulario Único Reporte de Avances de la Gestión (FURAG) es una herramienta en línea del Modelo Integrado de Planeación y Gestión (MIPG) a través de la cual se capturan, monitorean y evalúan los avances sectoriales e institucionales en la implementación de las políticas de desarrollo administrativo de la vigencia anterior al reporte. El FURAG abarca las siete dimensiones del MIPG (talento humano, direccionamiento estratégico y planeación, gestión para resultados con valores, evaluación de resultados, información y comunicación, gestión del conocimiento y control interno), las cuales se componen de las 16 políticas de gestión y desempeño que integran el MIPG.

Dentro de este contexto se evidencia que Colombia no está generando las capacidades suficientes para adoptar y explotar tecnologías digitales que permitan la transformación de las prácticas gubernamentales, de los modelos de negocio y de la sociedad en general. Este rezago impide que el país incremente su competitividad y ofrezca oportunidades para la creación de valor social y económico. A continuación, se presentarán las cuatro grandes causas que generan esta situación.

4.1. Barreras para la adopción de tecnologías digitales

La transformación digital requiere la adopción de tecnologías digitales, sin embargo, en Colombia esta adopción al interior de las organizaciones no se está dando de forma adecuada debido a que existen barreras diversas y difusas que lo impiden. Para poder superarlas, es necesario identificar y caracterizar las barreras que impiden este proceso tanto en el sector privado (compuesto por empresas de los sectores industrial, comercio y servicios) como en el sector público (comprendido por las entidades del orden nacional).

Identificación de barreras en el sector privado

La Encuesta de Transformación Digital adelantada por la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI) en 2017 buscaba dar información respecto a las acciones emprendidas por los empresarios colombianos para aprovechar la economía digital. En total se identificaron siete barreras que son críticas para que se dé una adecuada adopción de la transformación digital en el sector privado. La encuesta (Gráfico 2) resalta que la falta de cultura²⁶ (74,1 %), seguida de un marcado nivel de desconocimiento²⁷ (61,6 %), la falta de presupuesto²⁸ (56,3 %) y la falta de mentalidad²⁹ (50,9 %) son los principales elementos que explican que no se pueda lograr una transformación digital exitosa.

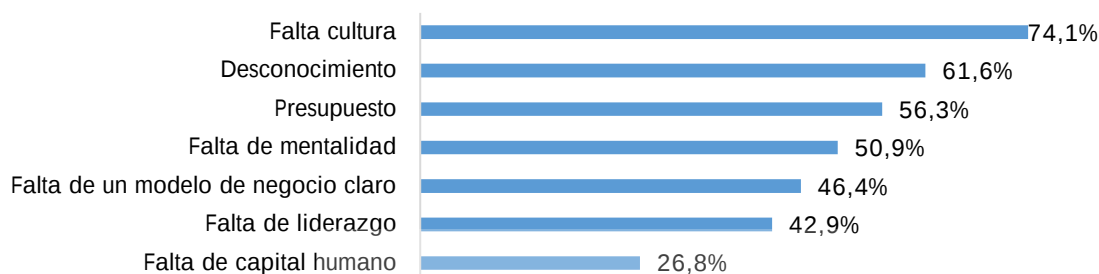
²⁶ Se refiere a la ausencia de instrumentos al interior de una organización que permitan la exploración de nuevas tecnologías digitales. La empresa se limita a la digitalización de sus procesos y no a generar un cambio de fondo, ni en el modelo de negocio.

²⁷ Comprende la falta de conocimiento de tecnologías emergentes o soluciones digitales o de las tendencias del sector en el que opera la empresa y su posible aplicación en el negocio. También abarca el desconocimiento de buenas prácticas asociadas a un proceso de transformación digital exitoso.

²⁸ La empresa no cuenta con un presupuesto específico asignado para la apropiación de nuevas tecnologías digitales o percibe que los recursos destinados a la transformación digital como un gasto y no como inversión.

²⁹ La organización es adversa al cambio en términos generales. Las tecnologías digitales son percibidas como el fin y no como un medio para cerrar las brechas de crecimiento del negocio. La empresa no genera nuevos productos y servicios.

Gráfico 2. Barreras y desafíos que enfrentan las empresas para lograr una transformación digital exitosa



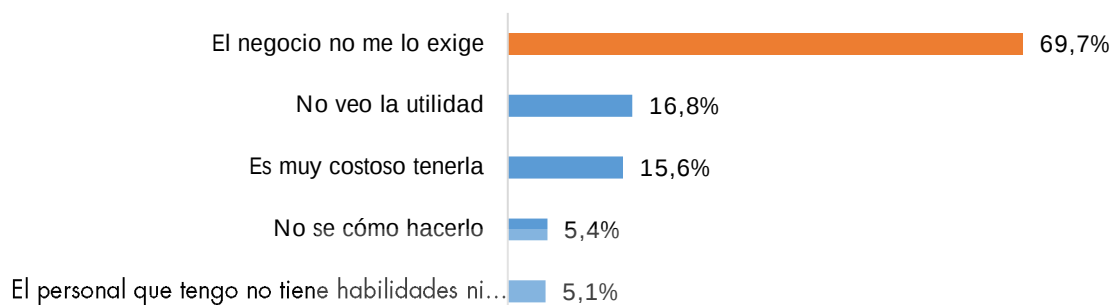
Fuente: elaboración DNP con datos de la Encuesta de Transformación Digital 2017-ANDI, 2017.

Por otro lado, está la Primera Gran Encuesta TIC adelantada en 2017 por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones a 3.011 empresas de los sectores industrial, comercio y servicios a nivel nacional. En la encuesta se evidencia que el 66 % de las empresas no tienen un área, dependencia o persona encargada de los temas de TIC. El principal motivo para no contar con dicha área, dependencia o persona encargada radica en que el negocio no lo exige (69,7 %), seguida de no verle la utilidad (16,8 %) y el costo de tenerla (15,6 %) (Gráfico 3).

Esto podría atribuirse a la baja exigencia del mercado para innovar dados los niveles de competencia existentes. Utilizando el índice *The Global Competitiveness Report 2019*, específicamente el subpilar de *competencia doméstica*³⁰, se encuentra que Colombia está ubicado en el puesto 110 de 141 países, siendo superado por países como Chile (35), Guatemala (59), Uruguay (76), México (83) y Honduras (93).

³⁰ Este subpilar evalúa el efecto de distorsión de los impuestos y subsidios sobre la competencia, el alcance de la dominancia en el mercado y la competencia en servicios.

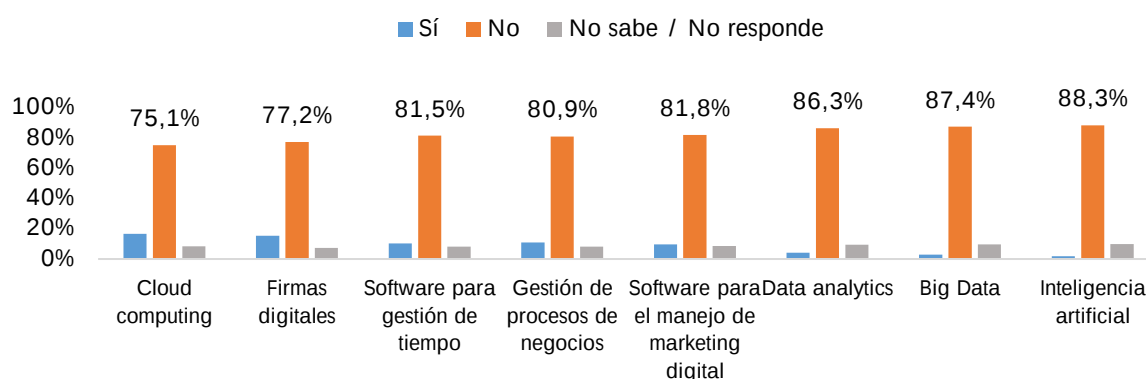
Gráfico 3. Respuestas de las empresas a la pregunta: ¿por qué motivos no cuenta con un área, dependencia o persona encargada de los temas TIC?



Fuente: elaboración propia con datos de la Primera Gran Encuesta TIC 2017-Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2017.

A lo anterior se suman otros resultados que arroja dicha encuesta, tal como el porcentaje de empresas que usan herramientas TIC (Gráfico 4). En este caso se encuentra un muy alto porcentaje de empresas que no hacen uso de estas herramientas. Además, si se analiza el uso de tecnologías avanzadas el panorama de las empresas nacionales no presenta mayores cambios. El mayor uso se presenta con el prototipado rápido (8 %), seguido de la manufactura 3D y materiales avanzados (cada una con el 4 %), mientras que la robótica y la automatización (2 %) ocupan los lugares más bajos.

Gráfico 4. Porcentaje de empresas que usan herramientas TIC



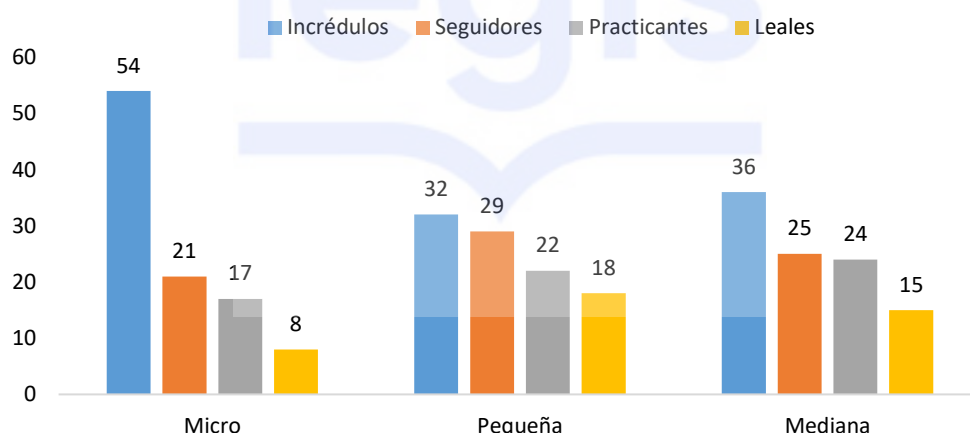
Fuente: elaboración propia con datos de la Primera Gran Encuesta TIC 2017-Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2017.

Así las cosas, se puede evidenciar que la adopción, uso y aprovechamiento de tecnologías y herramientas TIC (incluyendo las tecnologías avanzadas), no ocupan un lugar

relevante en el modelo de negocio en las empresas del sector, lo que les resta capacidades para abordar la transformación digital de manera exitosa y profunda.

Con relación a las micro, pequeñas y medianas empresas, el *Estudio de Caracterización de las Mipymes colombianas y conocimiento de su relación con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones – TIC*³¹ (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2018) permite evaluar cuál es el nivel de transformación digital que tienen las mipymes en Colombia. De este estudio y sus categorías de análisis se logró obtener un perfilamiento para las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes) en Colombia (Gráfico 5) que consta de cuatro estados para describir el nivel de una compañía: incrédulos³², seguidores³³, practicantes³⁴ y leales³⁵.

Gráfico 5. Perfilamiento para las mipymes en Colombia



Fuente: elaboración DNP con datos del Bases del PND 2018-2022-DNP, 2019.

³¹ El tamaño de la muestra de este estudio correspondió a 5.067 encuestas efectivas a mipymes colombianas (cumplimiento muestral mayor al 100 %) distribuidas así: micro: 3.454, pequeña: 1.213, mediana: 400.

³² Son aquellas organizaciones que consideran la tecnología como una herramienta necesaria solo para algunas actividades muy específicas y tienen una visión muy limitada de la innovación a nivel tecnológico y digital. En general, no promueven estrategias de digitalización ni de transformación digital.

³³ Son aquellas empresas que consideran importante invertir en su arquitectura TIC digital básica y en herramientas que optimicen su relación con los consumidores. La estrategia digital en este caso tiene un rol ejecutor y no planificador.

³⁴ Las organizaciones en este nivel han entendido el rol de las TIC en sus negocios, permitiendo la práctica y la innovación digital.

³⁵ Con un mayor grado de madurez, han entendido la importancia de las TIC en sus negocios. Su estrategia corporativa está estrechamente ligada a la estrategia digital por lo que buscan eliminar la diferencia que existe entre mundos *online* y *offline*.

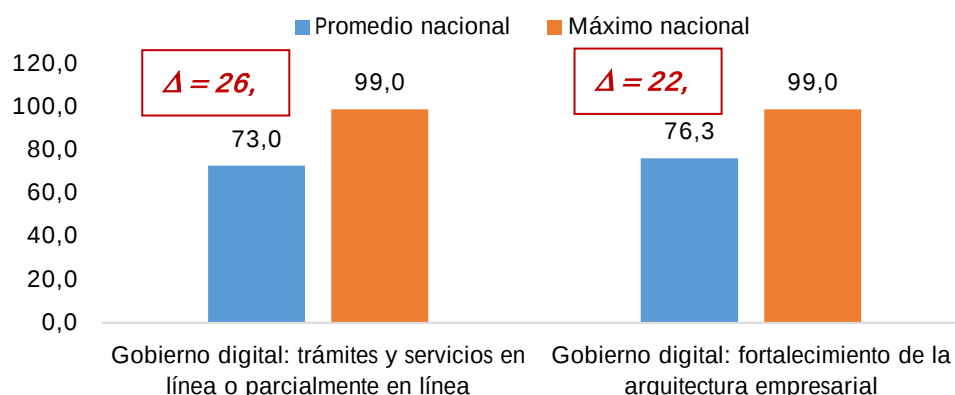
En conclusión, una de las barreras para la adopción de tecnologías digitales en el sector privado es la falta de cultura y el desconocimiento frente al aprovechamiento de las tecnologías digitales. Otra barrera es la baja capacidad del sector para usar y aprovechar tecnologías y herramientas que facilitan la transformación digital, incluyendo un bajo enfoque hacia el uso de tecnologías avanzadas. Finalmente se encuentra como barrera que la mayoría de las mipymes están en un estado de incredulidad tecnológica. Dichas barreras impiden que la transformación digital ocurra en el sector privado y hacen que sea más complejo afrontar los retos de la 4RI.

Identificación de barreras en el sector público

Por medio del FURAG es posible obtener evidencia sobre la forma como se está dando la adopción tecnológica en las entidades del sector público. A través de los *Índices detallados por política*, se puede inspeccionar el desempeño de las entidades del orden nacional en lo que corresponde a áreas clave para el desarrollo y materialización de la transformación digital.

Siguiendo la metodología de comparación de la diferencia entre el puntaje promedio en las entidades nacionales y el puntaje máximo nacional en materia de gobierno digital y específicamente de sus componentes más importantes relacionados con la transformación digital, se evidencia una amplia brecha entre las entidades líderes en esta materia y el promedio nacional (Gráfico 6). Esto demuestra que en gran parte de las entidades nacionales aún no hay un adecuado nivel de desempeño en áreas clave para la transformación digital y que existen grandes disparidades entre estas, lo cual dificulta que dicha transformación pueda desarrollarse y materializarse.

Gráfico 6. Desempeño según el Índice detallado por política en áreas clave para la transformación digital en entidades del orden nacional



En consecuencia, el bajo nivel de desempeño de las entidades nacionales frente a las políticas asociadas a la transformación digital se constituye en una barrera para el desarrollo de la transformación digital en el sector público.

4.2. Baja promoción y gestión de la innovación basada en el uso de tecnologías digitales

La innovación en el sector privado y en el sector público permite la generación de nuevos o mejores productos o procesos —o una combinación de ambos— que difieren significativamente de los que previamente han sido introducidos en el mercado o utilizados dentro de las empresas, lo que habilita mayor competitividad (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2018). Siendo así, la innovación es un factor determinante del progreso nacional, ya que tiene un impacto significativo en los niveles de productividad del país (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2010).

Las tecnologías digitales, actualmente consideradas tecnologías de propósito general, son valoradas como un factor determinante de la innovación empresarial, y hoy en día desarrollan aplicaciones tecnológicas en toda la cadena de valor que representan nuevas y mejores técnicas de producción, comercialización y logística. En efecto, la innovación empresarial está cada vez más basada en datos, habilitado por las TIC y el despliegue del Internet de las cosas (IoT), lo que ha permitido que los productos, servicios y procesos estén en el centro de la innovación (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2019).

Sin embargo, a pesar de este contexto, Colombia no está promoviendo y gestionando la innovación basada en el uso de tecnologías digitales lo suficiente para que esta logre desarrollar nuevas soluciones a las problemáticas productivas actuales, y a su vez contribuya a la competitividad y el progreso nacional. Lo anterior, implica que no existe una difusión tecnológica que permita al país alcanzar y superar la frontera tecnológica mundial para lograr una convergencia económica con los países desarrollados.

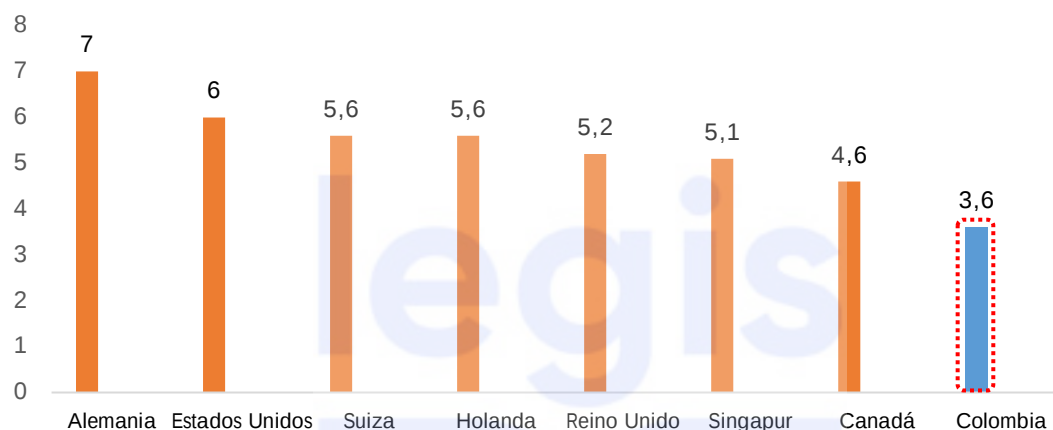
Innovación basada en el uso de TIC en el sector privado

De acuerdo con el *Readiness for the Future of Production Report 2018*, índice que evalúa la capacidad de los países de capitalizar las oportunidades de la producción futura, mitigar riesgos y ser resiliente y ágil frente a los cambios inciertos que presenta la 4RI, Colombia está muy por debajo en comparación con países líderes en materia de adopción de tecnologías emergentes en el sector privado (Gráfico 7). Este resultado demuestra que el

sector privado colombiano tiene un bajo nivel de uso de tecnologías digitales y está rezagado frente a los modelos de producción que se están implementando en los países desarrollados mediante el uso de tecnologías emergentes.

Gráfico 7. Inversión de las empresas en tecnologías emergentes

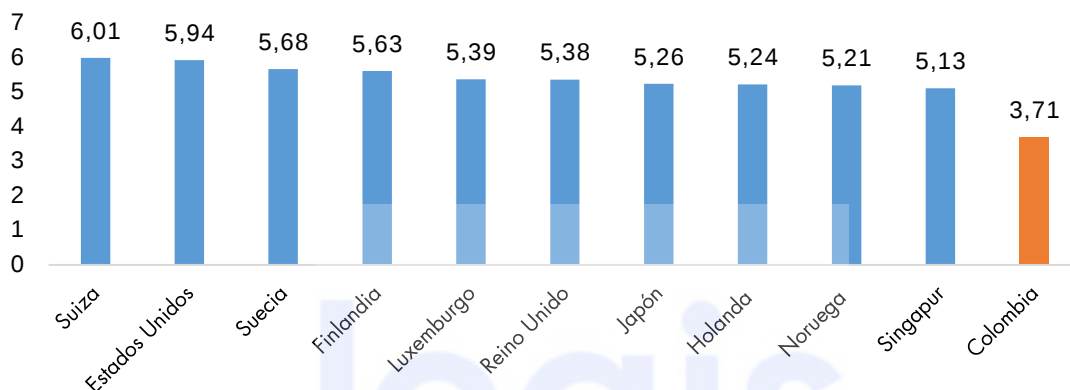
(mínimo=1 / máximo=7)



Fuente: *Readiness for the Future Production Report 2018*, Foro Económico Mundial.

A través del pilar de innovación y tecnología, el reporte presenta el subfactor impacto de las TIC en nuevos productos y servicios del índice anteriormente descrito (Gráfico 8). Conforme a la medición de este subfactor, es posible afirmar que la aplicación de TICs en la producción de Colombia es escasa y no se están generando bienes y servicios con mayor contenido tecnológico. En comparación con otros países líderes en la materia, Colombia tiene un bajo nivel de innovación basado en tecnologías digitales, lo cual lo aleja cada vez más de la frontera mundial de productividad.

Gráfico 8. Impacto de las TIC en nuevos productos y servicios, según el *Readiness for the Future of Production Report* (2018)
(Mínimo=1 / Máximo=7)



Fuente: *Readiness for the Future of Production Report* 2018, Foro Económico Mundial.

Así mismo, la Encuesta Transformación Digital de la ANDI en 2017 demuestra que el uso de tecnologías avanzadas que tienen mayor impacto en la innovación es bajo. En efecto, para el sector industrial, el uso de tecnologías disruptivas no supera el 42 % y en el sector servicios el 32 %.

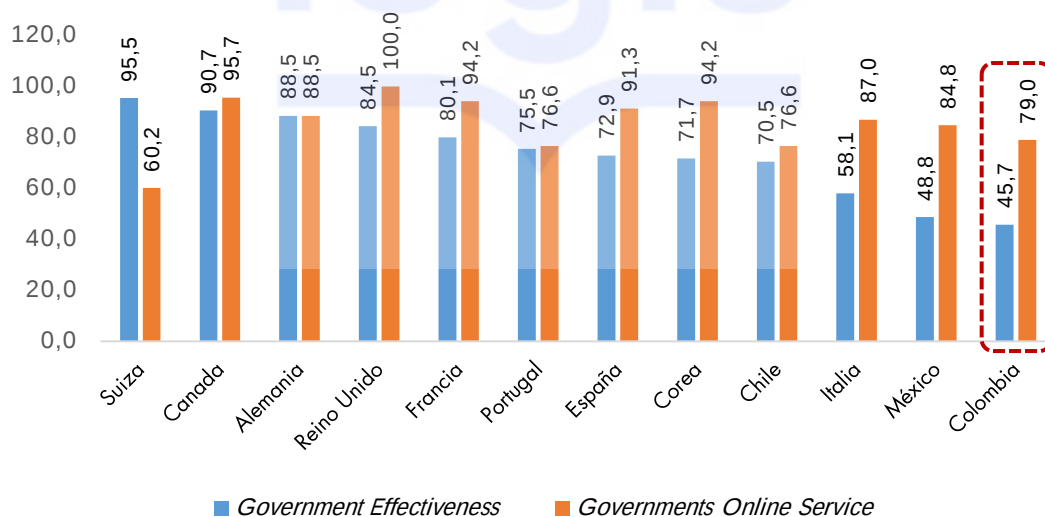
En conclusión, la innovación basada en tecnologías digitales dentro de las empresas es muy incipiente y no trasciende a tecnologías digitales de avanzada. Esto genera grandes repercusiones para el país, tales como no beneficiarse realmente del uso de las tecnologías emergentes, no generar oportunidades productivas provenientes de la transformación digital o no generar la dinámica competitiva necesaria para apalancar el emprendimiento basado en tecnologías digitales. Todo lo anterior evita la creación de un mercado nacional innovador de base tecnológica, el cual se requiere para insertar al país en la 4RI tal como viene ocurriendo en otros países.

Innovación basada en el uso de TIC en el sector público

La innovación pública basada en el uso de TIC representa la generación de valor público y bienestar social por medio del desarrollo de mejores prácticas y procesos dentro de las instituciones o entidades gubernamentales a través del uso de tecnologías digitales. En el contexto colombiano, la implementación de tecnologías digitales en el sector público no es adecuada, ni suficiente, pues en la actualidad no representa una herramienta para encontrar nuevas soluciones, limitando la innovación y el bienestar social basado en el uso de TIC.

De acuerdo con el *Global Innovation Index 2018*³⁶, la calidad de las políticas formuladas e implementadas, y la credibilidad en los compromisos del Gobierno frente a estas políticas, muestra que Colombia aún se encuentra por debajo de los países líderes en esta materia. Lo mismo sucede en el subpilar de servicios en línea del Gobierno, el cual evalúa la calidad del sitio web nacional, de los portales de servicio electrónico y de participación electrónica, y de sitios web de los ministerios de educación, trabajo, servicios sociales, salud, finanzas y medio ambiente. En este punto el país obtiene mejores resultados respecto a servicios en línea de países como Portugal y Suiza, pero el posicionamiento todavía es bajo. Además, conforme a los resultados del subpilar efectividad del Gobierno, los servicios gubernamentales y civiles no son percibidos por la población como un canal de transmisión de bienestar social (Gráfico 9).

Gráfico 9. *Global Innovation Index 2018*, subpilar efectividad del Gobierno y subpilar servicios en línea del Gobierno



Fuente: *Global Innovation Index*, 2018.

Aunque en Colombia se han dado importantes esfuerzos por parte del Gobierno para transformar digitalmente el sector público, aún existen grandes oportunidades de mejora. En la actualidad, la implementación de tecnologías digitales no cumple su objetivo de representar mayor eficiencia institucional, generación de valor social e innovación pública.

Por consiguiente, el país necesita generar las condiciones habilitantes para la innovación digital, que son un entorno físico, económico e institucional adecuado para

³⁶ Siguiendo el subpilar efectividad del gobierno que representa la percepción de la calidad de los servicios públicos y civiles y el grado de independencia de las presiones políticas.

superar las estructuras y modos de pensar tradicionales. De este modo, no solo se busca mejorar la calidad de los servicios gubernamentales a través de la tecnología, sino transformar la cultura y el relacionamiento entre el Gobierno y la ciudadanía, asegurando que en cada etapa del ciclo haya transparencia, democracia y efectividad, para alcanzar mayor bienestar social (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2017).

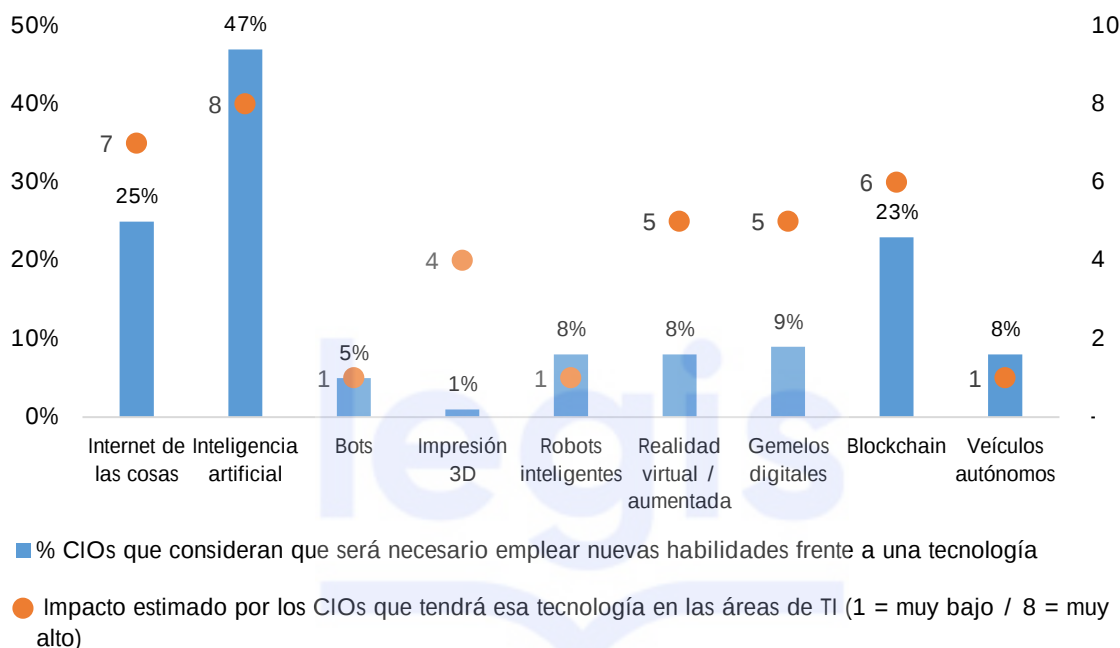
4.3. Baja disponibilidad de capital humano idóneo para los retos de la 4RI

En el país las industrias del sector TIC tienen la posibilidad de aprovechar la nueva economía digital, ya que la mayoría de los bienes y servicios se pueden adaptar fácilmente a las plataformas digitales (Banco Interamericano de Desarrollo - BID, 2018), sin embargo, esto genera la necesidad de desarrollar habilidades digitales³⁷, las cuales surgen a partir de las nuevas tecnologías.

Un recurso valioso para entender cuáles son estas habilidades digitales requeridas a nivel mundial es el *CIO Agenda Report*. La versión 2018 de esta encuesta fue aplicada a 3.160 CIOs de 98 países. En esta se hace una identificación de las nuevas habilidades digitales relacionadas con tecnologías emergentes que se están desarrollando y su importancia a nivel global.

³⁷ Las habilidades digitales abarcan una combinación de conductas, conocimientos técnicos especializados, experiencias prácticas, hábitos de trabajo, rasgos de carácter, disposición y entendimiento crítico. (ITU, 2018). Estas habilidades se pueden clasificar en básicas, intermedias y avanzadas, y no solo permiten a los trabajadores reentrenar o mejorar sus habilidades para empleos en sectores convencionales, sino también les permite participar en sectores emergentes e incluso iniciar sus propios negocios (ITU, 2018).

Gráfico 10. Nuevas habilidades requeridas / impacto en áreas TI, por tecnología disruptiva a nivel mundial



Fuente: elaboración DNP con datos tomados del 2018 CIO Agenda Report - Gartner, 2017.

Esta encuesta da un panorama global sobre el requerimiento de nuevas habilidades digitales a futuro, evidenciando cuáles son las necesidades de talento frente a diferentes tecnologías en grandes compañías, entre las que sobresalen habilidades en IA, Internet de las cosas y Blockchain. Esto permite hacerse una idea de cuáles habilidades deben potenciarse hoy para lograr una ventaja del país.

En Colombia se desarrolló el Estudio de prospectiva laboral cualitativa para el sector de TIC, que fue elaborado en el año 2016 por el Ministerio del Trabajo. De los resultados de esta prospectiva, se identificaron 172 tipologías de cargos TIC que podrían transformarse dadas las tendencias tecnológicas, de las cuales 11 son totalmente nuevas o emergentes. Estas tipologías de cargos identificadas, aunque son acertadas para el desarrollo competitivo del país en un corto/mediano plazo, no satisfacen totalmente las necesidades de nuevas habilidades requeridas que se han identificado a nivel global.

Por lo tanto, Colombia está en riesgo de no contar con el recurso humano con las habilidades digitales necesarias para suplir la demanda relacionada al aprovechamiento productivo de tecnologías asociadas a la 4RI. De hecho, a través del Ranking Mundial de Competitividad Digital y el factor de conocimiento que describe la infraestructura intangible relacionada con el descubrimiento, la comprensión y el aprendizaje de nuevas tecnologías,

Colombia ha perdido posiciones al pasar del puesto 52 al 57 de 63 países, entre 2015-2019.

4.4. Falta de preparación para los cambios económicos y sociales en Colombia que conlleva la IA

Se ha determinado que la IA contribuirá 15,7 billones de dólares a la economía mundial (PWC, 2017); para la Unión Europea se prevee un crecimiento del PIB del 20 % y para China un 26 % para el año 2030. En el caso de Colombia se estima que la implementación de esta tecnología puede significar un crecimiento mínimo anual de 4,5 % del Producto Interno Bruto (PIB) durante los próximos 10 años (CIPPEC, 2018). Siendo así, no existe evidencia de un crecimiento económico comparable mediante el uso de otra tecnología emergente.

No obstante, es importante destacar que la automatización puede implicar unos retos importantes para los trabajadores en el mercado laboral, pues para 2030 se estima que el 71 % del cambio esperado en el empleo se producirá en las tareas rutinarias que son automatizables dentro de la economía. Por su parte, el otro 29 % del cambio esperado en el empleo se deberá a que los trabajadores cambiarán de puesto de trabajo, allí donde la automatización de tareas significa menos personal para realizar el trabajo. Además, en cuanto a salarios se destaca que una hora de trabajo no automatizable percibe salarios un 20 % más altos que una hora de trabajo automatizable (BID, 2018).

Por tanto, la maximización de los beneficios económicos de la automatización depende de si los trabajadores desplazados logran una transición exitosa a un nuevo empleo (BID, 2018). En Colombia existe un gran reto en cuanto a la preparación del mercado laboral para la 4RI, pues su capital humano no cuenta con las capacidades suficientes para afrontar este cambio tecnológico sesgado en habilidades.

Dado su gran impacto, el ascenso de esta tecnología ha sido denominado un tema prioritario en la política económica de la Unión Europea (European Commission, 2019), China y Estados Unidos (*Executive Office of the President National Science and Technology Council Committee on Technology*, 2016), entre otros.

La problemática en Colombia se centra en que al país le hace falta una preparación para enfrentar los retos socioeconómicos que trae consigo la IA, pues frente a la 4RI, esta falta de preparación no permite la maximización de beneficios de la IA en el crecimiento y la competitividad, e impide minimizar los riesgos de la IA sobre varios sectores, entre los que sobresale el mercado laboral. Por esta razón, si Colombia no se prepara para estos cambios que se avecinan a nivel mundial, podría quedar atrás en las cadenas de valor, no participar del crecimiento económico mundial y no ser un país atractivo para la inversión extranjera, lo

cual representaría bajos niveles de crecimiento, rezagos en el desarrollo y el bienestar del país.

Insuficiente implementación de los principios de la OCDE en IA

Aunque el desarrollo de la IA aún es un tema incipiente que surge recientemente en las discusiones de gobierno internacional, en la actualidad ya se han desarrollado recomendaciones y guías técnicas para afrontar los desafíos que presenta esta tecnología. Entre los más destacados, la OCDE presenta los principios³⁸ y lineamientos³⁹ de IA, donde se proponen buenas practicas para la promoción, implementación y desarrollo de la IA, y un marco bajo el cual trabajar para fomentar la innovación y confianza en la IA, asegurando a su vez el respeto por los derechos humanos y los valores democráticos. No obstante, aunque el país ya se encuentra adherido a estos principios de la OCDE, dada su reciente expedición en mayo de 2019, a la fecha no están implementados, ni se adelantan acciones en regulación, normatividad y mediciones específicas, lo que ralentiza la innovación, el avance de la IA, y no permite un adecuado aprovechamiento de los beneficios socioeconómicos que brinda esta tecnología.

Comparativo internacional del nivel de preparación para la automatización

En la actualidad no existen muchos índices que hagan participe a Colombia en cuanto a la medición del avance de la IA, sin embargo, entre los pocos que se han desarrollado, como el Índice de preparación para la automatización elaborado por *The Economist* y ABB (Gráfico 11) se muestra que en el país falta preparación para adoptar, desarrollar e implementar esta tecnología en comparación con el promedio del mundo. Colombia ocupa el puesto 19 entre 25 países y alcanza un puntaje promedio de 46 sobre 100. El promedio se obtiene de medir tres categorías específicas de mayor relevancia en el país: (i) entorno de innovación; (ii) políticas educativas; y (iii) políticas del mercado laboral.

³⁸ (i) crecimiento inclusivo, sostenible y bienestar; (ii) valores concentrados en los humanos y justicia; (iii) transparencia y explicabilidad; (iv) robustez y seguridad, y (v) rendición de cuentas y responsabilidad (Recommendation of The Council on Artificial Intelligence, 2019).

³⁹ (i) invertir en investigación y desarrollo de IA; (ii) promover e incentivar un ecosistema digital en IA; (iii) proporcionar un ecosistema de política ágil de IA, y (iv) construcciones de capacidades de IA y transformación laboral (Recommendation of The Council on Artificial Intelligence, 2019).

Gráfico 11. Índice de preparación para la automatización elaborado por *The Economist* y ABB



Fuente: elaboración propia con datos del Índice de preparación para la automatización (*The Economist* y ABB, 2017).

Colombia debe mejorar notablemente el enfoque de su entorno de innovación y sus políticas del mercado laboral para estar preparada para la automatización. De igual manera, aunque las políticas educativas de Colombia son las que mejor puntaje obtienen en este índice es necesario redoblar los esfuerzos dado que este puntaje se encuentra aún alejado del promedio y aún más rezagado de los países líderes en esta materia.

Lo anterior, evidencia que en el país todavía existe un camino por recorrer para afrontar adecuadamente los retos que trae consigo la IA, alcanzar y superar la frontera tecnológica mundial y beneficiarse de esta.

5. DEFINICIÓN DE LA POLÍTICA

5.1. Objetivo general

Aumentar la generación de valor social y económico a través de la transformación digital del sector público y del sector privado, mediante la disminución de barreras, el fortalecimiento del capital humano y el desarrollo de condiciones habilitantes, para que Colombia pueda aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos relacionados con la 4RI.

5.2. Objetivos específicos

OE 1. Disminuir las barreras que impiden la incorporación de tecnologías digitales en el sector privado y en el sector público para facilitar la transformación digital del país.

OE 2. Crear condiciones habilitantes para la innovación digital en los sectores público y privado con el propósito que sea un mecanismo para el desarrollo de la transformación digital.

OE 3. Fortalecer las competencias del capital humano para afrontar la 4RI con el fin de asegurar el recurso humano requerido.

OE 4. Desarrollar condiciones habilitantes para preparar a Colombia para los cambios económicos y sociales que conlleva la IA.

5.3. Plan de acción

5.3.1. Disminuir las barreras que impiden la incorporación de tecnologías digitales en el sector privado y en el sector público, para facilitar la transformación digital del país

Línea de acción 1. Disminuir barreras relacionadas con la falta de cultura y el desconocimiento para abordar la adopción y explotación de la transformación digital en el sector privado

En primer lugar, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través de Colombia Productiva, incluirá y mantendrá de manera permanente dentro de la oferta de servicios del Programa fábricas de productividad una línea relacionada con servicios de transformación digital para mejorar el desempeño de la empresa a través del uso eficiente de la tecnología que optimice el desempeño de la organización y sus colaboradores, con el propósito de generar capacidades en el sector privado para abordar la transformación digital. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre de 2019.

En segundo lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones ejecutará un plan de articulación de las iniciativas: (i) Centros de Transformación Digital Empresarial, (ii) Centros de Excelencia en Big Data e IoT, y (iii) Laboratorios de Transformación Digital, con las acciones de Colombia Productiva. La ejecución de la estrategia implicará el apoyo del Ministerio del Trabajo en cada una de estas iniciativas. Esto con el propósito de fortalecer el sector privado. Esta acción iniciará en enero de 2020 y finalizará en diciembre de 2020.

Línea de acción 2. Desarrollar ajustes normativos e institucionales para favorecer la adopción de la transformación digital en componentes clave de la productividad empresarial

En primer lugar, la Unidad de Proyección Normativa y Estudios de Regulación Financiera propondrá los cambios normativos requeridos para promover la eficiencia y competitividad del sistema de pagos de bajo valor con el propósito de fortalecer el ecosistema de pagos de bajo valor⁴⁰, aumentando las alternativas disponibles para que las personas y las empresas puedan hacer pagos electrónicos en la adquisición de bienes y servicios diversos. Estos cambios normativos tienen como fin reconocer las nuevas tecnologías y actores en el sistema de pagos y buscará consolidar un ecosistema de pagos electrónicos que sirva como infraestructura de la economía digital. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre de 2020.

En segundo lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en articulación con la Presidencia de la República, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y el Ministerio de Trabajo, propondrá para comentarios al sector privado, los textos normativos que serán insumo para actualizar la normatividad con relación al surgimiento de nuevos modelos de negocio, nuevas tecnologías y asuntos clave para la 4RI, contemplando los cambios requeridos para que el país pueda aprovechar las oportunidades y mitigar los riesgos relacionados con asuntos como el surgimiento de la economía colaborativa, las nuevas tecnologías como IA y blockchain, así como gestión de la propiedad intelectual en el entorno de la 4RI y la industria 4.0. Esta acción iniciará en enero de 2020 y finalizará en junio de 2021.

En tercer lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones propondrá para comentarios del sector TIC un documento con los lineamientos técnicos y estrategias de promoción para el despliegue de redes de quinta generación de tecnologías de telefonía móvil (5G), con el fin de asumir la demanda y características de nuevos servicios dentro del concepto de ciudades y territorios inteligentes. Estos lineamientos contendrán los aspectos técnicos necesarios para facilitar el despliegue de este tipo de redes en el país. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre de 2019.

En cuarto lugar, la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN) pondrá a disposición de los interesados una plataforma tecnológica de factura electrónica que permita

⁴⁰ Entendido como el conjunto de actores involucrados, infraestructuras soporte, tecnologías utilizadas y el marco normativo que soportan el sistema de pagos bajo valor.

la circulación de la factura como título valor y el acceso de los factores⁴¹ y de los sistemas de negociación electrónica, al registro de la factura electrónica, para el desarrollo del mercado del *factoring* en Colombia y con el propósito de facilitar el uso de la factura electrónica como instrumento de financiamiento del sector privado garantizando que se convierta en un instrumento negociable que con el apoyo de las TIC tenga características de fiabilidad, inmediatez y seguridad. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en junio de 2020.

En quinto lugar, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo elaborará un marco regulatorio con las reglas sobre la circulación de la factura electrónica de venta como título valor, útil para el desarrollo de los mecanismos técnicos y tecnológicos de la plataforma tecnológica de la DIAN, que permita el registro unificado, los procesos de negociación electrónica y el desarrollo de un mercado para el comercio. Esta actividad acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre de 2020.

En sexto lugar, el Ministerio de Trabajo, con el apoyo del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones dentro las competencias del mismo frente al tema, propondrá un texto normativo que reforme la Ley 1221 de 2008 de teletrabajo, que fortalezca esta modalidad, y que defina las condiciones para vinculación de trabajadores en teletrabajo y trabajo virtual, con el propósito de garantizar que la normatividad laboral permita la vinculación de trabajadores a entornos laborales digitales protegiendo los derechos de las personas, pero favoreciendo las oportunidades de generación de ingresos en estos entornos. Lo anterior también para que se genere aprovechamiento y uso de tecnologías digitales para mejorar la productividad en las empresas. Esta acción iniciará en enero de 2020 y finalizará en diciembre de 2020.

En séptimo lugar, para garantizar que nuevas tecnologías y modelos de negocio se desarrollen en condiciones controladas que permitan evaluar sus efectos sobre los diferentes mercados, la Presidencia de la República acompañará y coordinará la creación de ambientes de prueba (tipo *sandbox*) con el objetivo de promover la ciencia, tecnología e innovación. Dichos ambientes de prueba serán aprovechados al interior de sectores particularmente sensibles a la regulación, tales como Fintech, Healthtech, Agritech y Govtech. Esta acción iniciará en enero de 2020 y finalizará en diciembre de 2021.

En octavo lugar, para promover las aplicaciones y casos de uso de 5G, la Agencia Nacional del Espectro definirá, a través de un documento técnico, las características técnicas

⁴¹ Cuando se habla de factores, se hace referencia a las personas jurídicas que prestan los servicios de factoring o compra de cartera al descuento y sus actividades conexas o complementarias; es decir, son las entidades financieras habilitadas y empresas organizadas legalmente como personas jurídicas inscritas en la Cámara de Comercio correspondiente, para realizar tales operaciones.

de uso del espectro de las bandas prioritarias para 5G en Colombia. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre de 2020.

En noveno lugar, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través de Colombia Productiva, consolidará SoftWhere.com.co como estrategia de fomento empresarial para conectar las necesidades de las empresas de todas las industrias con la oferta de productos y servicios tecnológicos nacionales. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre de 2021.

En décimo lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones diseñará una estrategia de apoyo encaminada al desarrollo e implementación de tecnologías maduras y avanzadas que fortalezcan los procesos que intervienen la cadena de valor del comercio electrónico. Esto, con el fin de que los empresarios colombianos puedan acceder a diferentes alternativas de comercialización en línea, de bienes y servicios, permitiendo fortalecer el tejido empresarial y así expandir sus negocios a mercados nacionales e internacionales. Esta acción iniciará en enero de 2020 y finalizará en diciembre de 2020.

Línea de acción 3. Mejorar el desempeño de la política de gobierno digital, para abordar la adopción y explotación de la transformación digital en el sector público

En primer lugar, el Ministerio de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones desarrollará los lineamientos para que las entidades públicas del orden nacional elaboren sus planes de transformación digital, con el fin que puedan enfocar sus esfuerzos en este tema. Estos lineamientos se publicarán por medio de una actualización al *Manual de gobierno digital* y serán revisados y actualizados periódicamente. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en marzo de 2020.

En segundo lugar, el Ministerio de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones aplicará a nivel nacional la Encuesta TIC en conjunto con el DANE para medir el avance de la transformación digital en el país. Dicha encuesta tendrá un nivel de desagregación departamental para hogares y nacional para empresas e integrará los componentes clave de la economía digital y sus habilitadores, siguiendo el marco de trabajo definido por la OCDE. Esta actividad iniciará en enero de 2020 y finalizará en diciembre del mismo año.

5.3.2. Crear condiciones habilitantes⁴² para la innovación digital en los sectores público y privado, con el propósito que sea un mecanismo para el desarrollo de la transformación digital

Línea de acción 4. Alianzas internacionales para la innovación

En primer lugar, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo elaborará el plan de trabajo para posicionar el Centro para la Cuarta Revolución Industrial como impulsor de políticas públicas en Colombia, con el propósito de estimular el desarrollo de políticas públicas que faciliten el acceso del país a la 4RI. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre de 2019.

En segundo lugar, el Departamento Nacional de Planeación, a través del Equipo de Innovación Pública y con el apoyo del Ministerio de Tecnologías de Información y las Comunicaciones, desarrollarán de manera conjunta una plataforma digital que facilite la comunicación entre actores del ecosistema de innovación pública en el ámbito internacional, nacional y territorial. Esto, con el fin de conectar de manera más eficiente la oferta y demanda de recursos de innovación pública, y así, establecer puentes en la escala regional y global. Esta acción iniciará en enero de 2020 y finalizará en agosto de 2022.

Línea de acción 5. Diseñar y ejecutar iniciativas de fomento al emprendimiento y la transformación digital

En primer lugar, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través de INNPULSA y en coordinación con el Ministerio de Tecnologías de Información y las Comunicaciones, implementará el modelo de operación del Campus de emprendimiento exponencial C Emprende con el fin de ejecutar la creación de espacios para facilitar el desarrollo de emprendimientos e innovación, promoviendo la movilidad de recursos, el intercambio de conocimiento y conectando iniciativas del Gobierno nacional, inversionistas internacionales y actores claves. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en marzo de 2020.

En segundo lugar, el Banco de Comercio Exterior (Bancóldex), por medio de Bancóldex Capital Fondo de Fondos⁴³, incluirá dentro de sus pilares la inversión en fondos de capital emprendedor cuya tesis de inversión incluya la innovación digital, con énfasis en 4RI e

⁴² Las condiciones habilitantes para la innovación hacen referencia al entorno físico, económico e institucional adecuado para superar las estructuras y modos de pensar tradicionales.

⁴³ Bancóldex Capital Fondo de Fondos es un vehículo que moviliza recursos de terceros hacia la industria de fondos de capital en Colombia y Latinoamérica, con el propósito de fomentar el desarrollo de mecanismos alternativos de financiación para emprendedores y empresarios (<https://www.bancoldex.com/soluciones-financieras/inversion-912>).

industrias 4.0. Para tal fin se tendrán en cuenta, dentro de la selección de fondos a invertir, los criterios definidos a través de los documentos de política pública que para tal efecto se establezcan. Esto con el objetivo de estimular la innovación y el emprendimiento basado en tecnologías digitales, que permitan encontrar soluciones y mejoras en la sociedad. Esta acción iniciará en enero de 2020 y terminará en diciembre de 2022.

En tercer lugar, la Presidencia de la República generará los criterios para tener en cuenta dentro de la selección de fondos a invertir, a través de los documentos de política pública que para tal efecto se establezcan. Lo anterior, con el fin de incentivar y favorecer el desarrollo y creación de emprendimientos orientados a la 4RI y la innovación digital. Esta acción iniciará en enero de 2020 y terminará en diciembre de 2021.

En cuarto lugar, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través de INNPULSA, desarrollará el concepto de manufactura avanzada, el cual hace referencia a la implementación de tecnologías avanzadas y emergentes en la producción manufacturera, a través del programa N.E.X.T (Nuevas Experiencias Tecnológicas). El propósito de la acción es que las empresas colombianas adopten tecnologías asociadas a las industrias 4.0, incluyendo IoT, Big Data, IA, robótica, realidad virtual y aumentada, manufactura aditiva, nanotecnología y materiales avanzados. Esta acción iniciará en enero de 2020 y terminará en diciembre de 2021.

Línea de acción 6. Promover la innovación basada en TIC en el sector público

En primer lugar, Colombia Compra Eficiente, en articulación con el Ministerio de las Tecnologías de Información y las Comunicaciones, actualizará los instrumentos de agregación de demanda TIC con la inclusión de nuevas tecnologías y modelos de prestación de servicios de tecnología en el sistema de compra pública. Esto se hará con el fin de garantizar que las entidades públicas tengan disponible la mejor oferta tecnológica del mercado y modernizar el sector público colombiano. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y terminará en septiembre de 2020.

En segundo lugar, Colombia Compra Eficiente incorporará el concepto de compra pública innovadora por medio de pilotos basados en necesidades tecnológicas no satisfechas por el mercado e identificadas por las entidades estatales. Lo anterior, con el fin de habilitar la adquisición de bienes y servicios que se crean a partir del análisis de situaciones problemáticas y las alternativas de solución que el mercado es capaz de proveer. Esta acción iniciará noviembre de 2019 y terminará en agosto de 2020.

En tercer lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en articulación con Colombia Productiva, desarrollará la estrategia de laboratorios digitales sectoriales para incentivar la transformación digital de sectores estratégicos, a través de la

incorporación de tecnología que aporte a su productividad y competitividad. Esta acción iniciará en enero de 2020 y finalizará en diciembre de 2020.

Línea de acción 7. Ejecutar iniciativas de alto impacto apoyadas en la transformación digital

En primer lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones apoyará la ejecución del plan unificado de integración en trámites y servicios al Portal Único del Estado Colombiano como el único punto de acceso digital del ciudadano con los trámites, servicios, información pública, ejercicios de participación, colaboración y control social, entre otros, que ofrecen las entidades de la rama ejecutiva del orden nacional. Lo anterior para transformar digitalmente la interacción del ciudadano con el Estado. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre 2020.

En segundo lugar, el Ministerio de Salud y Protección Social tendrá disponibles los servicios base de interoperabilidad de la historia clínica, a través de servicios de información publicados en el directorio de servicios de la plataforma *X Road* de la Agencia Nacional Digital. El Ministerio de Tecnologías de la información y las Comunicaciones proveerá los servicios ciudadanos digitales base, para que sean utilizados en la Interoperabilidad de la historia clínica. Las entidades y las instituciones prestadoras de salud serán responsables de su infraestructura tecnológica para interoperar, así como del cumplimiento de los lineamientos establecidos para este fin por parte del Ministerio de Tecnologías de la información y las Comunicaciones y el Ministerio de Salud y Protección Social en el marco de sus competencias. Lo anterior, con el propósito de mejorar la calidad de la atención en salud a través de información disponible para todas las partes interesadas. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y terminará en diciembre de 2022.

En tercer lugar, el Ministerio de Justicia y del Derecho coordinará las actividades para que las entidades del orden nacional con funciones jurisdiccionales de la rama ejecutiva (Superintendencia Financiera, Superintendencia de Industria y Comercio, Superintendencia de Sociedades, Superintendencia de Salud, Dirección Nacional de Derechos de Autor, Instituto Colombiano Agropecuario e Instituto Colombiano de Bienestar Familiar) y aquellas entidades públicas del orden nacional de la rama ejecutiva que en un futuro la ley les asigne funciones jurisdiccionales, implementen el Proyecto expediente digital de la rama ejecutiva. Dichas entidades serán responsables de su infraestructura tecnológica, así como del cumplimiento de los lineamientos establecidos, para este fin, por parte del Ministerio de Justicia y del Derecho y del Ministerio de Tecnologías de la información y las Comunicaciones en el marco de sus competencias. El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, proveerá los servicios ciudadanos digitales para que sean utilizados por

las entidades de orden nacional con funciones jurisdiccionales de la Rama Ejecutiva, garantizando la interoperabilidad entre los expedientes digitales y la autenticación digital de sus usuarios. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre de 2021.

En cuarto lugar, la DIAN diseñará y ejecutará la transformación digital de la entidad a través de iniciativas que faciliten el cumplimiento tributario a través de la tecnología, incluyendo el proyecto de factura electrónica. El diseño y ejecución deberán contemplar el uso preferente de herramientas tecnológicas que favorezcan la digitalización. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en septiembre de 2022.

En quinto lugar, desde Presidencia de la República se evaluarán y priorizarán las iniciativas de transformación digital de alto impacto que sean identificadas en cada sector de la administración pública, con el fin de implementarlas y encontrar soluciones a las problemáticas sociales actuales. Esta acción iniciará en enero de 2020 y finalizará en diciembre de 2022.

En sexto lugar, el Departamento Nacional de Planeación, a través del Equipo de Innovación Pública, ejecutará un proyecto de analítica de datos que fortalezca el ecosistema de innovación pública, a través de la generación de valor con datos que promuevan una mentalidad y cultura afines a la innovación. Esto anterior, para fomentar la cultura de datos dentro del Documento CONPES 3920 aprobado en 2018 y el fortalecimiento de toma de decisiones basadas en evidencia. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre de 2020.

En séptimo lugar, el Archivo General de la Nación, en articulación con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, diseñará la estrategia de modernización de los archivos, con el fin de incentivar la transformación digital de todas las entidades de orden nacional. Dicha estrategia procurará la incorporación de tecnologías que aporten en la digitalización y creación de expedientes y documentos electrónicos, así como en su preservación digital, promoción y acceso. Esta acción iniciará en mayo de 2020 y finalizará en diciembre de 2021.

En octavo lugar, el Archivo General de la Nación, en articulación con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, coordinará la adecuada conformación, gestión y preservación digital de los expedientes electrónicos teniendo en cuenta la información que pueda ser generada en los trámites y servicios del Portal Único del Estado Colombiano. Lo anterior, con el objetivo de asegurar el adecuado tratamiento y gestión de la información digital de los archivos y preservar su valor y significado, garantizando la integridad, seguridad y la transparencia de las actuaciones administrativas. Esta acción iniciará en mayo de 2020 y finalizará en diciembre de 2021.

En noveno lugar, la Financiera de Desarrollo Nacional junto con el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Ministerio de Transporte y las demás entidades públicas que desarrollen proyectos relacionados con construcción e infraestructura, diseñarán una estrategia de fomento para la transformación digital del sector de la construcción e infraestructura, con el fin de aumentar la capacidad de toma de decisiones a través de un proceso coordinado y colaborativo que permita la creación, gestión y uso compartido de la información de los proyectos a lo largo de su ciclo de vida. La estrategia deberá procurar, como mínimo, en relación con la transformación digital: (i) la elaboración de un documento estratégico para su implementación; (ii) el establecimiento de guías y manuales para la adopción de una estrategia para su desarrollo; (iii) la creación de un plan de comunicación y difusión en torno al desarrollo e implementación a la cadena de valor a nivel nacional; (iv) un plan de fortalecimiento de capacidades y necesidades, y (v) establecer una hoja de ruta para promover la digitalización de los procesos mediante soluciones tecnológicas sostenibles e innovadoras con la participación de la academia, sector privado y sociedad civil para la solución de asuntos públicos de alto impacto como la transparencia, productividad y eficiencia. Esta acción iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en enero de 2020.

En décimo lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en articulación con INNPULSA y el DNP, ejecutarán un plan de fomento para el desarrollo de soluciones tecnológicas sostenibles e innovadoras, con la participación de academia, sector privado y sociedad civil para la solución de asuntos públicos de alto impacto como lucha contra la corrupción, seguridad y educación, entre otros. Esta acción iniciará en enero de 2020 y finalizará en septiembre de 2022.

5.3.3. Fortalecer las competencias del capital humano para afrontar la 4RI, con el fin de asegurar el recurso humano requerido

Línea de acción 8. Generar condiciones habilitantes que favorezcan el desarrollo de competencias digitales durante la trayectoria educativa, correspondientes con los retos de las transformaciones tecnológicas

En primer lugar, el Ministerio de Educación Nacional diseñará los lineamientos curriculares en el marco de los proyectos educativos institucionales con el fin de promover en la trayectoria educativa, la implementación de proyectos pedagógicos en habilidades necesarias para la 4RI (con énfasis en IA), para desarrollar en las niñas, niños y jóvenes, las competencias requeridas para el siglo XXI. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en septiembre de 2022.

En segundo lugar, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), en acompañamiento con el Ministerio de Educación Nacional, publicará en su página web los lineamientos de calidad para los programas de articulación de la educación media en el marco del programa de doble titulación, con el objetivo de incorporar las competencias requeridas para la 4RI, de manera que los jóvenes puedan aprovecharlas y desarrollarlas. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en agosto de 2020.

En tercer lugar, el Ministerio de Educación Nacional diseñará y promoverá una estrategia que estimule la creación y dinamización de ambientes de aprendizaje convencionales y no convencionales con enfoque intergeneracional, que motive el desarrollo de competencias socioemocionales, tecnológicas y de la ciencia, en niñas, niños, adolescentes, jóvenes, familias y comunidades para interactuar con las tecnologías emergentes de la 4RI. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en septiembre de 2022.

Línea de acción 9. Desarrollar capacidades y competencias para potenciar la interacción de la comunidad educativa con las tecnologías emergentes para aprovechar las oportunidades y retos de la 4RI o industria 4.0

En primer lugar, el Ministerio de Educación Nacional generará acciones para la articulación intersectorial con Colciencias y el Ministerio de Tecnologías de Información y Comunicaciones, con el fin de desarrollar la estrategia nacional de *Edutainment* (entretenimiento educativo) con énfasis en disciplinas STEM+A a través de la divulgación, circulación, uso y apropiación de recursos educativos digitales por diversos medios. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en septiembre de 2022.

En segundo lugar, el Ministerio de Educación Nacional implementará un plan piloto con el fin de identificar, de manera temprana, a estudiantes con mayores habilidades en disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Artes (STEM+A en inglés) en instituciones educativas del país, lo que permitirá definir un modelo que potencie competencias en IA, consolidar una red de escuelas innovadoras y la definición de orientaciones y acciones futuras en el marco de las trayectorias educativas. Esta actividad iniciará en mayo de 2020 y finalizará en septiembre de 2022.

Línea de acción 10. Configuración de ecosistemas de innovación orientados a generar apropiación de la cultura innovadora para incentivar el desarrollo social y económico

El Ministerio de Educación Nacional diseñará y pondrá en marcha la estrategia para configurar y fortalecer ecosistemas de innovación educativa que generen sinergias entre las familias, la comunidad educativa, la academia, el sector público, el sector privado, la

sociedad civil y otras entidades, con el fin de crear espacios de innovación dirigidos a fomentar la identificación y el desarrollo de talentos, aprendizajes y promover en los niños, niñas y adolescentes, la creatividad y la cultura de la innovación y emprendimiento. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en septiembre de 2022.

Línea de acción 11. Alianzas internacionales para la formación de talento

El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en articulación con el Ministerio de Educación Nacional y el Instituto Colombiano de Crédito Educativo y Estudios Técnicos en el Exterior, definirán planes de trabajo con el fin de ejecutar acuerdos con actores líderes del mercado tecnológico, con el fin de transferir conocimiento y generar competencias para la 4RI en el país. Además, presentará estos planes de trabajo para ser incorporados y monitoreados en el Comité de Inversión Extranjera Directa del SNCI. Esta actividad iniciará en enero de 2020 y finalizará en abril de 2021.

Línea de acción 12. Preparación de la educación, con prioridad en IA, que contribuya al desarrollo de competencias para la 4RI

En primer lugar, Colciencias pondrá a disposición del público, a través de su página web, el portafolio de profesionales con doctorado, cuyos perfiles profesionales se relacionen con las temáticas del presente documento CONPES. Esto con el fin de promover el aprovechamiento este recurso humano dentro el proceso de creación de un mercado de IA nacional. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en junio de 2020.

En segundo lugar, Ministerio de Educación Nacional implementará una estrategia para que el talento humano cuente con las competencias y habilidades de cara a los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial y sus aplicaciones en la Inteligencia Artificial. Dicha estrategia promoverá que las Instituciones de Educación Superior diseñen o ajusten sus programas bajo las modalidades virtual, a distancia, dual u otros desarrollos o metodologías. Así mismo se promoverá la articulación de los sistemas de información del Ministerio de Educación Nacional para facilitar la toma de decisiones. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en septiembre de 2022.

5.3.4. Desarrollar condiciones habilitantes⁴⁴ para preparar a Colombia para los cambios económicos y sociales que conlleva la IA e impulsar otras tecnologías de la 4RI

Línea de acción 13. Generar las condiciones habilitantes para impulsar el desarrollo de la IA en Colombia

En primer lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones junto con la Presidencia de la República diseñarán un marco ético transversal que guiará el diseño, desarrollo, implementación y evaluación de sistemas de IA que se implementen en el país, siguiendo los principios de la OCDE y en lo señalado en los principios para el desarrollo de la IA en Colombia, que trata este documento. Este marco también diferenciará y hará énfasis en la ética de datos, ética de algoritmos y en la ética que guíe las conductas y prácticas de los individuos que desarrollen e implementen tecnología. Los principios propuestos desarrollarán, como mínimo, conceptos como la justicia, transparencia, libertad, responsabilidad, inclusión y el rol de los derechos humanos en la creación e implementación de esta tecnología. El diseño de este marco también requerirá la formulación de un plan en el que se establezcan mesas de trabajo con actores del sector científico y académico y que permita la construcción de consenso entre distintos sectores. Así mismo, estos vendrán acompañados de mecanismos específicos y concretos que deberán ser implementados para cumplir con el contenido de cada uno de los principios propuestos. Esta actividad iniciará en enero de 2020 y finalizará en noviembre de 2020.

En segundo lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en coordinación con la Presidencia de la República, desarrollará estándares para la implementación de sistemas de IA incluyentes en el país, con el fin de establecer los requisitos para asegurar la inclusión en cada etapa de diseño de un sistema de IA, y los mecanismos de intervención que facilitan la inclusión de distintos grupos en este proceso. Esta tarea implica la selección de los grupos que pueden verse marginados en Colombia por esta tecnología, las estrategias que facilitan la inclusión y el impacto esperado. Dichos estándares serán publicados por el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, como parte de las guías de la Estrategia de gobierno digital. Esta actividad iniciará en febrero de 2020 y finalizará en diciembre de 2021.

En tercer lugar, el Departamento Nacional de Planeación y la Presidencia de la República formularán una política pública sobre Ciberseguridad para mejorar las capacidades del país en ese tema. Entre otras, se establecerán medidas y estándares para proteger a los usuarios en el uso de sistemas de IA considerando potenciales amenazas como

⁴⁴ Las condiciones habilitantes de las IA hacen referencia al entorno económico, social e institucional que permitan el avance y desarrollo de esta tecnología para su adecuado aprovechamiento.

el *adversarial machine learning* o alteraciones en el procesamiento de datos mediante estos sistemas tecnológicos, amenazas a la conectividad e incluso posibles daños a la infraestructura física, entre otros riesgos reconocidos internacionalmente. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en marzo de 2020.

En cuarto lugar, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través de INNPULSA, pondrá en operación una sede del Campus de Emprendimiento Exponencial C Emprende, con el fin de articular servicios de apoyo para emprendedores y *start-ups* que quieran fortalecer su negocio, promoviendo el uso de tecnología de las industrias 4.0. Esto para incentivar el desarrollo de innovaciones creadoras de mercado y para el desarrollo de productos basados en industrias 4.0 y dirigidos a consumidores no tradicionales. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en marzo de 2020.

En quinto lugar, la Presidencia de la República diseñará un plan para proveer asistencia técnica, para que las entidades de supervisión y vigilancia creen y definan ambientes de prueba regulatorio (tipo *sandbox* y *regulatory beaches*) en IA, estableciendo sus objetivos, características, requisitos mínimos, mecanismos de participación y entidades del sector público que serán involucradas en su construcción. La asistencia resulta en el acompañamiento técnico para el diseño del ambiente de prueba seleccionado y la articulación con otras entidades que pueden llegar a estar involucradas. Esta actividad se iniciará en enero de 2020 y finalizará en diciembre de 2022.

En sexto lugar, Colciencias pondrá a disposición de los actores del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación una línea permanente de financiamiento para la investigación y desarrollo tecnológico sobre IA con el fin de resolver problemas específicos de los sectores socioeconómicos del país. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en junio de 2020.

En séptimo lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en coordinación con la Presidencia de la República, desarrollará ejercicios de aplicación de soluciones basadas en IA para la mejora y generación de nuevos servicios al ciudadano y toma de decisiones en el sector público, en el marco de la Política de gobierno digital. Lo anterior con el fin de generar innovación pública al servicio de la generación de valor por parte de las entidades públicas. Esta actividad iniciará en junio de 2020 y finalizará en diciembre de 2022.

En octavo lugar, Colciencias definirá un plan de transferencia de conocimiento en IA en el sector científico colombiano, con el fin que Colombia supere la frontera tecnológica mundial. Este plan establecerá los pasos para que el conocimiento técnico-científico pueda ser adaptado por las empresas del país y sea un insumo del mercado de IA. Así mismo,

comprenderá elementos para la creación de áreas de I+D dentro de las empresas colombianas. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en marzo de 2021.

En noveno lugar, Colciencias con el apoyo del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y en coordinación con la Presidencia de la República desarrollarán un mecanismo de enrolamiento de expertos en temas de IA para favorecer la movilidad de estos hacia el país y transferir conocimiento en el tema. Dentro del mecanismo se hará un mapeo de las instituciones académicas internacionales de interés para el país en los temas priorizados por el presente documento CONPES a fin de identificar posibles aliados estratégicos. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en agosto de 2020.

En décimo lugar, el Ministerio del Trabajo realizará un estudio a nivel país sobre la previsión del impacto de la IA, y en general de la 4RI en el mercado laboral. Este estudio debe generar evidencia para la creación de políticas públicas en el tema. Esto servirá como insumo para la toma de decisiones por parte del Gobierno nacional para la gestión de talento humano y el fortalecimiento de la formación requerida para las labores con menos potencial de ser automatizadas. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre de 2020.

En décimo primer lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, en coordinación con la Presidencia de la República, desarrollará un plan para generar programas de formación de *C Level* para sector público, *C Level 500 Companies* en sector privado y en entrenamiento de técnicos en la IA. Esto con el fin de generar las capacidades directivas en las organizaciones para asumir los retos de la IA. Estos programas de formación deben permitir que la transformación digital haga uso de elementos de IA. Esta actividad iniciará en enero de 2020 y finalizará en diciembre de 2020.

En décimo segundo lugar, el Ministerio de Educación Nacional implementará procesos de capacitación que contribuyan a la formación inicial, continuada y posgradual de los maestros, maestras y directivos en competencias y habilidades para que promuevan prácticas innovadoras en el marco del proyecto educativo institucional, con el fin que se generen en los niños y jóvenes capacidades para la IA y las tecnologías emergentes que ofrece la 4RI en niñas, niños y jóvenes. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en septiembre de 2022.

En décimo tercer lugar, el SENA en articulación con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones pondrán a disposición de las empresas y los ciudadanos, a través de la oferta de sus programas educativos, un programa de formación para el trabajo con énfasis en la adopción de conocimiento relacionado con 4RI e Industria 4.0, que cuente con creación de habilidades en programación, explotación y análisis de

datos. Lo anterior con el fin de fortalecer el capital humano del país para enfrentar los retos de la 4RI y mitigar los riesgos. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en junio de 2021.

En décimo cuarto lugar, el Departamento Nacional de Planeación elaborará lineamientos de política pública para llevar a cabo la transformación del Programa *Computadores para Educar en Tecnologías para Aprender*, reorientando su enfoque hacia la incorporación integral de tecnologías digitales en la educación. Esto requerirá la articulación de Computadores para Educar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y el Ministerio de Educación Nacional. Lo anterior con el propósito de impulsar la innovación en las prácticas educativas, permitiendo incentivar el desarrollo integral de las niñas, niños y adolescentes y generarles capacidades para afrontar los cambios constantes que imponen las tecnologías en los contextos sociales y económicos. Esta actividad iniciará en noviembre de 2019 y finalizará en diciembre de 2020.

En décimo quinto lugar, la Presidencia de la República, con apoyo de los delegados del Gobierno nacional en el Comité Estratégico del Centro para la Cuarta Revolución Industrial, ejecutará un plan de trabajo para posicionar al Centro como impulsor de políticas públicas para la 4RI y la industria 4.0 en alianza con el Foro Económico Mundial. Dentro de este plan se establecerán estrategias para que el centro lidere la recolección de evidencia para la creación de políticas públicas y estándares en IA, mediante la creación e implementación de métricas y herramientas similares que midan el impacto de los sistemas de IA en el país. Esta actividad iniciará en enero de 2020 y finalizará en mayo de 2021.

En décimo sexto lugar, la Presidencia de la República gestionará con las entidades competentes la creación de un consejo internacional dentro del Centro para la Cuarta Revolución Industrial compuesto por expertos internacionales en la materia, a través de un ajuste normativo. Lo anterior, con el fin de que el consejo asesore al Gobierno nacional en la formulación de políticas en el tema y brindará información sobre las últimas iniciativas, estándares y desarrollos tecnológicos que se están presentando alrededor del mundo. Para conformar este consejo se hará una elección dentro del comité estratégico del centro dentro de una lista de candidatos seleccionados por su experiencia y conocimiento de las tecnologías que analiza el centro y las políticas públicas en el tema. Esta actividad iniciará en enero de 2020 y finalizará en octubre de 2020.

En décimo séptimo lugar, el Departamento Nacional de Planeación hará un reporte general sobre la regulación que impacta la creación del mercado de IA en Colombia. El propósito de esta acción es identificar el marco normativo aplicable, si este impacta de forma negativa el desarrollo del mercado y las mejoras o modificaciones que se sugieren. El DNP, identificará los diferentes sectores (comercio, TIC, etc.) que componen la materia a efectos

de establecer las necesidades regulatorias. Dentro de ese reporte, la Dirección de regulación del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, hará los aportes sobre las regulaciones del Régimen de protección de datos. Esta actividad iniciará en febrero 2020 y finalizará en diciembre de 2020.

En décimo octavo lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en conjunto con la Presidencia de la República implementará todas las medidas destinadas a la creación de la infraestructura de datos como resultado de la ejecución del Documento CONPES 3920 *Política Nacional de Explotación de Datos*. En este trabajo se hará especial énfasis en la implementación de los lineamientos para la explotación de datos en el sector público y el mercado de datos. Esta actividad iniciará en febrero de 2020 y finalizará en diciembre de 2020.

En décimo noveno lugar, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en articulación con la Superintendencia de Industria y Comercio, definirá los lineamientos, a través del mecanismo más idóneo para ello, para la implementación de modelos de *Data Trusts* o *Data Commons* en Colombia y la regulación necesaria para su operación. Para este fin considerarán los modelos desarrollados en otros países y los parámetros que se han utilizado para tal fin, teniendo en cuenta las necesidades propias de Colombia y su infraestructura actual de datos. Esta actividad iniciará en febrero de 2020 y finalizará en diciembre de 2020.

En vigésimo lugar, el Departamento Nacional de Planeación, con el apoyo de la Presidencia de la República, desarrollará un plan para hacer seguimiento a la implementación de las recomendaciones del Consejo de Inteligencia Artificial de la OCDE y los estándares internacionales dispuestos en la materia por organismos multilaterales y en tratados internacionales. Dentro de este plan se evaluará la participación del país en el Observatorio de Políticas Públicas para la IA de la OCDE (OECD AI Policy Observatory) en el que se exponga a la comunidad internacional el desarrollo de esta política. Esta actividad iniciará en febrero de 2020 y finalizará en diciembre de 2020.

Línea de acción 14. Impulsar el desarrollo de tecnologías digitales para la 4RI en Colombia

En primer lugar, el Departamento Nacional de Planeación, en articulación con el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, diseñará una metodología para el análisis prospectivo de tecnologías digitales que tengan el potencial de sustentar múltiples soluciones tecnológicas. Esto con el fin de realizar seguimiento a tendencias tecnológicas para formular políticas públicas a futuro tomando como base el presente documento CONPES. Esta acción iniciará en julio de 2020 y finalizará en julio de 2021.

4.4. Seguimiento

En primera medida se hará seguimiento a los indicadores del Plan de Acción y Seguimiento (PAS) (Anexo A), como principal herramienta para hacer seguimiento a la ejecución física y presupuestal de las acciones de la presente política. El reporte periódico al PAS se realizará por parte de todas las entidades involucradas en este documento, que a su vez será consolidado por el DNP en un Informe de cierre, de acuerdo con lo estipulado en la Tabla 1. Cabe aclarar que el cumplimiento de los indicadores contenidos en el PAS por parte de las diferentes entidades estará sujeto a la disponibilidad de recursos que se apropien para tal fin, sin perjuicio del seguimiento a los compromisos establecidos en este para la ejecución de la presente política.

Tabla 1. Cronograma de seguimiento

Corte	Fecha
Primer corte	31 diciembre de 2019
Segundo corte	30 de junio de 2020
Tercer corte	31 diciembre de 2020
Cuarto corte	30 de junio de 2021
Quinto corte	31 diciembre de 2021
Sexto corte	30 de junio de 2022
Séptimo corte	31 diciembre de 2022
Informe de cierre	30 de junio de 2023

Fuente: DNP (2019).

4.5. Financiamiento

Para efectos del cumplimiento de los objetivos de esta política, las entidades involucradas en su ejecución gestionarán y priorizarán, en el marco de sus competencias, los recursos para la financiación de las estrategias que se proponen.

La Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial tiene un costo total aproximado de 121.619 millones de pesos. En la Tabla 2 se muestran los costos por año para cada una de las entidades ejecutoras de las acciones aquí contenidas.

Tabla 2. Financiamiento estimado indicativo de la política
(cifras en millones de pesos)

Entidad	2019	2020	2021	2022	Total
Agencia Nacional de Espectro	-	-	-	-	-
Archivo General de la Nación	-	150	150	-	300
Banco de Desarrollo Empresarial y el Comercio Exterior	-	-	-	-	-
Departamento Administrativo de Ciencia Tecnología e Innovación (Colciencias)	-	-	-	-	-
Departamento Administrativo de la Presidencia de la República	-	716	620	548	1.884
Departamento Nacional de Planeación	1.034	1.160	96	96	2.386
Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales	6.614	8.658	-	-	15.272
Financiera de Desarrollo Nacional (FDN)	40	10	-	-	50
Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	-	-	-	-	-
Ministerio de Educación Nacional	13.052	15.038	14.066	13.268	55.424
Ministerio de Justicia y del Derecho	27	361	371	-	759
Ministerio de Salud y Protección Social	555	700	1.000	900	3.155
Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones	1.986	30.883	5.030	2.340	40.239
Ministerio del Trabajo	20	60	-	-	80

Entidad	2019	2020	2021	2022	Total
Servicio Nacional de Aprendizaje	1.070	1.000	-	-	2.070
Total	24.398	58.736	21.333	17.152	121.619

Fuente: DNP (2019).



6. RECOMENDACIONES

El Departamento Nacional de Planeación y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones recomiendan al Consejo Nacional de Política Económica y Social:

1. Aprobar la Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial junto con su Plan de Acción y Seguimiento, para lograr aumentar la generación de valor social y económico a través del uso estratégico de tecnologías de información y comunicaciones en sector público y en el sector privado.
2. Solicitar a las entidades del Gobierno nacional involucradas en este documento priorizar los recursos para la puesta en marcha de las estrategias contenidas en el mismo, acorde con el Marco de Gasto de Mediano Plazo del respectivo sector.
3. Solicitar al Departamento Nacional de Planeación:
 - a. Consolidar y divulgar la información del avance de las acciones según lo planteado en el Plan de Acción y Seguimiento (Anexo A). La información deberá ser proporcionada por las entidades involucradas en este documento de manera oportuna según lo establecido en la sección de seguimiento.
 - b. Elaborar un reporte general sobre la regulación que impacta la creación del mercado de inteligencia artificial en Colombia, en las condiciones establecidas en este documento CONPES.
4. Solicitar a Colombia Compra Eficiente:
 - a. Actualizar los instrumentos de agregación de demanda TIC con la inclusión de nuevas tecnologías modelos de prestación de servicios de tecnología en el sistema de compra pública.
5. Solicitar a la Presidencia de la República:
 - a. Coordinar la creación de ambientes de prueba regulatorios (tipo *sandbox*) para garantizar que las nuevas tecnologías y modelos de negocio se desarrollen, considerando sus efectos sobre los diferentes mercados.
 - b. Diseñar un plan para proveer asistencia técnica, para que las entidades de supervisión y vigilancia creen y definan ambientes de prueba regulatorios (tipo *sandbox* y *regulatory beaches*) en inteligencia artificial.
6. Solicitar al Ministerio de Tecnologías de la Información las Comunicaciones:

- a. Proponer al sector privado, los textos normativos para actualizar la normatividad relacionada con el surgimiento de nuevos modelos de negocio, nuevas tecnologías y asuntos clave para la 4RI.
 - b. Desarrollar los lineamientos para que las entidades públicas del orden nacional elaboren sus planes de transformación digital.
 - c. Diseñar un marco ético transversal para guiar el diseño, desarrollo, implementación y evaluación de sistemas de inteligencia artificial que se implementen en el país.
 - d. Aplicar la Encuesta TIC para medir el avance de la transformación digital en el país, siguiendo el marco de trabajo definido por la OCDE.
7. Solicitar al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo elaborar un marco regulatorio con las reglas sobre la circulación de la factura electrónica de venta como título valor.
8. Solicitar al Ministerio de Educación Nacional, diseñar los lineamientos curriculares en el marco de los proyectos educativos institucionales, con el fin de promover en la trayectoria educativa, la implementación de proyectos pedagógicos en habilidades necesarias para la Cuarta Revolución Industrial, con énfasis en inteligencia artificial.

GLOSARIO

Digitalización: es el uso de datos, tecnologías digitales y la interconexión que da como resultado actividades nuevas o cambios en las actividades existentes. Representa la conversión de datos y procesos analógicos a un formato legible por una máquina, que pueden ser leídos y manipulados por los computadores o equipos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE, 2019).

Innovación pública: busca nuevas maneras para crear valor público; es decir, valor que permita tener una mayor productividad del sector público, instituciones democráticas más abiertas y robustas, una oferta de políticas públicas más pertinentes y efectivas, o servicios que conducen a mayores grados de satisfacción y confianza ciudadana. Para lograrlo, los procesos de innovación pública se enfocan en abordar desafíos públicos de alta complejidad e incertidumbre, bajo un enfoque de experimentación abierto, adaptativo y basado en evidencia. Un enfoque que permita aprender con la mayor eficiencia posible hasta encontrar soluciones efectivas que puedan escalarse.

Tecnologías avanzadas: es aquella que tiene cierta madurez técnica, sin embargo, aún tiene relativamente pocos usuarios y está entrando una etapa uso generalizado en el mercado. En general estas tecnologías contribuyen al incremento de la productividad y eficiencia en todos los sectores económicos, pero en menor grado que una tecnología disruptiva.

Tecnologías disruptivas: se refieren a cualquier tecnología mejorada o completamente nueva que reemplaza e irrumpe con el potencial de generar grandes cambios y nuevas maneras de hacer las cosas. Las disrupciones digitales son un efecto que cambia las expectativas y comportamientos fundamentales en una cultura, mercado, industria o proceso que es causado por tecnologías o canales digitales con efectos de gran alcance en la productividad y el bienestar a través de nuevas redes de valor.

Tecnologías emergentes: representan los avances tecnológicos que actualmente se encuentran en desarrollo o están próximos a implementarse y, además, tienen un potencial relativamente poco desarrollado para desplazar una tecnología actual o cambiar los procesos de negocios, organizaciones, cultura y entre otras áreas. Dicho de otro modo, son tecnologías cuyo desarrollo, y aplicaciones prácticas, aún no se han realizado totalmente. De este modo cuentan con el potencial de ejercer un impacto considerable en los sectores socioeconómicos y sus patrones de interacción y desarrollo.

ANEXOS

Anexo A. Plan de Acción y Seguimiento (PAS)

Ver archivo Excel adjunto.



BIBLIOGRAFÍA

Andrews, W. (2017). Predicts 2017: Artificial Intelligence.

Asian Development Bank. (2018). Obtenido de <https://www.adb.org/news/events/understanding-digital-economy-what-it-and-how-can-it-transform-asia>

Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI). (2017). *Encuesta de Transformación Digital*.

Banco Interamericano de Desarrollo - BID. (2018). *El imperativo de la transformación digital: Una agenda del BID para la ciencia y la innovación empresarial en la nueva revolución industrial*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/el-imperativo-de-la-transformacion-digital-una-agenda-del-bid-para-la-ciencia-y-la-innovacion>

Banco Interamericano de Desarrollo - BID. (2018). *Emprender un Futuro Naranja*. Obtenido de <https://publications.iadb.org/es/emprender-un-futuro-naranja-quince-preguntas-para-entender-mejor-los-emprendedores-creativos-en>

Banco Mundial. (2016). *Informe sobre el desarrollo mundial 2016: Dividendos digitales*. Washington DC: Banco Mundial.

Clusellas P, M. E. (2016). *Un gobierno inteligente : el cambio de la Administración Pública de la Nación*. Obtenido de <https://www.boletinoficial.gob.ar/#!estatica/productos>

Comisión de Regulación de Comunicaciones. (2017). *El comercio electrónico en Colombia: análisis integral y perspectiva regulatoria*. Bogotá.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). *La nueva revolución digital: de la Internet del consumo a la Internet de la producción*. Santiago de Chile.

Hallet, R. (2017). *These are the industries attracting the most venture capital*. Obtenido de <https://www.weforum.org/agenda/2017/02/these-are-the-industries-attracting-the-most-venture-capital/>

IMD World Competitiveness Center. (2018). *The IMD World Digital Competitiveness Ranking*. Obtenido de <https://www.imd.org/wcc/world-competitiveness-center-rankings/world-digital-competitiveness-rankings-2018/>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2018). *Estudio de Caracterización de las Mipyme Colombianas y conocimiento de su relación con las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - TIC*. Obtenido de <https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-77440.html>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. (2014). *OECD Reviews of Innovation Policy: Colombia 2014*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. (2014). OECD Reviews of Innovation Policy: Colombia 2014. In *OECD Reviews of Innovation Policy*. OECD Publishing, Paris. doi:<http://dx.doi.org/10.1787/9789264204638-en>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. (2016). *New Markets and New Jobs*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. (2017). *OECD Digital Economy Outlook 2017*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. (2019). *Going Digital in Colombia*.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. (2019). *Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives*. Paris: OECD Publishing.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. (2019). *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*. Obtenido de <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. (2019). *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*. Obtenido de <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. (2019). *Vectors of Digital Transformation*. OCDE.
- Pereira, R. (2017). *A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept*. Guimarães, Portugal: University of Minho.
- Rojko. (2017). *Industry 4.0 Concept: Background and Overview*. Nuremberg, Germany: ECPE European Center for Power Electronics e.V.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Ginebra: World Economic Forum.
- SNCI. (2019). Obtenido de <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/sneci/Paginas/quienes-somos.aspx>
- Universidad Nacional de Colombia. (2017). *Informe final del estudio de medición y evaluación de impacto de CPE 2014-2018*. Bogotá.